



ISPARTA
UYGULAMALI BİLİMLER
ÜNİVERSİTESİ

e-ISSN: 2149-3898

TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ



ISPARTA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Year:
Yıl: 2019

Volume:
Cilt: 20

Issue:
Sayı: 4

TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

(TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ)

e-ISSN: 2149-3898

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

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

Year/Yıl: 2019, Volume/Cilt: 20, Issue/Sayı: 4

Editorial board / Dergi yayın kurulu

Editor-in-chief / Baş editör

Ramazan Özçelik

Editors / Editörler

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

Layout editor / Dizgi editörü

Süleyman Uysal

Publisher / Yayıncı kuruluş

Isparta University of Applied Sciences
Faculty of Forestry – Isparta

Contact / İletişim

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Orman Fakültesi, 32260, Isparta
Phone : +90 246 211 3956
Fax : +90 246 211 3948
Web : <http://dergipark.gov.tr/tjf>
E-mail : turkjfor@isparta.edu.tr

Advisory board / Danışma kurulu

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

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

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

CONTENTS

Research

- Effects of some nitrogen-fixing plants on seedling growth of scotch pine
Deniz Güney, Erhan Seyis, Fahrettin Atar, Ali Bayraktar, İbrahim Turna..... 284-289
- Determination of cold hardiness of some Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) provenances in Ankara and Antalya provenance trials
Hacer Semerci, Akkan Semerci, Bora İmal, Yeliz Kaşko Arıcı 290-296
- Determination of seedling quality characteristics of stone pine (*Pinus pinea* L.), valonia oak (*Quercus ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.) and Turkey oak (*Quercus cerris* L.) seedlings
Serap Bilgin 297-304
- Comparison of the influence of some stand structural parameters on black pine seedling density and growth
Emirhan Köseoğlu, Ferhat Kara..... 305-311
- Effects of high heat shocks on seed germination in Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) populations
Sezgin Ayan, Cihan Erkan, Orhan Gülseven, Şeyma Selin Akin, Ergin Yılmaz, Esra Nurten Yer Çelik..... 312-316
- Tree-water relations variations in dry season in *Cedrus libani* and *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* afforestation area
Esra Bayar, Ayşe Deligöz 317-323
- Fungi and water molds found on woody plants grown in the forest nurseries of the Marmara Region
Ayşe Gülden Aday Kaya, H. Cemal Gültekin, Ayhan Karakaya 324-332
- Development of regional stem taper models for some important tree species of Turkey: Case study of Bucak
Onur Alkan, Ramazan Özçelik, Hasan Alkan..... 333-340
- Ornitofauna of Balıkdamı Wildlife Development Area
Nuri Kaan Özkazanç, Emir Özay, Ali Uğur Özcan 341-351
- The Evaluation of temporal and spatial change of aboveground stand carbon: A case study of Upstream of the Göksu River Basin
Alkan Günlü, Ceyhun Göl, Fatih Sarıçam 352-359
- Determination of vegetation characteristics of Ilıcapınar Highland Pasture (Taşkent)
Ahmet Alper Babalık 360-365
- Competitiveness analysis of forest products trade between Turkey and European Union countries
Henry Eric Magezi, Taner Okan 366-372
- Management of natural values and social marketing: The case of Atatürk Arboretum
Kenan Ok, Mehtap Koç 373-380
- Factors affecting buffer zone determination and management in protected areas
Ayhan Akyol, Savaş Karakaya 381-390
- Opinions of nursery managers on business activities at state forest nurseries
Hasan Alkan, Alime Divrik 391-400
- Assessments about foreign trade of some non-wood forest products in Turkey
Mehmet Korkmaz, Emine Aybüke Duman 401-410
- Developing and testing of a debarking tool (moto-debarker) mounted to brushcutter
Mehmet Eker, Metin Şefik 411-420

CONTENTS

Research

- Investigation of biological durability of heat treated and densified poplar wood against brown rot fungi
Gonca Düzkale Sözbir, İbrahim Bektaş 421-426
- Effect of dowel wood species on dowel tensile strength in wooden length joints bonded with different adhesives
Abdurrahman Karaman, Mehmet Nuri Yıldırım, Esra Uslu 427-432
- Determination to leaf and flower volatile components of natural sage taxa (*Salvia* Spp.) of Murat Mountain (Kütahya-Gediz)
İlkay Özdek, Hüseyin Fakir 433-439
- Determination of some mechanical, physical and surface properties of the julibrissin (*Albizia julibrissin*) grown in İzmir City
Vedat Çavuş 440-446
- Determining the orientation in choosing furniture based on social media based on data mining algorithms: Twitter example
Selman Karayılmazlar, Timuçin Bardak, Özkan Avcı, Kadir Kayahan, Atakan Süha Karayılmazlar, Yıldız Çabuk, Rifat Kurt, Erol İmren 447-457
- Utilization of bark tannins from oriental spruce and oak in bioadhesive production
Oktay Gönültaş, Mualla Balaban Uçar 458-465
- Contribution of internet based tools in monitoring exotic parrots
Esra Per 466-473
- Population status, daily activity pattern and habitat preference of Caracal (*Caracal caracal* Schreber, 1776) in Antalya Wildlife Development Area
Yasin Ünal, Ahmet Koca, Yunus Kısaarslan, Mehmet Şirin Yelsiz, Halil Süel, İdris Oğurlu 474-481

Review

- Pest species of Coccoidea (Hemiptera; Coccoomorpha) in forest of Turkey
Selma Ülgentürk, Özden Dokuyucu 482-491

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Bazı azot bağlayıcı bitkilerin sarıçam fidanlarının gelişimi üzerine etkisi
Deniz Güney, Erhan Seyis, Fahrettin Atar, Ali Bayraktar, İbrahim Turna..... 284-289
- Ankara ve Antalya kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijin deneme sahalarında bazı orijinlerin dona dayanıklılıklarının belirlenmesi
Hacer Semerci, Akkan Semerci, Bora İmal, Yeliz Kaşko Arıcı 290-296
- Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.), palamut meşesi (*Quercus ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.) ve saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanlarının fidan kalite özelliklerinin belirlenmesi
Serap Bilgin 297-304
- Bazı meşcere değişkenlerinin karaçam gençlik sayısı ve büyümesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması
Emirhan Köseoğlu, Ferhat Kara..... 305-311
- Yüksek sıcaklık şoklarının Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) popülasyonlarında tohum çimlenmesine etkileri
Sezgin Ayan, Cihan Erkan, Orhan Gülseven, Şeyma Selin Akin, Ergin Yılmaz, Esra Nurten Yer Çelik..... 312-316
- *Cedrus libani* ve *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* ağaçlandırma alanında kurak dönemde ağaç-su ilişkisi değişimleri
Esra Bayar, Ayşe Deligöz 317-323
- Marmara Bölgesindeki orman fidanlıklarında yetiştirilen odunsu bitkilerdeki fungus ve su küflerinin tespiti
Ayşe Gülden Aday Kaya, H. Cemal Gültekin, Ayhan Karakaya 324-332
- Türkiye'nin bazı önemli ağaç türleri için yöresel gövde çapı modellerinin geliştirilmesi: Bucak örneği
Onur Alkan, Ramazan Özçelik, Hasan Alkan..... 333-340
- Balıkdamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası kuş türleri
Nuri Kaan Özkazanç, Emir Özay, Ali Uğur Özcan 341-351
- Topraküstü meşcere karbonunun zamansal ve konumsal değişiminin değerlendirilmesi: Yukarı Göksu Nehri Havzası örneği
Alkan Günlü, Ceyhan Göl, Fatih Sarıçam 352-359
- Ilıcınar Yaylası (Taşkent) Merasının vejetasyon karakteristiklerinin belirlenmesi
Ahmet Alper Babalık 360-365
- Türkiye ve Avrupa Birliği ülkeleri arasında orman ürünleri ticaretinin rekabet analizi
Henry Eric Magezi, Taner Okan 366-372
- Doğal değerlerin yönetimi ve sosyal pazarlama anlayışı: Atatürk Arboretumu örneği
Kenan Ok, Mehtap Koç 373-380
- Korunan alanlarda tampon zon belirlemede ve yönetiminde etkili faktörler
Ayhan Akyol, Savaş Karakaya 381-390
- Devlet orman fidanlıklarındaki işletmecilik faaliyetlerine ilişkin fidanlık müdürlerinin görüşleri
Hasan Alkan, Alime Divrik 391-400
- Türkiye'de bazı odun dışı orman ürünlerinin dış ticaretine yönelik değerlendirmeler
Mehmet Korkmaz, Emine Aybüke Duman 401-410
- Motorlu tırpana montajlı kabuk soyma aracının (motosoyar) geliştirilmesi ve denenmesi
Mehmet Eker, Metin Şefik 411-420

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Esmer çürüklük mantarına karşı ısıtma işlemi görmüş ve yoğunlaştırılmış kavak odununun biyolojik dayanımının araştırılması
Gonca Düzkale Sözbir, İbrahim Bektaş 421-426
- Kavela ağaç türünün farklı tutkallar ile yapıştırılmış ahşap boy birleştirmelerde kavela çekme direncine etkisi
Abdurrahman Karaman, Mehmet Nuri Yıldırım, Esra Uslu 427-432
- Murat Dağı (Kütahya-Gediz) Doğal Adaçayı (*Salvia* spp.) taksonlarının yaprak ve çiçek uçucu bileşenlerinin belirlenmesi
İlkay Özdek, Hüseyin Fakir 433-439
- İzmir’de yetişen gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odununun bazı mekanik ve fiziksel özellikleri ile yüzey özelliklerinin belirlenmesi
Vedat Çavuş 440-446
- Veri madenciliği algoritmalarına dayalı olarak sosyal medya üzerinden mobilya seçimindeki yönelimlerin belirlenmesi: Twitter örneği
Selman Karayılmazlar, Timuçin Bardak, Özkan Avcı, Kadir Kayahan, Atakan Süha Karayılmazlar, Yıldız Çabuk, Rifat Kurt, Erol İmren 447-457
- Doğu ladini ve meşe kabuk taneninin biyotutkal üretiminde kullanılması
Oktay Gönültaş, Mualla Balaban Uçar 458-465
- İnternet temelli araçların egzotik papağanların izlenmesine katkısı
Esra Per 466-473
- Antalya Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahasında yayılış gösteren karakulak (*Caracal caracal* Schreber, 1776)’ın populasyon durumu, günlük aktivite deseni ve habitat tercihi
Yasin Ünal, Ahmet Koca, Yunus Kısaarslan, Mehmet Şirin Yelsiz, Halil Süel, İdris Oğurlu 474-481

Derleme

- Türkiye ormanlarında zararlı Coccoidea (Hemiptera; Coccoomorpha) türleri
Selma Ülgentürk, Özden Dokuyucu 482-491

Effects of some nitrogen-fixing plants on seedling growth of scotch pine

Deniz Güney^a, Erhan Seyis^b, Fahrettin Atar^{a,*}, Ali Bayraktar^a, İbrahim Turna^a

Abstract: Nitrogen is one of the most important nutrients for plants, and some plants are involved in the conversion of atmospheric nitrogen to organic form. These plants are capable of nitrogen fixing by bacteria in their roots and are important in alleviating nitrogen deficiency and improving soil. The objective of this research is to determine the growth differences in Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings grown together with some nitrogen-fixing species. The study was conducted in The Research and Application Greenhouse at Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University. *Alnus glutinosa*, *Robinia pseudoacacia* and *Vicia sativa* were selected as nitrogen-fixing species. Seeds were sown, by different sowing combinations, in special sowing crates in November. For 1-year-old scotch pine seedlings after the first growing period, seedling length, root collar diameter and sturdiness quotient were determined. The results indicated that while the average length of *Pinus sylvestris* seedlings sown alone was 3.36 cm, the average length of the seedlings belonging to *Pinus sylvestris*+*Vicia sativa* combination reached 6.84 cm. Similarly, mean root collar diameter was 0.47 mm greater in the *Pinus sylvestris*+*Vicia sativa* sowing combination. The use of higher quality seedlings obtained through sowing combination of *Pinus sylvestris*+*Vicia sativa* can be advantageous in areas where there is a ground cover problem or the use of quality seedlings is required because of extreme conditions in terms of altitude, climate and soil.

Keywords: Seedling morphology, *Pinus sylvestris*, Sowing combination, Nitrogen fixation

Bazı azot bağlayıcı bitkilerin sarıçam fidanlarının gelişimi üzerine etkisi

Özet: Bitkiler için en önemli besin elementlerinden biri azot olup atmosferik azotun organik forma dönüştürülmesinde bazı bitkiler görev almaktadır. Köklerinde bulunan bakteriler vasıtasıyla azot bağlama yeteneğinde olan bu bitkiler azot eksikliğinin hafifletilmesi ve toprağın iyileştirilmesi bakımından önem arz etmektedir. Araştırmada azot bağlayıcı bazı türlerle birlikte yetiştirilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) fidanlarındaki gelişim farklılıklarının ortaya koyulması amaçlanmıştır. Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama serasında yürütülmüştür. *Alnus glutinosa*, *Robinia pseudoacacia* ve *Vicia sativa* türleri azot bağlayıcı tür olarak seçilmiştir. Tohumlar Kasım ayında özel ekim kasalarına farklı ekim kombinasyonlarıyla ekilmiştir. İlk vejetasyon dönemi sonrasında bir yaşındaki sarıçam fidanlarında, fidan boyu, kök boğaz çapı ve gürbüzlük indisi değerleri belirlenmiştir. *Pinus sylvestris* işleme ait fidanların ortalama boyu 3.36 cm iken, *Pinus sylvestris*+*Vicia sativa* ekim kombinasyonuna ait fidanların ortalama boyunun 6.84 cm'ye ulaştığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde kök boğaz çapı bakımından da *Pinus sylvestris*+*Vicia sativa* ekim kombinasyonunda 0.47 mm'lik bir artış meydana geldiği görülmektedir. Özellikle diri örtü probleminin olduğu ya da rakım, iklim ve toprak özellikleri bakımından ekstrem koşullar nedeniyle kaliteli fidanların kullanılması gereken alanlarda *Pinus sylvestris*+*Vicia sativa* ekim kombinasyonu ile elde edilecek daha kaliteli fidanları kullanmak önemli bir avantaj olabilecektir.

Anahtar kelimeler: Fidan morfolojisi, *Pinus sylvestris*, Kombine ekim, Azot bağlama

1. Introduction

Nitrogen is the main ingredient of amino acids, nucleic acids and other amino compounds and polymers formed in the cells of all living creatures (Tecimen and Sevgi, 2008). Although nitrogen is among the most abundant elements in the world, it is the critical limiting element for growth of most plants because of its unavailability (Smil, 1999; Socolow, 1999; Graham and Vance, 2000). When the proportions of the elements in the structure of the plants are examined, it is seen that nitrogen is found to be lower in ratio than carbon, hydrogen and oxygen (Hasman, 1972; Haynes, 1986). While nitrogen constitutes 1.5-5% of the plant dry weight (Haynes, 1986) and is present in a very low amount in terms of quantity, it is one of the main nutrients

in plant life and biochemical events of organic compounds (Haynes, 1986; Gebauer and Schulze, 1997). Nitrogen mineralization in soil in the productivity of ecosystems (Rehder, 1976; Gökçeoğlu and Rehder, 1977; Woodmansee et al., 1978; Woodmansee and Duncan, 1980; Runge, 1983; Vaughn et al., 1986; Güteryüz and Gökçeoğlu, 1994) and nitrate reductase activity in species belong to various taxonomic groups are seen as important indicators (Al Gharbi and Hipkin, 1984; Smimoff and Stewart, 1985; Lee et al., 1986; Gebauer et al., 1988; Widmann et al., 1990; Gebauer and Schulze, 1997; Güteryüz and Arslan, 1999).

Nitrogen constitutes 78% of the atmosphere with its gaseous form and has 15% share in the structure of nucleic acids, proteins and vitamins. Plants cannot use nitrogen in gaseous form. Nitrogen is converted into nitrite by nitrite

✉ ^a Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Trabzon

^b Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yenice Meslek Yüksekokulu, Çanakkale

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 18.06.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 18.12.2019



Citation (Atıf): Güney, D., Seyis, E., Atar, F., Bayraktar, A., Turna, İ., 2019. Effects of some nitrogen-fixing plants on seedling growth of scotch pine. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 284-289.

DOI: [10.18182/tjf.579386](https://doi.org/10.18182/tjf.579386)

bacteria, and nitrite is converted into nitrate by nitrate bacteria and made usable by plants (İmriz et al., 2014). Symbiotic nitrogen fixation plays an important role in most forest soils. This process occurs as a result of a symbiosis between leguminous plants and bacteria of the genus *Rhizobium* and between *Frankia* bacteria, a genus of *Actinomycet*, and non-leguminous plants (*Alnus*, *Myrica*, *Hippophae*, *Elaeagnus*, *Shepherdia*, *Casuarina*, *Coriaria* and *Ceanothus*) (Tilki, 2002; Pritchett and Fisher, 1987; Burris, 1988; Wheeler, 1991).

Generally, 100 to 400 kg of N/ha/year can be supplied by biological nitrogen fixation to the forest ecosystem. Nitrogen is fixed in soil with free-living bacteria (<15 kg N/ha/year), *Cyanobacteria* (7-80 kg N/ha/year), symbiotic life of *Frankia* bacteria and non-leguminous species (2-362 kg N/ha/year), and *Rhizobium* bacteria and leguminous species (24-584 kg N/ha/year) (Elkan, 1992; FAO, 1993). Some plants that are capable of nitrogen fixation through the bacteria in their roots are used for the alleviation of nitrogen deficiency and soil improvement in forestry in some countries, especially in European countries, Australia and the USA. Plants with nitrogen-fixing bacteria help improve poor soils and enrich plant nutrients (Diagne et al., 2013; Stokdyk and Herrman, 2014). These plants also contribute to the development of other species in the afforestation studies by providing nitrogen support (Miller and Murray, 1978; Voigtlaender et al., 2012; Mortimer et al., 2015).

In some studies about nitrogen fixation, it was determined that 10.6 kg/ha/year fixation in *Myrica gale* (Permar and Fisher, 1983) and 62 kg/ha/year fixation in *Alnus rubra* (Tripp et al., 1979). With reference to Pritchett and Fisher (1987) and FAO (1993) in the study of the amount of nitrogen fixation in relation to some species, Tilki (2002) stated that *Alnus glutinosa*, *Casuarina equisetifolia*, *Elaeagnus* sp., *Robinia pseudoacacia*, *Hippophae* sp. and *Wax myrtle* fix nitrogen as <56, 60-200, <15, 100-200, 2-180 and <132 kg/ha/year, respectively. In

the mixed grown plantations with *Alnus rubra* in previous studies conducted by Miller and Murray (1978) and Debell and Radwan (1979), they investigated the increments of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco and *Populus trichocarpa* Torr. Additionally, biomass developments in *Pinus tunbergii* Parl. (Moffat, 2000), poplar (Van der Meiden, 1961) and *Pseudotsuga menziesii* plantation (Binkley et al., 1984) grown together with alder were researched. Moreover, Ashby and Baker (1968), Turvey and Smethurst (1983) studied the effects of *Robinia pseudoacacia* on the development of its mixed plantations with coniferous and deciduous species.

Symbiotically fixing nitrogen can be transformed into available form for plants, thus helping reduce nitrogen fertilizer costs and prevent environmental pollution during the use of chemical fertilizers. The aim of this study was to determine the growth differences in *Pinus sylvestris* L. seedlings grown together with some nitrogen-fixing species.

2. Material and methods

2.1. Study area

The present study was carried out in The Research and Application Greenhouse at Faculty of Forestry, Karadeniz Technical University. *Alnus glutinosa* (A.glu), *Robinia pseudoacacia* (R.pse) and *Vicia sativa* (V.sat) were selected as nitrogen-fixing species. Seeds of the species used in the study were obtained from Trabzon region (Figure 1), and sown in open field conditions. Additionally, the climate data between 1927 and 2018 belonging to Trabzon province, where Karadeniz Technical University is located, are given in Table 1. According to the long-term climate data of the area where the open field nursery is located, the annual average temperature is 14.7 °C and the total annual precipitation is 820.7 mm.

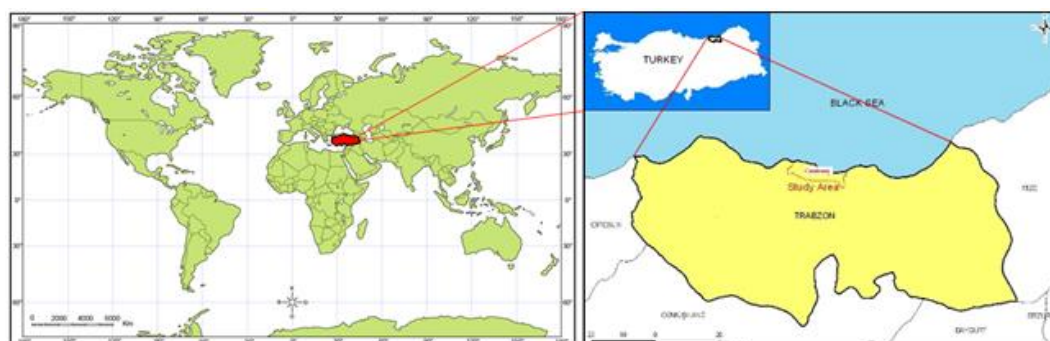


Figure 1. Geographical location of study area in Karadeniz Technical University

Table 1. The average meteorological values of the study area

	Climate Period (1927-2018)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	7.3	7.3	8.4	11.7	16.0	20.3	23.1	23.5	20.3	16.6	12.8	9.5
2	10.7	10.8	11.9	15.5	19.1	23.1	25.9	26.5	23.7	20.0	16.5	12.9
3	4.6	4.3	5.4	8.7	12.9	17.0	19.9	20.4	17.3	13.6	10.0	6.7
4	2.7	3.3	3.4	4.4	5.5	7.1	5.9	5.6	4.9	4.5	3.7	2.7
5	12.5	12.4	13.3	12.9	12.8	10.8	8.0	8.8	11.2	12.6	12.1	12.7
6	82.4	63.7	58.7	56.8	51.8	50.1	35.4	44.9	79.5	115.0	98.9	83.5

1. Avg. Temperature (°C); 2. Avg. Highest Temperature (°C); 3. Avg. Lowest Temperature (°C); 4. Avg. Sunshine Time (hour); 5. Avg. Number of Rainy Days; 6. Monthly Total Precipitation Avg. (mm)

2.2. Experimental design and nursery treatment

Sowing of seeds was carried out in open field conditions of the research area. For the seeds sown in November, completely randomized design was used. Special sowing crates were prepared in order to eliminate soil effects in the external environment in the process of sowing of seeds and to determine the effects of nitrogen-fixing species on the growth of scotch pine seedlings. These were prepared as 1.2x0.6 m sizes and 30 cm deep. Control (only sowing of scotch pine) and four different sowing combinations were conducted as three repetitions in sowing crates. As sowing medium, the coarse gravel was laid on the bottom of the crates where the seeds were sown and then fine grained gravel was laid on top of it. Additionally, the unsieved forest soil was cleaned from foreign materials and laid on the fine gravel and finally, covered with sieved forest soil and made ready for sowing. Sowing in row of seeds were conducted by opening the lines. The schematic representation of the trial design used for sowing seeds is given in Figure 2.

In this study, a total of 2100 seeds were sown to seedbed using 300 seeds for each species in each treatment. As specified in the trial design in Figure 2, 300 seeds for P.syl, 600 seeds for P.syl+A.glu, 600 seeds for P.syl+R.pse and 600 seeds for P.syl+V.sat were used.

For 1-year-old seedlings grown in the crates after first vegetation period, seedling length (SdL), root collar diameter (RCD) and sturdiness quotient (SQ) were determined. 1350 seedlings (3x50 seedlings from each treatment) were used for measurements (Figure 3). The sturdiness quotient attributes to the ratio of the length of the seedling to the root collar diameter and expresses the vigour and robustness of the seedling (Thompson, 1985; Aldhous, 1994; Jaenicke, 1999).

2.3. Data analysis

Data were analysed using the SPSS 23.0 statistical program. The analyses included ANOVA and Bonferroni Test. One-way analysis of variance is used to test the equality of k independent groups averages taken from k population showing the normal distribution (Ercan, 1997; Özdamar, 1999; Özkan, 2003). In addition, the statistical significance of the differences between the results of different sowing combinations with the Bonferroni test was demonstrated.

3. Result and discussion

The results of the analysis of variance, mean and standard deviation related to sowing combinations are given in Table 2. According to the results of the analysis of variance, there were statistically significant differences ($P < 0.01$) among the sowing combinations in terms of all measured morphological characters. The average seedling length for P.syl was determined as 3.36 cm, while the average values for, P.syl+A.glu, P.syl+V.sat and P.syl+R.pse occurred as 6.25 cm, 6.84 cm and 5.53 cm respectively. On the other hand, while the average root collar diameter for P.syl seedlings was 1.29 mm, the average values for P.syl+A.glu, P.syl+V.sat and P.syl+R.pse were determined as 1.46 mm, 1.76 mm and

1.15 mm respectively. The sturdiness quotient, was 2.67 for P.syl, 4.38 for P.syl+A.glu, 3.98 for P.syl+V.sat and 4.91 for P.syl+R.pse. The differences between SdL, RCD and SQ values depending on the sowing combinations are shown in Figure 4.

Pinus sylvestris seedlings obtained by sowing combinations had high growth than the seedlings acquired by control seeds, especially in terms of seedling length. Compared to seedlings in control, more seedling length values were acquired to be 103.6% for seedlings obtained from P.syl+V.sat sowing combination, 86.0% for P.syl+A.glu and 64.6% for P.syl+R.pse. RCD occurred as lower for the seedlings from P.syl+R.pse sowing combinations compared to P.syl seedlings in control, while it was higher for the seedlings from P.syl+A.glu and P.syl+V.sat sowing combinations. Also, it was determined that the seedlings from all mixed sowing combinations produced a higher ratio than the seedlings in control in terms of sturdiness quotient (Table 2).

The significance of differences between sowing combinations related to measured morphological characteristics was determined by Bonferroni test and the results are shown in Table 3.

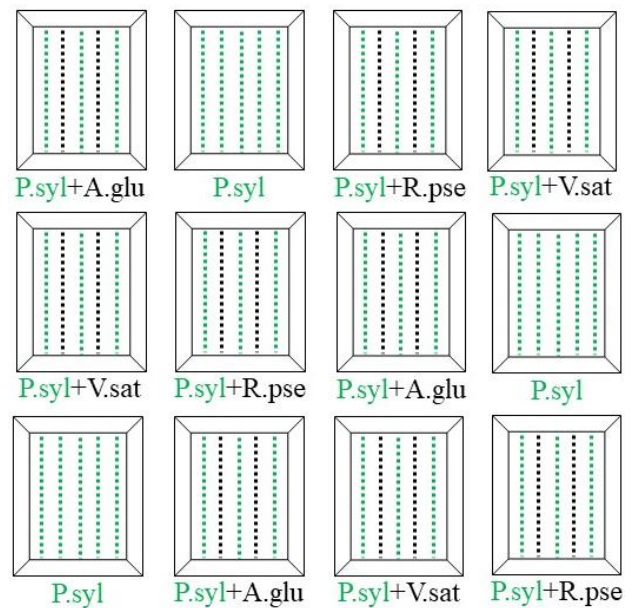


Figure 2. Trial design related to sowing combinations

Table 2. ANOVA results related to sowing combinations

	SdL (cm)	RCD (mm)	SQ
P.syl	3.36 ± 0.86	1.29 ± 0.31	2.67 ± 0.72
P.syl+A.glu	6.25 ± 1.32	1.46 ± 0.28	4.38 ± 1.01
P.syl+V.sat	6.84 ± 1.56	1.76 ± 0.45	3.98 ± 0.86
P.syl+R.pse	5.53 ± 1.40	1.15 ± 0.29	4.91 ± 1.25
F	51.471	48.770	38.713
P	0.000	0.000	0.000

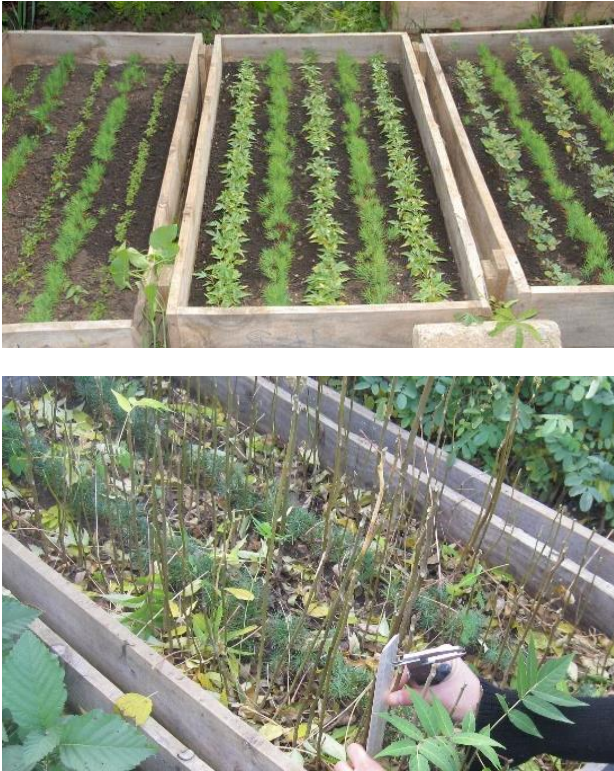


Figure 3. Different sowing combinations and morphological measurements of seedlings

Table 3. The results of Bonferroni test with respect to sowing treatments

Tree species		Mean difference		
		SdL (cm)	RCD (mm)	SQ
P.syl	P.syl+A.glu	-2.89*	-0.17	-1.71*
	P.syl+V.vat	-3.48*	-0.47*	-1.31*
	P.syl+R.pse	-2.17*	0.14	-2.23*
P.syl+A.glu	P.syl	2.89*	0.17	1.71*
	P.syl+V.vat	-0.58	-0.30*	0.40
	P.syl+R.pse	0.72*	0.31*	-0.53*
P.syl+V.vat	P.syl	3.48*	0.47*	1.31*
	P.syl+A.glu	0.58	0.30*	-0.40
	P.syl+R.pse	1.31*	0.61*	-0.93*
P.syl+R.pse	P.syl	2.17*	-0.14	2.23*
	P.syl+A.glu	-0.72*	-0.31*	0.53*
	P.syl+V.vat	-1.31*	-0.61*	0.93*

* $P < 0.05$ (There is a statistically significant difference.)

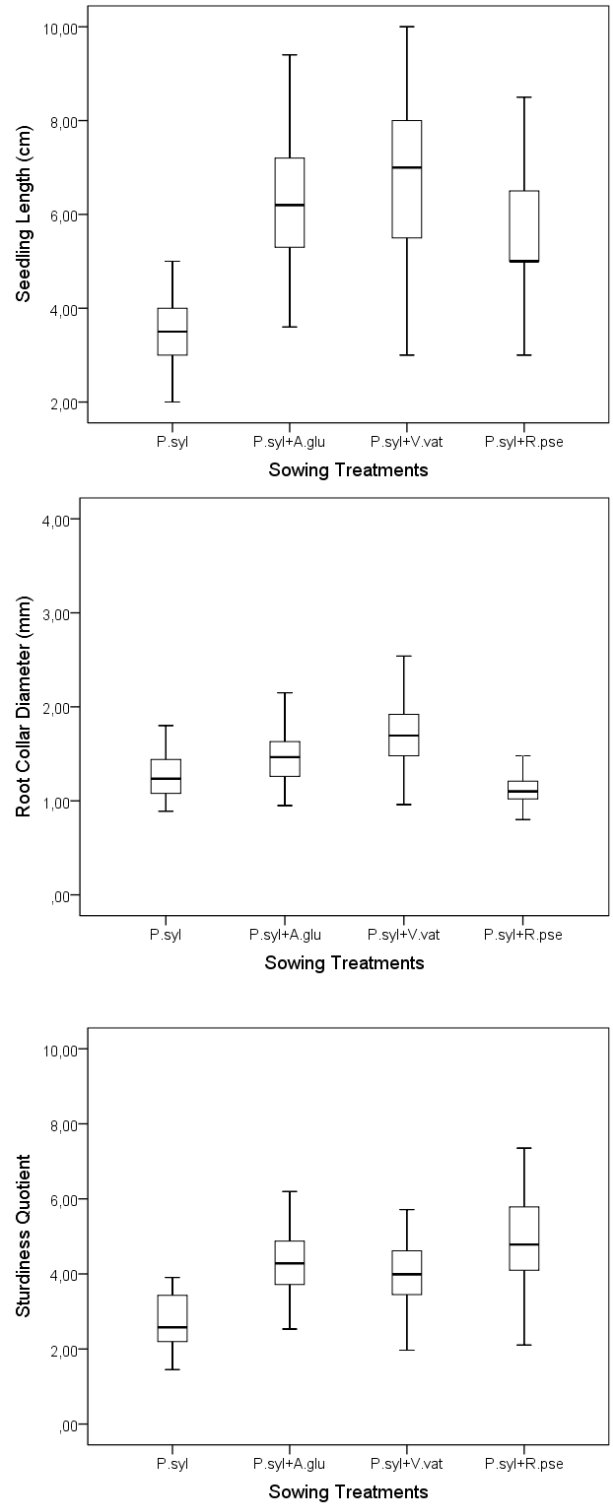


Figure 4. The results of SdL, RCD and SQ according to sowing combinations

The maximum length difference (3.48 cm) in terms of seedling length occurred between P.syl and P.syl+V.vat sowing combinations. While especially the average length of the seedlings belonging to P.syl is 3.36 cm, it is noteworthy that the average length of the seedlings belonging to P.syl+V.vat sowing combination reaches 6.84 cm. Similarly, an increase of 0.47 mm was observed in the P.syl+V.vat sowing combination in terms of the root collar diameter. For the P.syl+A.glu sowing combination, it was found that the average seedling length was 2.89 cm, the average root collar diameter was 0.17 mm more than the values of P.syl. In the previous studies, it was determined that the better increments occurred as 59% for *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco (Miller and Murray, 1978), as 50% for *Populus trichocarpa* Torr. and Gray (DeBell and Radwan, 1979) in mixed grown plantations with *Alnus rubra* Bong. compared to the purely grown plantations. In other studies, that were investigated the effects of alder on the species grown together with it thanks to nitrogen-fixing ability, it was reported that biomass development increased in *Pinus tunbergii* Parl. (Moffat, 2000), poplar plantation (Van der Meiden, 1961) and *Pseudotsuga menziesii* plantation (Binkley et al., 1984). Instead of pure plantation of *Populus trichocarpa*, as a result of grown together of *P. trichocarpa* and *Alnus rubra* species were accomplished more yield (Tarrant, 1983; Binkley et al., 1984). As a result of growing together with *Pseudotsuga menziesii* of *Alnus rubra*, together with coniferous and deciduous species of *Alnus glutinosa*, it is stated that the amount of nitrogen in the soil and the growth rate in parallel increase (Permar and Fisher, 1983; Turvey and Smethurst, 1983; Wheeler and Miller, 1990). In a study conducted by Miller and Murray in 1978, *Alnus rubra* was planted to 4-year-old *Pseudotsuga menziesii* plantation which tree growth is limited due to insufficient available nitrogen. As a result of the study, the total volume of the mixed plantation was nearly twice compared to the pure *Pseudotsuga menziesii* plantation. However, there are also studies indicating that the naturally grown *Alnus rubra* adversely affect the individuals in plantation area depending on the intensity of the species and competition occurring in the area (Radosevich et al., 2006). In another study, it was reported that both alder percentage and distance between species were effective in height growth for poplars in short-rotated cultures where alder-poplar mixture is dense. It was determined by regression analysis that there was a significant increase in the poplar height of 3 years with the increase of alder in the mixture and decrease in the height with the increase in the planting distance between poplar and alder (Hansen and Dawson, 1982).

The seedlings belonging to P.syl+R.pse sowing combinations had more height increments with 2.17 cm, compared to the seedlings obtained from P.syl in this study. *Robinia pseudoacacia* is used to stabilize nitrogen-poor areas, eroded lands and coal residues in Europe (Sprent and Sprent, 1990). Similarly, *Acacia cyanophylla* has been used in Greece for sand dune stabilization, *Acacia holoserica* has been used in Australia for the improvement of coal residual areas (Nakos, 1977; Langkamp et al., 1979). Ashby and Baker (1968), Turvey and Smethurst (1983) reported that *Robinia pseudoacacia* has a positive effect on the development of its mixed plantations with coniferous and deciduous species, it also increases especially height growth of *Juglans nigra*, *Liriodendron tulipifera*, *Acer*

saccharinum, *Quercus rubra* and *Maclura pomifera*. However, considering the fact that *R. pseudoacacia* is a fast growing species, it was stated that it would be beneficial to bring under the coniferous species in order not to adversely affect the coniferous species in which mixed planting is done, or to grow them together with fast growing deciduous species (Turvey and Smethurst, 1983). In another study used of *Alnus glutinosa* and *Robinia pseudoacacia* as nitrogen fixing species in order to investigate growth performance of 14-year-old *Juglans nigra* plantation, it was found that both the amount of soil nitrogen concentration and, the diameter and height of *Juglans nigra* increased (Friedrich and Dawson, 1984).

From this point of view, it can be a significant advantage to use quality seedlings to be obtained with sowing combination of *Pinus sylvestris* and *Vicia sativa* in extreme areas, especially where there is a ground cover problem or extreme ecological conditions. For the further researches, it can be suggested to grow *Pinus sylvestris* plantations with annual nitrogen-fixing plants such as *Vicia sativa* in areas where ecological conditions are difficult.

References

- Aldhous, J.R., 1994. Nursery policy and planning. In: Forest Nursery Practice. (Ed: Aldhous, J.R., Mason, W.L.) Forestry Commission Bulletin, HMSO, London, UK, pp. 1-12.
- Al Gharbi, A., Hipkin, C.R., 1984. Studies on nitrate reductase in British angiosperms. I. Comparison of nitrate reductase activity in ruderal, woodland edge and woody species. *New Phytol.* 7, 629-639.
- Ashby, W.C., Baker, M.B., 1968. Soil nutrients and tree growth under black locust and shortleaf pine overstories in strip-mine plantings. 1. *For.* 66: 66-71.
- Binkley, D., Lousier, J.D., Cromack, K., 1984. Ecosystem effects of Sitka alder in a Douglas-fir plantation. *Forest Sci.* 30(1): 26-35.
- Burris, R.H., 1988. Biological nitrogen fixation: A scientific perspective. *Plant Soil*, 108: 7-14.
- DeBell, D.S., Radwan, M.A., 1979. Growth and nitrogen relations of coppiced black cottonwood and red alder in pure and mixed plantations. *Bot. Gaz.*, 140: 97-101.
- Diagne, N., Arumugam, K., Ngom, M., Nambiar-Veetil, M., Franche, C., Narayanan, K.K., Laplaze, L., 2013. Use of *Frankia* and actinorhizal plants for degraded lands reclamation. *Hindawi Publishing Corporation, BioMed Research International*, 2013: 1-9.
- Elkan, G.H., 1992. Biological nitrogen systems in tropical ecosystems: An overview. In: *Biological Nitrogen Fixation and Sustainability of Tropical Agriculture* (Ed: Mulongoy, K., Gueye, M., Spencer, D.S.C.), John Wiley&Sons, Chichester. UK, pp. 27-40.
- Ercan, M., 1997. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik. Genişletilmiş İkinci Baskı, Orman Bakanlığı, Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları ve Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmit.
- FAO, 1993. Technical Handbook of Symbiotic Nitrogen Fixation. Legume/Rhizobium, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Friedrich, J.M., Dawson, J.O., 1984. Soil nitrogen concentration and *Juglans nigra* growth in mixed plots with nitrogen-fixing *Alnus*, *Elaeagnus*, *Lespedeza*, and *Robinia* species. *Canadian Journal of Forest Research*, 14(6): 864-868.
- Gebauer, G., Rehder, H., Wollenweber, B., 1988. Nitrate, nitrate reduction and organic nitrogen in plants from different ecological and taxonomic groups of Central Europe. *Oecologia*, 75, 371-385.
- Gebauer, G., Schulze, E.D., 1997. Nitrate Nutrition of Central European Forest Trees. In: *Trees-Contributions to Modern Tree Physiology* (Ed: Rennenberg, H., Eschrich, W., Ziegler, H.), SPB Academic Publ. The Hague, pp. 273-291.
- Gökçeoğlu, M., Rehder, H., 1977. Nutrient turnover studies in alpine ecosystems. III. Communities of lower altitudes dominated by *Carex sempervirens* Vill. and *Carex ferroginea* Scop. *Oecologia*, 28: 317-331.

- Graham, P.H., Vance, C.P., 2000. Nitrogen fixation in perspective: An overview of research and extension needs. *Field Crops Research*, 65: 93-106.
- Gülyeryüz, G., Gökçeoğlu, M., 1994. Uludağ (Bursa) alpin bölgesi bazı bitki topluluklarında mineral azot oluşumu ve yıllık verimlilik. *Turkish Journal of Botany*, 18: 65-72.
- Gülyeryüz, G., Arslan, H., 1999. Nitrate reductase activity in *Verbascum* L. (*Scrophulariaceae*) species from the Eastern Mediterranean in dependence on altitude. *Tr. J. of Botany*, 23: 89-96.
- Hansen, E.A., Dawson, J., 1982. Effect of *Alnus glutinosa* on hybrid *Populus* height growth in a short-rotation intensively cultured plantation. *Forest Science*, 28(1): 49-59.
- Hasman, M., 1972. Bitkilerin Metabolizma Fizyolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Haynes, R.J., 1986. Uptake and assimilation of mineral nitrogen by plants. In: *Mineral Nitrogen in the plant-soil system*. (Ed: Haynes, R.J.) Academic Press. London and Orlando, pp. 303-362.
- İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M.N., Yakışır, E., Okur, O., 2014. Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 12(2): 1-19.
- Jaenicke, H., 1999. Good tree nursery practices: Practical guidelines for research nurseries. World Agroforestry Centre. ICRAF, Majestic Printing Works, Nairobi.
- Langkamp, P.J., Swinden, L.B., Dalling, M.J., 1979. Nitrogen fixation by *Acacia holoserica* on areas restored after mining of Grooke Eylandt Northern Territory. *Australian Journal of Botany*, 27: 353-361.
- Lee, I.A., Woodin, S.L., Press, M.C., 1986. Nitrogen assimilation in an ecological concept. In: *Fundamental Ecological and Agricultural Aspects of Nitrogen Metabolism in Higher Plants* (Ed.: Lambers, H., Neetson, J.J., Stulen, I.), Martinus Nijhoff Publ. Dordrecht Boston Lancaster, pp. 331-346.
- Miller, R.E., Murray, M.D., 1978. The effect of red alder on growth of Douglas fir. In *utilization and management of alder*. USDA Forest Service General Technical Report, PNW-70.
- Moffat, A.J., 2000. Effects of inoculation with Frankia on the growth and nutrition of alder species and interplanted Japanese larch on restored mineral workings. *Forestry*, 73(3): 215-223.
- Mortimer, P.E., Gui, H., Xu, J., Zhang, C., Barrios, E., Hyde, K.D., 2015. Alder trees enhance crop productivity and soil microbial biomass in tea plantations. *Applied Soil Ecology*, 96: 25-32.
- Nakos, G., 1977. Acetylene Reduction (N₂-Fixation) by Nodules of *Acacia cyanophylla*. *Soil Biology and Biochemistry*, 9: 131-133.
- Özdamar, K., 1999. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi SPSS MINITAP, Dördüncü Baskı, Kaan Kitapevi, Eskişehir.
- Özkan, Y., 2003. Uygulamalı İstatistik 2. Sakarya Üniversitesi, Birinci Baskı, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sakarya Kitapevi, İstanbul.
- Permar, T.A., Fisher, R.F., 1983. Nitrogen fixation and accretion by wax myrtle (*Myrica Cerifera*) in slash pine (*Pinus elliottii*) plantations. *Forest Ecology and Management*, 5: 39-46.
- Pritchett, W.L., Fisher, R.F., 1987. Properties and Management of Forest Soils. John Wiley & Sons Inc, New York.
- Radosevich, S.R., Hibbs, D.E., Ghera, C.M., 2006. Effects of species mixtures on growth and stand development of Douglas-fir and red alder. *Canadian Journal of Forest Research*, 36: 768-782.
- Rehder, H., 1976. Nutrient turnover studies in alpine ecosystems. II. Phytomass and nutrient relations in the *Caricetum firmae*. *Oecologia*, 24: 49-62.
- Runge, M., 1983. Physiology and ecology of nitrogen nutrition. In: *Encyclopedia of Plant Physiology* (Ed: Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, P.B., Ziegler, H.), Springer-Verlag, New York, pp. 164-200.
- Smil, V., 1999. Nitrogen in crop production. *Glob Biogeol Cycl*, 13: 647-662.
- Smimoff, N., Stewart, G.R., 1985. Nitrate assimilation and translocation by higher plants. *Comparative physiology and ecological consequences*, *Physiologia plantarum*, 64: 133-140.
- Socolow, R.H., 1999. Nitrogen management and the future of food: Lessons from the management of energy and carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96: 6001-6008.
- Sprent, J.I., Sprent, P., 1990. *Nitrogen Fixing Organisms Pure and Applied Aspects*. 2nd. ed. Chapman and Hall, Cambridge, London.
- Stokdyk, J.P., Herrman, K.S., 2014. Short-term impacts of *Frangula alnus* litter on forest soil properties. *Water, Air, & Soil Pollution*, 225: 2000.
- Tarrant, R.F., 1983. Nitrogen Fixation in North American Forestry: Research and Application. In: *Biological Nitrogen Fixation in Forest Ecosystems: Foundations and Applications* (Ed: Gordon, J.C., Wheeler, C.T.) M. Nijhoff, pp. 260-279.
- Tecimen, H.B., Sevgi, O., 2008. Nitrogen transformations within forest soils by microorganisms. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1: 179-189.
- Thompson, B.E., 1985. Seedling morphological evaluation- What you can tell by looking. In: *Evaluating seedling quality: Principles, procedures, and predictive abilities of major tests* (Ed: Duryea, M.L.), Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, OR, pp. 59-71.
- Tilki, F., 2002. Biyolojik azot bağlanmasının ormancılıktaki önemi ve kullanımı. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri B*, 52, 1.
- Tripp, L.N., Bezdick, D.F., Heilman, P.L., 1979. Seasonal and diurnal patterns and rates of nitrogen fixation by young red alder. *Forest Science*, 25: 371-380.
- Turvey, N.D., Smethurst, P.J., 1983. Nitrogen Fixing Plants in Forest Plantation Management. In: *Biological Nitrogen Fixation in Forest Ecosystems: Foundations and Applications* (Ed: Gordon, J.C., Wheeler, C.T.) Martinus Nijhoff Publ. The Hague, pp. 261-277.
- Van Der Meiden, H.H., 1961. Alder in mixture with poplar. *Nederlands bosbouw tijdschrift*, 33: 168-171.
- Vaughn, C.A., Center, D.M., Jones, M.B., 1986. Seasonal fluctuations in nutrient availability in some Northern California annual range soils. *Soil Science*, 141(1): 43-51.
- Voigtlaender, M., Laclau, J.P., de Moraes Gonçalves, J.L., de Cássia Piccolo, M., Moreira, M.Z., Nouvellon, Y., Ranger, J., Bouillet, J.P., 2012. Introducing *Acacia mangium* trees in *Eucalyptus grandis* plantations: consequences for soil organic matter stocks and nitrogen mineralization. *Plant and Soil*, 352(1-2): 99-111.
- Wheeler, C.T., Miller, M.L., 1990. Current and Potential Uses of Actinorhizal Plants in Europe. In: *The Biology of Frankia and Actinorhizal Plants* (Ed: Schwinter, C.R., Tjepkema J.D.), Academic Press, San Diego, California, pp. 365-389.
- Wheeler, C.T., 1991. Symbiotic Nitrogen Fixation. In: *Physiology of Tree* (Ed: Raghavendra, A.S.) J. Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 111-136.
- Widmann, K., Gebauer, G., Rehder, H., Ziegler, H., 1990. Biomass production and nitrogen contents of the CAM plants *Kalanchoe daigremontiana* and *K. tubiflora* in cultures with different nitrogen and water supply. *Oecologia*, 82: 478-483.
- Woodmansee, R.G. Dodd, J.L. Bowman, R.A. Clark, F.E., Dickinson, C.E., 1978. Nitrogen budget of a shortgrass prairie ecosystem. *Oecologia*, 34: 363-376.
- Woodmansee, R.G., Duncan, D.A., 1980. Nitrogen and phosphorus dynamics and budgets in annual grasslands. *Ecology*, 61(4): 893-904.

Ankara ve Antalya kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijin deneme sahalarında bazı orijinlerin dona dayanıklılıklarının belirlenmesi

Hacer Semerci , Akkın Semerci , Bora İmal , Yeliz Kaşko Arıcı 

Özet: Kızılçam kurağa dayanıklı olması ve hızlı büyümesi nedeniyle, Türkiye’de ağaçlandırmalarda kullanılan en önemli ağaç türüdür. Ancak bu türün kurak-soğuk alanlar ve yükseklerde yayılışındaki en önemli engel dondurur. Bu çalışmada kızılçamın doğal yayılış alanı içerisinde ve dışında tesis edilen orijin deneme sahalarındaki (Antalya ve Ankara) bazı orijinlerin dona dayanıklılıkları araştırılmıştır. Antalya ve Ankara’daki orijin denemelerinden ocak ayı sonunda dokuz orijininin son yıl sürgünleri örneklenmiştir. Çalışma Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde yürütülmüş olup düşük sıcaklıklar muameleleri oluşturmuştur. Kontrol grubu düşük sıcaklığa maruz bırakılmamıştır. Diğer sürgünler ise -5, -10, -12.5, -15, -17.5, -20, -22.5, -25, -30 ve -40 °C’de yapay dondurma testlerine tabi tutulmuştur. Dondurma testleri sonrasında sürgünlerde meydana gelen zararı tespit etmek için örneklerin elektrolit salımı ölçülmüş ve bu iletkenlik değerleri kullanılarak nispi yararlanma indeksi (I_r) hesaplanmıştır. İt sonuçlarına göre, kızılçam hücre membranlarında don zararı ocak ayı sonunda; -15 ile 17.5 °C arasında, ölümcül oranda zarar ise -20 °C’de başlamıştır. Ayrıca dona dayanıklılık bakımından orijinler arasında istatistiksel anlamda önemli farklar bulunmuştur. Antalya deneme alanındaki Samsun-Bafra (BAF) ve Burdur-Göhlisar (GOL) orijinlerinin diğer orijinlerden daha dayanıklı oldukları belirlenmiştir. Ankara deneme alanında ise Burdur-Göhlisar (GOL), Antalya-Kaş (KAS) ve Kıbrıs-Güzelyurt (KIB) orijinleri dona diğer orijinlerden daha dayanıklı bulunmuştur. Mersin-Gülnar (GUL), Antalya-Kaş (KAS), Kıbrıs-Güzelyurt (KIB) ve Mersin-Anamur (ANA) orijinlerinin Ankara deneme sahasında alınan örneklerinin dona dayanıklılık düzeyinin, Antalya deneme sahasından alınan aynı orijindeki örneklerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu orijinlerin dona dayanıklılığındaki artışın nedeni fenotipik plastisite olabilir.

Anahtar kelimeler: *Pinus brutia*, Kızılçam, Dona dayanıklılık, Orijin, Elektrolit sızıntısı

Determination of cold hardiness of some Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) provenances in Ankara and Antalya provenance trials

Abstract: Turkish red pine (*Pinus brutia*) is the most important tree species for afforestation in Turkey due to its drought tolerance and rapid growth. However, its distribution is highly limited in arid-cold regions and high elevation areas due to its sensitivity to frost. This study aimed to evaluate frost tolerance of some Turkish red pine origins sampled from provenance trial areas located its natural distribution area and outside of its natural distribution area (Antalya and Ankara). One year-old twigs of *Pinus brutia* were sampled from provenance trials in Antalya and Ankara. The experiment was a completely randomized parcel design where the frost test temperatures were the treatments. The twigs were subjected to cold temperatures of -5, -10, -12.5, -15, -17.5, -20, -22.5, -25, -30 and -40 °C, and control groups were not subjected to any of low temperatures. After freezing tests, electrical conductivity of the twigs was measured and values were converted to relative damage index (I_r). Results showed that damages of cell membranes start between -15 and -17.5 °C, while lethal damage occurred at -20 °C at the end of January. Significant variations were found between cold hardiness of origins. Samsun-Bafra (BAF) and Burdur-Göhlisar (GOL) origins were more tolerant to frost compared to those from Antalya provenance trial. Similarly, Burdur-Göhlisar (GOL), Antalya-Kaş (KAS) and Cyprus-Güzelyurt (KIB) origins were more tolerant compared to those from Ankara provenance trials. Mersin-Gülnar (GUL), Antalya-Kaş (KAS), Kıbrıs-Güzelyurt (KIB) and Mersin-Anamur (ANA) origins sampled from Ankara provenance trial had greater frost resistance to frost than the same origins sampled from Antalya. The reason for increased frost tolerance of the origins from Ankara could be attributed to their greater phenotypic plasticity.

Keywords: *Pinus brutia*, Turkish red pine, Cold hardiness, Origin, Electrolyte release

1. Giriş

Günümüzde iklim değişikliği önemli bir çevre sorunu olarak karşımıza çıkmakta ve ekosistemleri olumsuz yönde etkilemektedir. İklim değişikliği bitkilerin büyüme ve

gelişimini etkilemekte, yayılış alanlarını değiştirebilmektedir. Bu nedenle bitkilerin özellikle kuraklık, düşük sıcaklık ve tuzluluk stresine vermiş oldukları tepkileri değerlendiren ekofizyoloji temeline dayalı çalışmalar son zamanlarda ön plana çıkmıştır.

✉ ^a OGM İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

^b Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Niksar Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Ormanlık Bölümü, Niksar, Türkiye

^c Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi, Çankırı, Türkiye

^d Ordu Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Ordu, Türkiye

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): hacersemerci@ogm.gov.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 26.06.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 19.12.2019



Citation (Atf): Semerci, H., Semerci, A., İmal, B., Kaşko Arıcı, Y., 2019. Ankara ve Antalya kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijin deneme sahalarında bazı orijinlerin dona dayanıklılıklarının belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 290-296. DOI: [10.18182/tjf.582462](https://doi.org/10.18182/tjf.582462)

Ağaçların farklı çevresel koşullara, genetik adaptasyonu veya fenotipik plastisite ile nasıl uyum sağladıklarını anlamamızı sağlayan orijin denemeleri bitki adaptasyon çalışmalarında yaklaşık 200 yıldan beri kullanılmaktadır (Matyas, 1996). Orijin denemeleri ile bir yöreye en uygun tohum kaynakları belirlenir, uyum yeteneği yüksek olan bir tohum kaynağının transfer sınırları ortaya konarak ağaçlandırma ve ağaç ıslahı zonlarının oluşturulması konusunda bilgiler toplanır. Ayrıca atmosferik kirlenmenin ve küresel ısınmanın ormanlar üzerindeki etkisi yine farklı çevrelerde yetişen orijinler üzerinde yapılan çalışmalarla ortaya konur (Işık vd., 2002).

Orijin denemelerinde yaşama oranı, orijinlerin bir yöreye adaptasyonunu belirleyen en önemli göstergeler arasında yer almaktadır. Orijinlerin yöreye adaptasyonunda ise (özellikle doğal yayılış alanı dışındaki sahalarda) ekstrem soğuk ve kurak dönemler sınır teşkil etmekte, ancak bu dönemlerin ne zaman meydana geleceği ise tahmin edilememektedir. Bu yüzden orijin denemelerinden istenen sonuçların alınabilmesi için uzun döneme yayılmış gözlemler gerekmektedir. Nitekim kızılçam gibi kısa idare süreli sayılabilecek türlerde bile, çevresel streslere karşı dayanıklı orijinlerin tespiti için 30-40 yıllık bir süreye ihtiyaç olduğu belirtilmektedir (Cengiz vd., 1999). Ayrıca orijin denemeleri aynı alana farklı orijinlerin getirilip arazi koşullarında yetiştirilmesine yönelik bir uygulama olması nedeniyle, bu denemelerde oluşan zararların kaynaklarının (don, kuraklık, tuz, ozon vb.) ve bu kaynakların etkisinin (oluşan zararda hangi kaynağın ne derece etkili olduğu) belirlenmesi oldukça güçtür. Son zamanlardaki teknolojik gelişmeler, laboratuvar koşullarında yapılan ekofizyoloji çalışmaları ile bitkilerin fizyolojik aktivitelerini etkileyen bir veya birden fazla stres etmeninin bitki üzerindeki olası etkileri ve bitkinin bu streslere vermiş olduğu tepkilerin belirlenmesine imkan sağlamaktadır (Çalikoğlu, 2002; İmal, 2015).

Dona dayanıklılık; bitkinin 0 °C'nin altındaki düşük sıcaklıklarda zarar görmeksizin, canlı kalabilme yeteneği şeklinde tanımlanmıştır (Glerum, 1985). Son zamanlarda bitkinin dona dayanıklılık düzeyi, yaprakların veya sürgünlerin %50'sinin zarar gördüğü veya popülasyonun %50'sinin öldüğü düşük sıcaklık değeri (LT₅₀) olarak ifade edilmektedir (Bannister ve Neuener, 2001; Burr vd., 2001; Hawkins vd., 2003). Türler buldukları doğal koşullarda dona dayanıklılık bakımından genetik bir farklılık geliştirmiş olup, bu genetik potansiyel yanında yetişme ortamındaki ışık, nem, bitki beslenmesi gibi çevresel değişkenler de bitkinin dona dayanıklılık düzeyini etkileyen faktörlerdir.

Bitkilerde dona dayanıklılık testlerinde, bütün bir bitki ya da bitkinin organ veya dokusu dondurularak değerlendirilmeler yapılmaktadır. Genellikle, bu testlerde koniferlerde iğne yapraklar, geniş yapraklılar ve herdem yeşil türlerde ise tomurcuklar kullanılmaktadır. Ancak, küçük fidanlarda (örneğin, bir ya da iki yaşındaki fidanlarda) testler bitkinin tamamı dondurularak yapılmaktadır (Colombo vd., 1984; Burr vd., 2001; Hironelle vd., 2006). Dona dayanıklılık düzeyinin ölçülmesi için yapılan testler, kontrollü bir ortama yerleştirilen bitkinin önce belirli bir sıcaklığa kadar kademeli olarak soğutulması; ulaşılan bu düşük sıcaklıkta bir süre bekletilmesi; sonra başlangıçtaki sıcaklığa kadar tekrar kademeli olarak dönülmesi ve bu uygulamalar sonrasında oluşan zarar miktarının çeşitli metotlarla (iyon

sızıntısı, klorofil floresans, görsel değerlendirme vb.) belirlenmesi olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır (Ritchie, 1984; Burr vd., 2001).

Ülkemiz konumu nedeniyle farklı edafik faktörler ile değişik iklim koşullarına ve bunun sonucu olarak da oldukça çeşitli orman ekosistemlerine sahiptir. Bu durum ağaçlandırma çalışmalarında uygulanacak olan teknik ve kültürel tedbirleri farklı kılmaktadır. Örneğin, bitkinin yaşaması için uygun olmayan edafik (sığ, tuzlu, yüksek rakım vb.) ve iklimik (yetersiz yağış, don, kuraklık vb.) koşulların hakim olduğu marjinal alanlarda olumsuz koşullara (don, kuraklık ve tuz vb.) dayanıklı tür ve orijinlerin ve buralara uygun, kaliteli (hedef) fidanların, gerekli toprak işleme ve dikim metotlarının kullanılması başarıyı etkileyen önemli faktörler arasındadır.

Kızılçam ülkemizde iğne yapraklı türler içinde en geniş yayılışa sahip (5.610.215 ha.) ve ağaçlandırma çalışmalarında en çok kullanılan türdür. Kızılçamın ülkemizde yapılan ağaçlandırmadaki payı %40'a yaklaşmıştır (Boydak vd., 2006; OGM, 2015; Öztürk ve Deligöz, 2018). Böylesi geniş ve yoğun ağaçlandırma çalışmalarının uygulandığı bölgelerde edafik ve iklimsel faktörler de değişiklik göstermektedir. Örneğin yüksek zonlarda kızılçamla yapılacak olan ağaçlandırma çalışmalarında düşük sıcaklıklar başarı açısından sınırlayıcı bir etmen olabilmektedir. Kızılçamın doğal yayılış alanı içindeki en düşük sıcaklıklar -15 ile -17.7 °C'ye kadar inebilmektedir (Atalay vd., 1998; Bannister ve Neuener, 2001).

Kızılçamda ağaç ıslahı çalışmalarında geçiş zonları da dikkate alındığında, kuraklığa ve dona dayanıklılık ıslahı, üzerinde önemle durulması gereken konular arasında yer almaktadır (Boydak vd., 2006). Nitekim Dirik (2000), türün kuraklıkla birlikte dona dayanıklı orijinlerinin de tespit edilerek ağaçlandırma çalışmalarında uygun alanlarda kullanılması gerektiğini belirtmektedir. Diğer taraftan, Yalçın (2012) gelecekte kızılçamın yayılış alanının iklim değişikliğinin etkisi ile daha kuzeye ve daha yüksek rakımlara doğru kayacağını ifade etmektedir. Kuzeyde ve daha yükseklerde kızılçamın karşılaşacağı en önemli sorun ise don tehlikesi olacağı tahmin edilmekte olup, bu türün ağaçlandırmasında başarılı olabilmek için dona dayanıklı orijinlerin tespit edilerek kullanılması önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, Antalya ve Ankara'da tesis edilmiş kızılçam orijin denemelerinden seçilen 9 adet orijinin dona dayanıklılık düzeylerinin tespit edilmesi, farklı yetişme ortamlarında yetiştirilen aynı orijinler arasında dona dayanıklılık bakımından olası farkların belirlenmesi, orijinlerin dona dayanıklılıkları ile temsil ettikleri biyoklimatik rejyonlar arasındaki muhtemel ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Orijinlerin seçilmesi

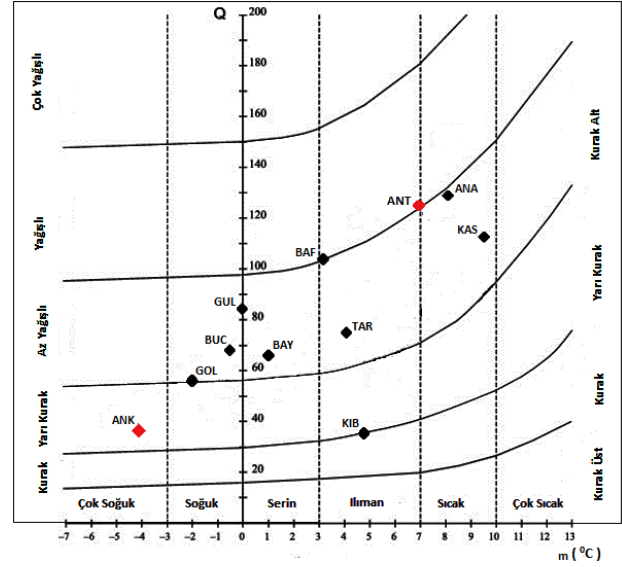
Araştırma Antalya ve Ankara'da tesis edilen kızılçam orijin denemelerinden örneklenen ve farklı biyoiklim kuşaklarını temsilen seçilen 9 farklı orijin üzerinde yürütülmüştür. Orijinlerin seçiminde, kızılçam orijin denemesi sonuçlarından da (5. 10. ve 20. yıl) faydalanılarak, daha çok soğuk alanlarda hayatta kalma yüzdesi yüksek olan orijinler tercih edilmiştir (Cengiz vd., 1999; Işık vd.,

2002; Örtel vd., 2010). Ayrıca bir adet de ılıman bölgeyi temsil eden orijin de seçilmiştir. Yine yüksek ve soğuk bölgeleri kapsayan kızılçam ağaçlandırmalarında uygulamada tercih edilen ve türün ekofizyolojisi hakkında yapılmış araştırma sonuçları ile soğuğa dayanıklılıkları belirlenmiş olan orijinlere de yer verilmiştir. Çalışmada kullanılan orijinlere ait örneklerin alındığı Ankara ve Antalya orijin denemesi alanları ile 9 adet orijinin coğrafi dağılışı Şekil 1'de ve coğrafik bilgileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Orijinin alındığı yörenin iklimini yansıtabilecek olan en yakın meteoroloji istasyonlarına ait veriler, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilmiştir. Emberger Biyoiklim Sınıflandırma yöntemi esas alınarak her bir orijinin geldiği yere ve örneklenen orijin deneme alanlarına (Ankara ve Antalya) ait iklim karakteristikleri hesaplanmıştır (Akman, 1999). Orijinlere ve orijin deneme alanlarına ait Biyoiklim sınıfları ve minimum sıcaklıklar Çizelge 2'de ve Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan orijinler (siyah kare) ve orijin denemelerinin konumu (kırmızı kare) (Harita: Fady vd., 2003)



Şekil 2. Orijinler (siyah kare) ve orijin denemesi alanları (kırmızı kare) için iklim diyagramı (Q: Yağış-sıcaklık katsayısı; m: en soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması)

Çizelge 1. Kızılçam orijinlerine ve deneme alanlarına ilişkin coğrafik bilgiler

Orijin kodu	İl	İşletme-şeflik	Enlem	Boylam	Yükselti (m)
GUL	Mersin	Gülner-Pembecik	36° 14'	33° 15'	650
BUC	Burdur	Bucak-Bucak	37° 30'	30° 41'	800
KAS	Antalya	Kaş-Lengüme	36° 24'	29° 30'	720
TAR	Mersin	Tarsus-Cehennemdere	37° 07'	34° 31'	800
BAY	Çanakkale	Bayramiç-Karaköy	39° 50'	25° 55'	400
GOL	Burdur	Göhlisar-Göhlisar	37° 04'	30° 32'	1100
BAF	Samsun	Bafra-Yakakent	41° 39'	35° 27'	100
ANA	Mersin	Anamur-Anamur	36° 05'	32° 41'	650
KIB	Lefkoşa	Kıbrıs-Güzelyurt	35° 18'	33° 03'	200
<i>Orijin denemesi alanları</i>					
	ANKARA	<i>İlyakut</i>	40° 03'	32° 28'	980
	ANTALYA	<i>Finike-Yazır</i>	36° 30'	30° 07'	950

Çizelge 2. Orijinler ve deneme alanlarının Emberger Biyoiklim Sınıflamasına göre iklim karakteristikleri

İlçesi	İstasyon adı	P (mm)	M (°C)	m (°C)	PE (mm)	Q	S	Biyoiklim zonu	Katların alt bölümleri	Min. Sıcaklık (°C)	Min. Sıcaklık Yılı
Gülner	Gülner	703.4	29.6	0.0	15.3	82.5	0.5	Az-yağışlı	Serin	-11.8	1985
Bucak	Bucak	651.5	32.7	-0.5	59.5	67.8	1.8	Az-yağışlı	Soğuk	-15.8	1993
Kaş	Kaş	787.4	32.5	9.5	6.3	116.3	0.2	Yağışlı	Sıcak	-1.0	2004
Tarsus	Köy hizmetleri	602.8	32.3	4.0	18.7	73.1	0.6	Az-yağışlı	Ilıman	-8.5	1964
Bayramiç	Bayramiç	590.7	31.8	0.9	42.3	66.0	1.3	Az-yağışlı	Serin	-14.5	1973
Göhlisar	Göhlisar	521.5	30.8	-2.0	47.0	55.3	1.5	Yarı-kurak	Soğuk	-20.2	1974
Bafra	Bafra	731.1	27.6	3.2	112.4	103.8	4.1	Yağışlı	Ilıman	-10.9	1973
Anamur	Anamur	951.7	33.2	8.2	6.6	129.5	0.2	Yağışlı	Sıcak	-4.8	2015
Güzelyurt	Güzelyurt	286.4	34.3	4.7	7.4	33.0	0.2	Yarı-kurak	Yumuşak	-4.8	1997
<i>Deneme alanlarına ait iklim verileri</i>											
Ankara	Sincan	367.3	30.8	-4.2	58.4	36.6	1.9	Yarı-kurak	Çok Soğuk	-24.6	1976
Antalya	Finike	961.4	34.0	7.2	11.8	122.1	0.3	Yağışlı	Sıcak	-2.2	1983

P (mm): Yıllık ortalama yağış, M (°C): En sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması, m (°C): En soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması, Q: Yağış-sıcaklık katsayısı, PE (mm): Yaz ayları (6., 7. ve 8. aylar) yağış ortalaması, S: Yaz kuraklığı indisi, Min. Sic. (°C): Minimum sıcaklık

2.2. Don testlerinde kullanılacak sürgünlerin toplanması, dondurulması ve deneme deseni

Sürgün örnekleri, ağaçların güneye bakan kısımlarından ve tepe tacının orta bölümlerinden alınmıştır. Üzerinde 20-30 adet iğne yaprak bulunan 1 yaşındaki sürgünler teleskobik budama makası yardımıyla ağaçlardan toplanmış ve plastik torbalara konulmuştur. Plastik torbalara konulan sürgünler, su kaybını azaltmak için buz kutuları içerisinde, en kısa sürede laboratuvara taşınmıştır.

Laboratuvara getirilen sürgünler dona dayanıklılık testi öncesinde, soğuğa uyum için 48 saat süreyle +4 °C'de bekletilmiştir. Dona dayanıklılık testleri 21 Ocak-07 Şubat 2016 tarih aralığında yapılmıştır. Sürgünler, kontrol grubu (+4 °C) yanında on farklı düşük sıcaklık kademesine (-5, -10, -12.5, -15, -17.5, -20, -22.5, -25, -30 ve -40 °C) maruz bırakılmıştır.

Dona dayanıklılık testlerinde Faktöriyel Deneme Desenlerinden Tesadüf Parselleri Deneme Deseni kullanılmıştır. Deneyler, 9 orijine ait sürgünler kullanılarak, 10 tekrarlı yürütülmüştür. Buna göre toplam 1800 (9 orijin × 10 tekrar × 10 sıcaklık kademesi × 2 deneme alanı) adet örnek dondurulmuştur. Dondurma işlemi öncesi sürgünler 13×18 cm ebatlarındaki ağzı kilitlenir plastik poşetlere konulmuş, hücreler arası buz oluşumunu sağlamak ve örneklerin kurummasını önlemek için üzerlerine 10 ml civarında saf su püskürtülerek ıslatılmış ve poşetler içlerindeki sürgünler dondurulmak üzere soğutucu kabine yerleştirilmiştir. Başlangıçta oda sıcaklığında olan soğutucu kabinin sıcaklığı kademeli olarak (saatte 5 °C) azaltılarak, hedeflenen sıcaklık kademesine ulaşılmıştır. Daha sonra örnekler hedeflenen sıcaklık kademesinde 5 saat süresince bekletilmiştir. Ardından dondurulan örnekler yine kademeli olarak ısıtılarak (saatte 5 °C) tekrar oda sıcaklığına getirilmiştir (Ritchie, 1984; Burr vd., 2001).

2.3. Düşük sıcaklıklar sonrası sürgünlerde meydana gelen zararın belirlenmesi

Dona dayanıklılık testleri sonrasında sürgünlerde oluşan don zararı iyon sızıntısı yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Glerum, 1985; Burr, 1990; Sutinen, vd., 1992). Bu amaçla, her sıcaklık kademesinde dondurulan ve kontrol grubundaki sürgünlerin orta kısmından ibreler alınmıştır. Bu ibrelerin orta kısımlarından 1 cm boyunda segmentler kesilerek cam tüplere konulmuştur. Her tüpe 20 adet kesilmiş ibre segmenti konulmuş, üzerlerine 15 ml saf su ilave edilerek tüpler çalkalayıcıya yerleştirilmiştir. Tüpler oda sıcaklığında 20 saat süre ile 100 rpm'de çalkalanmıştır. Ardından tüplerde, kondüktivimetre kullanılarak ilk iletkenlik okumaları yapılmıştır. Daha sonra tüpler 1 saat süreyle 121 °C'de otoklavlanmış ve sonrasında kondüktivimetre ile son iletkenlik ölçümleri yapılmıştır. Kondüktivimetre okumaları kullanılarak kontrol gruplarına ait nispi iletkenlik (RC kontrol) ve dondurulmuş gruplara ait nispi iletkenlik (RC donmuş) değerleri hesaplanmıştır. Oluşan zararın oranı, nispi iletkenlik değerleri kullanılarak, Flint ve arkadaşlarının (1967) önerdiği yaralanma indeksi formülüne göre hesaplanmıştır (Glerum, 1985). Yaralanma indeksi (I_t) hesabında kullanılan formül aşağıdaki gibidir:

$$RC_{\text{kontrol}} = (\text{İlk okuma/Son okuma}) \times 100 \quad (1)$$

$$RC_{\text{donmuş}} = (\text{İlk okuma/Son okuma}) \times 100 \quad (2)$$

$$I_t = ((RC_{\text{donmuş}} - RC_{\text{kontrol}}) / (1 - (RC_{\text{kontrol}}/100))) \times 100 \quad (3)$$

2.4. İstatistiksel analizler

Verilerin normal dağılım kontrolü Anderson-Darling testi ile, varyansların homojenlik kontrolü ise Bartlett testi ile yapılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde üç yönlü varyans analizi (three-way ANOVA) kullanılmış ve farklı ortalamalar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Tukey testi sonuçları ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir. Hesaplamalarda ve yorumlamalarda önem düzeyi %5 olarak alınmıştır. Analizlerde SPSS v24 istatistik paket programı kullanılmıştır.

3. Bulgular

Nispi yaralanma indeksine (I_t) ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde; I_t için yapılan varyans analizi sonucunda tüm faktörlerin ve bunların interaksyonlarının istatistiki olarak önemli olduğu (p<0.001) belirlenmiştir. Buna uygun olarak yapılan Tukey testi sonuçları Çizelge 4'te ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde ifade edilmiştir.

Antalya lokasyonunda, ANA orijinine ait -5, -10 ve -12.5 °C'deki nisbi yaralanma miktarları (I_t) arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.05), ancak -15 °C'de farklılaşma başlamaktadır (Çizelge 4). Antalya lokasyonunda, BAF orijinine ait -5, -10, -12.5, -15 ve -17.5 °C'deki nisbi yaralanma miktarları (I_t) arasında istatistiksel olarak fark yoktur (p>0.05) ancak -20 °C'de farklılaşma başlamaktadır (Çizelge 4). Antalya lokasyonunda diğer orijinlerde bu iki orijine benzer şekilde reaksiyon vermiştir. Bu nedenle Antalya lokasyonunda, orijinler arasında farklılıklar olmakla birlikte, genel olarak kızılçamda tamiri mümkün don zararının -15 ile -17.5 °C derecede başladığı anlaşılmaktadır (Şekil 4).

Çizelge 3. I_t değişkenine ilişkin varyans analizi tablosu

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F-değeri	P-değeri
Lokasyon (L)	1	9870	9870	146.81	0.000
Sıcaklık (S)	9	1457486	161943	2408.83	0.000
Orijin (O)	8	7760	970	14.43	0.000
L×S	9	5027	559	8.31	0.000
L×O	8	8021	1003	14.91	0.000
S×O	72	11600	161	2.40	0.000
L×S×O	72	15515	215	3.21	0.000
Hata	1604	107835	67		
Genel	1783	1623114	1.9679		

Çizelge 4. Ankara ve Antalya'daki orijin denemelerinden örneklenen 9 kızılçam orijininin farklı sıcaklık kademelerindeki yaralanma indeksi (I_t) değerleri ve bunlara ait Tukey testi sonuçları

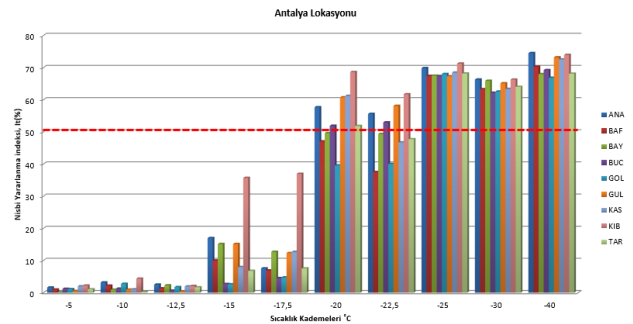
Lok. Orij.	Sıcaklık (°C)										
	-5	-10	-12.5	-15	-17.5	-20	-22.5	-25	-30	-40	
Antalya (Yazın)	ANA	1.6±0.7 Da ^A	3.2±0.6 Da ^A	2.5±0.9 Da ^A	17.0±4.3 Cb ^A	7.6±1.8 CDb ^A	57.7±5.8Babc ^A	55.6±2.6 Bab ^A	69.9±1.1 Aa ^A	66.3±2.2 ABa ^A	74.5±1.6 Aa ^A
	BAF	1.0±0.4 Ca ^A	2.2±0.4 Ca ^A	1.4±0.5 Ca ^A	10.0±3.4Cbc ^A	6.9±1.0 Cb ^A	47.1±5.3 Bcd ^A	37.5±3.8 Bc ^B	67.4±1.8 Aa ^A	63.3±1.0 Aa ^A	70.3±0.6 Aa ^A
	BAY	0.1±0.5 Ea ^A	0.9±0.7 DEa ^A	2.3±0.7 DEa ^A	15.2±3.9 Cb ^A	12.7±2.7 CDb ^A	49.7±4.0 Bbcd ^A	49.4±3.3Bbc ^A	67.5±1.7 Aa ^A	65.9±1.7 Aa ^A	68.0±2.4 Aa ^A
	BUC	1.2±0.9 Ca ^A	1.3±1.8 Ca ^A	0.7±1.1 Ca ^A	2.7±0.9 Ce ^A	4.6±1.3 Cb ^A	51.9±4.8 Bbc ^A	53.0±2.8 Bab ^A	67.4±2.7 Aa ^A	62.2±3.2 ABa ^A	69.2±1.4 Aa ^A
	GOL	1.1±0.8 Ca ^A	2.8±1.1 Ca ^A	1.7±0.9 Ca ^A	2.6±0.6 Cc ^A	4.8±1.2 Cb ^A	39.6±3.7 Bd ^A	40.1±2.6 Bc ^A	68.0±3.1 Aa ^A	62.6±1.153Aa ^A	66.9±1.3 Aa ^A
	GUL	0.5±1.0 DEa ^A	0.9±0.2 Ea ^A	0.4±0.9 Ea ^A	15.2±4.6 Cb ^A	12.3±2.4 CDb ^A	60.8±3.9 Bab ^A	58.1±2.8 Bab ^A	67.3±1.4 ABa ^A	65.1±1.3 ABa ^A	73.2±1.9 Aa ^A
	KAS	1.9±0.6 Ca ^A	1.0±0.6 Ca ^A	2.0±0.9 Ca ^A	8.0±2.9 Cbc ^A	12.7±3.0 Cb ^A	61.2±5.2 Aab ^A	46.8±2.8 Bbc ^A	68.5±2.6 Aa ^A	63.4±1.1 Aa ^A	72.6±2.9Aa ^A
	KIB	2.2±1.5 Da ^A	4.4±1.7 Da ^A	2.1±0.9 Da ^A	35.7±8.9 Ca ^A	37.0±8.7 Ca ^A	68.6±2.4 ABa ^A	61.7±1.8 Ba ^A	71.3±1.0 ABa ^A	66.3±1.8 ABa ^A	74.0±1.4Aa ^A
	TAR	1.1±0.7 Ca ^A	0.3±0.8 Ca ^A	1.7±0.7 Ca ^A	6.8±1.9 Cbc ^A	7.6±1.8 Cb ^A	51.9±3.9 Bbc ^A	47.8±4.8 Bbc ^A	68.2±1.6 Aa ^A	64.0±1.9 Aa ^A	68.1±2.1 Aa ^A
Ankara (İlyakut)	ANA	0.5±1.1 Ca ^A	0.6±0.6 Ca ^A	1.7±0.9 Ca ^A	4.9±2.9 Ca ^B	5.0±2.8 Ca ^A	53.1±4.5 Ba ^A	46.0±4.4 Ba ^A	57.3±3.5 ABa ^B	52.4±4.0 Bb ^B	65.3±3.1 Aa ^A
	BAF	0.6±0.7 Ca ^A	0.8±1.0 Ca ^A	1.1±1.5 Ca ^A	2.4±1.3 Ca ^A	6.3±3.2 Ca ^A	56.6±1.2 ABa ^A	53.1±2.9 Ba ^A	62.1±1.5 ABa ^A	62.1±1.3 ABab ^A	66.9±5.8 Aa ^A
	BAY	2.9±0.9 Da ^A	3.7±0.6 Da ^A	2.3±0.8 Da ^A	2.0±0.5 Da ^B	3.4±0.9 Da ^B	48.8±4.5 Cab ^A	49.7±4.9 Ca ^A	63.8±1.1 Ba ^A	63.3±0.8 Bab ^A	76.2±0.7 Aa ^A
	BUC	0.1±0.9 Ca ^A	1.1±1.1 Ca ^A	0.5±1.1 Ca ^A	0.7±0.9 Ca ^A	4.2±1.8 Ca ^A	51.7±3.1 Bab ^A	49.4±2.0 Ba ^A	60.9±2.6 ABa ^A	60.1±0.6 Bab ^A	72.6±1.6 Aa ^A
	GOL	0.9±0.9 Ea ^A	1.4±0.8 Ea ^A	1.5±1.3 Ea ^A	2.1±1.3 Ea ^A	3.9±1.7 Ea ^A	29.7±3.5 Dc ^A	43.7±2.1 Cab ^A	58.1±2.4 ABa ^A	57.1±1.6 Bab ^A	69.6±1.5 Aa ^A
	GUL	2.1±1.4 Da ^A	0.3±1.5 Da ^A	1.7±0.5 Da ^A	4.2±4.3 Da ^A	3.9±0.5 Da ^B	54.9±4.9 Ba ^A	41.4±5.6 Cab ^B	64.3±2.3 ABa ^A	62.4±2.1 ABab ^A	70.7±1.9 Aa ^A
	KAS	1.3±0.9 Da ^A	2.7±0.9 Da ^A	2.6±1.3 Da ^A	3.5±1.8 Da ^A	4.3±1.0 Da ^B	36.7±5.2 Cc ^B	41.6±3.8 Cab ^A	59.5±2.2 ABa ^A	55.4±2.3 Bab ^A	67.8±1.8 Aa ^A
	KIB	1.4±0.9 Ca ^A	1.5±0.7 Ca ^A	1.3±0.6 Ca ^A	1.8±0.6 Ca ^B	3.0±0.6 Ca ^B	40.1±5.3 Bbc ^B	31.9±5.3 Bb ^B	64.7±1.8 Aa ^A	64.2±2.4 Aa ^A	73.5±2.5 Aa ^A
	TAR	0.6±1.3 Ca ^A	0.4±0.9Ca ^A	1.6±0.6 Ca ^A	3.1±1.6 Ca ^A	3.0±1.6 Ca ^A	50.9±3.7 Bbc ^A	50.2±3.8 Ba ^A	61.0±1.2 Bab ^A	59.6±1.1 Bab ^A	73.1±1.7 Aa ^A

Ortalama±Standart Hata, aynı satırdaki büyük harfler, aynı lokasyonda ve farklı sıcaklık kademelerinde orijinlerin kendi içindeki farklı grupları göstermektedir, aynı sütundaki küçük harfler, aynı lokasyonda ve aynı sıcaklık kademesinde orijinler arasındaki farklı grupları göstermektedir, aynı sütundaki üssel büyük harfler, aynı orijin ve aynı sıcaklık kademesinde lokasyonlar arasındaki farklı grupları göstermektedir.

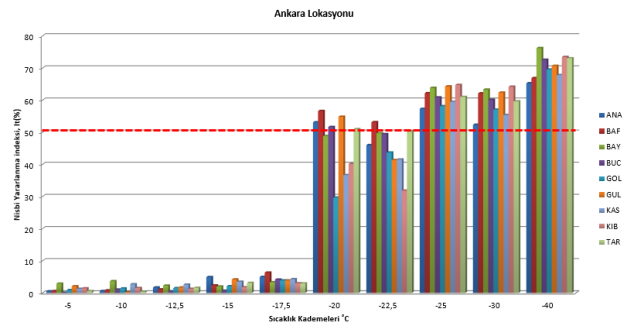
Antalya lokasyonundan alınan örnekler, -20 °C düşük sıcaklıkta dondurulduğunda orijinlerin I_t değerleri, -15 °C deki yaralanma yüzdesine kıyasla aniden artmaktadır. Bu ani artış, orijine göre değişmekle birlikte, 2-12 kat arasındadır. Örneğin ANA orijininde -12.5 °C'den -15 °C sıcaklığa düşüldüğünde I_t değerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bir artış meydana gelirken, -15 °C'den -17.5 °C'ye gelindiğinde oluşan değişiklik istatistiksel anlamda önemli değildir. Fakat -20 °C sıcaklıkta ani bir artışla (8 kat) I_t değeri -17.5 derecedeki düzeyinden önemli farklılık göstermiştir ($p<0.05$). I_t -25 °C ve üzerinde en yüksek düzeyine ulaşmış ve değeri ise -40 °C sıcaklığa kadar değişim göstermemiştir ($p>0.05$). Antalya lokasyonunda, hemen hemen benzer durumun diğer orijinlerde de söz konusu olduğu görülmektedir (Çizelge 4, Şekil 4). I_t değerinin -20 °C'de aniden 8 kat artması ve yaralanmanın %50'nin üzerine çıkışı, kızılçam ibrelerinde tamir edilemeyecek düzeyde ciddi don zararının bu sıcaklıkta başladığını göstermektedir (Şekil 4). Ankara lokasyonundan alınan örnekler de benzer bir trend sergilemiştir (Çizelge 4, Şekil 5). Bu sonuçlardan kızılçamda ölümcül don zararının -20 °C düşük sıcaklıkta başladığı anlaşılmaktadır (Şekil 6).

Çalışılan orijinlerin tamamında I_t indeksinin -5, -10 ve -12.5 °C sıcaklıklarda lokasyonlar arasındaki farkı önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak -15 °C'den sonraki sıcaklık kademelerinde bazı orijinlerde lokasyonlar arasında farklılıklar oluşmaya başlamıştır. Örneğin, -17.5 °C'de GUL, KAS ve KIB orijinlerinde Antalya lokasyonunun I_t ortalamaları istatistiksel olarak önemli derecede Ankara (İlyakut) lokasyonundan daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Bu durum -17.5 °C'de dondurulduklarında Ankara lokasyonundan GUL, KAS ve KIB orijinlerinden alınan örneklerin Antalya lokasyonundan alınan örneklerle kıyasla dona daha dayanıklı olduklarını göstermekte olup, nispeten soğuk olan Ankara lokasyonunda bu üç orijinin dona uyum yeteneklerini arttırdıklarını göstermektedir. Benzer şekilde -20 °C'de KAS ve KIB orijinlerinde Antalya lokasyonunun I_t ortalamaları istatistiksel olarak önemli derecede Ankara (İlyakut) lokasyonundakilerden daha yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). -22.5 °C'de GUL ve KIB orijinlerinde Antalya lokasyonunun I_t ortalamaları istatistiksel olarak önemli derecede Ankara (İlyakut) lokasyonundan yüksek

bulunmuştur ($p<0.05$). -25 ve -30 °C'de ise ANA orijininde Antalya lokasyonunun I_t ortalamaları istatistiksel olarak önemli derecede Ankara lokasyonundan yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Buradan hareketle GUL, KAS, KIB ve ANA orijinlerinin Ankara deneme alanında, Antalya lokasyonuna göre, dona daha dayanıklı hale geldikleri söylenebilir (Çizelge 4). Bu orijinler gösterdikleri fenotipik esneklik sayesinde dona dayanıklılıklarını arttırabilmişlerdir.



Şekil 4. Antalya lokasyonundan alınan örneklerde oluşan don zararı



Şekil 5. Ankara lokasyonundan alınan örneklerde oluşan don zararı



Şekil 6. Kızılçamda bazı sıcaklık kademelerindeki görsel don zararı

Çizelge 4 incelendiğinde; Antalya lokasyonundan alınan ibre örneklerinde önemli zarar olarak nitelenen %50 ve üzerindeki ölümün genel olarak -20°C 'de başladığı görülmektedir. Fakat BAF ve GOL orijinlerinde önemli don zararının ise -25°C 'de başladığı görülmektedir. Bu nedenle Antalya lokasyonundaki orijinlerin dona dayanıklılık düzeyleri dikkate alındığında BAF ve GOL orijinlerinin diğer orijinlerden dona daha dayanıklı oldukları görülmektedir. Ankara lokasyonundan alınan örneklerde ise don zararının genelde -20°C 'de başladığı görülmekte, fakat BAY orijini bu zarar -22.5°C 'de ve GOL, KAS ve KIB orijinlerinde ise -25°C 'de başlamaktadır (Çizelge 4). Bu nedenle Ankara lokasyonunda GOL, KAS ve KIB orijinleri diğer orijinlerden dona daha dayanıklı olarak nitelenebilir. Her ne kadar uygulanan tek yönlü varyans analizi sonuçları bu şekilde yorumlansa da, sonuçlarda ikili ve üçlü interaksyonların etkili olduğu da unutulmamalıdır.

4. Tartışma ve sonuç

Beklendiği gibi, çalışmada sıcaklık düştükçe, stres fizyolojisi genel kuralına uygun olarak, yaralanma indeksi oranı artmıştır. Stresin şiddeti arttıkça oluşan zarar miktarı da artmıştır (Glerum, 1985; Burr, 1990; Sutinen vd., 1992).

Amerikan Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından 11 adet dona dayanıklılık zonundan oluşan bir sınıflama yapılmıştır. Bu sınıflamaya göre, kızılçam Zon 7'de yer almakta ve -12.2 ile -17.7°C arasında ortalama aylık minimum sıcaklığa sahip alanlarda yayılış gösterdiği ifade edilmiştir (Bannister ve Neuener, 2001). Yine Atalay vd. (1998), Akdeniz ardında kızılçamın yayılış gösterdiği alanlarda sıcaklıkların -17.8°C 'e kadar düşebildiğini belirtmektedir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar yukarıdaki ifadeleri desteklemektedir.

Çalışmamızda, orijinler arasında farklılıklar olmakla birlikte, genel olarak kızılçamda tamiri mümkün don zararının -15 ile -17.5°C derece, ölümcül olan zararın ise -20°C başladığı görülmüştür. Yıldız vd. (2014) ise 24, 28 ve 32 haftalık kızılçam fidanlarına -5 , -10 , -15 ve -20°C 'lik sıcaklıklarda yaptıkları çalışmada sıcaklığın -15°C ve altına düştüğünde zararın başladığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamız ile bu çalışma arasında deney koşulları, kullanılan bitki materyalinin yetiştirilme tekniği (sulama ve gübreleme gibi), kullanılan organlar (gövde ve yaprak) ve dondurulan organların yaşları farklı olmasına rağmen her iki çalışmanın da -15°C 'de zararın başladığının bulunmuş olması, bu iki araştırmanın ortak noktalarıdır. Benzer şekilde, Kandemir vd., (2008), Ankara'da yetiştirdikleri 2 yaşındaki kızılçam fidanlarının -15.2°C 'lik sıcaklıklarda zarar gördüğünü tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada kullanılan orijinler 30 yıl önce Ankara ve Antalya'daki deneme alanlarına dikilmiş olmalarına rağmen, Ankara deneme alanındaki bazı orijinlerin bazı düşük sıcaklık kademelerinde, dona Antalya alanındakilerden daha dayanıklı olduğu görülmüş olup, bu durumla orijinlerin buldukları ortamdaki soğuklara adapte olabilmek için fenotipik plastisite geliştirdikleri anlaşılmaktadır.

Kandemir vd. (2008), Alanya, Yaylaalan, Çalkaya, Fethiye, Gölhisar ve Çameli orijinli Kızılçam fidanlarını Ankara'da bir bahçede (doğal ortamda) toplamışlar ve fidanlar burada şubat ayında -15.2°C sıcaklığa maruz kalmışlardır. Daha sonra yaptıkları görsel değerlendirme ve F_v/F_m ölçümleri sonucunda popülasyonlar arasında dona dayanıklılık bakımından farklar olduğunu; özellikle daha yüksek ve iç kesimlerden gelen Gölhisar ve Çameli popülasyonlarının düşük sıcaklığa daha dayanıklı olduğunu tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da Gölhisar orijinin diğerlerine kıyasla daha dayanıklı olarak bulunması bu çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Gölhisar orijinin daha dayanıklı olmasındaki önemli bir etken, bu orijinin yayılış gösterdiği alanda diğer orijinlere kıyasla daha düşük sıcaklıklarla karşılaşması olabilir. Bu orijin biyoiklim olarak yarı kurak katın soğuk alt katında yetişmekte ve doğal yayılış alanında -20.2°C 'lik bir donda dahi hayatını sürdürmektedir (Çizelge 2). Yine Yıldız vd., (2014) tarafından kızılçamda yapılan çalışmada Burdur-Gölhisar, K. Maraş-Suçatı, Denizli-Çameli ve Antalya-Gündoğmuş orijinleri kıyaslanmış ve sonuçta 24 haftalık fidanlarda -20°C 'de Gölhisar ve Gündoğmuş orijinlerinin daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

Kızılçam türünde don zararı genel olarak -15°C ve altındaki düşük sıcaklıklarda başlamakta, ölümcül zarar ise -20°C 'de başlamaktadır. Tür içinde dona dayanıklılık bakımından orijinler arasında bir varyasyon bulunmaktadır. Bu varyasyon nedeniyle, dona daha dayanıklı bazı orijinlerde ölümcül zararın -25°C 'de başladığı söylenebilir.

Ankara lokasyonundaki bazı kızılçam orijinleri yöredeki uzun dönem iklim koşulları da dikkate alındığında dona dayanıklılıklarını az da olsa arttırmışlardır. Bu nedenle kızılçam türünün bazı orijinlerinin dona dayanıklılık bakımından yüksek bir fenotipik plastisiteye sahip olduğu belirtilebilir.

Antalya lokasyonundaki GOL ve BAF orijinlerinin, kullanılan diğer orijinlerden dona daha dayanıklı oldukları

belirlenmiştir. Ankara lokasyonunda ise sırası ile GOL, KAS ve KIB orijinleri diğer orijinlerden daha dayanıklı olarak tespit edilmiştir. GOL orijininin her iki deneme alanında da donaya dayanıklılık bakımından stabil olması, söz konusu orijinin temsil ettiği biyoiklim zonu iklim özelliklerini yansıttığını göstermektedir. Daha ılıman ve düşük yükseklikten gelen Kaş ve Kıbrıs orijinlerinin donaya dayanıklılıkları konusunda ise ihtiyatlı olunmalıdır. Sonuçların uygulamada kullanılabilmesi ve genellemesi için yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Açıklama

Bu çalışma Orman Genel Müdürlüğü İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsünde araştırma projesi olarak desteklenmiştir (Proje no: 23.1613/2014-2016). Ayrıca çalışmanın sonuçları "Climate Change and Tree Migration - International Forestry and Environment Symposium (IFS2018)" isimli sempozyumunda sözlü olarak sunulmuş ve özet metni bildiri kitabında yayınlanmıştır. Kurumsal katkılara çok teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akman, Y., 1999. İklim ve Biyoiklim (Biyoiklim Metodları ve Türkiye İklimleri). Kariyer Matbaacılık. Ankara.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/T%C3%BCrkiye%20Orman%20Var%C4%B1%C4%9F%C4%B1-2016-2017.pdf>, Erişim: 05.05.2018.
- Atalay, İ., Sezer, İ., Çukur, H., 1998. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarının Ekolojik Özellikleri ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması. Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Müdürlüğü, Yayın No:6, İzmir.
- Bannister, P., Neuener, G., 2001. Conifer cold hardiness. In: Frost Resistance and The Distribution of Conifers, (Ed: Bigras, F. J., Colombo, S. J.), Kluwer Academic Publishers, pp. 3-21.
- Boydak, M., Dirik, H., Çalikoğlu, M., 2006. Kızılcımın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü. Ormanlılık Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı Yayını, Lazer Ofset Matbaası, Ankara.
- Burr, K. E., 1990. Bud dormancy and cold hardiness. Target Seedling Symposium, 13-17 August, Roseburg, Oregon-USA, pp.79-90.
- Burr, K. E., Hawkins, C. D. B., Hirondele, S. J. L., Binder, W. D., George, F. M.; Repo, T., 2001. Methods for measuring cold hardiness of conifers. In: Conifer Cold Hardiness (Ed: Bigras, F. J., Colombo, S. J.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 369-401.
- Çalikoğlu, M., 2002. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Orijinlerinin Kuraklığa Karşı Reaksiyonlarının Ekofizyolojik Analizi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cengiz, Y., Işık, F., Keskin, S., Genç, A., Tosun, S., Aksoy, C., Doğan, B., Uğurlu, S., Özpays, Z., Örtel, E., Gürgeç, D., Uğurlu, S., 1999. Kızılcım (*Pinus brutia*) Orijin Denemelerinin Beş Yıllık Sonuçlar. Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten Serisi, No: 11, Antalya.
- Colombo, S.J., Webb, D.P., Glerum, C., 1984. Frost hardiness testing: An operational manual for use with extended greenhouse culture. Ontario Ministry of Natural Resources, Tree Improvement and Forest Biomass Institute Forest Research Report No: 110, Toronto.

- Dirik, H., 2000. Farklı biyoiklim kuşaklarını temsil eden kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijinlerinin kurak dönemdeki su potansiyellerinin basınç-hacim (PV) eğrisi ile analizi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 50A (2): 93-103.
- Fady, B., Semerci, H., Vendramin, G.G., 2003. Technical Guidelines for Genetic Conservation and Use for Aleppo Pine (*Pinus halepensis*) and Brutia Pine (*Pinus brutia*). International Plant Genetic Resources Institute, http://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_new/Aleppo_pine_Pinus_halepensis_and_Brutia_pine_Pinus_brutia_858.pdf, Accessed: 16.04.2019.
- Flint, H. L., Boyce, B. K., Beattie, D. J., 1967. Index of injury- A useful expression of freezing injury to plant tissues as determined by the electrolytic method. Canadian Journal of Plant Science, 47: 229-230.
- Glerum, C., 1985. Frost hardiness of coniferous seedlings. In: Principles and Applications: Evaluating seedling quality, (Ed: Duryea, M. L.), Corvallis, pp. 107-123.
- Hawkins, B. J., Guest, H. J., Kolotelo D., 2003. Freezing tolerance of conifer seeds and germinants. Tree Physiology 23: 1237-1246.
- Hirondele L. S. J., Simpson D. G., Binder, W. D., 2006. Overwinter storability of conifer planting stock, Operational testing of fall frost hardiness. New Forests, 32: 307-321.
- Işık, F., Cengiz, Y., Genç, A., Doğan, B., Tosun, S., Özpays, Z., Uğurlu, S., Örtel, E., Dağdaş, S., Karatay, H., Yoldağ, G. 2002. Kızılcım Orijin Denemelerinin 10 Yıllık Sonuçları. Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten Serisi, No: 14, Antalya.
- İmal, B., 2015. Bazı Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* [Lamb.] Holmboe) orijinlerinin donaya ve kuraklığa karşı dayanıklılıklarının ekofizyolojik olarak belirlenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kandemir, G. E., Kaya, Z., Temel, F., Önde, S., 2008. Genetic variation in cold hardiness and phenology between and within Red pine (*Pinus brutia* Ten) populations implications for seed transfer. Silvae Genetica 59:2-3.
- Matyas, C., 1996. Climatic adaptation of trees: rediscovering provenance tests. Euphytica. 92: 45-54 pp.
- Örtel, E., Çalikoğlu, M., Çetinay, Ş., Altun, Z.G., Cengiz, Y., Boza, A., Türker, H., Kahraman, T., Gökdemir, Ş., Tosun, S., Arslan, Özpays, Z., Karatay, H., Karzaoğlu, C., 2010. Kızılcım (*Pinus brutia* L.) Orijin Denemelerinin 20. Yıl Sonuçları. Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten Serisi, No: 35, Antalya.
- Öztürk, N., Deligöz, A., 2018. Farklı tohum bahçelerine ait kızılçam (*Pinus brutia*) fidanlarının bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerinin araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(2): 924-931.
- Ritchie, G. A., 1984. Assessing seedling quality. In: Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings (Ed: Duryea, M. L., Landis, T. D), Martinus Nijhoff /Dr. W. Junk Publishers, pp. 243-259.
- Sutinen, M-L., Palta, J. P., Reich, P. B., 1992. Seasonal differences in freezing stress resistance of needles of *Pinus nigra* and *Pinus resinosa*: evaluation of the electrolyte leakage method. Tree Physiology, 11: 241-254.
- Yalçın, S., 2012. Modeling the current and future ranges of Turkish Pine (*Pinus brutia*) and Oriental Beech (*Fagus orientalis*) in Turkey in the face of climate. Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldız, D., Nzokou, P., Deligöz, A., Koç, İ., Genç, M., 2014. Chemical and physiological responses of four Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) provenances to cold temperature treatments. European Journal of Forest Research, 133(5): 809-818.

Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.), palamut meşesi (*Quercus ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.) ve saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanlarının fidan kalite özelliklerinin belirlenmesi

Serap Bilgin^a 

Özet: Bu çalışmada, İzmir/Torbalı orman fidanlığında yetiştirilen fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.), palamut meşesi (*Quercus ithaburensis* Decne subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.) ve saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanlarının fidan kalite özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla, rastgele seçilen 2+0 yaşlı, 12x22.5 cm ebatlı polietilen torbalarda yetiştirilen fıstıkçamı, palamut meşesi ve saçlı meşe fidanları temin edilmiştir. Her bir türün, fidan boyu (cm), kök boğazı çapı (mm), gövde ve kök taze ağırlığı (g), gövde ve kök kuru ağırlığı ölçülmüştür. Ayrıca fidan boyu/kök boğazı çapı oranı, gövde/kök kuru ağırlık oranı, Dickson kalite indeksi hesaplanmıştır. Fıstıkçamının ortalama fidan boyu 21.02 (cm), kök boğazı çapı 5.4 (mm), fidan boyu/kök boğazı çapı oranı 39.11, gövde/kök kuru ağırlık oranı 1.05, Dickson kalite indeksi 0.15 bulunmuştur. Palamut meşesinin ortalama fidan boyu 20.6 (cm), kök boğazı çapı 5.8 (mm), fidan boyu/kök boğazı çapı oranı 36.84, gövde/kök kuru ağırlık oranı 0.41, Dickson kalite indeksi 0.15 bulunmuştur. Saçlı meşenin ortalama fidan boyu 9.85 (cm), kök boğazı çapı 4.3 (mm), fidan boyu/kök boğazı çapı oranı 23.79, gövde/kök kuru ağırlık oranı 0.19, Dickson kalite indeksi 0.2 bulunmuştur. Fidanların kalite sınıfları Türk Standartları Enstitüsü (TSE)'nin "iğne yapraklı ağaç fidanları" (TS 2265, 1988) ve "yapraklı orman ağacı fidanları" (TS 5624, 1988) standartlarına göre değerlendirilmiştir. TS 2265 iğne yapraklı ağaç fidanı standardında belirtilen fidan boyu, çap ve gövde/kök kuru ağırlık oranı kriterleri birlikte değerlendirildiğinde fıstıkçamı fidanlarının % 97.06'sı I. sınıf, % 2.94'ü II. sınıfta yer almıştır. Yapraklı orman ağacı fidan standardında belirtilen en az boy ve kök boğazı çapı nitelikleri birlikte değerlendirildiğinde; palamut meşesi fidanlarının % 97.06'sı standart altı, % 2.94'ü II. sınıf bulunmuştur. Bu standart da belirtilen en az boy ve kök boğazı çapı nitelikleri birlikte değerlendirildiğinde; saçlı meşesi fidanlarının boyları standartta belirtilen boy değerlerinin altında kaldığı için standart altı olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca ağaç türlerinin kuraklığa karşı dayanıklılığı ve zarar durumlarının görsel tespiti yapılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre; saçlı meşe iyi, fıstıkçamı ve palamut meşesi zayıf sınıfta yer almıştır.

Anahtar kelimeler: Fıstıkçamı, Palamut meşesi, Saçlı meşe, Fidan kalitesi, TSE

Determination of seedling quality characteristics of stone pine (*Pinus pinea* L.), valonia oak (*Quercus ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.) and Turkey oak (*Quercus cerris* L.) seedlings

Abstract: This study were determined seedling quality characteristics of stone pine (*Pinus pinea* L.), valonia oak (*Quercus ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis* (Kotschy.) Hedge & Yalt.) and Turkey oak (*Quercus cerris* L.) seedlings grown at Torbalı Forest Nursery in İzmir province. For that reason, 2+0 aged randomly selected stone pine, valonia oak and Turkey oak seedlings grown in polythene bags which are 12x22.5 cm in dimension have been provided. In each seedlings shoot height (cm), root collar diameter (mm), shoot and root fresh weight (g), shoot and root dry weight (g) were measured. In addition, shoot height/diameter, shoot/root ratio (dry weight basis) and Dickson quality index were calculated. Some mean values of stone pine seedlings were found as 21.02 cm for shoot height, 5.4 mm for root collar diameter, 39.11 for height/diameter ratio, 1.05 for shoot/root ratio, 0.15 for Dickson quality index. Some mean values of valonia oak seedlings were found as 20.6 cm for shoot height, 5.8 mm for root collar diameter, 36.84 for height/diameter ratio, 0.41 for shoot/root ratio, 0.15 for Dickson quality index. Some mean values of Turkey oak seedlings were found as 9.85 cm for shoot height, 4.3 mm for root collar diameter, 23.79 for height/diameter ratio, 0.19 for shoot/root ratio, 0.2 for Dickson quality index. The quality classes of seedlings were evaluated according to the Turkish Standard Institute (TSI) called "the standard on coniferous tree seedling (TS 2265, 1988) and "the standard on broad leaved forest tree seedling (TS 5624, 1988). When seedlings shoot height, root collar diameter and shoot/root ratio (dry weight basis) were evaluated together, 97.06 % of the stone pine seedlings were found to be in the Ist quality class, 2.94 % of the stone pine seedlings were found to be in the IInd quality class according to the standard on coniferous tree seedling (TS 2265/February 1988). When the minimum of seedlings shoot height and root collar diameter were evaluated together, 97.06 % of the valonia oak seedlings were found substandard, 2.94 % of the valonia oak seedlings were found in the IInd quality class according to the standard on broad leaved forest tree seedling (TS 5624/ March 1988). When the minimum of seedling shoot height and root collar diameter characteristics were evaluated together, the Turkey oak seedlings were found substandard because the heights of Turkey

✉ ^a Batı Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bolu

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): serapbilgin@ogm.gov.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 15.05.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 11.09.2019



Citation (Atf): Bilgin, S., 2019. Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.), palamut meşesi (*Quercus ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.) ve saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanlarının fidan kalite özelliklerinin belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 297-304.

DOI: [10.18182/tjf.565999](https://doi.org/10.18182/tjf.565999)

oak seedlings were lower than the standard. In addition, drought resistance of tree species and visual detection of damage conditions was made. According to this classification, Turkey oak was in the good class, stone pine and valonia oak were in the poor class.

Keywords: Stone pine, Valonia oak, Turkey oak, Seedling quality, TSI

1. Giriş

Türkiye'nin 22.3 milyon hektarlık alanının %57'si (12.704.148 ha) normal kapalı, % 43'ü (9.638.787 ha) boşluklu kapalı (bozuk) vasfındadır (OGM, 2015). Boşluklu kapalı alanların verimli hale dönüştürülmesi ağaçlandırma çalışmaları ile mümkündür. 2017 yılı yatırım programında yer alan projeler kapsamında; 493.666 hektar alanda etüt proje, 46.934 hektar ağaçlandırma tesisi gerçekleştirilmiştir. Ceviz, badem, fıstıkçami, keçiboynuzu, kestane gibi gelir getirici türlerle gerçekleştirilen özel ağaçlandırma çalışmalarında ise 1.361 hektar özel ağaçlandırma çalışması sonuçlandırılmıştır (OGM, 2018). Yapılan ağaçlandırmaların biyolojik ve ekonomik yönden başarılı olması; yetiştirme ortamı şartlarının yanı sıra, yapılan arazi hazırlığına, uygun dikim tekniği kullanımı ile dikim zamanı ve kaliteli fidan kullanımına bağlıdır (Ayan, 2002; Gezer ve Yücedağ, 2006). Ağaçlandırma alanlarına dikilen fidanların kaliteli olmasında boy, çap, kuru ağırlık ve gövde-kök oranları gibi fidan morfolojik özellikleri önemli derecede etkili olmaktadır (Şevik vd., 2003). Fidan kalitesinin değerlendirildiği çalışmalarda; boy, kök boğazı

çapı, katlılık gibi morfolojik ve fizyolojik özellikler (bitki su potansiyeli, kök yenileme kapasitesi, köksel nem muhtevası, mineral besin elementlerinin muhtevası, kuraklığa dayanıklılık, soğuğa dayanıklılık, tomurcuk uykusu hali, fotosentetik verimlilik vb. gibi) (Colombo, 2004; Yahyaoğlu ve Genç, 2007) kullanılmaktadır. Söz konusu değerlendirme çalışmalarında morfolojik fidan özellikleri kolay ve hızlı ölçülebilir olmasından dolayı daha çok tercih edilmektedir. Ülkemizde daha çok morfolojik fidan özelliklerine ait değerler ile Türk Standartları Enstitüsü (TSE)'ne ait fidan standartları fidan değerlendirme çalışmalarında kullanılmaktadır. Ayrıca Orman Genel Müdürlüğü'nün 4081 nolu tamiminde 1. ve 2. sınıf fidanların ağaçlandırma çalışmalarında kullanılabileceği belirtilmiştir (OGM, 1986).

Fidan kalitesini belirlemede dikkate alınan temel fidan özellikleri; genetik uyum ve üretme materyali, morfolojik ve fizyolojik özellikler olarak sıralanabilir (Colombo, 2004). Fidanların fizyolojik özellikleri morfolojik özelliklere göre daha uzmanlık gerektiren bilimsel ölçüm ve metotlar ile belirlenmektedir. Ağaç türlerinin kuraklığa dayanıklılıkları çeşitli testlerle belirlenmektedir. Yahyaoğlu ve Genç (2007)'e göre kuraklığa dayanıklılık testleri incelendiğinde, yapılabirliği yüksek dört önemli yöntem öne çıkmaktadır. Bunlar; 1) kuraklığa maruz bırakma-zarar durumunun görsel tespiti, 2) kuraklığa maruz bırakma-şafak öncesi ksilem su içeriği tespiti, 3) basınç odası tekniği ile stoma davranışlarının ve kritik su potansiyelinin tespiti ve 4) köksel elektrolit sızıntı oranı tespiti yöntemleridir. Türlerin kuraklık stresine morfolojik ve fizyolojik olarak nasıl bir tepki gösterdiklerine yönelik çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda bitki su potansiyeli, osmotik ayarlama, stoma iletkenliği, karbonhidrat ve prolin analizi gibi çeşitli ölçümler ve analizler de yapılmıştır (Akça ve Yazıcı, 1999; Semerci, 2001; Deligöz ve Gür, 2015; Kulaç, 2010; Deligöz ve Bayar, 2017).

Çeşitli ülkelerde hazırlanan ulusal orman envanterlerine göre; Akdeniz havzasında yaklaşık 620.000 ha saf ya da karışık halde fıstıkçami (*Pinus pinea* L.) ormanı mevcuttur (Garcia Vargas ve Baciller Catalan, 2000). Fıstıkçami Dünya da İspanya, Portekiz, İtalya, İsrail, Yunanistan, Fas, Cezayir ve Tunus başta olmak üzere, Akdeniz ekosistemi altındaki bölgelerde doğal ya da ağaçlandırmalar yoluyla yayılış göstermektedir (Fırat, 1943; Frankis, 1999). Türkiye ormanlarının 33.742 hektarını saf ve karışık halde meşcere oluşturan doğal fıstıkçami ormanları oluşturmaktadır. Ağaçlandırma çalışmaları ile tesis, edilen toplam fıstıkçami alanı ise yaklaşık 59.150 hektardır (OGM, 2006). Fıstıkçami, batı Anadolu'da Bergama/Kozak, Aydın/Koçarlı ve Muğla dolaylarında en geniş yayılışını yapmaktadır (Fırat, 1943; Yaltırık, 1988). Yine yapılan yeni ağaçlandırmalar ile toplam fıstıkçami alan miktarının arttığı tahmin edilmektedir. Fıstıkçami ağaçlarından elde edilen çam fıstığı en önemli odun dışı orman ürünlerimizdendir. INC, (2014)'e göre Türkiye 925 ton çam fıstığı üretim miktarı (2007-2012 dönemi verilerine göre) ile çam fıstığı üreten ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye'nin ihracat rakamları incelendiğinde, 2015 yılında ihracat miktarı 1.104.243 ton, ihracat geliri de 40.391.000 dolar olmuştur (TÜİK, 2016).

Palamut meşesi (*Quercus ithaburensis* Decne. subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.) dünyada, Yunanistan, Arnavutluk, İtalya, Balkanlar, Güney Avrupa, Suriye, İsrail, Ürdün ve Türkiye'de doğal olarak yayılış göstermektedir. Dünyadaki yayılış alanları incelendiğinde, en geniş yayılışını Türkiye'de yapmakta ve Trakya, Batı, Orta, Güney Anadolu ve Güneydoğu Anadolu'da yayılış göstermektedir (Davis, 1965; Anşin ve Özkan, 1993; Yaltırık, 1993). Odunu, kabuğu ve palamudu kullanılmaktadır. Ülkemizde de bu alttür, boya bitkisi olarak ve sepicilikte kullanılmakta olup önemli miktarda ihracatı yapılmaktadır. Ayrıca mangal kömürü yapımında ve tekstil sanayiinde ipekli kumaşların siyaha boyanmasında kullanılmaktadır (Doğan vd., 2000; OGM, 2019). Palamut meşesi ülkemizde 142.293 hektar alanda yayılış göstermektedir. Tahmini üretim potansiyeli ise 31.388.250 ton/yıldır. Dünya deri endüstrisinin yıllık sepi maddesi ihtiyacının %30'u bitkisel sepi maddeleriyle ve bunun da büyük bölümü palamut hülase ve tozuyla karşılandığı göz önüne alındığında bu türün ekonomik önemi ortaya çıkmış olmaktadır (OGM, 2019).

Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.), Avusturya, Macaristan, Güney ve güneydoğu Avrupa ile Suriye ve Türkiye'de yayılış göstermektedir. Dünyada en geniş yayılışını Türkiye'de yapmakta olup Kuzeydoğu ve Doğu Anadolu hariç hemen her yerde yayılış göstermektedir. Odunu fazla değerli değildir. Odun ve yapraklarında silis bulunduğu için iyi yanmamaktadır (Anşin ve Özkan, 1993). Deniz seviyesinden 1500-1900 m yüksekliklere kadar diğer meşelerle (*Q.frainetto*, *Q.pubescens*, *Q.infectoria*, *Q.petraea*, *Q.libani*) birlikte, yapraklı ormanlarda (*Fagus*, *Carpinus*, *Cestanea*); *Pinus nigra*, *Pinus brutia*, *P. pinea* gibi iğne yapraklı ormanlarda karışıma girer veya saf meşcereler kurar (Yaltırık, 1993). Kurak ve yarı kurak bölge

ağaçlandırmalarında tercih edilen türler arasında yer almaktadır (Boydak ve Çalışkan, 2014).

Ağaçlandırma çalışmalarında kaliteli fidan kullanılarak, dikim başarısı artırılabilir, tamamlama çalışmalarına gerek olmadan, birim alanlardan daha kısa sürede daha fazla miktar ve kalitede odun hammaddesi üretimi yapılabilir. Ducrey, (1988)'e atfen kuraklık etkisi altındaki yöre ve bölgelerde yayılış gösteren türlerin gençleştirme, ağaçlandırma, bakım gibi silvikültürel konularda alınacak kararlarda bu türlerin kuraklığa karşı tutumlarının bilinmesinin önemli olduğunu bildirmiştir (Dirik, 1994). Fıstıkçamı ve palamut meşesi gibi ekonomik açıdan değerli ve saçlı meşe gibi çeşitli fonksiyonlara sahip türlerin, sürdürülebilir yönetimi, türlere yönelik koruma ve geliştirme programlarının uygulanması açısından, bunun gibi çalışmalar oldukça önemlidir. Bu çalışmada fıstıkçamı, palamut meşesi ve saçlı meşe fidanlarının fidan kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada fidan kalitesini belirlemede türlerin bazı morfolojik özellikleri ve fizyolojik özelliklerden kuraklığa dayanıklılık kriteri incelenerek, fidan kaliteleri Türk Standartları Enstitüsü ait iğne yapraklı ve yapraklı orman ağacı fidanı standartlarına göre değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada, 21.04.2014 tarihinde, İzmir/Torbalı orman fidanlığında, 12x22.5 cm ebatlı polietilen torbalarda yetiştirilen ve rastgele seçilen 2+0 yaşlı fıstıkçamı (Bergama orijinli), palamut meşesi (Seferihisar orijinli) ve saçlı meşe (Ödemiş orijinli) fidanları kullanılmıştır. Torbalı Orman Fidanlığına en yakın meteoroloji istasyonu Adnan Menderes Meydan Meteoroloji İstasyonudur. Bu meteoroloji istasyonuna ait 2005-2013 yılları arasındaki bazı iklim verilerine ait ortalama değerler Çizelge 1'de verilmiştir (MGM, 2014). Erinç iklim sınıflandırmasına göre İzmir ili yarı nemli iklim sınıfına girmektedir (Bölük, 2016). Fidanların yetiştirildiği ortamlara ait yapılan bazı analizler Çizelge 2'de verilmiştir.

2.2. Yöntem

Çalışmada morfolojik ölçümler için fıstıkçamı ve palamut meşesinden 34 adet, saçlı meşe türünden 50 adet rastgele seçilen fidan örneklenmiştir. Fidanlarda fidan boyu (cm), kök boğazı çapı (mm), gövde taze ağırlığı (g), kök taze ağırlığı (g), gövde kuru ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g) tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen morfolojik ölçümler sonucunda gürbüzlük indisi (fidan boyu/kök boğazı çapı), katlılık (gövde/kök kuru ağırlığı) ve Dickson kalite indeksi değeri hesaplanmıştır. Fırın kurusu ağırlık ölçümleri, 105 °C' de, 24 saat kurutulduktan sonra yapılmıştır. Fidan boyu

1.0 mm, kök boğazı çapı 0.05 mm ve ağırlıklar 0.001 g duyarlılıkla ölçülmüştür.

Fıstıkçamı fidanlarının kalite sınıfları TSE'nin iğne yapraklı ağaç fidanı standardına (TS 2265, 1988) göre, meşe fidanları kalite sınıfları TSE'nin yapraklı orman ağacı fidanları standardına (TS 5624, 1988) göre değerlendirilmiştir.

Çalışmada kuraklığa maruz bırakma ve zarar durumunun görsel tespiti Herman/Lavender tarafından geliştirilen bir yöntem (Ritchie, 1984) kullanılarak yapılmıştır. Kuraklığa maruz bırakma ve zararın görsel tespiti yöntemi kolay ve tüm fidanlıklarda uygulanabilir olduğu için tercih edilmiştir. Bu yöntemde göre her bir türden sağlıklı, rastgele seçilen 60 adet fidan kullanılmıştır. 30 adet fidan kontrol olarak ayrılmıştır. Geriye kalan 30 adet fidan torbalarından çıkartılarak, köklerinden yetiştirme ortamı uzaklaştırılmıştır. Daha sonra fidanların kökleri su dolu kuvvet içerisinde bekletilerek köklerinin iyice temizlenmesi sağlanmış ardından, kâğıt havlular ile kurutulmuştur. Kurutma işlemi için iklimlendirme dolabı (Nuve ID 501) kullanılmıştır. Fidanlar % 30 bağıl nem ve 32 °C sıcaklık şartlarında, 15 dakika süre ile kurumaya maruz bırakılmıştır. Bu süre içerisinde iklimlendirme dolabının bağıl neminin % 60'a çıktığı ve süre bitimi sonunda % 50 civarında olduğu gözlemlenmiştir. İklimlendirme dolabından çıkartılan fidanların sadece kökleri, 5 dakika süreyle su içinde tutulduktan sonra, kontrol fidanlarıyla aynı yetiştirme ortamları ile dolu, 12x22.5 cm ebatlı polietilen torbalara dikilmişlerdir. Kontrol fidanları ve kuraklığa maruz bırakılan fidanlar, Ege Ormancılık Araştırma Enstitü Müdürlüğü laboratuvarında, ortalama nisbi nem % 60-70 (±5) arasında değişen ve ortalama sıcaklığı 20-25 °C (±2) arasında seyreden oda içinde 8 hafta süre ile gelişmeye bırakılmıştır. Her iki grupta yer alan fidanlar düzenli olarak tarla kapasitesinde sulanmıştır. Ölen fidanlar kaydedilmiştir. İki ayın sonunda bütün fidanlar Çizelge 3'de belirtilen sınıflandırmaya (Ritchie, 1984) göre değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

Fıstıkçamı, palamut meşesi ve saçlı meşe türlerine ait elde edilen fidan morfolojik özelliklerine ait bazı tanıtıcı istatistik değerleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 1. Adnan Menderes meydan meteoroloji istasyonuna ait bazı meteorolojik veriler (MGM, 2014)

Değişken	Değer
Ortalama sıcaklık (°C)	17,1
Ortalama maksimum sıcaklık (°C)	28,6
Ortalama minimum sıcaklık (°C)	5,6
Ortalama toplam yağış (mm)	67,4
Ortalama rüzgâr hızı (m/s)	2,3
Ortalama nisbi nem (%)	62,34

Çizelge 2. Fidan yetiştirme ortamlarına ait bazı fiziksel ve kimyasal analizler

Fiziksel analizler				
Fidan türü	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak tipi
Fıstıkçamı	63.44	7.12	29.44	Kumlu-balçık
Palamut meşesi	63.44	9.12	27.44	Kumlu-balçık
Saçlı meşe	63.44	7.12	29.44	Kumlu-balçık
Kimyasal analizler				
	Total CaCO ₃ (%)	ECx10 ⁻³ (µs/cm)	pH	Organik madde (%)
Fıstıkçamı	1.72	220	7.70	1.90
Palamut meşesi	1.64	327	8.08	2.20
Saçlı meşe	1.56	211	8.26	1.98
Makro elementler				
	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	
Fıstıkçamı	0.095	0.54	86	
Palamut meşesi	0.110	0.70	112	
Saçlı meşe	0.099	0.44	92	

Çizelge 3. Fidan sınıflandırması

Ölü fidan yüzdesi (%)	Sınıf
00-10	Mükemmel
11-20	İyi
21-30	Orta
31-100	Zayıf

Çizelge 4. Bazı fidan morfolojik karakterlerinin tanıtıcı istatistik değerleri

Türler	İstatistik değerler	Fidan boyu (cm)	Kök boğazı çapı (mm)	Fidanboyu/kökboğazı çapı	Kök taze ağırlığı (g)	Gövde taze ağırlığı (g)	Kök kuru ağırlığı (g)	Gövde kuru ağırlığı (g)	Gövde/kök kuru ağırlığı	Dickson kalite indeksi
Fıstıkçamı	Minimum	15	3.6	29.80	1.9	2.7	0.98	0.9	0.5	0.05
	Maksimum	28	6.6	51.95	8.5	12.7	6.4	5.4	2.42	0.38
	Ortalama	21.02	5.4	39.11	5.00	7.56	2.80	2.94	1.05	0.15
	Standart sapma (S)	3.36	0.07	6.02	1.74	2.36	1.18	0.95	0.44	0.06
	Varyasyon katsayısı (Cv %)	15.99	12.02	15.40	34.90	31.19	4216	32.38	41.75	40.16
Palamut meşesi	Minimum	12.5	3.2	23.64	2.3	1.4	1.01	0.6	0.15	0.03
	Maksimum	30.1	8.4	61.59	13.8	5.8	8.29	3.02	1.87	0.33
	Ortalama	20.60	5.8	36.84	7.89	3.14	3.80	1.57	0.41	0.15
	Standart sapma (S)	4.44	0.10	10.04	2.91	1.11	1.74	0.65	0.30	0.07
	Varyasyon katsayısı (Cv %)	21.56	17.85	27.26	36.89	35.49	45.73	41.54	72.43	46.24
Saçlı meşe	Minimum	4	2.1	11.34	2.1	0.3	0.40	0.12	0.08	0.04
	Maksimum	16.2	7.9	40	29.4	10.2	8.98	1.41	3.29	0.54
	Ortalama	9.85	4.3	23.79	7.51	1.80	3.68	0.71	0.19	0.20
	Standart sapma (S)	2.96	0.11	6.86	4.79	1.47	2.15	0.30	0.44	0.12
	Varyasyon katsayısı (Cv %)	30.00	25.24	28.81	63.74	81.97	58.46	42.92	233.83	58.27

Fıstıkçamı fidanlarının ortalama kök boğazı çapı 5.4 mm, ortalama fidan boyu 21.02 cm ve gövde/kök kuru ağırlık oranı 0.5 ile 2.42 arasında değişerek ortalama 1.05, Dickson kalite indeksi 0.05 ile 0.38 değerleri arasında değişerek ortalama 0.15 bulunmuştur. Fıstıkçamı fidanları, iğne yapraklı ağaç fidanları standardına göre; fidan kök boğazı çapı 2 mm'den az olmamalı ve gövde/kök oranı ile fidan boylarına göre iki sınıfa ayrılmaktadır (TS 2265, 1988). İğne yapraklı ağaç fidanları standardında fidanlar, kaplı fidan ve çıplak köklü fidan olmalarına göre ayrı ayrı sınıflandırılma yapılmamıştır. 2+0 yaşlı fıstıkçamı fidanlarına ait fidan standardı ve bu standarda göre değerlendirilen fidanların yüzdesi Çizelge 5'de verilmiştir. İğne yapraklı fidan standardında (TS 2265, 1988) belirtilen çap kriterine göre fıstıkçamı fidanlarının % 100'ü, 2 mm ve üzerinde bulunarak I. sınıf bulunmuştur. Bu standartta belirtilen gövde/kök kuru ağırlık oranına göre de, fıstıkçamı fidanların % 100'ü, 3'ün altında bulunarak I. sınıf da yer almıştır. Bu standardın boy kriterine göre % 97.06 (33 adet fidan) fidan 18 cm ve üzeri, % 2.94 (1 adet fidan) fidan 15 cm bulunmuştur. Yürürlükte olan iğne yapraklı ağaç fidanı standardında (TS 2265, 1988) belirtilen, fidanlarda

bulunması gereken en az çap, boy değeri ile gövde/kök kuru ağırlık oranı değeri birlikte değerlendirildiğinde fıstıkçamı fidanlarının % 97.06'sı I. sınıf, % 2.94'ü II. sınıfta yer almıştır.

Palamut meşesi fidanlarının ortalama kök boğazı çapı 5.8 mm, ortalama boyu 20.6 cm ve gövde/kök kuru ağırlık oranı, 0.15 ile 1.87 arasında değişerek ortalama 0.41, Dickson kalite indeksi 0.03 ile 0.33 arasında değişerek ortalama 0.15 bulunmuştur. Saçlı meşe fidanlarının ortalama kök boğazı çapı 4.3 mm, ortalama boyu 9.85 cm ve gövde/kök kuru ağırlık oranı, 0.08 ile 3.29 arasında değişerek ortalama 0.19, Dickson kalite indeksi 0.04 ile 0.54 arasında değişerek ortalama 0.2 bulunmuştur. Meşe fidanları TSE'nin yapraklı orman ağacı fidanları standardına göre kalite sınıfları değerlendirilmiştir (TS 5624, 1988). Bu standartta fidanların yaşı göz önüne alınmadan fidan boyu ve kök boğazı çaplarına göre iki sınıfa ayrılmıştır. Kaplı meşe fidanlarına ait standart ve bu standarda göre değerlendirilen fidan yüzdeleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5. 2+0 yaşlı fıstıkçamı fidanının iğne yapraklı fidan standardına (TS 2265, 1988) göre fidan kalite sınıfları ve fidan yüzdesi

Tür	Sınıfı	En az boy (cm)	Gövde/kök oranı	Fidan yüzdesi
Fıstıkçamı	I	18	3/1'den az	% 97.06
	II	15	3/1'den 4/1'e kadar	% 2.94

Çizelge 6. Kaplı meşe fidanının yapraklı orman ağacı fidan standardına (TS 5624, 1988) göre fidan kalite sınıfları ve fidan yüzdesi

Tür	Sınıfı	En az boy (cm)	En az kök boğazı çapı (mm)	Fidan yüzdesi
Palamut Meşesi	I	40	5	-
	II	30	4	% 2.94
	Standart dışı			% 97.06
Saçlı meşe	I	40	5	-
	II	30	4	-
	Standart dışı			% 100

Yapraklı orman ağaçları fidan standardında (TS 5624, 1988) belirtilen boy değerlerine göre palamut meşesi fidanlarının % 97.06'sı (33 adet fidan) 30 cm'nin altında kalarak standart altı bulunmuş, % 2.94'ü (1 adet fidan) 30 cm bulunarak II. sınıf da yer almıştır. Bu standartta belirtilen çap kriterlerine göre palamut meşesi fidanlarının % 88.24'ü (30 adet fidan) 5 cm ve üzeri bulunarak I. sınıf, % 8.82'si (3 adet fidan) 4 cm bulunarak II. sınıf ve % 2.94'ü (1 adet fidan) 3 cm bulunarak standart altı olduğu tespit edilmiştir. Yapraklı orman ağacı fidan standardında belirtilen en az boy ve kök boğazı çapı nitelikleri birlikte değerlendirildiğinde; palamut meşesi fidanlarının % 97.06'sı standart altı, % 2.94'ü II. sınıf bulunmuştur. Yapraklı orman ağaçları fidan standardında (TS 5624, 1988) belirtilen boy kriterlerine göre saçlı meşe fidanlarının % 100 (50 adet fidan) 30 cm'nin altında bulunarak standart altı bulunmuştur. Bu standartta belirtilen çap kriterine göre saçlı meşe fidanlarının % 36'sı (18 adet fidan) 5 cm ve üzeri bulunarak I. sınıf, % 40'ı (20 adet fidan) 4 cm bulunarak II. sınıf ve % 24'ü (12 adet fidan) 4 cm'nin altında bulunarak standart altı bulunmuştur. Yapraklı orman ağacı fidan standardında belirtilen en az boy ve kök boğazı çapı nitelikleri birlikte değerlendirildiğinde; saçlı meşesi fidanlarının boyları standartta belirtilen boy değerlerinin altında kaldığı için standart altı bulunmuştur.

Kuraklığa maruz bırakma ve zararın gözle tespit edilmesi çalışması sonucunda; fıstıkçamı fidanlarının hepsi (%100), palamut meşesi fidanlarının da % 66'sı kuruyarak zayıf sınıfta yer almıştır. Saçlı meşe fidanlarının % 20'si kuruyarak iyi sınıfta yer almıştır (Çizelge 7). Her üç türde de kontrol grubundaki fidanlar %100 yaşama yüzdesi göstermişlerdir.

Çizelge 7. Kurumaya maruz bırakılan fidanların ölüm oranı

	Yaşayan fidan sayısı	Ölen fidan sayısı	Ölen fidan yüzdesi
Fıstıkçamı	0	30	% 100
Palamut meşesi	10	20	% 66
Saçlı meşe	24	6	% 20

4. Tartışma ve sonuç

Kaliteli fidan bölgeye uygun, genetik uyumu mükemmel, morfolojik niteliklerle birlikte (kök sistemi, çapı, gövde yapısı, boyu, dallanma durumu vb. gibi) fizyolojik özellikler (kuraklık ve düşük sıcaklıklara dayanıklı, su potansiyeli, kök yenileme kapasitesi, beslenme durumu vb. gibi) bakımından amaçlara uygun fidan kaliteli fidandır (Yahyaoglu ve Genç, 2007). Türkiye de TSE'nin fidan standartları türlerin iğne yapraklı ve yapraklı ağaç türü oluşuna göre ayrılmakta ve bazı morfolojik özelliklere göre sınıflandırılmaktadır. Fidan kalite sınıflandırılmasında kullanılan ilk kriter fidan yaşı olmuştur. Ancak, aranan diğer kalite göstergelerinin (fidan boyu, kök boğazı çapı, katlılık gibi) sadece yaşla ilgili olmaması nedeniyle, yaşın tek başına kalite kriteri olarak kullanımından zamanla vazgeçilmiştir. Kalite sınıflandırılmasına ait ilk çalışmalarda kullanılan bir diğer ölçüt ise fidan boyudur (Yahyaoglu ve Genç, 2007). Dikim alanının ekolojik koşullarına bağlı olarak, bazen uzun boylu bazen kısa boylu ve nadiren de orta boylu fidanların dikim sonrasında daha başarılı olduğu belirtilmektedir. İdeal fidan büyüklüğü büyük oranda ağaçlandırma sahasında hâkim olan rutubet koşullarına bağlıdır. Bazı araştırmacılar, fidan boyu ile yaşama başarısı arasında negatif korelasyon (Larsen vd., 1986; Tuttle vd., 1987; Dirik, 1991), Semerci, (2002) Ankara da kurduğu deneme sahasında ise pozitif korelasyon bulmuştur. Çalışmamızda iğne yapraklı ağaç fidanı standardında (TS 2265, 1988) belirtilen boy değerlerine göre değerlendirildiğinde; fıstıkçamı fidanlarının % 97.06'sı I. sınıf, % 2.94'ü II. sınıf da yer almıştır. Yapraklı orman ağacı fidanları standardında (TS 5624, 1988) belirtilen boy değerlerine göre palamut meşesi fidanlarının % 97.06'sı 30 cm'nin altında bulunarak standart altı bulunmuş, %2.94'ü 30 cm bulunarak II. sınıfta yer almıştır. Saçlı meşe fidanlarının boyları ise bu standartta belirtilen boy değerlerinin altında bulunduğu için standart altı bulunmuştur.

Fidan kalite sınıflamasında, kök boğazı çapının, fidan boyuna göre daha önemli bir kriter olduğu vurgulanmaktadır (Şimşek, 1987). *Pinus radiata* ve *Pseudotsuga menziesii* fidanları ile yapılan bir çalışmada (Duryea, 1984) ve karaçam ile yapılan başka bir çalışmada Genç vd. (1999) da kök boğazı çapının en iyi kalite göstergesi olduğu ifade edilmektedir. Çalışmamızda fıstıkçamı fidanlarının % 100'ü kök boğazı çapı bakımından 2 mm ve üzeri bulunarak iğne yapraklı ağaç fidanı standardında (TS 2265, 1988) belirtilen kök boğazı çapı değerine göre I. sınıf bulunmuştur. Yapraklı

orman ağacı fidanları standardında (TS 5624,1988) belirtilen çap kriterlerine göre palamut meşesi fidanlarının % 88.24'ü 5 cm ve üzeri bulunarak I. sınıf, % 8.82'si 4 cm bulunarak II. sınıf ve % 2.94'ü 3 cm bulunarak standart altı olduğu tespit edilmiştir. Yapraklı orman ağacı fidanları standardında belirtilen çap kriterine göre saçlı meşe fidanlarının % 36'sı 5 cm ve üzeri bulunarak I. sınıf, % 40'ı 4 cm bulunarak II. sınıf ve % 24'ü 4 cm'nin altında bulunarak standart altı bulunmuştur.

Gövde/kök kuru ağırlık oranı fidan kalite sınıflandırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Gövde/kök kuru ağırlık oranı, gövde ve kök arasındaki uyumu göstermektedir ve bu uyuma bakılarak fidanın arazi başarısı değerlendirilebilir (Tolay, 1983). Ancak, ağırlık oranının fidanların mevcut kök yapılarını her zaman doğru bir şekilde yansıtmadığı da söylenebilir. Kökleri ağır ama kılcal köklerle fakir bir fidan; kökleri hafif, ama kılcal köklerle zengin bir fidana göre daha kaliteli değildir (Bacon, 1979). Ürgenç (1998), normal yetiştirme ortamlarında gövde/kök kuru ağırlık oranının 3, kurak yetiştirme ortamlarında 2, hatta 1'den büyük olması gerektiğini ifade etmektedir. Cleary ve Greaves, (1979) gövde/kök oranı 2 ve 3 olan fidanların kurak alanlarda tutma başarısının daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Kurak bölge ağaçlandırmalarında gövde/kök oranı 3'ten fazla olmayan fidanların kullanılması önerilmektedir. Bernier vd., (1995), gövde/kök oranının yüksek olması köklerin bol olmadığı anlamına geldiğini, bu oranın düşük olması ise köklerin yaprak alanına göre bol olduğunu ve fidanların yüksek su stresine dayanma potansiyelini gösterdiğini belirtmiştir. Bilgin (2008), farklı iki orijinde, farklı kap tiplerinde ve büyüme ortamlarında yetiştirilen 1+0 yaşlı fıstıkçami fidanlarının gövde/kök kuru ağırlık oranı 0.90 ile 3.64 arasında değiştiğini bildirilmiştir. Yine 2+0 yaşlı çıplak köklü Kazdağı göknarı fidanlarının fidan kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada da, fidanların gövde/kök kuru ağırlıkları oranı ortalama 0.96 bulunmuştur (Bilgin, 2012). Genç vd., (1999) üç farklı orman fidanlığında, 9 farklı orijinden 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının fidan kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada gövde/kök kuru ağırlık oranı 2 ile 3.6 arasında değiştiği bildirilmiştir. Çalışmamızda iğne yapraklı fidan standardında (TS 2265, 1988) belirtilen çap kriterine göre fıstıkçami fidanlarının % 100'ü, 2 mm ve üzerinde bulunarak I. sınıf bulunmuştur. Çalışmamızda fıstıkçami için gövde/kök kuru ağırlık oranı ortalama 1.05, palamut meşesi fidanlarının gövde/kök kuru ağırlık oranı ortalama 0.41, saçlı meşe fidanlarının gövde/kök kuru ağırlık oranı ortalama 0.19 bulunmuştur. Yapılan çalışmalar (Genç, vd., 1999; Bilgin, 2008; Bilgin, 2012) gövde/kök kuru ağırlık oranının türe, orijine, fidanın yetiştirildiği fidanlığa, fidanın yetiştirildiği kap tipi ve büyüme ortamına ve uygulanan fidan kültürel işlemlerine (ekim sıklığına, gübreleme, sulama rejimi vb. gibi) göre değiştiğini göstermektedir.

Dickson kalite indeksi değeri yaşama yüzdesi ve dikim başarısını belirlemede önemli göstergelerdendir. (Bayala vd., 2009; Mañas vd., 2009). Fidan kalite indeksi Dickson vd. (1960) tarafından geliştirilmiş ve fidan kuru ağırlığını, fidan boyu/kök boğazı çapı oranını ve gövde kuru ağırlığı/kök kuru ağırlığı oranını içermektedir. Dickson vd. (1960)'ne atfen fidan kalite indeksi 1'e yakın ve daha yüksek bulunan fidanların daha yüksek kaliteli olarak kabul edildiği bildirilmektedir (Aslan, 1986). Yapılan çalışmalarda tohum orijini ile büyüklüğünün ve fidanlık uygulamalarının

(ekim zamanı, yetiştirme sıklığı, büyüme ortamı ve kap tipi) Dickson kalite indeksi üzerinde etkili olduğu bulunmuştur (Ayan, 2002; Bilgin, 2008; Aksu ve Tilki, 2015; Özüberk ve Deligöz 2016; Alım ve Kavgacı, 2017). Çalışmalarda Dickson kalite indeksi değerleri, 1+0 yaşlı çıplak köklü kokulu ardıç (Özüberk ve Deligöz, 2016) fidanları için 0.2 ile 0.4 arasında, 1+0 yaşlı çıplak köklü diken ardıç (Alım ve Kavgacı, 2017) fidanları için 0.12 ile 0.34 arasında, 1+0 yaşlı farklı kap tiplerinde yetiştirilen fıstıkçami fidanları (Bilgin, 2008) için 0.06 ile 0.28 arasında değiştiği bildirilmiştir. Çalışmamızda da fıstıkçami fidanları için Dickson kalite indeksi 0.05 ile 0.38 değerleri arasında değişerek ortalama 0.15 bulunmuştur (Çizelge 4). Palamut meşesi fidanları için Dickson kalite indeksi 0.03 ile 0.33 arasında değişerek ortalama 0.15 bulunmuş, saçlı meşe fidanları içinde bu değer 0.04 ile 0.54 arasında değişerek ortalama 0.2 bulunmuştur.

İğne yapraklı ağaç fidanları TS 2265 standardizasyonunda fidanlar topraksız, topraklı ve kaplı fidan oluşlarına göre ayrı gruplandırılmış fakat aynı morfolojik değerlere göre sınıflandırılması eksiklik olarak değerlendirilebilir. Yahyaoğlu ve Genç (2007) iğne yapraklı ağaç fidanları TS 2265 standardizasyonunu yetersiz, hatta asgari kök boğazı değeri bağlamında hatalı bulmaktadır. Bu standardın en büyük eksikliğinin türe ve yaşa bakılmaksızın asgari kök boğazı çapının 2 mm olarak kabul edilmiş olması gösterilmektedir. Çalışmamızda iğne yapraklı ağaç fidanı standardına (TS 2265, 1988) göre; fıstıkçami fidanları çap kriterine göre %100'ü I. sınıf kalite özelliğinde bulunurken, boy kriterine göre % 97.06'sı I. sınıf, % 2.94'ü II. sınıf da yer almıştır. Çalışmamızda da görüldüğü gibi iğne yapraklı orman ağacı standardında belirtilen asgari kök boğazı çapı değerinin çok düşük olması çalışmada değerlendirilen tüm fıstıkçami fidanlarının kaliteli olarak nitelendirilmektedir. Yapraklı orman ağacı fidanları standardında (TS 5624, 1988) meşenin türlerine göre ve yaşa göre ayırım yapılmaması da bir eksikliktir. Çalışmamızda palamut meşesi fidanları yapraklı orman ağacı fidanları standardında belirtilen boy kriterine göre değerlendirildiğinde; % 97.06'sı 30 cm'nin altında bulunarak standart altı bulunmuş, %2.94'ü 30 cm bulunarak II. sınıfta yer almıştır. Bu standartta belirtilen çap kriterlerine göre palamut meşesi fidanlarının % 88.24'ü 5 cm ve üzeri bulunarak I. sınıf, % 8.82'si 4 cm bulunarak II. sınıf ve % 2.94'ü 3 cm bulunarak standart altı olduğu tespit edilmiştir. Saçlı meşe fidanlarının boyları ise bu standartta belirtilen boy değerlerinin altında bulunduğu için standart altı bulunmuştur. Yapraklı orman ağacı fidanları standardında (TS 5624, 1988) belirtilen çap kriterlerine göre saçlı meşe fidanlarının % 36'sı 5 cm ve üzeri bulunarak I. sınıf, % 40'ı 4 cm bulunarak II. sınıf ve % 24'ü 4 cm'nin altında bulunarak standart altı bulunmuştur. Yapraklı orman ağacı fidanları standardında boy kriterine göre palamut meşesi fidanlarının tamamına yakını ve saçlı meşe fidanlarının ise tamamı standart altı olarak değerlendirilirken, çap kriterine göre değerlendirildiğinde kaliteli olarak kabul edilen I. ve II. sınıfa giren fidan sayılarının arttığı ve standart altı kabul edilen fidan sayısının ise azaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada fidan kalitesini değerlendirmede kullanılan morfolojik özelliklere göre kaliteli olarak sınıflandırılan ve standart altı olarak değerlendirilen fidanların sayılarının değiştiği görülmektedir.

Çalışmadan da anlaşılacağı üzere, yapraklı orman ağacı standardında belirtilen sadece çapa ve boya göre belirtilen

morfolojik özelliklerle, palamut ve saçlı meşe fidanlarının fidan kalite özelliklerinin, gerçekte belirlenemediği düşünülmektedir. Boylu fidanların kurak ve yarı kurak alanlarda bir dezavantaj oluşturacağı buna göre kısa boylu, iyi gelişmiş saçak kök yapısına sahip ve kök yenileme kapasitesi gibi fizyolojik özelliklerce uygun fidanların tercih edilmesinin bir avantaj oluşturacağı unutulmamalı, fidan kalite sınıfları bu özelliklere göre belirlenmelidir. Kurak ve yarı kurak bölge ağaçlandırmalarında kullanılacak morfolojik fidan özellikleri, diğer bölge ağaçlandırmalarında kullanılacak fidan özelliklerinden farklı olmalıdır. Özellikle kurak ve yarı kurak alan ağaçlandırmalarında kullanılacak fidanların belirlenmesinde mevcut kullanılan fidan standartlarının yetersiz olduğu söylenebilir. Alptekin ve İmal (2010) kurak ve yarı kurak orijinli fidanlarının, daha kısa ve daha derin, gelişmiş bir saçak kök sistemi, daha büyük kök boğazı çapı, ibrelerde daha az stoma sayısı ve daha kalın bir mum tabakası gibi karakterler ile diğer fidanlardan farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Bu nedenle söz konusu alanlarda başarı için uygun orijin seçimi ile birlikte fidanlarda hedeflenen morfolojik ve fizyolojik yapıya ulaşılması gerektiği ifade edilmiştir.

Kızılçam, karaçam ve fıstıkçamanın kuraklığa karşı reaksiyonlarını belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada transpirasyonla oluşan su kayıplarına karşı en iyi direnci kızılçam göstermiş, bu türü Anadolu karaçamı ve fıstıkçamı izlemiştir. Ekofizyolojik bakımdan kızılçamın kuraklık etkilerine karşı yüksek bir dayanıklılık potansiyeline sahip olduğu, fıstıkçamanın ise sınırlı kuraklık etkilerine uyum gösterebilen bir tür olduğu belirtilmiştir (Dirik, 1994). Kılıcı vd., (2014) doğal fıstıkçamı ormanlarını, Akdeniz ikliminin etkisi altında bulunan bölgelerde yer almakla birlikte özel konumu, toprakları, doğal bitki örtüsü ve iklim özellikleri değerlendirildiğinde, bu sahaların lokal özellik taşıdığını belirlemişlerdir. Bu bilgiler doğrultusunda fıstıkçamanın toprak, su, iklim istekleri açısından kanaatkâr olmadığı, bilakis seçici bir tür olduğu bildirilmektedir. Bu yüzden kurak ve yarı kurak bölgelerde yapılacak ağaçlandırmalar için uygun bir tür olmadığı belirtilmiştir. Yaptığımız kuraklığa maruz bırakma ve zararın gözle tespit edilmesi çalışması sonucunda da, fıstıkçamı fidanlarının hepsi (%100) kuruyarak zayıf sınıfta yer almıştır. Johnson vd., (2002) meşelerin (*Quercus* sp.) kuraklık toleransı olan bitkiler olduğunu ve kuraklığa toleransı daha düşük olan bitkilerin gelişiminin engellendiği alanlarda yaşamlarını sürdürdüklerini belirtmiştir. Kuraklığa maruz bırakma ve zararın gözle tespit edilmesi çalışması sonucunda, palamut meşesi fidanlarının % 66'sı kuruyarak zayıf sınıfta yer almıştır. Saçlı meşe fidanlarının ise % 20'si kuruyarak iyi sınıfta yer almıştır. Ritchie (1984) kurumaya maruz bırakma ve zarar durumunun görsel tespiti yönteminde; zayıf sınıfta yer alan fidanların normal şartlar altında hiçbir yere dikilmemesi gerektiğini, orta sınıfta yer alan fidanların ise şiddetli stres koşullarına rastlanmayan yetiştirme ortamlarına dikilebileceğini bildirmiştir.

Ağaçlandırma çalışmalarında amaca uygun genetik, morfolojik ve fizyolojik özellikler bakımından kaliteli fidanlar kullanılmalıdır. Tüm orman fidanlıklarında uygulanabilir, fidanların kalitesini belirlemeye yönelik morfolojik ve fizyolojik fidan özelliklerinin birlikte değerlendirildiği yeni çalışmalar yapılmalıdır. Türkiye de bölgelere ve ağaçlandırma amacına göre değişen, morfolojik özellikler yanında fizyolojik özelliklerinde birlikte

değerlendirildiği farklı fidan standartları kullanılmalıdır. İğne yapraklı ağaç fidanları standardizasyonunda fidanlar topraksız, topraklı ve kaplı fidan oluşlarına göre ayrı morfolojik ve fizyolojik özelliklere göre sınıflandırılmalıdır. Yapraklı orman ağacı fidanları standardizasyonunda da meşenin türlerine göre ve yaşa göre farklı fidan standartları oluşturmalıdır.

Kaynaklar

- Akça, H., Yazıcı, I., 1999. İzmir yöresinde yetiştirilen kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) fidanlarında değişik sulama miktarlarında oluşan fizyolojik değişiklikler. Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 13, İzmir.
- Aksu, Y., Tilki, F., 2015. Orijin ve tohum büyüklüğünün *Quercus pontica* fidanlarının yaşama yüzdesi ve morfolojik özellikleri üzerine etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 16(2): 216-226.
- Alım, E., Kavgacı, A., 2017. Eğirdir Orman Fidanlığı'nda diken ardıcı (*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*) fidan yetiştirme sıklığının fidan morfolojisine etkileri. Ormanlık Araştırma Dergisi. 4(1): 1-11. DOI:https://doi.org/10.17568/ogmad.309242
- Alptekin, C.Ü., İmal, B., 2010. Kurak ve yarı kurak alanlarda fidan üretimine genel bir bakış. III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, 20-22 Mayıs 2010, Artvin, Cilt: II, s. 792-803.
- Aslan, S., 1986. Kazdağı göknarı (*Abies equitrojani* Ascher et Sinten)'nin fidanlık tekniği üzerine çalışmalar. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayını, Teknik Bülten Serisi No.157, Ankara.
- Anşın, R., Özkan, Z.C., 1993. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunu Taksonlar. KTÜ Yayınları, Yayın No: 167, Fakülte No: 19, Trabzon.
- Ayan, S., 2002. Tüplü doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) fidanı büyüme ortamları özellikleri ve üretim tekniğinin belirlenmesi. Doğu Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, 11, 72 s, Trabzon.
- Bayala, J., Dianda, Z.M., Wilson, Z.J., Ouedraogo, S.J., Sanon, Z.K. 2009. Predicting field performance of five irrigated tree species using seedling quality assessment in Burkina Faso, West Africa. New Forests. 38: 309-322.
- Bernier, P.Y., Lamhamedi, M.S., Simpson, D. G., 1995. Shoot:Root Ratio Is of Limited Use in Evaluating the Quality of Container Conifer Stock. Tree Planters Notes. 46(3): 102-106.
- Bilgin, S., 2008. Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.)'nın tohum-fidan ilişkileri ve fidanlıkta fidan yetiştirme teknikleri. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Bilgin, S., 2012. Determination of some morphological characteristics of 2+0 aged seedlings of Kazdağı fir (*Abies equi-trojani* Ashers et Sint.). Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi. 12(3): 40-46.
- Bacon, G.J., 1979. Seedling morphology as an indikatör of planting stock quality in conifers. Paper to IUFRO Workshop on "Techniques for evaluating planting stock quality", August 1979, New Zealand.
- Boydak, M., Çalışkan, S., 2014. Ağaçlandırma (tohum, ağaç ıslahı, fidanlık, doğaya yakın ormanlık, alan hazırlığı, ekim, dikim, yarı kurak, kurak alanlar, endüstriyel ağaçlandırmalar, karstik alanlar, özel nitelikli ağaçlandırmalar). Ogem-Vak. Yayını, İstanbul.
- Bölük, E., 2016. Erinç iklim sınıflandırmasına göre Türkiye iklimi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Klimatoloji Şube Müdürlüğü, https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/erinc.pdf Erişim:20.06.2019.
- Cleary, B.D., Greaves, R.R., 1979; (Çeviri: Eyüpoğlu, A.K.) Fidan. OAE Dergisi. 25(2): 31-68.
- Colombo, S.J., 2004. How to improve the quality of broadleaved seedlings produced in the tree nurseries. Nursery production and stand establishment of broad-leaves to promote sustainable forest management. APAT- italy's Agency for he protection of the environment and for technical service, Nature Conservation Dpt., parks, Ecosystem and Biodiversity Service, İtaly, Atti 5/2003, ISBN 88-448-013-5, 41-53.
- Davis, P.H., 1965. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Vol. I, Edinburgh University Press, Edinburgh.

- Dirik, H., 1991. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.)'da bazı önemli fidan karakteristikleri ile dikim başarısı arasındaki ilişkiler. Doktora Tezi, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dirik, H., 1994. Üç yerli çam türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lam., *Pinus pinea* L.) kurak periyoddaki transpirasyon tutumlarının ekofizyolojik analizi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi. 44A(1): 111-121.
- Dickson, A., Leaf, A.L., Hosner, F., 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. Forestry Chronicle. 36: 10-13.
- Deligöz, A., Gür, M., 2015. Morphological, physiological and biochemical responses to drought stress of Stone pine (*Pinus pinea* L.) seedlings. Acta Physiol Plant. 37: 243 DOI 10.1007/s11738-015-1998-1.
- Deligöz, A., Bayar, E., 2017. Kuraklık stresli *Quercus cerris* fidanlarının fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerindeki değişimler. Türkiye Ormanlık Dergisi. 18(4): 269-274.
- Doğan, Y., Başlar, S., Kanıslı, M., 2000. Batı Anadolu'da yayılış gösteren *Quercus ithaburensis* decne subsp. *Macrolepis* (kotschy) Hedge et Yalt. (fagaceae) (Palamut Meşesi) üzerinde ekolojik bir araştırma. Çevre Dergisi. 9(35): 22-25.
- Ducrey, M., 1988. Reaction à la secheresse de quelques especes forestieres mediterraneennes. Revue Forestiere Française, XL (5): 359-370.
- Duryea, M.L., 1984. Nursery Cultural Practices: Impacts on Seedling Quality. Forest Nursery Manual, Production of Bareroot Seedlings, Duryea, M. L., Landis, T. D. (eds.), Forest Research Laboratory, Oregon State University, pp. 143-164.
- Fırat, F., 1943. Fıstıkçanı ormanlarımızda meyve ve odun verimi bakımından araştırmalar ve bu ormanların amenajman esasları. Yüksek Ziraat Enstitüsü Yayınları, 141, Ankara.
- Frankis, M., 1999. *Pinus pinea*. https://www.conifers.org/pi/Pinus_pinea.php. Accessed: 14.06.2006.
- Garcia Vargas, J.F., Baciller Catalan, G.Y., 2000. The Fao-Ciheim Interregional Cooperative Research Network On Nuts. 1'er Simposio Del Pino Pinonero (*Pinus pinea* L.), Tomo II, 22-24 Febrero 2000, 363-370, Spain.
- Genç, M., Güner, T., Şahan, A., 1999. Eskişehir, Eğirdir ve Seydişehir orman fidanlıklarında 2+0 yaşlı karaçam fidanlarında morfolojik incelemeler. Tübitak, Tarım ve Ormanlık Dergisi. 23(2): 517-525.
- Gezer, A., Yücedağ, C., 2006. Ormanlıkta Ekim ve Dikim Yoluyla Ağaçlandırma Tekniği. SDÜ Orman Fakültesi Yayınları. No: 63, Isparta.
- INC, 2014. International nut and dried fruit foundation, 2011, 2012. http://www.nutfruit.org/glob-stat-review-2011-2012_70816.pdf. Erişim:14.02.2014.
- Johnson, P.J., Shifley, S.R., Rogers, R. 2002. Oak-dominated Ecosystems. In: The Ecology and Silviculture of Oaks. CABI Publishing, pp. 8-53, New York.
- Kılıç, M., Akbin, G., Sayman, M., 2014. Fıstık Çamı (*Pinus pinea* L.). Ege Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 74, ISBN 978-605-4610-59-4, İzmir.
- Kulaç, Ş., 2010. Kuraklık stresine maruz bırakılan sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) fidanlarında bazı morfolojik fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin araştırılması. Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Larsen, H.S., South, D.B., Boyer, J.M., 1986. Root growth potential, seedling morphology and bud dormancy carriage with survival of lob-lolly pine seedlings planted in december in Alabama. Tree Physiology. 1(41): 253-263.
- Mañas, P., Castro, E., Heras, J., 2009. Quality of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) seedlings using waste materials as nursery growing media. New Forests. 37: 295-311.
- MGM, 2014. Adnan Menderes meydan meteoroloji istasyonunu meteorolojik verileri, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İzmir Bölge Müdürlüğü, İzmir.
- OGM, 1986. 4081 No'lu Tamim, TOKB, Orman Genel Müdürlüğü, Fidanlık ve Tohum İşleri Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- OGM, 2006. Fıstıkçanı Eylem Planı (2006-2010). Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2018. Orman Genel Müdürlüğü 2017 yılı idare faaliyet raporu. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2019. Palamut meşesi: orman Genel Müdürlüğü, Ankara. [https://atib.ogm.gov.tr/Sayfalar/Tıbbi ve Itri Bitkilerimizi Taniyalim/Palamutmesesi.aspx](https://atib.ogm.gov.tr/Sayfalar/Tıbbi_ve_Itri_Bitkilerimizi_Taniyalim/Palamutmesesi.aspx), Erişim: 14.03.2019.
- Özüberk, Ş.D., Deligöz, A., 2016. Kokulu Ardıç (*Juniperus foetidissima* Wild.) fidanlarının morfolojisi, kök gelişme potansiyeli ve karbonhidrat içeriği üzerinde yetiştirme sıklığının etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 20(2): 369-375.
- Ritchie, G.A., 1984. Asseeing seedling quality. Forest Nursery Manuel, Production of Bareroot Seedling (Duryea M.L., Thomas, D.L., eds.) Forest Reseach Laboratory, Oregon State Üniv, pp. 243-259, Corvallis.
- Semerci, A., 2001. Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarında su potansiyeli bileşenlerinde oluşan dönemsel değişimler. Doktora tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Semerci, A., 2002. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik karakteristikler ile İç Anadolu'daki dikim başarısı arasındaki ilişkiler. İç Anadolu Orman Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 279, 142 s, Ankara.
- Şevik, H., Ayan, S., Demircioğlu, N., Sıvacioğlu, A., 2003. Kastamonu - Gökkyöy orman fidanlığı çıplak köklü geniş yapraklı orman ağacı fidanlarının TSE normlarına göre değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. 3(2): 233-245.
- Şimşek, Y., 1987. Ağaçlandırmada kaliteli fidan kullanma sorunları. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 33, 65, 5-29, Ankara.
- Tolay, U., 1983. Hendek orman fidanlığında Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.)'ın yetiştirilmesi tekniği ile fidan Kalitesi ve dikim başarısı arasındaki ilişkiler üzerine araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten No:19, 49-448, İzmit.
- TS 2265, 1988. İğne yapraklı ağaç fidanları standardı. TSE, Ankara.
- TS 5624, 1988. Yapraklı orman ağacı fidanları standardı. TSE, Ankara.
- Tuttle, C.L., South, D.B., Golden, M.S., Meldahl, R.S., 1987. Relationship between initial seedling height and survival and growth of loblolly pine seedlings planted During a droughty year. Southern Journal of Applied Forestry, 11, 3, 42, 253-263.
- TÜİK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/menu.zul>, Erişim: 03.06.2016.
- Ürgenç, S., 1998. Ağaç ve Süs Bitkileri Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları 442, İstanbul.
- Yahyaoglu, Z., Genç, M., 2007. Fidan Standardizasyonu. Standart Fidan Yetiştirme Biyolojik ve Teknik Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fak., Yayın No:75, 555, Isparta.
- Yaltırık, F., 1988. Gymnospermae (Açık Tohumlular). İ.Ü.Yayınları, 3443 (386), Taş Matbaası, İstanbul.
- Yaltırık, F., 1993. Dendroloji Ders Kitabı II, Angiospermae (Kapalı Tohumlular). 2. Baskı, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:3767, 420, İstanbul.

Bazı meşcere değişkenlerinin karaçam gençlik sayısı ve büyümesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması

Emirhan Köseoğlu^a, Ferhat Kara^{b,*}

Özet: Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ormanlarının doğal olarak gençleştirilmesinde yaşanan zorluklar nedeniyle, farklı meşcere değişkenlerinin gençleştirme başarısını üzerine olan etkilerinin iyi anlaşılması oldukça önemlidir. Ülkemizde doğal gençleştirme çalışmalarında meşcere kapalılığı yaygın olarak kullanılan meşcere değişkenlerinden biridir. Fakat, göğüs yüzeyi alanı (GYA) (m²/ha), meşcere stoğu (%) ve meşcere içerisine geçirilen ışık miktarı (GIM) (%) gibi meşcere değişkenlerinin karaçam gençleştirilmesi üzerine etkileri konusunda çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada GYA, meşcere stoğu ve GIM'nin karaçam gençlik sayısı ile beşinci yıl sonundaki kök boğaz çapı (KBÇ) ve boy değerleri üzerine etkilerinin belirlenmesi ve karaçam gençlikleri üzerinde hangi parametrenin daha etkili olduğunun saptanması amaçlanmıştır. Kastamonu Araç Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde alınan deneme alanlarına ait GYA değerleri hesaplanmış ve her bir deneme alanı için GIM değeri Plant Canopy Imager yardımıyla belirlenmiştir. Deneme alanlarına ait meşcere stoğu karaçam için daha önce geliştirilen formül yardımıyla hesaplanmıştır. Meşcere değişkenleri ile karaçam gençlik sayısı, KBÇ ve boy değerleri arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir (p<0.05). Ayrıca, seçilen değişkenler içerisinde GIM'in hem gençlik sayısı hem de KBÇ ve boy değerleri üzerinde diğer değişkenlere kıyasla daha etkili olduğu belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular, ülkemizde karaçam gençleştirmelerinde yaygın olarak kullanılan meşcere kapalılığı yanında, meşcere stoğu ve özellikle de direk ışık ölçümlerinin de kullanılmasının faydalı olabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Gençleştirme, Göğüs yüzeyi, Meşcere stoğu, PAR

Comparison of the influence of some stand structural parameters on black pine seedling density and growth

Abstract: Due to the difficulties in natural regeneration of black pine (*Pinus nigra* Arnold) forests, the influences of different stand structural parameters on regeneration success should be well understood. Canopy closure is one of the most commonly used parameters in natural regeneration activities in Turkey. However, studies regarding the effects of stand basal area (GYA) (m²/ha), stand stocking (%) and light transmittance (GIM) (%) on black pine regeneration has been limited. In this study, we aimed to determine the influences of GYA, stand stocking and GIM on seedling density, as well as root-collar diameter (KBÇ) and height of 5-year old black pine seedlings. We also aimed to find which parameter has more influence on black pine seedlings. GYA for each study plot installed within Kastamonu Araç Forest Planning Unit was calculated, and GIM of each plot was also determined using a Plant Canopy Imager. Stand stocking of each plot was calculated using a published equation. There were significant relationships between stand parameters and seedling density, KBÇ and seedling height (p<0.05). Moreover, GIM has more influence than GYA and stand stocking on seedling density, KBÇ and seedling height. Findings suggest that stand stocking and direct light measurements should be complementary to the commonly used canopy closure in black pine regeneration.

Keywords: Regeneration, Basal area, Stand stocking, PAR

1. Giriş

Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Türkiye'de doğal olarak yayılış yapan başlıca ağaç türlerinden biri olup yüksek kaliteli odun sağlamaktadır (Ertekin ve Özel, 2010). Karaçam, Türkiye'de geniş bir yayılış alanına sahiptir ve çoğunlukla 400 m ile 2100 m arasındaki yükseltilerde yayılış yapmaktadır. Türkiye'de karaçam saf ve karışık olarak meşcereler kurmaktadır. Bu tür ülkemizde toplam ormanlık alanın % 22'si olan yaklaşık 4.700.000 hektarlık bir alanı kaplamaktadır (OGM, 2014). Karaçam, Türkiye'nin birçok bölgesinde ve ayrıca diğer bazı Akdeniz ülkelerinde büyük ağaçlandırma çalışmalarında en çok

kullanılan çam türlerinden biridir (Bogunic vd., 2007; Ertekin ve Özel, 2010). Karaçam bir yarı-ışık ağacı olup siper altında uzun süre gelişme enerjisini yitirmeden kalabilmektedir (Genç, 2004). Meşcere kapalılığı ve üst tabakadaki açıklıklar gençliğin yoğunluğu ve büyümesi için hayati önem taşımaktadır (Page vd., 2001). Karaçam ormanlarında gençleştirme başarısı ve gençlik büyümesi genellikle siperaltı yöntemi kullanılarak oluşturulan parçalı meşcere yapılarıyla yakından ilişkili olduğu belirtilmektedir (Odabaşı vd., 2004).

Karaçam ormanlarının doğal olarak gençleştirilmesindeki zorluklar nedeniyle (Del Cerro Barja vd., 2009), mevcut karaçam ormanlarının doğal

✉ ^a Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye

^b Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Kastamonu, Türkiye

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): fkara@kastamonu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 18.09.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.12.2019



Citation (Atıf): Köseoğlu, E., Kara, F., 2019. Bazı meşcere değişkenlerinin karaçam gençlik sayısı ve büyümesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 305-311.

DOI: [10.18182/tjf.621550](https://doi.org/10.18182/tjf.621550)

gençleştirme başarısını etkileyen faktörlerin iyi anlaşılması çok önemlidir. Karaçam gençliklerinin ilk çağlarda büyüme ve hayatta kalma oranları başarılı gençleştirme çalışmaları için hayati öneme sahiptir. Bu sebeple, karaçam ormanlarının başarılı bir şekilde gençleştirilmesi için gençlik sayısını, gençlik büyümesini ve gençlik ölüm oranını etkileyen faktörlerin iyi belirlenmesi gerekmektedir (Kerr, 2000; Çalışkan vd., 2014). Meşcere içindeki sıcaklık, nem, ışık gibi çevresel değişkenler arasındaki etkileşimler gençlik sayısını, gençliğin büyümesini ve ölüm oranını etkilemektedir (Mason vd., 2004; Altun vd., 2007). Bu çevresel faktörler meşcere sıklığı ve meşcere kapalılığından etkilenmektedir (Assenac, 2000; Lhotka ve Loewenstein, 2008). Bu nedenle, meşcere sıklığı, meşcere kapalılığı, çevresel koşullar ve gençlik arasındaki karşılıklı ilişkilerin bilinmesi, gençliğin belirli bir silvikültürel müdahaleye verecekları muhtemel tepkilerin tespitine yardımcı olmaktadır. Sonuç olarak orman mühendisleri meşcere yapısında yapacakları değişiklikler yardımıyla gençliğin büyüme ve gelişmelerini değiştirebilmektedirler (Agestam vd., 2003).

Meşcere yapısını ve sıklığını temsil eden çeşitli parametreler mevcuttur (Lhotka ve Loewenstein, 2008). Ülkemizde en yaygın olarak kullanılan parametrelerden bir tanesi meşcere kapalılığıdır. Fakat, heterojen yapıda meşcere yapısı oluşturan ağaç türlerinin oluşturduğu meşcerelerde kapalılığın doğru tespit edilmesi bazı problemler oluşturmaktadır (Coates, 1995). Bu çalışmada üç adet meşcere parametresi seçilmiştir. Bunlardan birincisi meşcere sıklığının mutlak bir ölçüsü olarak en yaygın olarak kullanılan meşcere göğüs yüzeyi alanıdır (GYA) (m^2/ha). GYA meşcere içinde tohum çimlenmesini ve gençlik büyümesini olumsuz etkilemektedir (Kara vd., 2017). Ormanlıkta en yaygın olarak kullanılan meşcere sıklığı ölçüsü olmasına karşın, GYA'nın en iyi sıklık ölçü birimi olup olmadığı tartışmalıdır (Gingrich, 1967). Gingrich (1967) ve Kara (2015) yaptıkları çalışmalarda relatif bir meşcere sıklık ölçüsü olan meşcere stoğu (%)'nin GYA'nıma kıyasla daha doğru bir sıklık ölçü göstergesi olduğunu tespit etmiştir. Çünkü ortalama ağaç çapı daha büyük olan meşcerelerin aynı GYA sahip fakat ortalama ağaç çapı daha küçük olan meşcerelere kıyasla daha düşük sıklığa sahip olduğu belirlenmiştir (Gingrich, 1967). Meşcere stoğu (%) da çimlenme ve gençlik büyümesi üzerine etki eden meşcere parametrelerinden biri olduğu için bu çalışmada seçilen parametrelerden ikincisi olmuştur. Karaçam gibi ışık ihtiyacı olan türlerde meşcere içerisine geçirilen ışık miktarı (GIM) (%) da çimlenme ve gençlik büyümesi üzerine etki eden diğer bir meşcere parametresi olarak kabul edilmektedir. GIM meşcere yapısının analizinde kullanılan güçlü bir parametre olduğu bilinmektedir (Breda ve Grainer, 1996), dolayısıyla çalışmada seçilen üçüncü parametre olmuştur.

Meşcerede siper altındaki karaçam gençliklerinin meşcere kapalılığı ve sıklığına dayanıklılığı üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Kerr, 2000). Fakat GYA, meşcere stoğu ve GIM (%) parametrelerinin karaçam gençlik sayısı ve büyümesine etkisi üzerine yapılan araştırmalar oldukça sınırlıdır. Ayrıca GYA, meşcere stoğu ve GIM parametrelerinin hangisinin karaçam gençlik sayısı ve büyümesine daha çok etki ettiğiyle alakalı bir çalışma da mevcut değildir. Bu nedenle, çalışmanın temel amacı (i) karaçam gençlik sayısı ile bazı meşcere parametreleri (yani GYA, meşcere stoğu ve GIM) arasındaki ilişkileri tespit

etmek, (ii) seçilen meşcere parametreleri ile beşinci yıl sonundaki karaçam KBC ve boy değerleri arasındaki ilişkileri belirlemek ve (iii) aynı zamanda karaçam gençlikleri üzerinde hangi parametrenin daha etkili olduğunu ortaya koymaktır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışma alanı

Bu çalışma Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Araç Orman İşletme Müdürlüğü Araç Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre çalışma bölgesinde yıllık ortalama sıcaklık $11\text{ }^{\circ}\text{C}$ iken, yıllık toplam yağış ortalaması ise 475 mm 'dir. Bölgede toprak tipi kumlu balçık, çürüntü tabakası 5 cm , iskelet muhtevası (taşlılık derecesi) az taşlıdır. Çalışma alanında meşcere içerisinde ardıc (*Juniperus spp.*), meşe (*Quercus spp.*) yanında yoğun ot tabakası ve çalı formu türler de bulunmaktadır. Arazi çalışmaları iki farklı sahada gerçekleştirilmiştir. Birinci saha "çimlenme sahası", ikinci saha ise "gençlik sahası" olarak adlandırılmıştır. Çimlenme sahasında meşcere parametreleri ile karaçam gençlik sayısı arasındaki ilişkiler gözlemlenirken, gençlik sahasında ise meşcere parametreleri ile karaçam gençliklerinin beşinci yıl sonundaki kök boğaz çapı (KBC) (mm) ve boy (cm) değerleri arasındaki ilişkiler tespit edilmiştir. Çimlenme sahası Araç Orman İşletme Şefliğinin 160 nolu bölümünde yer almakta koordinatları $41^{\circ} 16' 34.08''\text{ N}$, $33^{\circ} 18' 45.39''\text{ E}$ dir. Saha karaçam türünden oluşan Çkc3 meşceresidir. Çimlenme sahası 1040 m yükseltide bulunmakta ve ortalama eğimi $\%17$ 'dir. Çimlenme sahasında 2018 yılında tohumlama kesimi yapılmıştır. Gençlik sahası ise Araç Orman İşletme Şefliğinin 30 nolu bölümünde bulunmakta ve koordinatları $41^{\circ} 19' 60''\text{ N}$, $33^{\circ} 21' 23''\text{ E}$ dir. Saha karaçam türünden oluşan Çkd2 meşceresidir. Gençlik sahası 1160 m yükseltide yer almakta olup ortalama eğimi $\%30$ 'dur. Gençlik sahasında 2014 yılında tohumlama kesimi yapılmış ve sonrasında her hangi başka bir müdahalede bulunulmamıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyonu

2.2. Çalışma dizaynı ve ölçümler

2019 yılında her bir çalışma sahasında 15'er adet 100 m² büyüklüğünde kare şeklinde deneme alanları rastgele tesis edilmiştir. Her deneme alanı içinde ışık ve gençlik ölçümlerinin yapıldığı 3 adet 10 m² büyüklüğünde alt deneme alanları rastgele yerleştirilmiştir. Hem çimlenme sahasında hem de gençlik sahasındaki her deneme alanı için deneme alanındaki ağaçların d_{1,3} çapları şerit çap ölçer kullanılarak ölçülmüş ve daha sonra deneme alanlarına ait GYA hesaplanmıştır.

Meşcere stoğu ise hem çimlenme sahasında hem de gençlik sahasındaki her bir deneme alanı için deneme alanının hektardaki ağaç sayısı ve meşcerenin ortalama çapı kullanılarak hesaplanmıştır. Meşcere stoğunun hesaplanmasında Kara (2018) tarafından geliştirilen karaçam ortalama maksimum meşcere sıklığı formülü kullanılmıştır (Formül 1). Formülde N_T hektardaki ağaç sayısını temsil etmektedir.

$$\log_e(N_T) = 5.344 - -1.649 \cdot \log_e(\text{Çap}) \quad (1)$$

Formül 1 %100 meşcere stoğunu temsil etmektedir. Her bir deneme alanına ait meşcere stoğunun hesaplanmasında öncelikle deneme alanına ait ortalama meşcere çapı formülde yerine konularak bu çapa ait maksimum ağaç sayısı (ha), yani %100 meşcere stoğu belirlenir. Daha sonra deneme alanına ait hektardaki ağaç sayısının formül 1 yardımıyla hesaplanan maksimum ağaç sayısına oranı hesaplanarak deneme alanına ait meşcere stoğu (%) belirlenmiştir.

Deneme alanlarına ait GIM değerleri için, öncelikle deneme alanları içindeki üç adet 10 m² genişliğindeki alt deneme alanlarında PAR (fotosentetik aktif radyasyon) değeri ölçülmüştür. Bu üç ölçümün ortalaması kullanılarak, her deneme alanına ait ortalama PAR değerleri elde edilmiştir. Daha sonra açık alanda bir PAR ölçümü daha yapılmış ve deneme alanlarının GIM değerleri formül 2 kullanılarak meşcere içindeki PAR değerinin açık alandaki PAR değerine oranı olarak hesaplanmıştır. PAR ölçümleri bulutsuz havalarda 11:00 ile 14:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Bu saatler arasında bulutsuz havalardaki açık alan PAR değerlerinin genellikle değişmediği bilinmektedir. GIM değerleri de hem çimlenme sahasında hem de gençlik sahasındaki her deneme alanı için hesaplanmıştır. PAR ölçümlerinde CI-110 Plant Canopy Imager (CID Bio-Science Inc., Washington, USA) model PAR ölçüm cihazı kullanılmıştır.

$$\text{GIM (\%)} = \frac{\text{Deneme alanının ortalama PAR değeri}}{\text{Açık alandaki PAR değeri}} \times 100 \quad (2)$$

Çimlenme sahasında, her deneme alanındaki 10 m²'lik alt deneme alanlarında gençlik sayısı sayılarak, deneme alanlarına ait hektardaki gençlik sayısı sayısı tespit edilmiştir. Gençlik sahasında ise, her deneme alanındaki 10

m²'lik alt deneme alanlarında birer adet karaçam gençliği rastgele seçilmiştir. Seçilen bireyin KBC dijital kumpas yardımıyla mm hassasiyetinde, boyu ise cetvel yardımıyla cm hassasiyetinde ölçülmüştür. Daha sonra alt deneme alanlarındaki 3 ölçümün ortalaması alınarak her deneme alanı için beşinci yıl sonundaki KBC ve gençlik boyu elde edilmiştir.

2.3. Analizler

Meşcere parametreleri (GYA, PAR ve Meşcere Stoğu) arasındaki karşılıklı ilişkiler "Random Effect Model" regresyon analizi kullanılarak belirlenmiştir. Meşcere parametreleri ile gençlik sayısı arasındaki ilişkiler ise "Random Effect Poisson Regression" analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Regresyon analizlerinde bağımlı değişkenin sayılabilen parametre (yani gençlik sayısı gibi) olması durumunda, Poisson Regresyon analizi kullanılmıştır (Rodríguez, 2007). Meşcere parametreleri ile karaçam gençliklerinin beşinci yıl sonundaki KBC ve boy değerleri arasındaki ilişkiler ise "Random Effect Linear Regression" analizi kullanılarak belirlenmiştir. Analizlerde deneme alanları "random effect" olarak seçilmiştir. Verilerin normalliği ve homojenliği "Residual" analizi kullanılarak değerlendirilmiştir ve bu model varsayımlarından hiçbir sapma bulunmamıştır. Hangi meşcere parametresinin karaçam gençlik sayısı, KBC ve boy değerleri üzerinde daha fazla etki ettiğini karşılaştırmak için elde regresyon denklemlerinin katsayı (R²) değerleri kullanılmıştır. Tüm istatistik analizler R-statistic programı (R Development Core Team, 2010) yardımıyla "lme" ve "glme" paketleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular

Çimlenme ve gençlik sahaslarındaki deneme alanlarının meşcere parametrelerine ait istatistiksel değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Çimlenme sahasındaki ortalama GYA alanı 29.3 m²/ha, ortalama meşcere stoğu %52 ve ortalama GIM ise %47.6 olarak belirlenmiştir. Gençlik sahasındaki ortalama GYA alanı ise 32.1 m²/ha, ortalama meşcere stoğu %58, ve ortalama GIM ise %37.2 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Hem çimlenme hem de gençlik sahasında GYA ile GIM arasında istatistiksel bir ilişki mevcuttur (p<0.05). GYA alanı, yani meşcere sıklığı arttıkça meşcere içerisine giren ışık miktarı (yani IPAR) azalmaktadır. Benzer bir ilişki meşcere stoğu ile GIM arasında da tespit edilmiştir (p<0.05). Relatif meşcere sıklık göstergesi olan meşcere stoğu arttıkça meşcere içerisine giren ışık miktarı (yani GIM) azalmaktadır. Deneme alanlarının meşcere stoğu deneme alanlarının GYA değerlerinden elde edildiği için GYA ile meşcere stoğu arasında da yüksek bir korelasyon mevcuttur (p<0.05).

Çizelge 1. Çimlenme ve gençlik sahasındaki deneme alanlarına ait istatistiksel bilgiler

Meşcere parametreleri	Çimlenme sahası				Gençlik sahası			
	Min.	Max.	Ort.	Std. S.	Min.	Max.	Ort.	Std. S.
GYA (m ² /ha)	14.5	48.5	29.3	9.47	10.7	53.4	32.1	12.7
Meşcere Stoğu (%)	25	87	52	17	17	92	58	22
GIM (%)	18.7	71.3	47.6	17.2	6.4	87.3	37.2	20.3

Çimlenme sahasında ortalama gençlik sayısı hektarda 4933 adet iken, en düşük gençlik sayısı 1333 adet/ha, en yüksek gençlik sayısı ise 9000 adet/ha olarak belirlenmiştir. Seçilen meşcere parametreleri (GYA, GIM ve meşcere stoğu) ile karaçam gençlik sayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 2). Diğer bir ifadeyle üç meşcere parametresi de gençlik sayısı üzerine etki etmektedir. Meşcere parametrelerinin gençlik sayısı üzerine etkileri karşılaştırıldığında ise gençlik sayısı üzerine GIM'in daha çok etki ettiği görülmektedir (Çizelge 2).

Karaçam gençlik sayılarının GYA, GIM ve meşcere stoğuna bağlı olarak nasıl değiştiği Şekil 2'de gösterilmektedir. Buna göre gençlik sayısının artan GYA ile artış gösterdiği görülmektedir. Benzer bir ilişki meşcere stoğu ile gençlik sayısı arasında da gözlemlenmektedir; meşcere stoğu arttıkça gençlik sayısı artmaktadır. GIM ile gençlik sayısı arasında ise ters yönde bir ilişki bulunmakta olup; %20-70 GIM aralığında GIM arttıkça gençlik sayısı azalmaktadır.

Gençlik sahasında tohumlama kesiminden sonraki beşinci yılın sonundaki ortalama KBÇ 10.5 mm iken en düşük KBÇ 7.5 mm, en yüksek KBÇ ise 17.0 mm olarak ölçülmüştür. Seçilen meşcere parametreleri (GYA, GIM ve meşcere stoğu) ile KBÇ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 3). KBÇ değerleri üzerine meşcere parametreleri arasından GIM'in daha çok etki ettiği belirlenmiştir. GYA alanının KBÇ değerleri üzerine etkisi GIM ve meşcere stoğuna kıyasla daha düşük olmuştur (Çizelge 3).

Şekil 3'te KBÇ değerleri ile GYA, GIM ve meşcere stoğu arasındaki ilişkinin değişimi gösterilmektedir. GYA ve meşcere stoğu'nun artmasına bağlı olarak KBÇ değerleri azalış göstermektedir. GIM ile KBÇ değerleri arasında ise

doğrusal bir ilişki mevcut olup, %6-80 GIM aralığında GIM arttıkça KBÇ değerleri de artmaktadır (Şekil 3).

Beşinci yılın sonundaki gençlik boyu değerleri 35 cm ile 87.6 cm arasında değişmekte olup ortalama boy değerinin 51.2 cm olduğu tespit edilmiştir. Meşcere parametrelerinin (GYA, GIM ve meşcere stoğu) beşinci yıl sonundaki gençlik boy değerleri üzerine etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 4). Beşinci yıl sonundaki gençlik boy değerleri üzerine GIM'in diğer meşcere parametrelerine kıyasla daha çok etki ettiği görülmektedir. Gençlik boy değerleri üzerine en düşük etkiye sahip meşcere parametresinin GYA olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 2. Meşcere parametreleri ile karaçam gençlik sayısı arasındaki ilişkiler

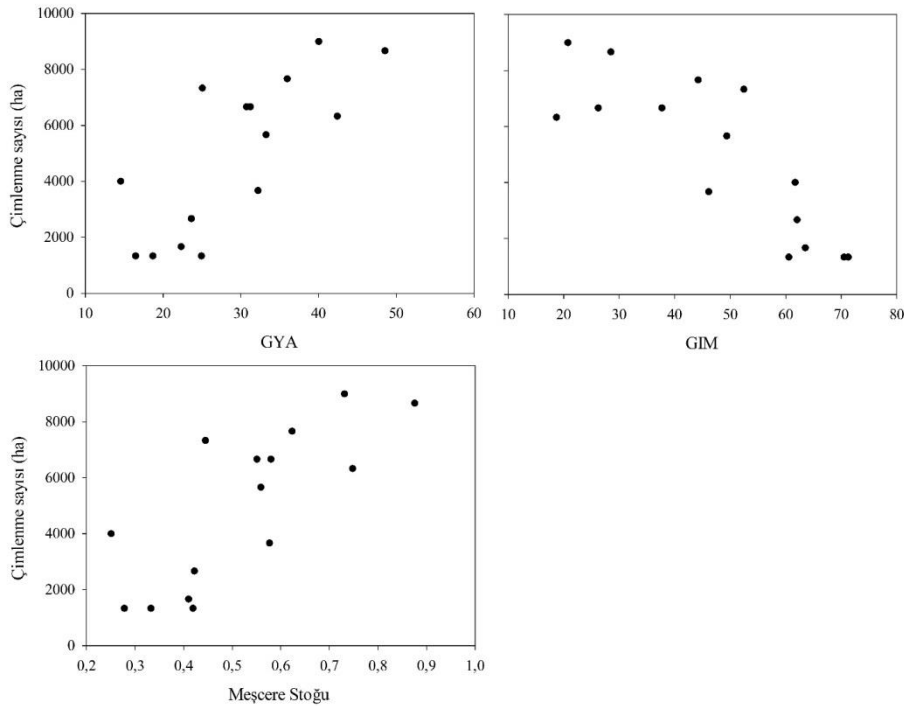
Regresyon denklemleri	Standart hata	p-değeri	R ²
gençlik sayısı = $b_0 + b_1 \cdot \text{GYA}$	50.16	0.00072	0.59
gençlik sayısı = $b_0 + b_1 \cdot \text{Meşcere Stoğu}$	148.4	0.00058	0.61
gençlik sayısı = $b_0 + b_1 \cdot \text{GIM}$	23.92	0.00010	0.70

Çizelge 3. Gençlik sahasında meşcere parametreleri ile karaçam KBÇ değerleri arasındaki ilişkiler

Regresyon denklemleri	Standart hata	p-değeri	R ²
KBÇ = $b_0 + b_1 \cdot \text{GYA}$	0.05	0.032	0.31
KBÇ = $b_0 + b_1 \cdot \text{Meşcere stoğu}$	2.68	0.019	0.35
KBÇ = $b_0 + b_1 \cdot \text{GIM}$	0.03	0.010	0.41

Çizelge 4. Gençlik sahasında meşcere parametreleri ile karaçam boy değerleri arasındaki ilişkiler

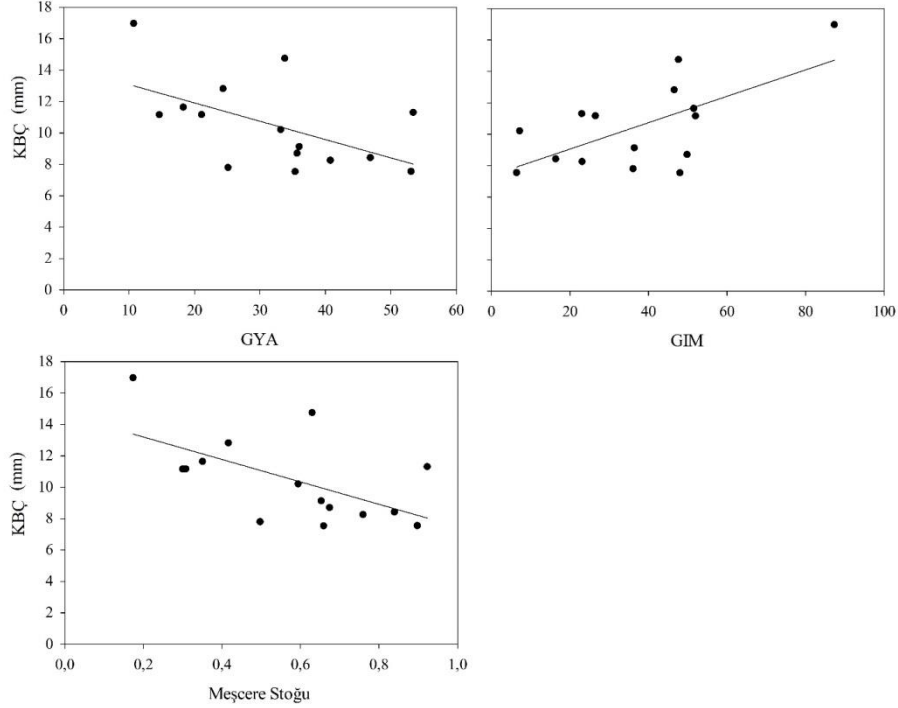
Regresyon denklemleri	Standart hata	p-değeri	R ²
Boy = $b_0 + b_1 \cdot \text{GYA}$	0.20	0.015	0.38
Boy = $b_0 + b_1 \cdot \text{Meşcere stoğu}$	10.9	0.007	0.44
Boy = $b_0 + b_1 \cdot \text{GIM}$	0.11	0.003	0.51



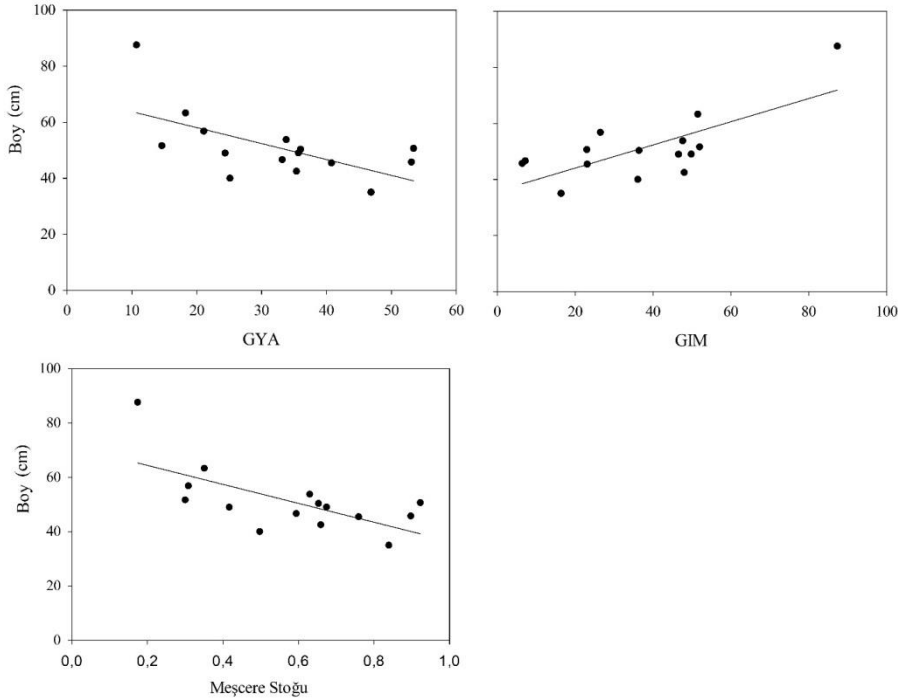
Şekil 2. Çimlenme sahasında meşcere parametreleri ile karaçam fidan sayısı arasındaki ilişkiler

Şekil 4 karaçam boy değerlerinin GYA, GIM ve meşcere stoğuna bağlı olarak nasıl değiştiğini göstermektedir. GYA'nın hektarda 10 ile 50 m² aralığında boy değerleri artan GYA ile azalış göstermektedir (Şekil 4). Benzer bir ilişki meşcere stoğu ile boy değerleri arasında da

gözlemlenmektedir; meşcere stoğu arttıkça boy değerleri azalmaktadır (Şekil 4). GIM ile boy değerleri arasında ise doğrusal bir ilişki vardır; %6-%80 GIM aralığında GIM arttıkça boy değerleri artmaktadır (Şekil 4).



Şekil 3. Gençlik sahasında meşcere parametreleri ile KBCÇ değerleri arasındaki ilişkiler



Şekil 4. Gençlik sahasında meşcere parametreleri ile fidan boyu arasındaki ilişkiler

4. Tartışma ve sonuç

GYA'nın gençlik sayısı ve gençliğin beşinci yıl sonundaki KBÇ ve boy değerleri üzerine etkisi GIM ve meşcere stoğuna kıyasla daha düşük olmuştur. Diğer bir ifadeyle, meşcere stoğu GYA'ya kıyasla daha başarılı bir sıklık ölçü birimidir. Benzer şekilde, daha önce yapılan çalışmalarda, GYA'nın meşcere sıklığı bakımından meşcere stoğu ve GIM'dan daha iyi bir gösterge olmadığı belirlenmiştir (Gingrich, 1967; Kara vd., 2017). Çünkü ortalama ağaç çapı daha büyük olan meşcerelerin aynı GYA sahip fakat ortalama ağaç çapı daha küçük olan meşcerelere kıyasla daha düşük sıklıkla sahip olduğu tespit edilmiştir (Gingrich, 1967). Dolayısıyla bu çalışmada elde edilen meşcere parametreleri ile karaçam gençlik sayısı, KBÇ ve boy değerleri ilişkileri literatür çalışmalarıyla örtüşmektedir.

Işık ve yarı-ışık ağaç türlerinde azalan meşcere sıklığının ve meşcere içine giren ışık miktarının gençlik sayısını genellikle olumlu yönde etkileyeceği beklenmektedir (Noemie vd., 2011). Fakat bu çalışmada elde edilen bulgular, bir karaçam meşceresinde tohumlama kesimi yapıldıktan sonra, azalan meşcere sıklığının ve meşcere içine giren ışık miktarının gençlik sayısını azalttığı gözlemlenmiştir. Bunun başlıca sebebi, meşcere sıklığının azalması ve meşcere içine giren ışık miktarının artması ile toprak neminin azalış göstermesi olabilmektedir (Castro vd., 2004). Meşcere mikro iklim koşullarındaki sıcaklık artışı yüzeyel toprak neminde azalışa sebep olabilmektedir. Çalışmada elde edilen bulgular neticesinde, tohumlama kesimi yapılmış bir karaçam meşceresinde, toprak neminin karaçam çimlenmesi için ışığa oranla daha hayati önem taşıdığı anlaşılmaktadır.

Gençleştirmeye tabi karaçam meşcerelerinde, başarılı bir gençleştirme olabilmesi için çimlenmeyi takiben hektar başına ortalama 10.000 gençlik elde edilmesi önerilmektedir (Odabaşı vd., 2004). Çimlenme sahasında birinci yıl sonunda elde edilen gençlik sayısının ortalamasının altında olduğu görülmektedir. Birinci yıl sonunda elde edilen gençlik sayısının düşük olmasının sebeplerinden birisi meşcerede yeterli tohum olmaması ile açıklanabilir (Lombardo ve McCarthy, 2008). Diğer bir etken ise o yılki mevsim koşullarının çimlenme için yetersiz olmuş olabileceğidir (Camarero vd., 2013). Şekil 2 incelendiğinde, GYA alanının hektarda 40-50 m² olduğunda en yüksek gençlik sayısının elde edildiği, 40 m²'nin altında GYA alanında gençlik sayısının yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Meşcere stoğunun ise 0.7-0.9 arasında olduğu durumlarda en yüksek gençlik sayısının elde edildiği gözlemlenmiştir. GIM değeri ise 0.2 ile 0.3 olduğu takdirde en yüksek sayıda gençlik elde edilmesi beklenmektedir. GIM'nin yüzde 50'den fazla olması durumunda oldukça düşük sayıda gençlik elde edilmesi tahmin edilmektedir.

Meşcere yapısı ile gençlik büyümesi arasındaki ilişki, doğal gençleştirme uygulanan meşcerelerde, gençlik gelişimi için çok önemlidir. Meşcere yapısı meşcere içindeki mikro çevre koşullarına etki etmektedir (Kara vd., 2017). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, meşcere içerisine giren ışık miktarının (yani GIM) karaçam meşcerelerindeki gençliklerin beşinci yıl sonundaki KBÇ ve boy değerlerinin en önemli belirleyicisi olduğunu göstermektedir. Daha önce yapılan araştırmalarla gözlemlendiği gibi (Assenac, 2000; Collet vd., 2001; Lhotka ve Loewenstein, 2008), bu çalışma meşcere ışık geçirgenliğinin gençliğin beşinci yıl sonundaki

KBÇ ve boy değerlerini en çok etkileyen faktör olduğunu göstermiştir. Karaçam yarı-ışık bir ağaç türü olduğu bilinmesine rağmen, karaçam gençliklerinin uzun süre ana ağaçların gölgesinde yaşayabilir (Odabaşı vd., 2004). Bununla birlikte, karaçam gençliklerinin büyümeleri genellikle ılımlı ışık ortamları ile ilişkilidir (Odabaşı vd., 2004). Benzer şekilde daha önce yapılan bazı çalışmalar, meşcere içerisine giren ışığın karaçam gençlik büyümesini etkileyen en etkili faktör olarak kabul edildiğini göstermiştir (Mercurio vd., 2009; Tiscar ve Linares, 2014).

Bu çalışmada elde edilen bulgular, karaçam meşcerelerinin gençleştirilmesi üzerine yapılan önceki çalışmalara katkı sağlayacak niteliktedir. Elde edilen bulgular, ülkemizde karaçam gençleştirmelerinde yaygın olarak kullanılan meşcere kapallığı yanında, meşcere stoğu ve özellikle de direk ışık ölçümlerinin de kullanılmasının faydalı olabileceğini ortaya koymaktadır. Mevcut çalışma sınırlı bir bölgede yapıldığından dolayı, bu çalışma ülkemizin çeşitli bölgelerindeki karaçam ormanlarında da gözlemlenmesi tavsiye edilebilir. Çalışmanın gerçekleştirildiği gençlik sahasına ait deneme alanlarındaki fidan sayısı nispeten düşük olduğu için, her alt deneme alanında sadece bir fidan seçilmiştir. Her ne kadar alınan örnek sayısı kullanılan istatistik metotlar için yeterli olsa da, benzer çalışmalarda daha fazla fidan üzerinde yapılan ölçümler daha sağlıklı sonuçlar verebilir. Karaçamın diğer türlerle karışım oluşturduğu karışık ormanlarda da benzer bir çalışmanın yapılması faydalı olacaktır. Ayrıca, benzer çalışmalar ülkemizin diğer ağaç türlerinin oluşturduğu ormanlar için de gerçekleştirilebilir.

Açıklama

Çalışmanın saha ölçümlerinin yapılması için her türlü desteği veren Araç Orman İşletme Müdürlüğü personeline teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Agestam, E., Ekö, P.M., Nilsson, U., Welander, N.T., 2003. The effects of shelterwood density and site preparation on natural regeneration of *Fagus sylvatica* in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*, 176: 61-73.
- Altun, L., Yılmaz, E., Günlü, A., Ercanlı, İ., Usta, A., Yılmaz, M., Bakkaloğlu, M., 2007. Investigations on some ecological factors affecting productivity of some pine species (*Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* L. and *Pinus brutia* Ten.) in Usak Murat mountain. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 7(1): 71-92.
- Assenac, G., 2000. Interactions between forest stands and microclimate: Ecophysiological aspects and consequences for silviculture. *Annals of Forest Science*, 57: 287-301.
- Bréda, N., Granier, A., 1996. Intra- and interannual variations of transpiration, leaf area index and radial growth of a sessile oak stand (*Quercus petraea*). *Annales des Sciences Forestières*, 53: 521-536.
- Bogunic, F., Muratovic, E., Ballian, D., Siljakovlev, S. Brown, S., 2007. Genome size stability among five subspecies of *Pinus nigra* Arnold s1. *Environmental and Experimental Botany*, 59(3): 354-360.
- Camarero, J.J., Manzanedo, R.D., Sanchez-Salguero, R., Navarro-Cerrillo, R.M., 2013. Growth response to climate and drought change along an aridity gradient in the southernmost *Pinus nigra* relict forests. *Annals of Forest Science*, 70(8): 769-780.

- Castro, J., Zamora, R., Hódar, J. A., Gómez, J. M., 2004. Seedling establishment of a boreal tree species (*Pinus sylvestris*) at its southernmost distribution limit: consequences of being in a marginal Mediterranean habitat. *Journal of Ecology*, 92(2): 266-277.
- Çalışkan, A., Güney, H.S., Çalışkan, S., 2014. Effects of different soil preparation techniques on the Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) regeneration. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 64(2): 56-68.
- Coates, T.H., 1995. Comparison of canopy closure measurements used in stand inventories. Master Thesis, University of Montana, MT, USA.
- Collet, C., Lanter, O., Pardos, M., 2001. Effects of canopy opening on height and diameter growth in naturally regenerated beech seedlings. *Annals of Forest Science*, 58: 127-134.
- del Cerro Barja, A., Borja, M.L., Garcia, E.M., Serrano, F.L., Abellán, M.A., Morote, F.G., López, R.N., 2009. Influence of stand density and soil treatment on the Spanish Black Pine (*Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii*) regeneration in Spain. *Forest Systems*, 18(2): 167-180.
- Ertekin, M., Özel, H.B., 2010. Çorum yöresi erozyonla mücadele kapsamında yapılan karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmaları. *Journal of Bartın Forestry Faculty*, 12: 77-85.
- Genç, M., 2004. Silvikültürün Temel Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi yayınları. Isparta, Türkiye.
- Gingrich, S.F., 1967. Measuring and evaluating stocking and stand density in upland hardwood forests in the central states. *Forest Science*, 13: 38-53.
- Kara, F., 2015. Uneven-aged management of longleaf pine forests using selection silviculture. PhD Dissertation, Auburn University, AL, USA.
- Kara, F., Loewenstein, E.F., Brockway, D.G., 2017. Effects of basal area on survival and growth of longleaf pine when practicing selection silviculture. *Forest Systems*, 26(1): 1-12.
- Kara, F., 2018. The Growing space utilization of main tree species in northern Turkey. *Cerne*, 24(2): 133-139.
- Kerr, G., 2000. Natural regeneration of Corsican pine (*Pinus nigra* subsp. *laricio*) in Great Britain. *Forestry*, 73(5): 479-488.
- Lhotka, J.M., Loewenstein, E.F., 2008. Influence of canopy structure on the survival and growth of underplanted seedlings. *New Forests*, 35: 89-104.
- Lombardo, J.A., McCarthy, B.C., 2008. Silvicultural treatment effects on oak seed production and predation by acorn weevils in southeastern Ohio. *Forest Ecology and Management*, 255 (7): 2566-2576.
- Mason, W.L., Edwards, C., Hale, S.E., 2004. Survival and early seedling growth of conifers with different shade tolerance in a Sitka spruce spacing trial and relationship to understory light climate. *Silva Fennica*, 38(4): 357-370.
- Mercurio, R., Mallamaci, C., Muscolo, A., Sidari, M., 2009. Effetti della dimensione delle buche sulla rinnovazione naturale in rimboschimenti di pino nero. *Forest@-Journal of Silviculture and Forest Ecology*, 6(5): 312.
- Noemie, G., Philippe, B., Sandrine, P., Christian, G., 2011. Growth of understorey Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) saplings in response to light in mixed temperate forest. *Forestry*, 84(2): 187-195.
- Odabaşı, T., Çalışkan, A., Bozkuş, H.F., 2004. Silvikültür Tekniği. İstanbul Üniversitesi Yayınları. Yayın no: 4459. İstanbul.
- OGM, 2014. Orman Atlası. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, [https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Orman%20Atlas i.pdf](https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/Orman%20Atlas%20i.pdf), Erişim: 06.10.2016.
- Page, L.M., Cameron, A.D., Clarke, G.C., 2001. Influence of overstorey basal area on density and growth of advance regeneration of Sitka spruce in variably thinned stands. *Forest Ecology and Management*, 151: 25-35.
- R Development Core Team., 2010. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rodríguez, G., 2007. Lecture notes on generalized linear models, <http://data.princeton.edu/wws509/notes/>, Accessed: 05.06.2017.
- Tıscar, P., Linares, J., 2014. Large-scale regeneration patterns of *Pinus nigra* subsp. *salzmannii*: poor evidence of increasing facilitation across a drought gradient. *Forests*, 5(1): 1-20.

Yüksek sıcaklık şoklarının Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) popülasyonlarında tohum çimlenmesine etkileri

Sezgin Ayan^a , Cihan Erkan^b , Orhan Gülseven^c , Şeyma Selin Akın^{c,*} , Ergin Yılmaz^c , Esra Nurten Yer Çelik^a 

Özet: Bu çalışmada; değişik yükseltilerden seçilen 14 farklı kızılçam popülasyonlarından toplanan tohumların farklı sıcaklık şoku şiddetlerine ve sürelerine maruz bırakılmasının tohum çimlenme kabiliyeti ve canlılığı üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 14 farklı popülasyondan temin edilen kızılçam tohumları, kontrol işlemi hariç olmak üzere dört farklı sıcaklık şokuna (70, 90, 110 ve 130 °C) 1 ve 5 dk. süresince maruz bırakılmıştır. Çalışma sonucunda; genel olarak kızılçam tohumlarının yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı bir tür olduğu bir kez daha bu çalışmayla teyit edilmiştir. Çalışma kapsamında; dört farklı ıslah zonu ve 60 ile 925 metre rakımlar arasındaki 14 farklı popülasyonun tohumlarının tamamının 130 °C'ye kadarki yüksek sıcaklık şoklarında yaşam kabiliyetlerini koruyabildikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, 1 dk. boyunca 130 °C yüksek sıcaklık şoku uygulanan tohumlarda çimlenme kabiliyetinin de maksimum olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çimlenme, Dormansi, *Pinus brutia*, Yüksek sıcaklık

Effects of high heat shocks on seed germination in Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) populations

Abstract: The aim of this study was determine the germination ability and viability of Turkish red pine seeds representing different populations at different altitudes and that are exposure to different heat shock applications with different duration. For this purpose, Turkish red pine seeds which obtained from 14 different populations was exposed to 4 different heat shocks (70, 90, 110 and 130 °C) during 1 and 5 minutes. It was once again proven with this study that seeds of Turkish red pine are resistant to heat shock. As a result of the study, it was determined that the seeds of four different breeding zones and 14 populations between 60 and 925 meters altitude were able to maintain their viability in high heat shocks up to 130 °C. Also, Turkish red pine seeds that were applied high heat shock at 130 °C during 1 minute had showed maximum germination ability.

Keywords: Germination, Dormancy, *Pinus brutia*, High temperature

1. Giriş

Akdeniz kuşağında bulunan Türkiye'nin orman varlığını önemli ölçüde olumsuz etkileyen faktörlerin başında orman yangınları (Eron vd., 1986) gelirken, aynı zamanda yangına bağımlı orman ekosistemlerden biri olan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarının rejenerasyonunda yangın, ekosistemin ayrılmaz bir parçasını oluşturmaktadır.

Günümüzde özellikle Akdeniz ikliminin görüldüğü alanlarda yaz kuraklığının uzun sürdüğü dönemlerde meydana gelen yangınlar, bu alanlardaki ekosistem dinamikleri büyük oranda yangınla şekillenmektedir (Christensen, 1994; Pausas ve Vallejo, 1999; Keeley vd., 2012). Yangına adaptasyon için geliştirilmiş mekanizmalar, bitkilerin tohum çimlenmesi ve dağılması yeteneklerine dayanır. Bazı bitkilerde tohum çimlenmesi yangın sıcaklığıyla uyandırılır. Normal şartlar altında sert ve kalın kabuklu tohumlarda çimlenme için gerekli su ve hava geçirgenliği yeteri kadar sağlanamadığından tohumda

fiziksel uyku durumu (dormansi) görülmektedir. Ancak yangın sıcaklığının etkisiyle tohum kabuklarının çatlaması ve akabinde su ile hava girişinin sağlanması ile tohum dormansi durumunda beklemeyip çimlenebilmektedir. Bu durum yangında oluşan sıcaklığın çimlenmeyi olumlu yönde etkilemesi ile açıklanmaktadır (Keeley, 1995). Bazı bitkilerse tohum dağılmasını geciktirerek, olası bir yangın sonrasında ortamda çimlenebilecek tohumlarının bulunmasını garanti altına almaya çalışır. Halep çamı (*Pinus halepensis* Mill.) ve kızılçam gibi bazı çam türlerinde kozalakların bir kısmı yıllarca, kapalı olarak ağacın taç kısmında tutulur. Yangında, kozalak pullarının arasında yer alan reçine sıcaklıkla erir ve kozalak pulları yangından sonraki birkaç haftada açılarak tohumları dağıtır. Bu adaptasyon, yangın sıcaklığına karşı dayanıklı olmayan tohumları kozalakların içinde koruyarak, yangını canlı bir şekilde atlatmalarını sağlar. Bunun yanı sıra, kül ile zenginleşmiş toprakta ve başka bitkilerce işgal edilmemiş olan yangın sonrası ortamda başarılı bir şekilde çimlenme

✉ ^a Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Kastamonu.

^b Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Gölyaka Orman İşletme Müdürlüğü, Bolu.

^c Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): selinalptekin02@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 26.08.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 15.11.2019



Citation (Atf): Ayan, S., Erkan, C., Gülseven, O., Akın, Ş.S., Yılmaz, E., Yer Çelik, E.N., 2019. Yüksek sıcaklık şoklarının Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) popülasyonlarında tohum çimlenmesine etkileri. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 312-316. DOI: [10.18182/tjf.610715](https://doi.org/10.18182/tjf.610715)

fırsatı sunar (Tavşanoğlu ve Gürkan, 2010). Bu kapsamda yanmamış bir ormanda çok düşük yoğunlukta görülen birçok türün, yangın gerçekleşikten sonra toplu bir şekilde çimlenme gösterip, alanda baskın hale gelebileceği söylenilebilir. Yangının etkinliği, süre ve ulaşılan yüksek sıcaklıkla paraleldir. Bu iki özellik yangın sonrası mevcut tohumların çimlenmesi üzerinde oldukça önemlidir (Reyes ve Casal, 1995). Kısaca; yangın, orman ekosistemlerinin ve süksesyonun şekillenmesinde, ormanların sürekliliği ve ekolojik dengenin sağlanmasında etkili olan faktörlerin en başında gelmektedir (Oliver, 1981; Bilgili ve Goldammer, 2000). Ayrıca, yangın sonrasında bitki topluluklarının yeniden oluşumu üzerinde yangının hangi aralıklarla olduğu yani sıklığı, süresi, şiddeti ve hangi mevsimde gerçekleştiği de etkili olmaktadır (Hanley ve Fenner, 1998). Farklı türlerdeki bitkiler hayati fonksiyonlarını ve vejetasyon mozağını korumak için değişik seviyelerdeki sıcaklık derecelerine ve sürelerine kendilerine özgü adaptasyon mekanizmaları geliştirmektedirler (Küçük, 2006). Bununla birlikte kontrollü bir şekilde yakmanın gerçekleştirildiği bir çalışmada hem kızılçam hem de Halep çamı tohumlarında yüksek sıcaklık uygulanmış ve bu durumda kızılçam da doğal yolla gençleşme meydana geldiği görülmüştür (Liacos, 1977).

Vélez (1981)'de verimlilik ve yaş bakımından yeterli olan çam kozalaklarının, yangın sonrası tohumlar vasıtası ile gençleşebileceklerini öne sürmüştür. Ayrıca 1979 yılında meydana gelen İspanya'nın en büyük orman yangınından 1 yıl sonra yanmış ormanlık alanda Halep çamı ve sahil çamı fidanlarının olması, doğal gençleşmeye örnek olarak gösterilmiştir.

Kızılçamda olduğu gibi tohum kabuğuna bağlı çimlenme engeline sahip bazı bitki tohumlarında da kısa süren yüksek sıcaklıklar, tohuma zarar vermemekte hatta dormansi engelini kırıcı etki göstermektedir (Usta, 2007; Ayan ve Usta, 2010). Ayrıca, sert tohumlu olarak da adlandırılan bu bitki tohumlarında, sıcaklıkla uyarılan çimlenme özelliği bu türler için karakteristiktir (Keeley ve Baer-Keeley, 1999). Dolayısıyla kalın kabuğa sahip olma genellikle yangın sonrası ana bireyin hayatta kalmasını sağlayan bir özelliktir. Hem tepe hem örtü yangınlarına maruz kalan *Pinus* (çam) türleri (Paula ve Pausas, 2008) kabuk kalınlığı ve sıcaklığa karşı dirençleri açısından en

dirençliden hassasa doğru; *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. nigra*, *P. halepensis*, *P. brutia*, *P. sylvestris*, *P. uncinata* şeklinde sıralanmaktadır (Fernandes vd., 2008).

Nunez ve Calvo (2000) "Yangına maruz kalan yerlerdeki ekosistemlerin temel oluşumlarını yangın (yüksek sıcaklık belirler" ifadesi, yüksek sıcaklık derecesi ve süresinin yangında ekosistemi etkileyen en önemli iki karakteristik olduğu vurgulanmaktadır. Bu çalışmada da belirtilen iki faktöre dayalı olarak oldukça geniş bir yayılım sahasındaki kızılçamı temsil eden, farklı ana ıslah zonları ile yükseltlerdeki popülasyonlar araştırmanın objesini oluşturmuştur. Ayrıca çalışmada; özellikle önceki çalışmalardan farklı olarak değişik yükseltlerden örneklenen tohumların, yüksek sıcaklık şoklarına dayanıklılıkları ortaya konmaya çalışılmıştır. Kısaca; farklı yükseltlerdeki kızılçam popülasyonlarına ait tohumlar üzerinde yangına bağlı yüksek sıcaklık şoklarında ve farklı sürelerde tohumların canlılığını ve/veya çimlenme kabiliyetini ne ölçüde koruduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çalışmanın materyalini, farklı ana ve alt ıslah zonlarını; dolayısıyla değişik rakımları temsil edecek şekilde farklı popülasyonlardan temin edilen kızılçam tohumları oluşturmaktadır (Çizelge 1, Şekil 1).



Şekil 1. Kızılçam tohumlarının temin edildiği popülasyonların Türkiye haritası üzerinde gösterimi

Çizelge 1. Kızılçam tohumlarının temin edildiği popülasyonlara ait bazı bilgiler

Popülasyon no	Ana ıslah zonu	Alt ıslah zonu	Bölge müdürlüğü	İşletme müdürlüğü	Şeflik / seri	Rakım (m)
1	2	1	Muğla	Marmaris	Çetibeli	60
2	1	1	Mersin	Silifke	Yeşilovacık	100
3	1	1	Mersin	Bozyazı	Tekmen	250
4	1	1	Isparta	Bucak	Melli	350
5	4	1	Kahramanmaraş	Antakya	Uluçmar	385
6	1	2	Mersin	Anamur	Gökçesu	500
7	1	2	Mersin	Bozyazı	Toldağ	500
8	1	2	Mersin	Gülnar	Pembecik	650
9	1	2	Antalya	Gündoğmuş	Guzelbağ	650
10	1	2	Isparta	Sütçüler	Karadağ	650
11	1	2	Adana	Pos	Soğukoluk	735
12	2	3	Denizli	Acıpayam	Kelekçi	850
13	1	3	Mersin	Erdemli	Tömük	900
14	1	3	Mersin	Anamur	Çaltıbükü	925

2.2. Yöntem

2.2.1. Sıcaklık şoku uygulamaları

Tohum çimlenmesinde sıcaklık şoku uygulamaları ile ilgili çalışmalar doğrultusunda (Wright, 1931; Neyişçi ve Cengiz, 1985; Hanley ve Fenner, 1998; Nunez ve Calvo, 2000; Gashaw ve Michelsen, 2002; Ayan ve Usta, 2010) farklı uygulama süreleri ve sıcaklık dereceleri bu çalışma için kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında; kızılçam tohumlarına, kontrol hariç olmak üzere 70, 90, 110 ve 130 °C'lerde 4 farklı yüksek sıcaklık şoku 1 ve 5 dk. sürelerle uygulanmıştır.

2.2.2. Çimlendirme testi

Tohumlar ilk olarak etüvde sırası ile 70, 90, 100 ve 130 °C'de yüksek sıcaklığa 1 ve 5 dk. süreyle maruz bırakılmıştır. Her bir sıcaklık uygulaması ve maruz bırakılma süresi 3 tekrürlü olarak uygulanmıştır.

Sıcaklık şoku uygulandıktan sonra, çimlenmede homojenlik olması ve gecikme olmaması için kızılçam tohumları 24 saat süreyle suda bekletilmiştir. Suda bekletme işlemi çimlenmeyi hızlandırıcı bir uygulama olduğundan tercih edilmiştir. Suda bekletme işlemi, tohumların maruz kaldığı işlem kodlarının yazılı olduğu cam kaplar içerisinde gerçekleştirilmiştir. Denemeler, kontrollü iklim koşullarının oluşturulabildiği Climacell iklim dolabında üzerlerine işlem kodları yazılmış 12 cm çapındaki petri kaplarında, damıtılmış su ile doyurulmuş Whatman No:2 filtre kâğıdı üzerinde kızılçam tohumları çimlendirilmeye bırakılmıştır. Climacell iklim dolabında tohumlar 16 saat beyaz ışıkta ve 8 saat karanlıkta 23 (±2) °C sıcaklıkta, %70 nem koşullarında çimlendirmeye alınmıştır. Tohumlar gözleme dayalı olarak denemenin sonuna kadar püskürtme yöntemi ile nemlendirilmiştir. Çimlendirme denemeleri boyunca gözleme dayalı olarak filtre kâğıtları değiştirilmiştir. Çimlenme süresince her popülasyona ait deney grubuna uygulanan işlemler aynı zamanda ve eşit olarak yapılmıştır. Tohumun çimlenmiş olarak kabul edilmesi için, kökçüklerin 1 mm olması yeterli olarak kabul edilmiştir (Nunez ve Calvo, 2000).

İklimlendirme dolabında çimlenmeye bırakılan tohumlarla yapılan denemede, 3x100 tohum örneğinde, çimlenen tohumların sayımları sırasıyla 7., 10., 14., 21. ve 28. günlerde yapılmıştır. Kızılçam tohumları güç çimlenen tohum kategorisinde olduğu için çimlenme yüzdesi tespitine 28. güne kadar devam edilmiştir. Çimlenen tohumlar belirlenen günlerde sayılarak kayıt altına alınmıştır. Çimlenme hızı ise ilk 10. günde çimlenen tohumların

yüzdesinin tespiti ile belirlenmiştir (Ürgenç, 1998). Kızılçamda çimlenme engeli bulunduğu ve genelde diğer çam türlerine göre daha geç çimlenme gerçekleştiği için Yılmaz (1994)'ın gerçekleştirdiği denemelerde olduğu gibi 28. günden sonra her yedi günde bir gözlem yapmak suretiyle 63. güne kadar takip edilmiştir.

2.2.3. İstatistiki değerlendirme

Çalışmada kullanılan materyalin uniform oluşu ve çimlendirmenin, çimlendirme dolabında homojen bir şekilde yapılmasından dolayı 'Tesadüfi Parseller Deneme Deseni' tercih edilmiştir. Denemede 14 farklı popülasyondan (POP) temin edilen kızılçam tohumları kontrol hariç 1 ve 5 dk. süreyle dört farklı sıcaklık şoku (70 °C, 90 °C, 110 °C, 130 °C) uygulamasına maruz bırakılmışlardır. Sıcaklık şoku (SIC) uygulamalarının ve uygulama sürelerinin (SUR) tohum canlılığına etkisinin olup olmadığı irdelenmiştir. Buna paralel olarak kızılçam tohumlarının dormansi durumu göz önüne alındığında, uygulanan sıcaklık şoklarının çimlenme engelini kaldıracak bir etkisi olup olmadığı da incelenmiştir. Ayrıca, farklı rakımlardaki popülasyonlardan temin edilen tohumların yüksek sıcaklık şoklarına karşı tepkileri değerlendirilmiştir. Araştırma sorularına cevap aramak amacıyla popülasyon bazında çimlenme hızı ve yüzdesi gözlemleri yapılmış, elde edilen verileri normal dağılıma yaklaştırmak için arcsin dönüştürmesi yapılmıştır. Dönüştürülmüş veriler, IBM SPSS Statistics 23 paket programı ile değerlendirilmiştir. Çoğul varyans analizleri için, araştırma deseni verilerine uygun olan *general linear model* seçilmiştir. Varyans analizi sonrası genel anlamda ortaya çıkan işlem ve işlem kombinasyonlarına ait farklılıklarının belirlenmesi için Duncan Çoklu Testi (DÇT) uygulanmıştır.

3. Bulgular

Her bir popülasyona uygulanan farklı sıcaklık dereceleri ve uygulama sürelerinin kızılçam tohumlarının çimlenme hızı ve yüzdesi üzerine etkilerini gösteren varyans analiz sonucu Çizelge 2'de görülmektedir.

Çizelge 2'de çimlenme hızı ve yüzdesi üzerine popülasyon, sıcaklık şiddeti ve süre faktörleri ile ikili ve üçlü faktör etkileşimlerinin istatistiki anlamda önemli düzeyde etkili olduğu görülmüştür. Çimlenme hızı ve yüzdesi için popülasyon faktörü bazında uygulanan DÇT sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir ($p=0.000$).

Çizelge 2. Popülasyon, sıcaklık şiddeti ve sıcaklık sürelerine ilişkin varyans analizi

Varyasyon kaynağı	Çimlenme hızı F değeri	Anlamlılık (P-değeri)	Çimlenme yüzdesi F değeri	Anlamlılık (P-değeri)
POP	39,616***	0,000	94,511***	0,000
SIC	21,110***	0,000	21,497***	0,000
SUR	73,774***	0,000	84,347***	0,000
POP * SIC	3,589***	0,000	5,250***	0,000
POP * SUR	5,039***	0,000	1,987***	0,000
SIC * SUR	26,456***	0,000	5,591***	0,000
POP * SIC * SUR	3,427***	0,000	5,625***	0,000

*: % 5, **: % 99 ve ***: %99.9 güven düzeyini temsil etmektedir.

DÇT sonuçlarına göre; popülasyonlar arasında çimlenme hızı en yüksek popülasyon, 650 m rakımlı Gülnar-Pembecik'dir. Popülasyonların çimlenme yüzdelere bakıldığında, Silifke-Yeşilovacık (100 m), Bucak-Melli (350 m), Sütçüler-Karadağ (650 m) ve Anamur-Çaltıbükü (925 m)'nin diğerlerine göre daha yüksek çimlenme oranına sahip oldukları görülmektedir. Popülasyonlar arasında çimlenme parametreleri önemli olmakla birlikte popülasyonlar üzerinde uygulanan sıcaklık dereceleri ve uygulama süreleri de önem arz etmektedir. Çizelge 4'de Duncan testi sonuçlarına göre uygulama süresi, sıcaklık şoku ve sıcaklık şoku-süre interaksiyonunun çimlenme hızı ve yüzdesine ilişkin sonuçları verilmiştir.

Çizelge 3. Duncan testi sonuçlarına göre popülasyonların, çimlenme hızı ve yüzdesine ilişkin işlem grupları

Popülasyon	Homojen gruplar	
	Çimlenme hızı	Çimlenme yüzdesi
Erdemli-Tömük 900R	14,60 e	75,62 d
Antakya-Uluçınar 385R	15,02 e	76,23 d
Pos-Soğukoluk 735R	15,88 e	62,42 e
Bucak-Melli 350R	16,22 de	88,54 a
Bozyazı-Toldağ 500R	16,67 de	77,79 bcd
Acıpayam-Kelekçi 850R	18,01 de	55,29 f
Gündoğmuş-Güzelbağ 650R	18,19 de	76,76 cd
Marmaris-Çetibeli 60R	18,38 de	76,14 d
Sütçüler-Karadağ 650R	18,63 de	87,80 a
Bozyazı-Tekmen 250R	20,65 cd	81,31 b
Anamur-Çaltıbükü 925R	24,63 c	85,88 a
Silifke-Yeşilovacık 100R	29,47 b	89,90 a
Anamur-Gökçesu 500R	31,38 b	80,53 bc
Gülnar-Pembecik 650R	35,51 a	80,83 bc

Her harf çoklu test sonucu oluşan homojen grubu ifade etmektedir.

Çizelge 4. Duncan testi sonuçlarına göre uygulama süresi, sıcaklık şoku ve sıcaklık şoku-süre interaksiyonunun çimlenme hızı ve yüzdesine ilişkin sonuçlar

Süre (dk.)	Homojen Gruplar	
	Çimlenme yüzdesi	Çimlenme hızı
1	80,25 a	22,75 b
5	75,45 b	17,72 c
Kontrol	80,93 a	25,50 a
Sıcaklık (°C)	Homojen gruplar	
	Çimlenme yüzdesi	Çimlenme hızı
70	74,56 b	16,80 c
90	77,94ab	20,88 b
110	79,33 a	21,11 b
130	79,71 a	22,32 b
Kontrol	80,93 a	25,50 a
Sıcaklık (°C) x Süre (dk.)	Homojen gruplar	
	Çimlenme yüzdesi	Çimlenme hızı
70 °C - 5 dk	71,58 c	13,04 e
130 °C - 5 dk	77,48 ab	16,12 d
90 °C - 5 dk	74,32 bc	19,71 cd
110 °C - 1 dk	80,13 a	20,17 c
70 °C - 1dk	77,53 ab	20,56 c
110 °C - 5 dk	78,53 ab	22,05 bc
90 °C - 1 dk	81,55 a	22,05 bc
Kontrol	80,30 a	25,50 ab
130 °C - 1 dk	81,94 a	28,52 a

Her harf çoklu test sonucu oluşan homojen grubu ifade etmektedir.

Çizelge 4'de, sıcaklık şoku uygulama süresinin kontrol grubunda ve 1 dk. boyunca sıcaklık uygulamasına maruz bırakılması çimlenme yüzdesi üzerinde benzer etkiye sahipken, 5 dk. boyunca sıcaklık uygulaması yapılan kızılçam tohumlarında çimlenme sekteye uğramaktadır. Başka bir ifadeyle, yüksek sıcaklık şokuna maruz kalınan süre uzadıkça kızılçam tohumlarında çimlenme azalmaktadır. Dolayısı ile farklı popülasyonlardan temin edilen kızılçam tohumlarının kısa süreli yüksek sıcaklık şoklarında canlılıklarını koruyabildiği anlaşılmaktadır. Çimlenme hızı uygulama süreleri açısından değerlendirildiğinde kontrol grubunun diğer süre uygulanan gruplara (1 ve 5 dk.) göre daha hızlı çimlenme gösterdiği belirlenmiştir. 5 dk. süre uygulamasının çimlenme hızını oldukça düşürdüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, kontrol işlemi ile 90, 110, 130 °C'lik sıcaklık şokları çimlenme yüzdesi açısından aynı grupta, çimlenme hızı bakımından ise kontrol 1. grupta, 90, 110 ve 130 °C'lik sıcaklık şokları 2. grupta ve 70 °C işlemi ise 3. grupta yer almıştır. Çimlenme yüzdesi değişkeni için kontrol ve 90 °C, 110°C, 130 °C'lik yüksek sıcaklık şoklarının aynı grupta yer alması tohumların canlılıklarını muhafaza edebilme kabiliyetlerini göstermektedir. Çizelge 4'deki ikili faktör etkileşimleri incelendiğinde, en yüksek çimlenme yüzdesi kısa süreli (1 dk.) ve en yüksek sıcaklık şoku uygulaması olan 130 °C (130 °C - 1 dk.)'de tespit edilmiştir. Bu durum kısa süreli yüksek sıcaklık şoklarına kızılçam tohumlarının canlılığını koruyarak tahammül gösterebildiğini teyit etmektedir.

4. Tartışma ve sonuç

Çalışma sonucunda; genel olarak kızılçamın bir tür olarak yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı bir tür olduğu bir kez daha bu çalışmayla teyit edilmiştir. Çalışma kapsamında, dört farklı ıslah zonu ve 60 ile 925 metre rakımlar arasındaki 14 farklı popülasyonun tohumlarının tamamının 130 °C'ye kadarki yüksek sıcaklık şoklarında yaşam kabiliyetlerini koruyabildikleri tespit edilmiştir. Neyişçi ve Cengiz (1985), kozalak içerisindeki kızılçam tohumlarının çok kısa bir süre 367°C ile 632 °C maruz kalması durumunda bile canlılığını muhafaza edebileceğini belirtmişlerdir. Thanos (2000) kızılçamda tohum kabuğu kalınlığının tohum ağırlığının önemli bir kısmını (%55) oluşturduğunu, bu özelliğin de tohum canlılığının korunmasını sağladığını belirtmektedir.

Çalışmada; çimlenme hızı ve yüzdesine etkisi açısından popülasyonlar arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte; rakım farklılığı ile yüksek sıcaklıklara tahammül arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir. Bu çalışmada maksimum çimlenme 1 dk. süreli 130 °C'lik yüksek sıcaklık şokunda tespit edilmiştir. Boydak ve Çalışkan (2016) tarafından kızılçamda yürütülen bir çalışmada da en yüksek çimlenme 130 °C - 1 dk. işlem kombinasyonunda tespit edilmiştir. Buna karşın, aynı çalışmada en düşük çimlenmenin 130 °C - 10 dk. işlem kombinasyonunda olduğu saptanmıştır.

Yüksek sıcaklıklara maruz kalma süresi (5 dk.) tohum canlılığı dolayısıyla çimlenme kabiliyeti üzerinde negatif bir etki yaptığı belirlenmiştir. Bu hususu teyit eder şekilde Wright (1931) 65 °C ile 120 °C derecelik fırın sıcaklığının 4 dakikada tohum embriyosuna ulaştığını ifade etmektedir. Ayan ve Usta (2010) kızılçam dâhil, üç çam türünde yürüttükleri denemede; 120 °C'nin üzeri ve 5 dk.'dan daha

uzun süreli sıcaklık şoku uygulamalarının çimlenmeyi düşürdüğünü ve tohum canlılığına öldürücü etki yaptığını belirtmişlerdir.

Ulaşılan bu tespitlerin ormancılık pratiği için birtakım faydaları vardır. Diri örtü probleminin gençleştirmeye engel olduğu alanlarda gerçekleştirilecek denetimli yakma işleminde bu çalışmada kullanılan maksimum sıcaklıklar ve sürelerin dikkate alınması gereklidir. Yüksek sıcaklık bir taraftan gençleşmeye engel olan diri-ölü örtüyü bertaraf edecek bir araç olarak kullanılabilirken, bir taraftan da Thanos (2000)'da belirttiği gibi kızılçam tohumlarında dormansiyi kırabilir. Bu konuda; Ayan ve Usta (2010), 80 °C'lik yüksek sıcaklığın kızılçam tohumlarında çimlenmeyi teşvik ettiğini ifade etmişlerdir. Yüksek sıcaklık şoku ve süresi ile ilgili çalışmaların özellikle genotip bazında da yürütülmesi ve daha ileri çalışmalara gereksinim olduğu düşünülmektedir.

Açıklama

Orman Genel Müdürlüğü, Orman Ağaçları ve Tohumları İslah araştırma Müdürlüğüne tohum tedariki konusunda verdikleri destekten ötürü içtenlikle teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Ayan, S., Usta, T., 2010. Sıcaklık şoklarının doğal çam türleri tohumlarının canlılığı üzerine etkisi. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Artvin, s. 766-774.
- Bilgili, E., Goldammer, J.G., 2000. Fire in the Mediterranean basin: Towards an interdisciplinary science program. Proceedings of the IUFRO World Congress, Forest and Society: The Role of Research, 7-12 Ağustos, Kuala Lumpur, Malaysia, pp. 45-54.
- Boydak, M., Çalışkan, S., 2016. Effects of heat shock on seed germination of Turkish red pine (*Pinus brutia*). *Bosque*, 37(2): 327-333.
- Christensen, N.L., 1994. The effects of fire on physical and chemical properties of soils in Mediterranean-climate shrublands. In: The role of fire in Mediterranean-type ecosystems, Springer, New York, pp. 79-95.
- Eron, Z., Küçükosmanoglu, A., Akaydin, S., Torlakcık, S., Olcay, M., 1986. Orman Yangını. Tar. Orm. ve Köy İşl. Bak., OGM, Orm. Kor. ve Yan. Müc. Dai. Baş., Ankara.
- Fernandes, P.M., Vega, J.A., Jimenez, E., Rigolot, E., 2008. Fire resistance of European pines. *Forest Ecology and Management*, 256: 249-255.
- Gashaw, M., Michelsen, A., 2002. Influence of heat shock and seed germination of plants from regularly burnt savana woodlands and grassland in Ethiopia. *Plant Ecology*, 159: 83-93.
- Hanley, M.E., Fenner, M., 1998. Pre-germination temperature and the survivor ship and on ward growth of Mediterranean fire-following plant species. *Acta Oecologica*, 19: 181-187.
- Keeley, J.E., 1995. Seed-germination patterns in fire-prone Mediterranean-climate regions. In: *Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystems in Chile, California and Australia* (Ed: Arroyo, M.T.K., Zedler, P.H., Fox, M.D.) Springer-Verlag, New York, pp. 239-273.
- Keeley, J.E., Baer-Keeley, M., 1999. Role of charred wood, heat-shock, and light in germination of post fire phrygana species from the eastern Mediterranean Basin. *Israel Journal of Plant Sciences*, 47: 11-16.
- Keeley, J.E., Bond, W.J., Bradstock, R.A., Rundal, P.W., 2012. Fire in Mediterranean climate ecosystems-A comparative overview. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, 58: 123-135.
- Küçük, Ö., 2006. Orman yangınlarının süksesyona üzerine etkileri. *Orman Mühendisliği Dergisi*, (10-11-12): 12-14.
- Liacos, L.G., 1977. Fire and fuel management in pine forest and evergreen brushland ecosystems of Greece. Proceedings of the Symposium on Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems, 1-5 August, Palo Alto, California, pp. 289-298.
- Neyişçi, T., Cengiz, Y., 1985. Effects of heat and ash on the germination and seedling growth of *Pinus brutia*. *Doğa Bilim Dergisi*, 9(1): 121-131.
- Nunez, M.R., Calvo, L., 2000. Effect of high temperatures on seed germination of *Pinus sylvestris* and *Pinus halepensis*. *Forest Ecology and Management*, 131: 183-190.
- Oliver, C.D., 1981. Forest development in North America following major disturbance. *Forest Ecology and Management*, 3: 153-168.
- Paula, S., Pausas, J.G., 2008. Burning seeds: germinative response to heat treatments in relation to resprouting ability. *Journal of Ecology*, 96(3): 543-552.
- Pausas, J.G., Vallejo, R., 1999. The role of fire in European Mediterranean ecosystems. In: *Remote sensing of Large Wild fires in the European Mediterranean Basin* (Ed: Chuvieco, E.) Springer, Berlin, pp.3-16.
- Reyes, O., Casal, M., 1995. Germination behaviour of 3 species of the genus *Pinus* in relation to high temperatures suffered during forest fires. *Annals of Science*, 52: 385-392.
- Tavşanoğlu, C., Gürkan, B., 2010. Physical and chemical properties of the soils at burned and unburned *Pinus brutia* Ten. forest sites in the Marmaris region, Turkey. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 38:71-76.
- Thanos, C.A., 2000. Ecophysiology of seed germination in *Pinus halepensis* and *Pinus brutia*. In: *Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and Pinus brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*. (Ed: Ne'Eman, G., Trabaud, L.), Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, pp.37-50.
- Usta, T., 2007. Yüksek sıcaklık şoku uygulamalarının doğal çam türlerinin (*Pinus* sp.) tohum özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ürgeç, S., 1998. Ağaç ve Süs Bitkileri Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Vélez, R., 1981. Fire Effects and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems in Spain. Proceeding of Symposium on Dynamics and Management of Mediterranean - Type Ecosystems. June 22-26, San Diego, California, pp. 458-463.
- Wright, B., 1931. The effects of high temperatures on seed germination. *Journal of Forestry*, 29(5): 679-687.
- Yılmaz, F., 1994. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarında kabuktan kaynaklanan çimlenme engelini kimyasal önşlemlerle giderilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Cedrus libani ve *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* ağaçlandırma alanında kurak dönemde ağaç-su ilişkisi değişimleri

Esra Bayar^{a,*}, Ayşe Deligöz^a

Özet: Bu çalışmada; Isparta il merkezinde bulunan ortalama 22 yaşındaki Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) ve Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] ağaçlandırma sahasında yaz kuraklığı döneminde ağaçların su ilişkilerinde ve biyokimyasal özelliklerinde oluşan değişimler incelenmiştir. Haziran-eylül ayları arasında toprak nem içeriği ve sıcaklığı, su ilişkileri parametreleri [solma noktasındaki osmotik potansiyel ($\Psi\pi_{TLP}$), tam doymuş haldeki osmotik potansiyel ($\Psi\pi_{100}$), kuru ağırlık oranı (DWF), birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su oranı (V_o/DW) ve relatif su içeriği (RWC)], toplam çözünebilir şeker ve prolin içeriği araştırılmıştır. Çalışmamızda toprak nem içeriği ve sıcaklığı dönemsel bir değişim göstermiştir. Ölçüm dönemlerinin toprak nem içeriği ve sıcaklığı üzerinde anlamlı etkisi vardır. Anadolu karaçamında ölçüm dönemlerinin $\Psi\pi_{TLP}$, $\Psi\pi_{100}$ ve DWF üzerindeki etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Toros sedirinde ölçüm dönemlerinin $\Psi\pi_{TLP}$, $\Psi\pi_{100}$ ve RWC üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Solma noktasındaki osmotik potansiyel eylül ayında en düşük değerini almıştır. Toros sediri eylül ayında Anadolu karaçamına göre daha düşük solma noktasındaki osmotik potansiyele sahiptir. Anadolu karaçamında en yüksek toplam çözünebilir şeker içeriği haziran ayında tespit edilmiştir. Prolin içeriğinde ise, hem Anadolu karaçamında hem de Toros sedirinde ölçüm dönemlerinin etkisi bulunmamaktadır. Ağaç türleri arasında da toplam çözünebilir şeker ve prolin içeriği bakımından anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Toros sediri ve Anadolu karaçamı ağaçlandırma sahasında, çalışma yılında yapılan ölçüm sonuçlarına göre Eylül ayında Toros sedirinin Anadolu karaçamına göre kuraklığa karşı daha toleranslı olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Kuraklık, Ağaç, Su durumu, Toplam çözünebilir şeker, Prolin

Tree-water relations variations in dry season in *Cedrus libani* and *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* afforestation area

Abstract: In this study, changes in water relations and biochemical characteristics of trees during summer drought in 22-year-old Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) and Anatolian black pine [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] afforestation area located in central of Isparta were investigated. Soil water content and soil temperature, water relation parameters [osmotic potential at turgor loss point ($\Psi\pi_{TLP}$), osmotic potential at full turgor ($\Psi\pi_{100}$), dry weight fraction (DWF), symplastic water at saturated point per dry weight of the shoot (V_o/DW) and relative water content (RWC)], total soluble sugar and proline content were determined between June and September. Soil water content and soil temperature showed a periodical change in our study. Measurement periods have a significant effect on soil water content and soil temperature. The effect of measurement periods on $\Psi\pi_{TLP}$, $\Psi\pi_{100}$ and DWF was found to be insignificant in Anatolian black pine. Taurus cedar has a significant effect on the measurement periods as to $\Psi\pi_{TLP}$, $\Psi\pi_{100}$ ve RWC. The osmotic potential at turgor loss point has the lowest value in September. Taurus cedar has lowest osmotic potential at turgor loss point than Anatolian black pine in September. The highest total soluble sugar content in Anatolian black pine was determined in June. There were no significant effects on measurement periods both Anatolian black pine and Taurus cedar in proline content. No significant differences were found between tree species as to total soluble sugar and proline content. According to measurement results in the studying year, in Taurus cedar and Anatolian black pine afforestation area, it can be said that Taurus cedar against drought is more tolerant than Anatolian black pine in September.

Keywords: Drought, Tree, Water status, Total soluble sugar, Proline

1. Giriş

Son yıllarda iklim değişikliği, bir diğer adıyla küresel ısınma pek çok sorunun sebebi olarak gösterilmeye başlanmıştır. Küresel iklim değişikliğinin etkileri kuraklık, su kaynaklarının azalması, sıcak hava dalgaları ve sellerdeki artış vb. olarak kendini göstermektedir (Turan, 2018). Kuraklık dünya çapında bir sorundur ve Türkiye, dünya üzerindeki konumu itibarıyla kuraklığın söz konusu olduğu

bir noktada bulunmaktadır (Tüfekçioğlu ve Tüfekçioğlu, 2018). IPCC (Hükümetlerarası iklim değişikliği paneli)'nin değerlendirme raporuna göre, Türkiye Akdeniz ülkeleri arasında iklim değişikliğinden etkilenecek ülkeler arasında yer almakta olup, genel sıcaklık artışının 1-2 °C olması beklenmektedir (TTKMS, 2013). Misson vd. (2010), küresel iklim değişikliğinin Akdeniz bölgesinde daha sık ve şiddetli kuraklıklarla sonuçlanacağını belirtmiştir. İklim değişikliği ile ağaç ölümlerinin artması beklenmekte (Buras vd., 2018)

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

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 29.07.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 10.12.2019



Citation (Atıf): Bayar, E., Deligöz, A., 2019. *Cedrus libani* ve *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* ağaçlandırma alanında kurak dönemde ağaç-su ilişkisi değişimleri. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 317-323.
DOI: [10.18182/tjf.598303](https://doi.org/10.18182/tjf.598303)

ve farklı türdeki ağaçların fizyolojisi, büyümesi ve yaşama yüzdesi de etkilenmektedir (Eilmann vd., 2009; Morin vd., 2018). Orman ağacı türlerinde oluşan kuraklık, büyümede büyük oranda azalmalara neden olmaktadır (Newton vd., 1991). Kuraklık, bitki artımını % 30-70 oranında düşürebilmektedir (Çepel, 1995). Kuraklık stresinin uzun sürmesi ve yeterince su alımının gerçekleşmemesi bitkilerde ölüme dahi yol açmaktadır (Kaçar vd., 2013). Bitkilerin kuraklık stresine verdiği tepki, bitki türüne, bitki yaşına, büyüme ve gelişme evresine, kuraklığın seviyesi ve süresine ve fiziksel parametrelere bağlı olarak değişmektedir (Marcínska vd., 2013).

Kuraklık stresi bitkilerde morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal (Marcínska vd., 2013) ve moleküler bakımdan bazı değişimlere neden olmaktadır (Deligöz ve Bayar, 2017). Adaptasyon, kuraklıktan kaçınma ve kuraklığa tolerans bitkilerin kuraklık stresine karşı gösterdiği dayanıklılık mekanizmalarıdır (Mundree vd., 2002). Bitki su ilişkilerinde en önemli konulardan birisi, bitki hücreleri içinde çözünür maddelerin sentezi ve birikimidir. Osmotik ayarlama, kuraklık toleransında önemli bir rol üstlenmektedir ve kuraklık toleransı ile pozitif ilişkilidir (DaCosta ve Huang, 2006). Kuraklık stresine maruz kalan bitkiler, hücre turgorlarını koruyabilmek için hücreleri içinde bazı organik çözümleri biriktirerek osmotik potansiyellerini düzenlemektedirler. Bu organik çözümler, çözünür karbonhidratlar, yani glikoz, sakkaroz gibi çözünür şekerler olarak birikmektedir (Huang vd., 2000; Çırak ve Esendal, 2006). Ayrıca kuraklık stresi altında biriken diğer bir çözümler prolin dir (Anjum vd., 2011). Stresli koşullar altında biriken prolin, bitkinin büyümesi ve hayatta kalması için enerji sağlamak ve bitkinin stresini tolere etmesine yardımcı olmaktadır (Sankar vd., 2007).

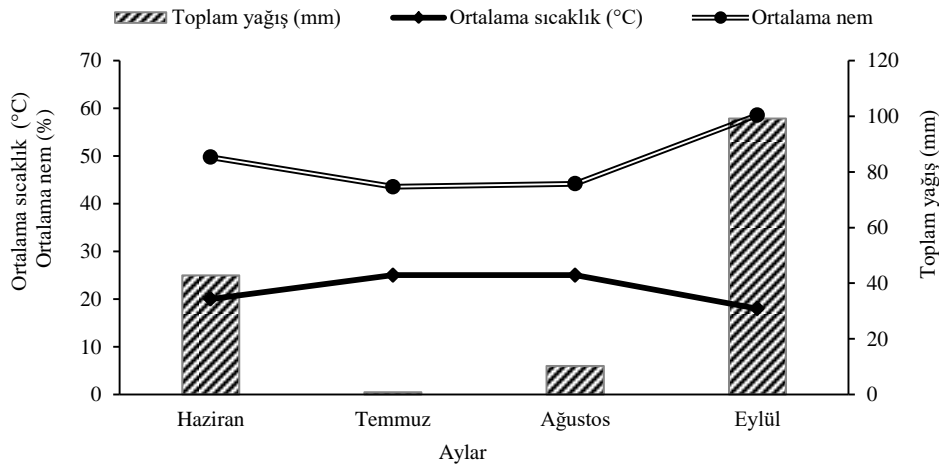
Bitki gelişimini ve yetiştirilmesini olumsuz etkileyen kuraklık stresi, kurak ve yarı-kurak alanlar ve ormancılık çalışmaları için önem arz etmektedir (Çalikoğlu, 2002). Akdeniz iklimi koşullarında, yıl içinde kuraklığın hüküm sürdüğü asıl dönem olan yaz ayları dikkate alındığında, ele alınan türlerin kuraklık etkilerine karşı reaksiyonlarını belirlemek için bu dönemdeki fizyolojik durumlarını temel almak gerekir (Dirik, 2000). Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) kurak, yarı kurak mntıkalara uyum sağlaması nedeniyle ağaçlandırma çalışmalarında yaygın olarak

kullanılan bir türdür (Semerci, 2002). Tutma başarısının yüksek olmasının yanında değişik yetişme ortamlarında kullanım değeri yüksek ve kuraklığa da dayanıklı bir tür olarak bilinmektedir (Ürgenç, 1986). Benzer şekilde Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe]’da hem kuraklığa hem de kış soğuklarına karşı dayanıklılığı nedeniyle ülkemizde kızılçamdan sonra en çok ağaçlandırılması yapılan ibrelili bir türümüzdür (Ertekin ve Özel, 2010). Bu çalışmada Toros sediri ve Anadolu karaçamı karışık ağaçlandırma sahasında yaz kuraklığı döneminde toprak nemi ve sıcaklığındaki değişimler ile sahadaki ağaçların su ilişkilerindeki değişimler incelenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışma alanı ve bitki materyali

Araştırma alanı Göller Bölgesi’nde, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Isparta Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde Isparta-Merkezde bulunan Toros sediri (*Cedrus libani* A.Rich.) ve Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] karışık ağaçlandırma sahasında (37° 50’ 30” K ve 30° 31’ 42” D) yer almaktadır. Arazi hazırlığının makine ile yapıldığı kumlu balçık tekstüründeki ağaçlandırma sahası düz olup, rakımı 1008 m’dir. Ağaçların yaşı ortalama 22’dir. Çalışma 2014 yılı haziran-eylül ayları arasında aylık periyotlarla gerçekleştirilmiştir. Isparta Meteoroloji Bölge Müdürlüğü’nden alınan iklim verilerine göre, çalışma sürecince ortalama sıcaklık haziran ayında 20°C, temmuz ve ağustos ayında 25°C ve eylül ayında 18°C’dir. Yıllık toplam yağış 670 mm olup, haziran-eylül ayları arasındaki toplam yağış miktarı sırasıyla 43 mm (haziran), 1 mm (temmuz), 10 mm (ağustos) ve 99 mm (eylül)’dir (Şekil 1). Ağaçlandırma sahasında Toros sediri ve Anadolu karaçamı bireylerinin karışık olarak bulunduğu alandan seçilen örnek alanda her bir türden rastgele 10 adet birey belirlenmiştir. Bu bireylerin sürgünleri üzerinde su potansiyeli bileşenleri belirlenirken, iğne yapraklarında çözünür şeker ve prolin içeriği tespitleri yapılmıştır. Çalışma alanında dönemsel olarak toprak nem içeriği ve sıcaklık ölçümleri de gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışma sürecince aylık ortalama sıcaklık (°C), ortalama nem (%) ve toplam yağış (mm)

2.2. Toprak nem içeriği ve sıcaklık ölçümleri

Toprak nem içeriği ve sıcaklık ölçümleri aylık periyotlarla (Haziran-Eylül) 0-20 cm derinlikten alınarak gerçekleştirilmiştir. Toprak nem içeriği gravimetrik olarak belirlenmiştir. Alınan toprak örnekleri, nemin buharlaşması engellenecek biçimde, cam kavanozlara koyularak, 0.001 g duyarlı terazide taze ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra kurutma fırınına yerleştirilerek 105 °C de 24 saat kurumaya bırakılıp, akabinde fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir. Toprak sıcaklığı Verth CK102 cihazı ile ölçülmüştür.

2.3. Fizyolojik ve biyokimyasal ölçümler

Fizyolojik ve biyokimyasal ölçümler için alandan rastgele seçilen 10 adet ağacın tepe tacının 2/3'lük kısmından ve güney yönünden birer sürgün örneği teleskopik budama makası ile kesilmiştir. Sürgün örnekleri öğle saatlerinde (12:00-14:00) alınmıştır. Kesilen sürgün örnekleri polietilen torbalara yerleştirilerek hemen mini buzdolabına koyulmuş ve akabinde laboratuvara taşınmıştır. Su potansiyeli bileşenleri [solma noktasındaki osmotik potansiyel ($\Psi\pi_{TLP}$), tam doymun haldeki osmotik potansiyel ($\Psi\pi_{100}$), kuru ağırlık oranı (DWF), birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su oranı (V_o/DW) ve relatif su içeriği (RWC)], Scholander bitki basınç odası (Model 1000, PMS Instrument Company, Oregon, USA) kullanılarak 3 adet sürgün örneğinde ölçülmüş ve basınç-hacim (P-V) eğrisi yöntemiyle belirlenmiştir.

Biyokimyasal özelliklerden çözünebilir şeker ve prolin analizi için iğne yaprak örnekleri distile suda hızlıca temizlendikten sonra 65 °C'de 48 saat etüvde kurutulmuştur. Kurutulan iğne yaprak örnekleri kahve öğütücüsü yardımıyla öğütülmüştür. Çözünebilir şeker içeriği Dubois vd. (1956)'ne göre belirlenmiştir. Her bir örnek için 0.1 g kuru örnek % 80'lik 10 mL etanolde 24 saat inkuba edilmiş ve akabinde 10 dakika santrifuj yapılmıştır. Toplam çözünebilir şeker içeriği ($mg\ g^{-1}$) oda sıcaklığında 1 saat bekletildikten sonra spektrofotometrede 490 dalga boyunda okutulmuştur. Prolin analizi Bates vd. (1973)'ne göre belirlenmiştir. Prolin analizi için 0.5 g tartılan iğne yaprak örnekleri üzerine 10 mL % 3'lük sülfosalisilik asit ilave edilerek homojenize edilmiştir. Homojenattan elde edilen süzüntüden örnek alınmış ve üzerine 2 mL asit

ninhidrin ve 2 mL glasiyal asetik asit ilave edilerek 100 °C'de 1 saat inkübe edilmiştir. Ardından reaksiyonu durdurmak için buz banyosunda örnekler soğutulmuştur. Soğutulan örneklere toluen eklenerek vorteks ile karıştırılmış ve absorbans değerleri spektrofotometrede 520 nm dalga boyunda okutulmuştur.

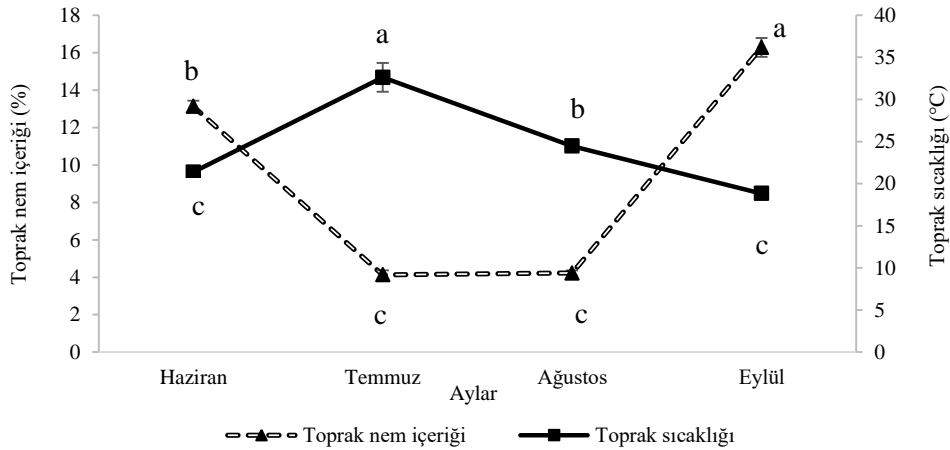
2.4. İstatistiksel analizler

Ölçümü yapılan özelliklere (toprak nem içeriği ve sıcaklığı, su potansiyeli bileşenleri, toplam çözünebilir şeker ve prolin içeriği) ait ortalama değerler SPSS 25.0 paket programı kullanılarak belirlenmiştir. Bu özellikler üzerinde ölçüm dönemlerinin etkisi varyans analizi (ANOVA) yardımıyla belirlenmiş ve takiben Duncan testi ile ölçüm dönemleri karşılaştırılmıştır. Türler arasındaki farklılık ise, Student's t-testi ile $p < 0.05$ önem düzeyinde belirlenmiştir. Sonuçlar ortalama ve ortalamanın standart hatası şeklinde verilmiştir.

3. Bulgular

Araştırma alanında, ölçüm dönemlerinin toprak nem içeriği ve sıcaklığı üzerinde 0.05 önem düzeyinde anlamlı etkisi bulunmaktadır (Şekil 2). Haziran ayında % 13 olan toprak nem içeriği, temmuz ve ağustos ayında % 4'e kadar düşmüş, eylül ayında tekrar artmıştır (% 16). Toprak sıcaklığı, haziran ayında 21 °C, temmuz ayında 33 °C, ağustos ayında 25°C ve eylül ayında 19 °C olarak belirlenmiştir (Şekil 2).

Anadolu karaçamında ölçüm dönemlerinin $\Psi\pi_{100}$, $\Psi\pi_{TLP}$ ve DWF üzerindeki etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunurken ($P>0.05$), V_o/DW ve RWC üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. Buna göre V_o/DW 'da temmuz ayı, RWC'de temmuz ve ağustos ayı diğer aylara göre nispeten düşük değerler almıştır. Toros sedirinde, $\Psi\pi_{100}$, $\Psi\pi_{TLP}$ ve RWC üzerinde ölçüm dönemlerinin etkisi önemlidir ($P<0.05$; Çizelge 1). $\Psi\pi_{100}$ ve $\Psi\pi_{TLP}$ en yüksek değerini temmuz ayında almıştır. $\Psi\pi_{TLP}$ en düşük değerini eylül ayında alırken, $\Psi\pi_{100}$ en düşük değerini ağustos ve eylül ayında almıştır. RWC ise, temmuz ve ağustos ayında düşük iken, eylül ayında yükselmiştir. Toros sedirinde ölçüm dönemlerinin DWF ve V_o/DW üzerindeki etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$; Çizelge 1).



Şekil 2. Toros sediri ve Anadolu karaçamı ağaçlandırma sahasında 0-20 cm'den alınan toprak nem içeriği ve sıcaklığındaki dönemsel değişim

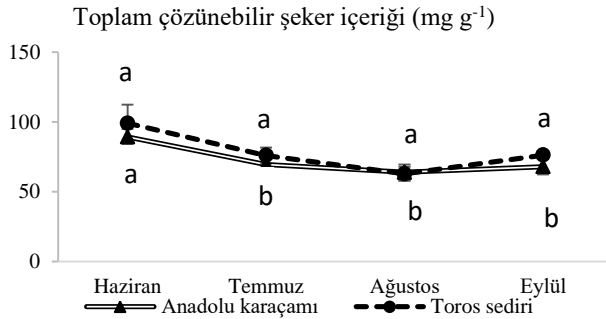
Çizelge 1. Toros sediri ve Anadolu karaçamı ağaçlandırma sahasında ölçüm dönemlerinin su ilişkisi parametreleri üzerindeki etkisi

Ağaç türü	Parametreler	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Anadolu karaçamı	$\Psi\pi_{TLP}$ (MPa)	-2.59±0.09a	-2.55±0.26a	-2.71±0.10a	-2.70±0.04a
	$\Psi\pi_{100}$ (MPa)	-1.62±0.04a	-1.18±0.14a	-1.39±0.16a	-1.33±0.17a
	DWF	0.44±0.03a	0.38±0.01a	0.40±0.01a	0.40±0.01a
	Vo/DW	0.34±0.04a	0.17±0.04b	0.24±0.04ab	0.24±0.02ab
	RWC (%)	89.32±0.31a	81.31±0.60b	83.05±0.95b	89.41±0.42a
Toros sediri	$\Psi\pi_{TLP}$ (MPa)	-	-2.40±0.20a	-2.86±0.09ab	-3.06±0.09b*
	$\Psi\pi_{100}$ (MPa)	-	-1.12±0.21a	-1.78±0.09b	-1.89±0.07b*
	DWF	-	0.42±0.01a	0.41±0.01a	0.42±0.00a
	Vo/DW	-	0.30±0.03a*	0.31±0.09a	0.33±0.07a
	RWC (%)	-	84.89±1.33b	86.86±0.33b*	91.29±1.29a

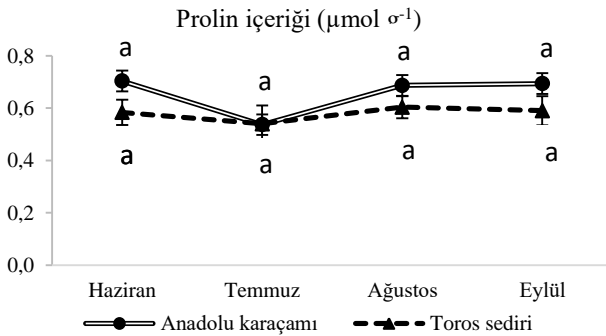
Harfler ölçüm dönemleri arasında farklılığı ifade etmektedir (P<0.05). * işareti türler arasında istatistiksel anlamda farklılık olduğunu ifade etmektedir (P<0.05). -Veri alınamamıştır.

T testi sonuçlarına göre, ölçüm dönemlerinde iki ağaç türü arasında, $\Psi\pi_{100}$, $\Psi\pi_{TLP}$, Vo/DW ve RWC’de önemli farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge 1). Bu farklılık $\Psi\pi_{100}$ ve $\Psi\pi_{TLP}$ ’de eylül ayında, Vo/DW’da temmuz ayında ve RWC’de ağustos ayında tespit edilmiştir. Buna göre Toros sediri Anadolu karaçamına göre daha düşük $\Psi\pi_{100}$ ve $\Psi\pi_{TLP}$ ’ne ve yüksek Vo/DW ve RWC’ne sahiptir.

Anadolu karaçamı türünde ölçüm dönemlerinin toplam çözünebilir şeker içeriği üzerindeki etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunurken (P<0.05), Toros sediri türünde önemsiz bulunmuştur (P>0.05; Şekil 3). Anadolu karaçamında haziran ayında yüksek olan toplam çözünebilir şeker içeriği, temmuz, ağustos ve eylül ayında düşük değerlerle sabit kalmıştır. Prolin içeriğinde ise, hem Anadolu karaçamında hem de Toros sedirinde ölçüm dönemlerinin etkisi bulunmamaktadır. Ağaç türleri karşılaştırıldığında, toplam çözünebilir şeker ve prolin içeriği bakımından istatistiksel anlamda 0.05 önem düzeyinde anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir (Şekil 4).



Şekil 3. Toros sediri ve Anadolu karaçamı ağaçlandırma sahasında ölçüm dönemlerinin toplam çözünebilir şeker içeriği üzerindeki etkisi



Şekil 4. Toros sediri ve Anadolu karaçamı ağaçlandırma sahasında ölçüm dönemlerinin prolin içeriği üzerindeki etkisi

4. Tartışma ve sonuç

Türkiye'nin özellikle kurak-yarıkurak iklim bölgelerinde yağış miktarında meydana gelen azalmalar ve yağış rejimindeki sapmalar bitkilerin büyümesi ve gelişmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Yıllık toplam yağışı 670 mm olan çalışma alanımızda yaz dönemi oldukça kurak olup, temmuz ve ağustos ayında düşen toplam yağış miktarı 11 mm'dir. Eylül ayında ise yağış miktarı 99 mm'ye kadar yükselmiştir. Toprak nem içeriğindeki değişim incelendiğinde, yağıştaki değişime benzer şekilde toprak neminin temmuz ve ağustos ayında oldukça düştüğü ve eylül ayında tekrar arttığı tespit edilmiştir. Toprak sıcaklığı ise, en yüksek temmuz ayında belirlenmiş olup, eylül ayına doğru giderek azalmıştır. Benzer bulgular Deligöz ve Cankara (2019) tarafından Anadolu karaçamı - kızılçam doğal karışık meşceresinde de tespit edilmiştir. David vd. (2007) yaptıkları çalışmalarında da yazın toprak nem içeriğinin azaldığını belirtmiştir.

Yaz boyunca artan kuraklık su stresiyle ilişkilidir ve kuraklığın uzun sürmesi durumunda kökteki su alımı toprağın daha alt katmanlarından sağlanmaktadır. Toprak nem içeriğinin değişmesi bitkinin su durumunu etkilemektedir (Otieno vd., 2006). Bitki su durumu veya su potansiyelidir (Nortes vd., 2005). Solma noktasındaki osmotik potansiyel, bitkinin su stresine karşı gösterdiği fizyolojik bir cevaptır (Bartlett vd., 2012). Çalışma alanında haziran ayından itibaren görülen toprak nemindeki düşüşler ve sıcaklıktaki yükselmeler, Anadolu karaçamı türünde solma noktasındaki osmotik potansiyel ve tam doymun haldeki osmotik potansiyelde bir farklılığa sebep olmazken, Toros sedirinde solma noktasındaki ve tam doymun haldeki osmotik potansiyelde istatistiksel anlamda önemli farklılığa neden olmuştur. Toros sediri'nin Anadolu karaçamına göre eylül ayında daha düşük solma noktasındaki osmotik potansiyel ve tam doymun haldeki osmotik potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir. Anadolu karaçamında solma noktasındaki osmotik potansiyel -2.55 MPa ile -2.71 MPa arasında değişirken, Toros sediri'nde -2.40 MPa ile -3.06 MPa arasında değişmiştir. İmal (2015) kurak dönem olarak Ağustos ayında Anadolu karaçamı fidanlarında yaptığı ölçümlerde solma noktasındaki osmotik potansiyeli -2.62 MPa ile -3.29 MPa arasında değiştiğini tespit etmiştir. Çalışmamızda Toros sedirinde en düşük solma noktasındaki osmotik potansiyel eylül ayında, tam doymun haldeki osmotik potansiyel ise, ağustos ve eylül ayında belirlenmiştir. Yapılan bir başka çalışmada solma noktasındaki ve tam doymun haldeki osmotik potansiyelin

ardıç (*Juniperus ashei*) türünde temmuz ayından ağustos ayına kadar azalır, eylül ayında arttığı, meşe (*Quercus fusiformis*) türünde ise temmuz ayından eylül ayına doğru giderek azaldığı tespit edilmiştir (Johnson vd., 2018). Yine Otieno vd. (2006), *Quercus suber*'de solma noktasındaki ve tam doymun haldeki osmotik potansiyelin haziran ayından temmuz ayına doğru azaldığını ve eylül ayına doğru tekrar arttığını belirtmiştir. Bitkilerde solma noktasındaki osmotik potansiyel yıl içinde mevsimlere bağlı olarak değişmektedir (Deligöz, 2011). Birçok çalışmada da $\Psi_{\pi_{TLP}}$ 'nin mevsimsel değişim gösterdiği belirtilmiştir (Aranda vd., 1996; Serrano vd., 2005; Deligöz ve Cankara, 2019). Çalışmamızda ölçüm dönemlerinin kuru ağırlık oranı üzerindeki etkisi istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur. Genel olarak yapılan çalışmalarda kuru ağırlık oranının kışın arttığı belirtilmiştir (Dirik, 1999; Deligöz, 2011). Anadolu karaçamında birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su oranı en yüksek değerini haziran ayında almıştır. Semerci (1994), birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su oranının tomurcukların şişmeye başlamasıyla artışa geçtiğini belirtmiştir. Bazı Akdeniz çalı türlerinde, birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su hacminin ilkbahar sonunda yüksek seviyelerde iken yaz süresince azaldığı tespit edilmiştir (Tognetti vd., 2000). Relatif su içeriği her iki türde de temmuz ve ağustos ayında düşük olup eylül ayında artmıştır. *Eucalyptus melliodora* türünde de kışın yüksek olan RWC, yazın azalmıştır (Merchant vd., 2010). Lansac vd. (1994), yaz ayında su potansiyelinin düşmesine rağmen RWC'nin sabit bir eğilim gösterdiğini belirtmiştir. Su ilişkileri parametreleri fenoloji, sıcaklık, gün uzunluğu ve su uygunluğuna bağlı olarak değişmektedir (Major ve Johnsen, 1999).

Ağaçlar kurak mevsimde solma noktasındaki osmotik potansiyelinin üzerinde yaprak su potansiyelinin sürdürmesini sağlayan farklı fizyolojik ve morfolojik ayarlamalar yapabilmektedir (Bucci vd., 2008). Kurak dönem boyunca solma noktasındaki osmotik potansiyelinin osmotik ayarlama ile düzenlenmektedirler (Bartlett vd., 2014). Osmotik ayarlama, hücre başına çözünmüş madde miktarının artmasıdır (Türkan, 2008). Çözünmüş maddelerden biri olan çözünbilir şekerler, karbonhidratlar bitkinin su stresine cevabında önemli bir rol oynamaktadırlar (Dichio vd., 2003). Anadolu karaçamı'nda en yüksek toplam çözünbilir şeker içeriği haziran ayında olup, temmuz ve ağustos ayında azalmıştır. Landhäusser ve Lieffers (2003), dokuların çoğundaki nişasta ve şeker rezervinin yaz başında azaldığını belirlemiştir. Genellikle ağaçlarda karbonhidrat içeriğinin kışın ve ilkbaharın başında yüksek olduğu, ilkbaharın sonunda ve yaz başında azaldığı, yaz sonuna doğru tekrar artıp, kışın maksimum seviyelere ulaştığı belirtilmiştir (Kozłowski, 1992). Birçok çalışmada da çözünbilir şekerlerin mevsimsel değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Wong vd., 2003; Vaz vd., 2010; Zhu vd., 2012). Çalışmamızda türler arasında toplam çözünbilir şeker içeriği bakımından istatistiksel anlamda önemli bir fark tespit edilmemiştir. Diğer bir osmotik düzenleyici olan prolin (Türkan, 2008), bitkilerin kuraklık stresine verdiği en önemli tepkiler arasında yer almaktadır (Yavaş vd., 2016). Toros sediri ve Anadolu karaçamı ağaçlandırma sahasında ölçüm dönemlerinin prolin içeriği üzerinde etkisi olmamakla birlikte, türler arasında da anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Näsholm ve Ericsson (1990), sarıçam türünde prolin içeriğinin erken ilkbaharda yüksek olup, yazın, ilkbahar ve sonbaharda düşük çıktığını ifade etmiştir.

Q. europaea ve *P. lentiscus* türlerinde en yüksek prolin içeriği kışın, *Q. coccifera* türünde ise yazın ve kışın olarak belirlenmiştir (Rhizopoulou vd., 1991). Genel olarak kuraklık stresi altında çözünbilir şeker (Krasensky ve Jonak, 2012) ve prolin (Lansac vd., 1994) miktarı artmaktadır.

Sonuç olarak, çalışma alanımızda toprak nem içeriği ve sıcaklığı dönemsel bir değişim göstermiştir. Anadolu karaçamında ölçüm dönemlerinin solma noktasındaki ve tam doymun haldeki osmotik potansiyel üzerinde etkisi önemli bulunmazken, Toros sedirinde solma noktasındaki ve tam doymun haldeki osmotik potansiyel eylül ayına doğru azalmıştır. Fakat buna bağlı olarak toplam çözünbilir şeker ve prolin içeriğinde bir değişiklik belirlenmemiştir. Azalan solma noktasındaki osmotik potansiyel, osmotik bir ayarlamamanın göstergesi gibi düşünülsede, buna karşın biyokimyasal parametrelerde önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. Yaz döneminde toplam çözünbilir şeker ve prolin miktarında artışın olmaması, muhtemelen ağaçların şeker ve prolin biriktirecek kadar stres yaşamamalarından kaynaklanmış olabilir. Kurak dönemde solma noktasındaki osmotik potansiyel ne kadar düşük olursa, ele alınan türün kuraklık etkilerine direncinin o ölçüde yüksek olması beklenir (Dirik, 2000). Çalışmamızda aynı çevre koşulları altında, eylül ayında Toros sedirinin Anadolu karaçamına göre osmotik potansiyelinin daha çok düşürmesiyle kuraklığa karşı daha toleranslı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte fizyolojik ve biyokimyasal tepkilerin, ağaç türüne, yaşına, meşere tipine ve farklı çevre koşullarına göre değişiklik göstereceği de unutulmamalıdır.

Kaynaklar

- Anjum, S. A., Xie, X. Wang, L., Saleem, M. F., Man, C., Lei, W., 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of Agricultural Research, 6(9): 2026-2032.
- Aranda, I., Gil, L., Pardos, J., 1996. Seasonal water relations of three broadleaved species (*Fagus sylvatica* L., *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. and *Quercus pyrenaica* Willd.) in a mixed stand in the centre of the Iberian Peninsula. Forest Ecology and Management, 84: 219-229.
- Bartlett, M.K., Scoffoni, C., Sack, L., 2012. The Determinants of leaf turgor loss point and prediction of drought tolerance of species and biomes: A global meta-analysis. Ecology Letters, 15: 393-405.
- Bartlett, M.K., Zhang, Y., Kreidler, N., Sun, S., Ardy, R., Cao, K., Sack, L., 2014. Global analysis of plasticity in turgor loss point, a key drought tolerance trait. Ecology Letters, doi: 10.1111/ele.12374.
- Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil, 39: 205-207.
- Bucci, S.J., Scholz, F.G., Goldstein, G., Meinzer, F.C., Franco, A.C., Zhang, Y., Hao, G., 2008. Water relations and hydraulic architecture in cerrado trees: adjustments to seasonal changes in water availability and evaporative demand. Brazilian Journal of Plant Physiology, 20(3):233-245.
- Buras, A., Schunk, C., Zeiträg, C., Herrmann, C., Kaiser, L., Lemme, H., Straub, C., Taeger, S., Gößwein, S., Klemmt, H.J., Menzel, A., 2018. Are Scots pine forest edges particularly prone to drought-induced mortality?. Environmental Research Letters. 13: 1-11.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.

- Çalıkoğlu, M., 2002. Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) orijinlerinin kuraklığa karşı reaksiyonlarının ekofizyolojik analizi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çırak, C., Esendal, E., 2006. Soyada kuraklık stresi. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2): 231-237.
- DaCosta, M., Huang, B., 2006. Osmotic adjustment associated with variation in bentgrass tolerance to drought stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 131(3): 338-344.
- David, T.S., Henriques, M.O., Kurz-Besson, C., Nunes, J., Valente, F., Vaz, M., Pereira, J.S., Siegwolf, R., Chaves, M.M., Gazarini, L.C., David, J.S., 2007. Water-use strategies in two co-occurring Mediterranean evergreen oaks: surviving the summer drought. Tree Physiology, 27: 793-803.
- Deligöz, A., 2011. Seasonal changes in the physiological characteristics of Anatolian black pine and the effect on seedling quality. Turk. J. Agric. For., 35: 23-30.
- Deligöz, A., Bayar E., 2017. Kuraklık stresli *Quercus cerris* fidanlarının fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerindeki değişimler. Turkish Journal of Forestry, 18(4):269-274.
- Deligöz, A., Cankara, F.G., 2019. Differences in physiological and biochemical responses to summer drought of *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* and *Pinus brutia* in a natural mixed stand. J. For. Res. <https://doi.org/10.1007/s11676-018-00876-8>.
- Dichio, B., Xiloyannis, C., Angelopoulos, K., Nuzzo, V., Sabino, A., Celano, B., Celano, G., 2003. Drought-induced variations of water relations parameters in *Olea europaea*. Plant and Soil, 257: 381-389.
- Dirik, H., 1999. Dikim mevsiminde Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) fidanlarındaki fizyolojik değişimler ve bunun dikim başarısı üzerindeki etkileri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 49(2):59-74.
- Dirik, H., 2000. Farklı biyoiklim kuşaklarını temsil eden kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijinlerinin kurak dönemdeki su potansiyellerinin basınç-hacim (pv) eğrisi ile analizi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 50(2): 93-103.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., Smith, F., 1956. Colorimetric method for the determination of sugars and related substances. Annals of Chemistry, 28(3): 350-356.
- Eilmann, B., Zweifel, R., Buchmann, N., Fonti, P., Rigling, A., 2009. Drought-induced adaptation of the xylem in Scots pine and pubescent oak. Tree Physiology, 29: 1011-1020.
- Ertekin, M. Özel, H.B., 2010. Çorum yöresi erozyonla mücadele kapsamında yapılan karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmaları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 12(18): 77-85.
- Huang, X.M., Huang, H.B., Gao, F.F., 2000. The growth potential generated in citrus fruit under water stress and its relevant mechanisms. Scientia Horticulturae, 83: 227-240.
- İmal, B., 2015. Bazı Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* [Lamb.] Holmboe) orijinlerinin dona ve kuraklığa karşı dayanıklılıklarının ekofizyolojik olarak belirlenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Johnson, D.M., Berry, Z.C., Baker, K.V., Smith, D.D., McCulloh, K.A., Domec, J.C., 2018. Leaf hydraulic parameters are more plastic in species that experience a wider range of leaf water potentials. Functional Ecology, 1-10.
- Kaçar, B., Katkat, V., Öztürk, S., vd., 2013. Bitki Fizyolojisi. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Kozłowski, T.T., 1992. Carbohydrate sources and sinks in woody plants. The Botanical Review, 58(2): 107-222.
- Krasensky, J., Jonak, C., 2012. Drought, salt, and temperature stress-induced metabolic rearrangements and regulatory networks. Journal of Experimental Botany, 63(4): 1593-1608.
- Lähdesmäki, P., Pietiläinen, P., 1988. Seasonal variation in the nitrogen metabolism of young Scots pine. Silva Fennica, 22(3): 233-240.
- Landhäuser, S.M., Lieffers, V.J., 2003. Seasonal changes in carbohydrate reserves in mature northern *Populus tremuloides* clones. Trees, 17: 471-476.
- Lansac, A. R., Zaballos, J. P., Martin, A., 1994. Seasonal water potential changes and proline accumulation in mediterranean shrubland species. Vegetatio, 113: 141-154.
- Major, J. E., Johnsen, K. H., 1999. Shoot water relations of mature black spruce families displaying a genotype x environment interaction in growth rate. II. temporal trends and response to varying soil water conditions. Tree Physiology, 19: 375-382.
- Marcińska, I., Czyczyło-Mysza, I., Skrzypek, E., Filek, M., Grzesiak, S., Grzesiak, M. T., Janowiak, F., Hura, T., Dziurka, M., Dziurka, K., Nowakowska, A., Quarrie, S. A., 2013. Impact of Osmotic Stress on Physiological and Biochemical Characteristics in Drought-Susceptible and Drought-Resistant Wheat Genotypes. Acta Physiologiae Plantarum, 35: 451-461.
- Merchant, A., Arndt, S.K., Rowell, D.M., Posch, S., Callister, A., Tausz, M., Adams, M.A., 2010. Seasonal changes in carbohydrates, cyclitols, and water relations of 3 field grown *Eucalyptus* species from contrasting taxonomy on a common site. Ann. For. Sci., 67 (104): 1-7.
- Misson, L., Limousin, J.M., Rodriguez, R., Letts, M.G., 2010. Leaf physiological responses to extreme droughts in Mediterranean *Quercus ilex* forest. Plant, Cell & Environment, 33: 1898-1910.
- Morin, X., Fahse, L., Jactel, H., Scherer-Lorenzon, M., Garcia-Valdés, Bugmann, H., 2018. Long-term response of forest productivity to climate change is mostly driven by change in tree species composition. Scientific Reports, 8: 5627, DOI:10.1038/s41598-018-23763-y.
- Mundree, S.G., Baker, B., Mowla, S., Peters, S., Marais, S., Willigen, C.V., Govender, K., Maredza, A., Muyanga, S., Farrant, J.M., Thomson, J.A., 2002. Physiological and molecular insights into drought tolerance. African Journal of Biotechnology, 1(2):28-38.
- Näsholm, T., Ericsson, A., 1990. Seasonal changes in amino acids, protein and total nitrogen in needles of fertilized Scots pine trees. Tree Physiology, 6: 267-281.
- Newton, R.J.F., Funkhouser, E.A., Fonkg F., and Tauer, C.G., 1991. Molecular and physiological genetics of drought tolerance in forest species. Forest Ecology and Management, 43:225-250.
- Nortes, P.A., Pérez-Pastor, A., Egea, G., Conejero, W., Domingo, R., 2005. Comparison of changes in stem diameter and water potential values for detecting water stress in young almond trees. Agricultural Water Management, 77: 296-307.
- Otieno, D.O., Kurz-Besson, C., Liu, J., Schmidt, M. W.T., Vale-Lobo do, R., David, T.S., Siegwolf, R., Pereira, J.S., Tenhunen, J.D., 2006. Seasonal variations in soil and plant water status in a *Quercus suber* L. stand: roots as determinants of tree productivity and survival in Mediterranean-type ecosystem. Plant and Soil, 283: 119-135.
- Rhizopoulou, S., Meletiöu-Christou, M.S., Diamantoglou, S., 1991. Water relations for sun and shade leaves of four Mediterranean evergreen sclerophylls. Journal of Experimental Botany, 42(238): 627-635.
- Sankar, B., Jaleel, C.A., Manivannan, P., Kishorekumar, A., Somasundaram, R., Panneerselvam, R., 2007. Drought-induced biochemical modifications and proline metabolism in *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Acta Bot. Croat., 66(1): 43-56.
- Semerci, A., 1994. Doğu ladini (*Picea orientalis* L. Link.) fidanlarında su potansiyeli bileşenlerinde oluşan dönemsel değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Semerci, A., 2002. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarına ait Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Karakteristikler ile İç Anadolu'daki Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler. İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten, No:279, Ankara.

- Serrano, L., Peñuelas, J., Ogaya, R., Savé, R., 2005. Tissue-water relations of two co-occurring evergreen mediterranean species in response to seasonal and experimental drought conditions. *Journal of Plant Research*, 118: 263–269.
- Tognetti, R., Raschi, A., Jones, M. B., 2000. Seasonal patterns of tissue water relations in three mediterranean shrubs co-occurring at a natural CO₂ spring. *Plant, Cell and Environment*, 23: 1341–1351.
- TTKMS, 2013. Türkiye tarımsal kuraklıkla mücadele stratejisi ve eylem planı (2013-2017). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara. https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Belgeler/Duyurular/2013_2017_Kuraklik_Eylem_Plani.pdf, Erişim:25.06.2019.
- Turan, E.S., 2018. Türkiye'nin iklim değişikliğine bağlı kuraklık durumu. Artvin Çoruh Üniversitesi, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 4(1): 63-69.
- Tüfekçioğlu, A., Tüfekçioğlu, M., 2018. Kuraklık ve orman ekosistem dinamikler etkileşimi. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 19(1):103-108.
- Türkan, İ., 2008. Bitki Fizyolojisi (Ed. Taiz, L., Zeiger, E.). Palme Yayıncılık, Ankara.
- Ürgeç, S., 1986. Ağaçlandırma Tekniği. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, Yayın No: 3314/375, İstanbul.
- Vaz, M., Pereira, J. S., Gazarini, L. C., David, T. S., Rodrigues, A., Maroco, J., Chaves, M. M., 2010. Drought-induced photosynthetic inhibition and autumn recovery in two mediterranean oak species (*Quercus ilex* and *Quercus suber*). *Tree Physiology*, 30: 946-956.
- Wong, B. L., Baggett, K. L., Rye, A. H., 2003. Sseasonal patterns of reserve and soluble carbohydrates in mature sugar maple (*Acer saccharum*). *Canadian Journal of Botany*, 81: 780-788.
- Yavaş, İ., Akgül, H.N., Ünal, A., 2016. Bitkilerin kuraklığa dayanıklılığını arttırmaya yönelik uygulamalar. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(1): 48-57.
- Zhu, W-Z., Cao, M., Wang, S-G., Xiao, W-F., Li, M-H., 2012. Seasonal dynamics of mobile carbon supply in *Quercus aquifolioides* at the upper elevational limit. *Plos One*, 7(3): e34213.

Marmara Bölgesindeki orman fidanlıklarında yetiştirilen odunsu bitkilerdeki fungus ve su küflerinin tespiti

Ayşe Gülden Aday Kaya^{a,*}, H. Cemal Gültekin^b, Ayhan Karakaya^c

Özet: Bu çalışma, Sakarya, Kocaeli, Yalova, Bursa, İstanbul, Kırklareli ve Edirne illerine bağlı, odunsu bitkilerin üretiminin yapıldığı, 13 adet devlet ve 3 adet özel fidanlıktaki, fungus ve su küflerinin varlığını belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, adı geçen fidanlıklarda yetiştirilmekte olan orman ağacı fidanları incelenmiş, geriye doğru ölüm ve kuruma başta olmak üzere çeşitli hastalık semptomları gösteren fidanlar toprakları ile birlikte örneklenmiştir. Laboratuvar çalışmaları; mikroskopik incelemeler ve hastalıklı dokularından fungus, tüplü ve çıplak köklü fidanlara ait toprak örneklerinden de Pythiaceus türlerin izolasyonlarını kapsamıştır. Fidanlıklardan 227 adet fidan ve 79 adet toprak örneği alınmış, bunlardan, 145 adet fungal ve 57 adet Pythiaceus izolatu elde edilmiştir. İzolatlar morfolojik özelliklerine göre gruplandırılmış ve bu gruplar içerisinden seçilen temsili izolatların DNA ekstraksiyonu gerçekleştirildikten sonra, ITS bölgelerinin amplifikasyonu gerçekleştirilerek, dizilemeye gönderilmiştir. Çalışma sonucunda örnekler üzerinde tespit edilen funguslar arasında, dünya çapında kavakların bilinen en yaygın patojenlerinden biri olan *Marssonina brunnea*, pas hastalığı etmeni, *Melampsora allii-populina* ve çamlarda kırmızı bant hastalığı olarak bilinen *Dothistroma septosporum* yer almıştır. Bitki dokularından ve topraktan izole edilen *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium aphanidermatum*, *Pythium irregulare*, *Pythium ultimum*, *Phytophthora vexans* ve *Phytophthora syringae* yaygın ve önemli fungus ve Pythiaceus türler olarak ortaya koyulmuştur. Bu araştırma kapsamında gerçekleştirilen sürveyler ve laboratuvar çalışmaları, geniş yapraklı türlerin, iğne yapraklılara, devlet fidanlıklarının da özel fidanlıklara kıyasla daha fazla fungal ve Pythiaceus türleri konukçuluk ettiğini göstermektedir. Elde edilen fungal ve Pythiaceus türlerin miktarı ve çeşitliliği, bu mikroorganizmaların, bir fidanlıktan diğerine ve hatta ağaçlandırma sahalarına taşınabilme risklerine dikkat çekmektedir.

Anahtar kelimeler: Türkiye, Geniş yapraklı, İğne yapraklı, Fidan, Toprak, İzolasyon, ITS1- ITS2

Fungi and water molds found on woody plants grown in the forest nurseries of The Marmara Region

Abstract: This study was conducted to determine the presence of fungi and water molds in 13 state and 3 private nurseries in Sakarya, Kocaeli, Yalova, Bursa, İstanbul, Kırklareli and Edirne provinces where woody plants were produced. For this purpose, the coniferous and deciduous seedlings showing various disease symptoms, especially death and drying, were sampled together with their soil. Laboratory studies included microscopic investigations and isolation of fungi from diseased tissues and isolation of Pythiaceus species from soil samples of sampled seedlings. Two hundred twenty-seven deciduous and coniferous seedlings and 79 soil samples were taken from the nurseries. Totally 145 fungal and 57 Pythiaceus isolates were obtained. The isolates were grouped into morphotypes based on their morphological characteristics, and representative isolates were identified by ITS-based DNA analysis. *Marssonina brunnea*, *Melampsora allii-populina* on poplar and *Dothistroma septosporum* on pine were the fungal disease agents detected based on their morphological and microscopical properties. In addition to these species, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium aphanidermatum*, *Pythium irregulare*, *Pythium ultimum*, *Phytophthora vexans* and *Phytophthora syringae* were among other important and common species identified. The surveys and laboratory studies conducted within the scope of this research showed that state nurseries host more fungal and Pythiaceus species than private nurseries. The amount and diversity of the obtained fungal and oomycete species draws attention to the risk that these microorganisms can be transported from one nursery to another and even to afforestation areas.

Keywords: Turkey, Broadleaved, Coniferous, Seedling, Soil, Isolation, ITS1- ITS2

1. Giriş

Ülkemiz orman varlığı 22.342.935 hektar ile ülke yüzölçümünün %28.6'sını kaplamaktadır ve yaklaşık yarısı bozuk ve verimsizdir. Bozuk vasıflı orman alanlarının ağaçlandırma veya benzeri yollarla rehabilite edilmesi öncelikli ormancılık faaliyetleri arasında yer almaktadır. Orman ürünlerine olan talep artışına rağmen, doğal

ormanların odun üretimi dışındaki fonksiyonel hizmetlerine olan kamuoyu talepleri ve küresel eğilimler, potansiyel ağaçlandırma sahalarının ve endüstriyel ağaçlandırmanın gelecekteki odun arz açığının kapatılmasında giderek daha da önemli olacağını göstermektedir (OGM, 2015). Bununla birlikte doğal ormanları muhafaza etme yanında, günümüz ağaçlandırmalarında, üretim kadar, doğal dengeyi sağlama, toprak koruma, sağlıklı yaşam olanaklarına ve rekreatif

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Yenişarbademli MYO, Isparta
^b Emekli Orman Yüksek Mühendisi
^c Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): guldenaday@isparta.edu.tr
✓ **Received** (Geliş tarihi): 08.07.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.12.2019



Citation (Atıf): Aday Kaya, A.G., Gültekin, H.C., Karakaya, A., 2019. Marmara Bölgesindeki orman fidanlıklarında yetiştirilen odunsu bitkilerdeki fungus ve su küflerinin tespiti. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 324-332. DOI: [10.18182/tjf.58897](https://doi.org/10.18182/tjf.58897)

amaçlara hizmet etmek gibi çeşitli fonksiyonlara sahip hizmet amaçlı ağaçlandırmalar da ön plana çıkmaya başlamıştır. Her geçen gün yeşil alanlara olan talebin ve ilginin artmasıyla değişik formlu ve göze hitap eden bitkileri aranır duruma getirmiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğüne bağlı birçok fidanlık bu amaca hizmet etmektedir. Ülkemizin yedi coğrafi bölgesine yayılmış olan, 122 adet orman fidanlığında yıllık ortalama 498 milyon fidan üretilmektedir. Bu miktar yılda 300 bin ha ağaçlandırma alanının gereksinimini karşılayacak durumdadır (OGM, 2013). Yapılan araştırmalar fidanlıklarda hastalık, zararlı ve diğer nedenlerden kaynaklanan kuruma ve ölümlerin fidan üretimini sekteye uğratan önemli faktörler arasında yer aldığını göstermektedir (Özdamar, 1999).

Fidanlıklar, çıplak köklü ya da tüplü fidan üretilen, monokültür ağırlıklı, dolayısıyla hastalık ve zararlılar için uygun koşullara sahip özel alanlardır. Fidanlıklardaki çevresel koşullar çoğunlukla hastalıkların gelişmeleri ve yayılmaları için ideal ortamlar yaratır. Özellikle yüksek nem, yetersiz drenaj, bu koşulları seven toprak patojenleri için son derece uygundur (Agrios, 1988; Lilja vd., 1992).

Hastalık ve zararlılar, orman fidanlıklarında yetiştirilen fidanların kalite ve kantitesini düşürmekte ve bu fidanların araziye aktarılması durumunda da ağaçlandırma çalışmalarının başarısını olumsuz olarak etkilemektedir. Fidanlık koşullarında hastalık etmenleri ile bulaşık fidanlar, hastalıkların yeni alanlara taşınmasına yol açmaktadır.

Literatür bilgilerine ve orman fidanlıklarında yapılan çalışmaların geneline bakıldığında, geniş yapraklı ve ibrelili türler için fidanlarda kök çürüklüğüne neden olan başlıca fungal türlerin; *Botrytis cinerea* (De Bary) Whetzel, *Cladosporium* spp., *Cylindrocarpon destructans* (Zinssm.) Scholten, *Cylindrocarpon radicolica* Wollenw., *Cylindrocladium quinquesepatum* Boedijn & Reitsma, *Cylindrocarpon scoparium* Wollenw., *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., *Fusarium moniliforme* J. Sheld., *Fusarium oxysporum* Schltdl., *Fusarium semitectum* Berk. & Ravenel., *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid., *Phyllosticta* spp., *Rhizoctonia solani* J. G. Kühn., *Sclerotium rolfsii* Sacc. ve Pythiaceae türlerinin ise, *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp., *Pythium splendens* Hans Braun., *Pythium* spp., *Phytophthora cinnamomi* Rands., *Phytophthora citrophthora* (R.E. Sm. & E.H. Sm.) Leonian, *Phytophthora cryptogea* Pethybr. & Laff., *Phytophthora drechsleri* (Tucker) Sarej., *Phytophthora nicotiana* Breda de Haan, *Phytophthora ramorum* Werres, *Phytophthora syringae* Kleb., *Phytophthora quercina* T. Jung ve T.I. Burgess, olduğu tespit edilmiştir (Hodges, 1962; Hansen vd., 1979; Augspurger, 1990; Mehrotra, 1990; Wardlaw ve Philips, 1990; Soni vd., 1992; Viljoen vd., 1992; Sandlin ve Ferin, 1993; Viljoen vd., 1994; Chin, 1995; James vd., 1995; Khan vd., 1995; Barbey, 1996; Cellerino, 1996; Freire, 1996; Mirabolfathy ve Ershad, 1996; Motta vd., 1996; Belisario vd., 1997; Lilja vd., 1997, 2007a, 2007b; Jung vd., 2005; 2007; 2009; Akıllı vd., 2010; Weiland vd., 2013; Aday Kaya, 2014).

Modern tanılama metodlarının gelişmesiyle hastalık etmenlerinin çeşitliliği de artış göstermiştir. Bazı etmenlerin türleri arasında morfolojik karakterleri yönünden birbirine çok benzeyenler bulunmaktadır. Dolayısıyla, moleküler yöntemler teşhisi zor olan türlerin tanılanmasını mümkün kılmıştır. Rastgele genomik fragmanların, mitokondrial

DNA ve ribosomal DNA'nın çoğaltılması vb. yöntem ve analizler önemli hastalık etmenlerinin tanısında başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Brasier vd., 1999). Çeşitli gen bölgelerinin çoğaltılması ile elde edilen DNA dizi bilgilerinin GenBank'ta yer alan diğer fungal ya da Pythiaceae türlerine ait DNA dizileri ile karşılaştırmak mümkündür (Cooke vd., 2005; Belbahri vd., 2006).

Patojen fungusların ve su küflerinin ülkemiz de dahil, dünya genelinde orman fidanlıklarında neden oldukları ekonomik zararlar azımsanmayacak miktarlardadır. Fidanlıklarda sağlıklı ve kaliteli odunsu bitki üretimi aşamasında, zarara yol açan bu etkenlerin belirlenmesi, ülke ekonomisine de önemli ölçüde katkı sağlayacaktır. Bu amaçla, Sakarya, Kocaeli, Yalova, Bursa, İstanbul, Kırklareli ve Edirne illerine bağlı, odunsu bitkilerin üretiminin yapıldığı, 13 adet devlet ve 3 adet özel fidanlıkta fungus ve su küflerinin varlığı belirlenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

Bu çalışma, Adapazarı, Kocaeli, Yalova, Bursa, İstanbul, Kırklareli ve Edirne illerinde bulunan Orman Genel Müdürlüğüne bağlı 13 adet orman fidanlığı ve Yalova ve Kocaeli illerinde bulunan 3 adet özel fidanlıkta yürütülmüştür. Çalışmanın materyalini, bu fidanlıklardan örneklenen hastalık belirtisi gösteren tüplü ve çıplak köklü fidanlar ve topraklar oluşturmuştur. Çalışma fidanlıklardan örneklerin toplandığı arazi çalışmaları ve toplanan örneklerin doğrudan incelenmesi ya da bunlardan fungus ve Pythiaceae izole edilerek teşhislerinin yapıldığı laboratuvar çalışmaları olmak üzere iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir.

2.1. Arazi çalışmaları

2.1.1. Hastalıklı fidan örneklerinin alımı

Çalışma alanındaki fidanlıklarda tüplü ve çıplak köklü fidanlar incelenmiş ve bunlar arasında geriye doğru ölüm, kuruma ve solgunluk belirtisi gösteren fidanlardan rastgele örnekleme yapılmıştır. Arazi çalışmaları sonucunda, fungal ve Pythiaceae türlerinin enfeksiyonuna maruz kaldığı düşünülen toplam 227 adet çıplak köklü veya tüplü fidan toplanarak laboratuvara getirilmiştir (Çizelge 1).

2.1.2. Toprak örneklerinin alınması

Toprak örnekleri, çalışma alanına giren devlet ve özel orman fidanlıklarında, toprağın ağır ve nemli olduğu kısımlarından ve tüplerde bulunan topraklardan alınmıştır. Bunu yaparken, fidan yastıkları her 50 m²'de, 10'ar m²'lik bölümlere ayrılarak, 0-10-20-30-40-50. metrelerden olmak üzere 5 adet toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleri, 2,5 cm çapında, 10x15 cm uzunluğundaki metal silindirler yardımıyla alınmış ve iyice karıştırılmıştır. Toprak örneği alırken kullanılan metal el küreği, her kullanımdan sonra, %96'lık etanol ile yüzeysel olarak temizlenmiştir. Elde edilen karışım, bir toprak örneği olarak değerlendirilmiş ve +4°C muhafaza edilmiştir. Hastalık belirtisi gösteren tüplü fidan örneklerine ait topraklardan da izolasyonlar gerçekleştirilmiştir. Toprak örnekleri plastik torbalar içerisinde, buz kutusunda laboratuvara getirilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmaların gerçekleştirildiği fidanlıklar ve örneklenen bitki türleri

İnceleme yapılan orman fidanlığı	Fidan türleri	Örnek alınan fidan adedi (Hastalık belirtisi taşıyan)	Toprak örneği adedi
Bahçeköy Devlet Orman Fidanlığı	<i>Araucaria araucana</i> (Molina) K. Koch (Şili Arokaryası)	-	1
	<i>Buxus sempervirens</i> L. (Şimşir)	3	1
	<i>Cedrus deodora</i> G. Don. (Himalaya Sediri)	3	1
	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A. Murr.) Parl. (Yalancı Servi)	1	1
	<i>Picea pungens</i> Engelm. (Mavi Ladin)	2	1
	<i>Thuja plicata</i> Donn ex D. Don. (Mazi)	3	1
	<i>Viburnum opulus</i> L. (Kartopu)	1	-
Bursa-Merkez Devlet Orman Fidanlığı	<i>Acer platanoides</i> L. (Çınar Yapraklı Akçaağaç)	1	-
	<i>Aesculus hippocastanum</i> L. (Atkestanesi)	1	-
	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz (Gülibrişim, Pers İpek Ağacı)	1	-
	<i>Catalpa bignonioides</i> Walter (Katalpa, Sigara Ağacı)	1	-
	<i>Cercis siliquastrum</i> L. (Erguvan)	1	-
	<i>Cupressus arizonica</i> Greene. (Mavi Servi)	2	1
	<i>Juglans regia</i> L. (Adi Ceviz)	1	-
	<i>Olea europaea</i> L. (Zeytin)	1	-
	<i>Picea orientalis</i> (L.) Link. (Doğu Ladini)	2	1
	<i>Platanus x acerifolia</i> (Aiton) Willd. (Londra Çınarı)	1	-
	<i>Platanus orientalis</i> L. (Doğu Çınarı)	1	-
	<i>Prunus laurocerasus</i> L. (Karayemiş, Taflan)	1	-
	<i>Thuja plicata</i> (Mazi)	4	1
<i>Viburnum opulus</i> (Kartopu)	1	-	
Bursa-Yenişehir Devlet Orman Fidanlığı	<i>Abies nordmanniana</i> (Stev.) subsp. <i>bornmülleriana</i> Mattf. (Uludağ Göknarı)	2	1
	<i>Acer platanoides</i> (Çınar Yapraklı Akçaağaç)	1	-
	<i>Aesculus hippocastanum</i> (Atkestanesi)	1	-
	<i>Albizia julibrissin</i> (Gülibrişim, Pers İpek Ağacı)	1	-
	<i>Castanea sativa</i> Mill. (Anadolu Kestanesi)	1	-
	<i>Cercis siliquastrum</i> (Erguvan)	1	-
	<i>Ginkgo biloba</i> L. (Mabedağacı)	1	-
	<i>Pinus nigra</i> Arn. (Karaçam)	2	1
	<i>Pyrus malus</i> L. (Yabani Elma)	1	-
	<i>Platanus occidentalis</i> L. (Batı Çınarı)	1	-
	<i>Prunus amygdalus</i> L. (Badem)	1	-
	<i>Pyrus pyraeaster</i> (L) Burgsd. (Ahlat)	1	-
	<i>Viburnum opulus</i> (Kartopu)	1	-
Çobançeşme Devlet Orman Fidanlığı	<i>Albizia julibrissin</i> (Gülibrişim, Pers İpek Ağacı)	1	-
	<i>Buxus sempervirens</i> (Şimşir)	2	1
	<i>Juglans regia</i> (Adi Ceviz)	1	-
	<i>Pinus nigra</i> (Karaçam)	2	1
	<i>Pinus pinea</i> L. (Fistik Çamı)	2	1
	<i>Prunus laurocerasus</i> L. (Karayemiş, Taflan)	1	-
Demirköy-Merkez Devlet Orman Fidanlığı	<i>Betula pendula</i> Roth. (Huş)	1	-
	<i>Cedrus libani</i> A. Rich. (Lübnan Sediri)	2	1
	<i>Pinus nigra</i> (Karaçam)	6	1
	<i>Thuja plicata</i> (Mazi)	3	1
Demirköy-Longoz Devlet Orman Fidanlığı	<i>Acer pseudoplatanus</i> L. (Dağ Akçaağacı)	1	-
	<i>Catalpa bignonioides</i> (Katalpa, Sigara Ağacı)	1	-
	<i>Platanus orientalis</i> (Doğu Çınarı)	1	-
	<i>Quercus hartwissiana</i> Stev. (Istranca Meşesi)	1	-
	<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Liebl. (Sapsız Meşe)	1	-
	<i>Quercus robur</i> L. (Saplı Meşe)	1	-
	<i>P.x euramericana</i> (Dode) Guinier cv. "I-214" (Melez Kavak)	1	-
<i>Thuja plicata</i> (Mazi)	2	1	
Edirne Devlet Orman Fidanlığı	<i>Aesculus hippocastanum</i> (Atkestanesi)	1	-
	<i>Catalpa bignonioides</i> (Katalpa, Sigara Ağacı)	1	-
	<i>Fraxinus excelsior</i> L. (Dişbudak)	1	-
	<i>Platanus orientalis</i> (Doğu Çınarı)	1	-
	<i>Populus euramericana</i> cv. "I-214" (Melez Kavak)	1	-
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L. (Yalancı Akasya)	1	-
<i>Tilia argentea</i> Desf. Ex. DC (Ihlamur)	1	-	
Göktürk Devlet Orman Fidanlığı	<i>Buxus sempervirens</i> (Şimşir)	2	1
	<i>Thuja plicata</i> (Mazi)	2	1
Hendek Devlet Orman Fidanlığı	<i>Abies nordmanniana</i> (Stev.) Spach. subsp. <i>nordmanniana</i> (Doğu Karadeniz Göknarı)	5	2
	<i>Acer negundo</i> L. (Ova Akçaağacı)	1	-
	<i>Buxus sempervirens</i> (Şimşir)	6	3
	<i>Cedrus deodora</i> (Himalaya Sediri)	2	2
	<i>Cedrus libani</i> (Lübnan Sediri)	2	2
	<i>Juglans regia</i> (Adi Ceviz)	1	-
	<i>Juniperus horizontalis</i> Moench 1794 (Yayılıcı Ardiç)	1	-
<i>Liriodendron tulipifera</i> L. (Lale Ağacı)	1	-	

Çizelge 1. Çalışmaların gerçekleştirildiği fidanlıklar ve örneklenen bitki türleri (devamı)

Sürvey yapılan orman fidanlığı	Fidan türleri	Örnek alınan fidan adedi (Hastalık belirtisi taşıyan)	Toprak örneği adedi
Hendek Devlet Orman Fidanlığı	<i>Picea abies</i> (Batı Ladini)	3	1
	<i>Picea orientalis</i> (Doğu Ladini)	3	1
	<i>Picea pungens</i> (Mavi Ladin)	3	1
	<i>Pinus nigra</i> (Karaçam)	2	1
	<i>Pinus pinea</i> (Fıstık Çamı)	3	2
	<i>Pinus sylvestris</i> L. (Sarıçam)	5	3
	<i>Platanus orientalis</i> (Doğu Çınarı)	1	-
	<i>Platycladus orientalis</i> (Mazi)	3	2
	<i>Tilia argentea</i> (İhlamur)	1	-
	<i>Quercus robur</i> (Meşe)	2	2
İzmit Devlet Orman Fidanlığı	<i>Acer negundo</i> (Ova Akçaağacı)	1	-
	<i>Betula pendula</i> (Huş)	1	-
	<i>Cedrus libani</i> (Lübnan Sediri)	4	1
	<i>Cryptomeria japonica</i> (Japon Kadife Çamı)	1	-
	<i>Ginkgo biloba</i> (Mabedağacı)	1	-
	<i>Magnolia grandiflora</i> (Manolya)	1	-
	<i>Olea europaea</i> (Zeytin)	1	-
	<i>Platanus orientalis</i> (Doğu Çınarı)	1	-
	<i>Populus euramericana</i> cv."I-45/51" (Samsun)	1	-
	<i>Quercus rubra</i> L. (Kırmızı Amerikan Meşesi)	1	-
	<i>Robinia pseudoacacia</i> (Yalancı Akasya)	1	-
	<i>Thuja plicata</i> (Mazi)	2	1
	<i>Tilia argentea</i> (İhlamur)	1	1
	Keşan Devlet Orman Fidanlığı	<i>Aesculus hippocastanum</i> (Atkeşanesi)	1
<i>Arbutus andrachne</i> (Sandal)		1	-
<i>Buxus sempervirens</i> (Şimşir)		4	2
<i>Cedrus libani</i> (Lübnan Sediri)		2	2
<i>Cupressus sempervirens</i> (Adi Servi)		4	2
<i>Lagerstroemia indica</i> L. (Oya)		1	-
<i>Magnolia grandiflora</i> (Manolya)		1	-
<i>Picea pungens</i> (Mavi Ladin)		2	1
<i>Pinus brutia</i> (Kızılçam)		2	1
<i>Pinus pinea</i> (Fıstık Çamı)		2	2
<i>Platycladus orientalis</i> (Doğu Mazısı)		4	2
<i>Tilia argentea</i> (İhlamur)	3	2	
Lüleburgaz Devlet Orman Fidanlığı	<i>Aesculus hippocastanum</i> (Atkeşanesi)	1	-
	<i>Buxus sempervirens</i> (Şimşir)	5	2
	<i>Cedrus libani</i> (Lübnan Sediri)	6	3
	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (Yalancı Servi)	6	3
	<i>Cupressus arizonica</i> (Mavi Servi)	1	1
	<i>Juglans regia</i> (Ceviz)	1	-
	<i>Morus nigra</i> "pendula" (Ters Dut)	1	-
	<i>Picea pungens</i> (Mavi Ladin)	2	1
	<i>Thuja occidentalis</i> (Batu Mazısı)	3	1
	<i>Platycladus orientalis</i> (Mazi)	3	1
<i>Tilia argentea</i> (Gümüşi İhlamur)	5	3	
Bursa-Kestel Özel Fidanlık	<i>Thuja orientalis</i> (Mazi)	1	1
Sakarya Özel Fidanlık	<i>Acer negundo</i> (Ova Akçaağacı)	1	-
	<i>Lagerstroemia indica</i> (Oya)	1	-
	<i>Platanus acerifolia</i> (Londra Çınarı)	1	-
	<i>Quercus robur</i> (Saplı Meşe)	1	-
Sapanca Özel Fidanlık	<i>Buxus sempervirens</i> (Şimşir)	3	1
	<i>Platycladus orientalis</i> (Mazi)	3	1
Yalova Özel Fidanlık	<i>Acer palmatum</i> Thunb. (Japon Akçaağacı)	2	1
	<i>Cupressus sempervirens</i> (Adi Servi)	2	1
	<i>Photinia × fraseri</i> Dress. (Bodur Alev)	1	-
		227	79

2.2. Laboratuvar çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü Orman Botanliği Anabilim Dalı Dendroloji ve Moleküler Biyoloji laboratuvarlarında ve iklim odasında gerçekleştirilmiştir.

Laboratuvar çalışmaları aşamasında, fidanlıklardan toplanan tüplü ve çıplak köklü fidan örneklerinin köklerinden fungal kökenli kök çürüklüğü etmenlerinin

izolasyonu ve teşhisi gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar çalışmaları, izolasyon, morfolojik ve moleküler tanı aşamalarından oluşmaktadır.

2.2.1. Hastalıklı fidanlarda mikroskopik incelemeler

Orman fidanlıklarından örneklenen hastalıklı bitkiler belirtilerine göre sınıflandırılmıştır. Örnekler stereo mikroskop ve ışık mikroskobu altında fungal yapı varlığı açısından incelenmiştir. Yaprak, sürgün vs. gibi kısımlarda

tespit edilen fungal üreme yapılarından alınan doku parçalarından preparatlar hazırlanarak mikroskop altında incelenmiştir.

2.2.2. Hastalıklı fidanların kök ve kök boğazından fungus izolasyonu

Fidanlık sürveylerinin ardından laboratuvara getirilen hastalıklı fidan örnekleri, öncelikle izolasyon çalışmasına tabi tutulmuştur. Hastalıklı bitki örneklerinden izolasyonlar yapılırken, belirtinin gözlemlendiği kök ve kök boğazından sağlıklı ve hastalıklı kısımları içeren bir doku parçası %70'lik etanol ile temizlendikten sonra içinde Patates Dekstroz agar (PDA) besin ortamları bulunan petri kaplarına aktarılmıştır. Petrilere aktarılan her bir doku parçası numaralandırılarak, düzenli aralıklarla kontrol edilmiş ve gelişen koloniler PDA besin ortamına aktararak, saflaştırılmıştır.

2.2.3. Hastalıklı fidanlardan elde edilen fungusların morfolojik tanısı

Fungal izolatların morfolojik teşhislerinde, elde edilen saf kültürlerin besin ortamındaki gelişimleri, koloni morfolojileri, eşeyli ve eşeysiz sporlarının boyutu, şekillerine bakılarak değerlendirilmesi sonucunda gerçekleştirilmiştir (Leslie ve Summerell, 2006; Inderbitzin vd., 2011).

2.2.4. Toprak örneklerinden Pythiaceous (*Phytophthora* ve *Pythium spp.*) türlerinin izolasyonu

Toprak örnekleri, 500 gr'lık küvetler içine 100 gr toprak örneği koyularak üzeri 500 ml distile su ile kaplanmış ve yaklaşık 15 dk beklenmiştir. Su yüzeyine çıkan atıklar peçete yardımıyla toplanarak, su berraklaşana kadar bu işleme devam edilmiştir. Tuzak olarak, 3'er adet orman gülü (*Rhododendron ponticum* L.) açelya (*Rhododendron simsii* Planch.) ve mantar meşesi (*Quercus suber* L.) yaprakları, ayaları suya temas edecek şekilde küvetlere yerleştirilmiştir. Toprak ve su üzerindeki bu yapraklar 18 °C'de 4-7 gün inkube edilmiş ve her gün kontrol edilmiştir. Üzerinde lezyon oluşumu gözlenen yapraklar en fazla 4 mm' lik parçalar halinde kesilerek içerisinde PARPNH (PDA, 10 µg/L pimaricin, 200 µg/L ampicillin, 10 µg/L rifampicin, 25 µg/L pentachloronitrobenzene, 50 µg/L nystatin ve 50 µg/L hymexazol) (Jung vd., 1996) bulunan petri kaplarında 18 °C'de inkube edilmiştir. Ekilen her bir parça her gün düzenli olarak kontrol edilmiş ve koloni gelişimi görülen kısımlar içinde el yapımı havuç agar (900 ml/L distile su, 100 ml/L taze hazırlanmış havuç suyu, 2 g/L CaCO₃ ve 16 g/L agar- agar (Merck)) besin ortamı bulunan petri kaplarına saflaştırılmıştır (Jung vd., 1996).

2.2.5. Toprak örneklerinden elde edilen *Phytophthora* ve *Pythium spp.* türlerinin morfolojik tanısı

Toprak örneklerinden izole edilen izolatları PDA (Patates Dekstroz Agar) ve CA (Havuç agar) besin ortamında 20 °C' de günlük gelişme hız ve özelliklerinden, oogonium, oospor antheridium, sporangium ve zoospor özelliklerinden faydalanmak suretiyle teşhis edilmiştir.

Hazırlanan preparatlara mikroskop altında bakılarak eşeyli ve eşeysiz üreme organlarının özelliklerine göre "Phytophthora: Identifying Species by Morphology and DNA fingerprints" ve *Phytophthora Diseases Worldwide* teşhis kitaplarından ve ilgili literatürden (Jung vd., 2004, 2005; Gallegly ve Hong, 2008) faydalanılarak izolatların teşhisi yapılmaya çalışılmıştır.

2.2.6. Moleküler teşhisler

2.2.6.1. Fungal ve Pythiaceous izolatlarından DNA ekstraksiyonu

DNA izolasyonu öncesinde, fungal izolatlar, içinde PDB bulunan eppendorf tüplerinde 20 °C'de 5 gün boyunca geliştirilmiştir. Pythiaceous izolatları ise, içinde havuç suyu bulunan eppendorf tüplerine aktararak 18 °C'de 3 gün boyunca geliştirilmiştir. DNA ekstraksiyonları, Lee ve Taylor (1990)'na göre aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

2.2.6.2. rDNA ITS1-5.8S-ITS2 bölgelerinin amplifikasyonu

18S ve 23S rDNA alt üniteleri arasında kalan ITS1-5.8S-ITS2 bölgelerinin PCR ile çoğaltılması için forward olarak ITS1: 5'- TCCGTAGGTGAACCTGCGG - 3' ve reverse olarak ITS4: 5'TCCTCCGCTTATTGATATCG- 3' primerleri kullanılmıştır (White vd., 1990).

ITS1-5.8S-ITS2 bölgelerinin çoğaltılması için hazırlanan PCR reaksiyon karışımı, her bir dNTP'den 200 µM, her bir primerden 100 pmol, 2,5 unite Taq-DNA-polimeraz, 5 µl 10X Taq DNA polimeraz reaksiyon tamponu, 50 ng genomik DNA içermektedir. Son hacim ddH₂O ile 50 µl'ye tamamlanmıştır. ITS1 ve ITS4 primerleri için Thermal Cycler'ın bir döngüsü, 95 °C'de 2dk'da ilk denatürasyon 94 °C'de 20sn, 55 °C'de 25sn, 72 °C'de 50sn olmak üzere 32 döngü ve son olarak da 72 °C'de 10dk extension aşamasından oluşmaktadır.

PCR reaksiyonu sonucu elde edilen ürünlerden 5'er µl alınarak 0,5 µg/ml etidyum bromür katkılı %1'lik agaroz jelde 90 V'de 45 dakika elektroforezde yürütülmüştür.

2.2.6.3. DNA dizilemesi

PCR ürünleri Qiaquick PCR 50 (Qiagen GmbH, Leuten, the Netherlands) kiti ile saflaştırılmış ve DNA dizi analizi için Iontek (İstanbul, Türkiye) şirketine gönderilmiştir.

Dizileme sonrasında elde edilen diziler başlangıç ve sonlarında bulunan kalitesiz dizilerden arındırılmış ve ardından aynı lokusa ait ileri ve geri primerler ile elde edilen (forward ve reverse) dizilere ait kromatogramlar okumalarda hata olup olmadığının kontrol edilmesi amacı ile ABI iz dosyaları Chromas Pro (version 1.5) ve BioEdit (version 7.0.90) programları kullanılarak düzenlenmiştir. İzolatlara ait diziler bu şekilde düzenlendikten sonra, her bir izolat için ileri ve geri primerlere ait dizilerden ortak (consensus) diziler ClustalW2 yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur.

Elde edilen dizilerin, DNA dizi veri tabanlarında yer alan diziler ile benzerliklerinin karşılaştırılmasında ve en yakın türlerle akrabalık derecelerinin belirlenmesinde BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) algoritması kullanılmıştır. BLAST taramaları, NCBI (National Center

for Biotechnology Information) web sitesinde yer alan nucleotideblast programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular

Bu çalışmada, söz konusu fidanlıklarda yetiştirilmekte olan ibreli (21) ve yapraklı (38) olmak üzere 59 adet bitki türünde hastalık belirtisi gözlenen fidan örnekleri toplanarak bunların hastalık belirtisi taşıyan aksamaları mikroskopik olarak incelenmiş ve dokulardan izolasyonlar yapılmıştır. Bununla birlikte tüplü ve çıplak köklü fidanlara ait toprak örneklerinden tuzak yöntemi ile Pythiaceous türleri izole edilmiştir.

3.1. Morfolojik incelemeler sonucunda teşhis edilen fungal türler

Mikroskopik incelemeler sonucunda, İzmit Devlet Orman Fidanlığında *Populus deltoides* (Samsun kavak klonu) fidanlarında *Melampsora allii-populina* Kleb. fungal etmeni tespit edilmiştir. Demirköy-Merkez Devlet Fidanlığında ise; *Pinus nigra* fidanlarında *Dothistroma septosporum* varlığı belirlenmiştir (Çizelge 2).

3.2. Hastalıklı bitki köklerinden ve toprak örneklerinden yapılan izolasyonlar

Hastalık belirtisi gözlenen fidan kök ve kök boğazından izolasyonlar yapılmış ve toplamda, 145 adet fungal ve 57 Pythiaceous izolatı elde edilmiştir (Çizelge 3).

Fungal ve Pythiaceous türler sırasıyla Bursa, Edirne ve İzmit illerine bağlı orman fidanlıklarından örneklenen

fidanlardan elde edilmiştir. Tüm fidanlıklar ele alındığında ise, geniş yapraklı türler, iğne yapraklılara kıyasla daha fazla fungal ve Pythiaceous türlere konukçuluk ettiği belirlenmiştir.

Lüleburgaz, Keşan ve Hendek orman fidanlıklarında, solgunluk ve kök boğazında çürüme belirtilerinin görüldüğü, İhlamur, Karaçam, şimşir ve saplı meşe fidan örneklerinde kılcal köklerden ve kök boğazındaki lezyonlardan, *Fusarium solani* ve *Fusarium oxysporum* izole edilmiştir (Çizelge 4).

Toprak örneklerinden tuzak yöntemi ile yapılan izolasyonlarda, *Pythium* ve *Phytophthora* türleri, 7 devlet orman fidanlığı ve 1 özel fidanlık olmak üzere toplamda 8 adet fidanlıktan elde edilmiştir (Çizelge 5). Söz konusu orman fidanlıklarına bakıldığında, örnek alınan topraklardan, *Pythium* türlerinin *Phytophthora* türlerine kıyasla daha fazla izole edildiği görülmektedir. Lüleburgaz Devlet Orman Fidanlığında; *Buxus sempervirens*, *Cedrus libani*, *Chamaecyparis lawsoniana* ve *Tilia argentea*, Keşan Devlet Orman Fidanlığında; *Pinus brutia* ve *Platycladus orientalis*, Hendek Devlet Orman Fidanlığında; *Abies nordmanniana*, *Buxus sempervirens*, *Pinus nigra* ve *Quercus robur* fidanlarında Pythiaceous türleri izole edilmiştir.

Buxus sempervirens (Şimşir) ile Keşan, Hendek ve Lüleburgaz Devlet orman fidanlıklarında toplam 7 toprak örneğinden yapılan izolasyonlar sonucunda *Pythium aphanidermatum* ve *Phytophthora vexans* elde edilmiştir. Fidanlıklar bazında yaygın olarak örneklenen bir diğer tür *Tilia argentea*'dır ve bu türe ait fidanlar incelendiğinde kök ve toprak örneklerinden *Pythium irregulare* izole edildiği görülmektedir.

Çizelge 2. Mikroskopik incelemeler sonucunda yeşil aksamda belirlenen funguslar

Fungal tür	Tespit edildiği konukçu	Tespit edildiği bitki kısmı	Örneğin alındığı fidanlık	Fidanlığın bulunduğu il
<i>Marssonina brunnea</i>	<i>Populus euramericana</i> cv."I-214"* (Melez Kavak) (1+1)	Yaprak	Demirköy- Longoz Devlet Orman Fidanlığı	Kırklareli
<i>Dothistroma septosporum</i>	<i>Pinus nigra</i> (Karaçam) (7+0)	İbre	Demirköy Merkez Devlet Orman Fidanlığı	Kırklareli
<i>Marssonina brunnea</i>	<i>Populus euramericana</i> cv."I-214"* (Melez Kavak) (2+1)	Yaprak	Edirne Devlet Orman Fidanlığı	Edirne
<i>Melampsora allii-populina</i>	<i>Populus deltoides</i> (Samsun Kavak Klonu)	Yaprak	İzmit Devlet Orman Fidanlığı	İzmit

*Melez kavak klonu

Çizelge 3. Devlete ve özele ait orman fidanlıklarından elde edilen izolat sayıları

Örnek alınan fidanlıkların bulunduğu iller	Örnek alınan fidanlıklar	Elde edilen fungal izolat adedi	Pythiaceous izolatı adedi	Fungal izolat bulunma yüzdesi	Pythiaceous izolatı bulunma yüzdesi
İstanbul	Bahçeköy Devlet Orman Fidanlığı	-	7	-	12.3
	Çobançeşme Devlet Orman Fidanlığı	-	-	-	-
	Göktürk Devlet Orman Fidanlığı	-	-	-	-
Kırklareli	Demirköy-Merkez Devlet Orman Fidanlığı	9	-	6.2	-
	Demirköy-Longoz Devlet Orman Fidanlığı	8	4	5.5	7.0
	Lüleburgaz Devlet Orman Fidanlığı	6	6	4.1	10.5
	Bursa-Merkez Devlet Orman Fidanlığı	25	5	17.2	8.7
Bursa	Bursa-Yenişehir Devlet Orman Fidanlığı	6	9	4.1	15.8
	Bursa-Kestel Özel Fidanlık	-	-	-	-
	Yalova Özel Fidanlık	-	2	-	3.5
Edirne	Edirne Devlet Orman Fidanlığı	5	-	3.4	-
	Keşan Devlet Orman Fidanlığı	22	11	15.1	19.3
İzmit-Adapazarı	Hendek Devlet Orman Fidanlığı	12	4	8.3	7.0
	İzmit Devlet Orman Fidanlığı	37	-	25.5	-
Sakarya	Sakarya Özel Fidanlık	15	-	10.3	-
	Sapanca Özel Fidanlık	-	9	-	15.8
Genel toplam		145	57	Ort. 6.2	6.2

Çizelge 4. Hastalık belirtisi gösteren fidanların kök boğazından ve köklerinden elde edilen fungal etmenler

Fungal tür	Tespit edildiği konukçu	İzole edildiği bitki kısmı	Örneğin alındığı fidanlık	Fidanlığın bulunduğu il
<i>Fusarium solani</i>	<i>Tilia argentea</i> (1+0)*	Kök boğazından	Lüleburgaz	Kırklareli
	<i>Platycladus orientalis</i> (3+1)	Kök boğazından	Keşan	Edirne
	<i>Pinus nigra</i> (2+1)	Kök boğazından	Hendek	İzmit-Adapazarı
<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Buxus sempervirens</i> (2+0)	Kılcal köklerden	Lüleburgaz	Kırklareli
	<i>Quercus robur</i> (2+0)	Kılcal köklerden	Hendek	İzmit-Adapazarı

*Tüplü fidan olup, fidanın yaşını ifade eder.

Çizelge 5. Pythiaceous türlerin bulunduğu devlet ve özel orman fidanlıkları

Pythiaceous türler	Örnek Alınan Fidan Türleri	Çalışmaların gerçekleştirildiği orman fidanlığı	Bulunduğu il
<i>Pythium sp.</i>	<i>Araucaria araucana</i> (Şili Arokaryası)		
<i>Pythium ultimum</i>	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (Yalancı Servi)	Bahçeköy Devlet Orman Fidanlığı	İstanbul
<i>Pythium sp.</i>	<i>Picea pungens</i> (Mavi Ladin)		
<i>Phytophthora sp.</i>	<i>Cupressus arizonica</i> (Mavi Servi)	Bursa-Merkez Devlet Orman Fidanlığı	
<i>Pythium ultimum</i>	<i>Castanea sativa</i> (Anadolu Kestanesi)	Bursa-Yenişehir Devlet Orman Fidanlığı	Bursa
<i>P. aphanidermatum</i>	<i>Abies bornmülleriana</i> (Uludağ Gökarnarı)		
<i>Pythium sp.</i>	<i>Cupressus sempervirens</i> (Adi Servi)	Yalova Özel Fidanlık	
<i>P. aphanidermatum</i>	<i>Buxus sempervirens</i> (Şimşir)		
<i>P. aphanidermatum</i>	<i>Pinus brutia</i> (Kızılçam)	Keşan Devlet Orman Fidanlığı	Edirne
<i>Pythium irregulare</i>	<i>Platycladus orientalis</i> (Doğu Mazısı)		
<i>Pythium ultimum</i>			
<i>Pythium irregulare</i>	<i>Tilia argentea</i> (Ihlamur)	İzmit Devlet Orman Fidanlığı	
<i>Pythium irregulare</i>	<i>Abies nordmanniana</i> (Doğu Karadeniz Gökarnarı)		
<i>Pythium ultimum</i>		Hendek Devlet Orman Fidanlığı	İzmit
<i>P. aphanidermatum</i>	<i>Buxus sempervirens</i> (Şimşir)		
<i>Phytophthora vexans</i>			
<i>Pythium sp.</i>	<i>Quercus robur</i> (Saplı Meşe)	Sakarya Özel Fidanlık	Sakarya
<i>Pythium sp.</i>	<i>Thuja plicata</i> (Mazi)	Demirköy-Longoz Devlet Orman Fidanlığı	
<i>Phytophthora vexans</i>	<i>Buxus sempervirens</i> (Şimşir)		
<i>Phytophthora syringae</i>	<i>Cedrus libani</i> (Lübnan Sediri)		
<i>Pythium irregulare</i>	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (Yalancı Servi)	Lüleburgaz Devlet Orman Fidanlığı	Kırklareli
<i>Phytophthora vexans</i>	<i>Platycladus orientalis</i> (Mazi)		
<i>Pythium irregulare</i>	<i>Tilia argentea</i> (Gümüşi Ihlamur)		

4. Tartışma ve sonuç

Bu çalışma, Marmara bölgesinde yer alan, Adapazarı, Kocaeli, Yalova, Bursa, İstanbul, Kırklareli ve Edirne illerinde bulunan Orman Genel Müdürlüğüne bağlı 13 devlet orman fidanlıklarında ve 3 adet özel fidanlıklarında iğne ve geniş yapraklı fidanlardaki fungal ve Pythiaceous türlerinin izolasyonları, morfolojik ve moleküler teşhisleri hakkında bulgular içermektedir.

Çalışmamızda yapılan mikroskopik incelemeler sonucunda, *Melampsora allii-populina* Bursa-Yenişehir fidanlığında Melez kavak, İzmit fidanlığında *Populus deltoides* yapraklarında, *Marssonina brunnea* ise Demirköy-Longoz ve Edirne fidanlığında Melez kavak yapraklarında tespit edilmiştir. Ülkemizde özellikle kavak fidanlıklarında tasallutuna sık sık karşılaştığımız fungusların başında *Melampsora allii-populina* Kleb. ve *Marssonina brunnea* (Ell.) P. Magn. gelmektedir (Vural, 1984). Bu iki fungus iklim şartlarına göre bazen bir fidanlıkta müstakilen bulunabilirse de bazen her ikisi birden aynı klon üzerinde tespit edilebilmektedir (Vural, 1984).

Dothistroma septosporum, çamlarda *Dothistroma* iğne yaprak yanıklığı olarak adlandırılan hastalığa sebep olan iki fungusdan biridir. Bu fungus, çalışmamızda Demirköy-Merkez fidanlığında *Pinus nigra* iğne yaprakları üzerinde tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, *Dothistroma septosporum* *P. nigra*, *P. brutia* ve *P. sylvestris* iğne yaprakları üzerinde, Kozak yöresinde fıstık çamlarında *Dothistroma* sp. tespit edilmiştir. Bu fungusun, Burdur ve Antalya'nın bazı bölgelerinde, kızılçam ormanlarında şiddetli epidemilere sebep olduğu bilinmektedir (Tunalı vd.,

2018). Buna ek olarak, Burdur yöresindeki bazı genç kızılçam meşcerelerinde oldukça yaygın olduğu moleküler çalışmalar sonucunda da ortaya koyulmuştur (Tunalı vd., 2018). Enfekteli fidanların orman alanlarına taşınması, bu fungusun sebep olduğu hastalığın, yani *Dothistroma* ibre yanıklığının yayılmasında oldukça önemli bir rol üstlendiği dünyaca bilinmektedir. Çalışmamızda, Türkiye'de fidanlıkta tespit edilmesi açısından ilk kayıt niteliğindedir.

Çalışmamızda, hastalık belirtisi gözlenen fidanların kök ve kök boğazından ve topraklarından yapılan izolasyonlar sonucunda, *F. solani*, *F. oxysporum*, *Pythium aphanidermatum*, *P. irregulare*, *P. ultimum*, *Phytophthora syringae* benzer türleri izole edilmiştir. Akıllı vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada; Artvin-Ardanuç, Bursa, Devrek-Gökçebey, Düzce-Akçakoca, Eskişehir, Kastamonu-Gölköy ve Taşköprü, Ordu, Samsun, Zonguldak Orman Fidanlıklarından alınan hastalıklı akasya, atkestanesi, dişbudak, göknar, huş, ihlamur, iğde, karaçam, kayın, kızılçam, kuşburnu, mavi servi, mazi, meşe, sarıçam, sedir fidanları köklerinden yaptıkları izolasyonlarda, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *R. solani*, *Pythium spp.*, *Phytophthora cryptogea*, *P. cinnamomi*, *Cylindrocarpum sp.*, *Verticillium sp.*, türlerini elde etmişlerdir.

Çalışmamızda *F. solani* iğne yapraklılardan *Pinus nigra*, yapraklılardan *Tilia argentea* ve *Platycladus orientalis* fidanlarından, *F. oxysporum*, yapraklılardan *Buxus sempervirens* ve *Quercus robur* kök ve kök boğazından izole edilmiştir. Başka bir çalışmada ise, özellikle çam türlerinden yoğun olarak *F. oxysporum*, *F. acuminatum*, *F. equiseti*, *F. proliferatum*, *F. sambucinum*, *F. solani* ve *F.*

sporotrichioides bulunduğu bildirilmiştir (Sarhan vd., 1989; Ocamb ve Juzwik, 1995; El-Settawy, 1999).

Nemli ortamları seven, tarım ve orman alanlarında, otsu bitkilerden odunsu bitkilere geniş bir konukçu yelpazesine sahip olan *Phytophthora* türleri ciddi kayıplara yol açmaktadır (Erwin ve Riberio, 1996; Orlikowski ve Szkuta, 2003; Balcı ve Halmshlager, 2003; Lilja vd., 2006). Hem toprak kaynaklı hem de sudan yayılan *Phytophthora* türleri, toprakta, köklerde ve organik kalıntılarda dayanıklı yapıları ile uygun olmayan koşullarda hayatta kalabilmektedir; bu nedenle, dikim amaçlı bitkilerin toprak ve kökleri, genellikle *Phytophthora* türleri için ana giriş yolu olarak kabul edilmektedir. Avrupa'da, 1990'ların ortasından bugüne, 4000'den fazla ormanda ve yarı doğal ekosistemdeki ciddi ve yıkıcı ölümlere neden toprak kaynaklı *Phytophthora* türleri için geniş çaplı araştırmalar yapılmıştır (Jung vd., 2015). Çalışmamızda iğne yapraklı türlerden *Cedrus libani*'e ait fidanlar Keşan, Hendek, İzmit Merkez, Demirköy ve Lüleburgaz fidanlıklarından örneklenmiş ve topraklarından özellikle ülkemiz için ilk rapor niteliğinde olan *Phytophthora syringae* izole edilmiştir.

Çalışmamızda örneklenen fidanların topraklarından yapılan izolasyonlarda; *P. aphanidermatum*, *P. irregulare* ve *P. ultimum* izole edilen türlerdir. Kök çürüklüğü etmeni olarak dünya literatüründe tespit edilen *Pythium* türlerine bakıldığında; *P. acanthicum*, *P. echinulatum*, *P. helicoides*, *P. irregulare-debaryanum*, *P. iwaiyamai*, *P. oligandrum*, *P. paroecandrum*, *P. rostratum*, *P. spinosum*, *P. splendens*, *P. sylvaticum* ve *P. ultimum* en yaygın elde edilen türler olarak karşımıza çıkmaktadır (Vaartaja ve Bumbieris, 1964; Hendrix ve Campbell, 1968; Vaartaja, 1968; Weiland vd., 2013). Çalışmamızda elde edilen 3 *Pythium* türü diğer çalışmalarda belirtilen türlerle benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızın genelinde bakıldığında, fungal ve Pythiaceous türlerin bulunma yüzdeleri devlete ait orman fidanlıklarında daha fazla tespit edilirken, özel fidanlıklarda bu değerler oldukça düşüktür. Bu durumu, özel fidanlıkların ürün kaybını aza indirmek amacıyla gerekli önlemleri almaları ve hastalık tespit ettikleri fidanları hemen alandan uzaklaştırılması ile açıklayabiliriz.

Sağlıklı bir ağaçlandırmanın ilk şartının sağlıklı fidanları yetiştirmekten geçtiği bilinen bir gerçektir. Fidanlıklarımızda tohum ekiminden itibaren başlayan ve elde edilen tüm sağlıklı fidanların ağaçlandırma sahalarına dikilmek üzere taşındığı uzun soluklu bir üretim süreci söz konusudur. Bu süreç sonunda sağlıklı fidanlar yetiştirebilmek için daima iyi bir gözlem yapmak ve zararlılara karşı hazırlıklı olmak gerekmektedir. Çok büyük emek ve para harcanarak elde edilen fidanların heba olup gitmesi bir yana, hastalıkların yayılmasına da ön ayak olmak karşılaşılabilecek en olumsuz durumlardandır. Tüm bu bilgiler ışığında orman fidanlıklarımızda arzu edilen bir ağaçlandırmanın ilk aşaması olan sağlıklı fidan yetiştirilmesinin önündeki en büyük engellerden biri olan hastalıklarla mücadele etmek ve gerekli önlemleri almak gerekmektedir.

Açıklama

Bu çalışma, İZT-376 (3826)/2011-2014 "Marmara Bölgesindeki Orman Fidanlıklarında Yetiştirilen Odunsu Bitkilerdeki Fungal Etmenlerin Tespiti" adlı proje tarafından maddi olarak desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Aday Kaya, A.G., 2014. Türkiye'nin batısında yer alan orman fidanlıklarında geniş ve iğne yapraklı fidan türlerinde kök çürüklüğüne neden olan ökaryot patojenlerin belirlenmesi. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Agrios, G.N., 1988. Plant Pathology. Academic Press, Inc. New York.
- Akıllı, S., Katircioğlu Y.Z., Maden S., 2010. Türkiye'deki bazı orman fidanlıklarında fungusların neden olduğu hastalıklar üzerinde çalışmalar. Düzce Üniversitesi, Ormanlık Dergisi, 6(2): 1-10.
- Augsburger, C.K., 1990. Spatial patterns of damping-off diseases during seedlings recruitment in tropical forests. Pest, Pathogens and Plant Communities, 38: 131-144.
- Balcı, Y., Halmshlager, E., 2003. *Phytophthora* species in oak ecosystems in Turkey and their association with declining oak trees. Plant Pathology, 52: 694-702.
- Barbey, S., 1996. The phytosanitary protection of ornamental conifers and shrubs. Revue Horticole Suisse, 69: 120-122.
- Belbahri, L., Moralejo, E., Calmin, G., Oszako, T., Garcia, J.A., Descals, E., Lefort, F., 2006. *Phytophthora polonica*, a new species isolated from declining *Alnus glutinosa* stands in Poland. FEMS Microbiology Letter, 261: 165-174.
- Belisario, A., Cacciola, S.O., Magnano, D.S.L.G., 1997. *Phytophthora cactorum* on walnut seedlings in Italian nurseries. European Journal of Forest Pathology, 27: 137-146.
- Brasier, C.M., Cooke, D.L., Duncan, J.M., 1999. Origin of a new *Phytophthora* pathogen through interspecific hybridization. Proceedings of the National Academy of Science, 11 May, USA, 96(10): 5878-5883.
- Cellerino, G.P., 1996. Present situation and prospects in the biological and integrated control of fungal diseases of forest plants. Innovations And Prospects in Plant Protection, 24-25 October, Ferrara, Italy, pp. 13-18.
- Chin, F.H., 1995. Damping-off in some forest nurseries in Sarawak. Leaflet Forest Pathology Information Kuching, 2-7.
- Cooke, D.E.L., Jung, T., Williams, N.A., Schubert, R., Obwald, W., Duncan, J., 2005. Genetic diversity of european populations of the oak fine-root pathogen *Phytophthora quercina*. Forest Pathology, 35: 1-14.
- El-Settawy, A.A., 1999. Diseases of the most important trees growing in Egypt. Proceedings of IUFRO Meeting 7.03.03: Diseases and Insects in Forest Nurseries, 25-28 July, Suonenjoki, Finland, pp. 33.
- Erwin, D.C., Ribeiro, O.K., 1996. *Phytophthora*. Diseases Worldwide. APS Press, St. Paul Minnesota.
- Freire, F.C.O., 1996. Occurrence of *Cylindrocladium scoparium*, *Pythium splendens* and *Phytophthora* sp. associated with death of cashew seedlings (*Anacardium occidentale* L.) in Brazil. Agrotropica, 8: 69-72.
- Gallegly, M., Hong, C., 2008. *Phytophthora*: Identifying Species by Morphology and DNA Fingerprint. American Phytopathological Society Press, St. Paul, Minnesota.
- Hansen, E.M., Hamm, P.B., Julis, A.J., Roth, L.F., 1979. Isolation, incidence and management of *Phytophthora* in forest nurseries in the pasific northwest. Plant Disease Reporter, 63: 607-611.
- Hendrix, F.F., Campbell, W.A., 1968. Pythiaceous fungi isolated from southern forest nursery soils and their pathogenicity to pine seedlings. Forest Science, 14: 292-297.
- Hodges, C.S., 1962. Black root rot of pine seedlings. Phytopathology, 52: 210-219.
- Inderbitzin, P., Davis, R.M., Bostock, R.M., Subbarao, K.V., 2011. The ascomycete *Verticillium longisporum* is a hybrid and a plant pathogen with an expanded host range. PLoS ONE, 6: e18260.
- James, R.L., Dumroese, R.K., Wenny, D.L., Schmidt, W.C., McDonald, K.J., 1995. Management of fungal diseases of western larch seed and seedlings. Proceedings of an

- International Symposium: Ecology and management of larch forests. 5-9 October, Montana, USA, pp. 300-306.
- Jung, T., Blaschke, H., Neumann, P., 1996. Isolation, identification and pathogenicity of *Phytophthora* species from declining oak stands. *European Journal of Forest Pathology*, 26: 253-272.
- Jung, T., Hudler, G.W., Jensen-Tracy, S.L., Griffiths, H.M., Fleischmann, F., Obwald, W., 2005. Involvement of *Phytophthora* species in the decline of European beech in Europe and the USA. *Mycologist*, 19: 159-166.
- Jung, T., Downing, M., Blaschke, M., Vernon, T., 2007. *Phytophthora* root and collar rot of alders caused by the invasive *Phytophthora alni*: Actual distribution, pathways, and modelled potential distribution in Bavaria. *Proceedings of the 1st International IUFRO Unit 7.03.12 Meeting: Alien Invasive Species and International Trade*, 3-7th July, Warsaw, Poland, pp. 10-18.
- Jung, T., Schumacher, J., Leonhard, S., Hartmann, G., Cech, T., 2009. Widespread *Phytophthora* infestations of nurseries in Germany and Austria and their role as primary pathway of *Phytophthora* diseases of trees. *Proceedings of the fourth of IUFRO meeting: Phytophthoras in forests and natural ecosystems*. Albany, CA: U.S, pp. 140-141.
- Jung, T., Orlikowski, L., Henricot, B., Abad-Campos, P., Aday, A.G., Aguin Casal, O., Bakonyi, J., Cacciola, S.O., Cech, T., Chavarriaga, D., Corcobado, T., Cravador, A., Decourcelle, T., Denton, G., Diamandis, S., Dogmuş-Lehtijärvi, Franceschini, A., H.T., Ginetti, B., Glavendekić, M., Hantula, J., Hartmann, G., Herrero, M., Ivic, D., Horta Jung, M., Lilja, A., Keca, N., Kramarets, V., Lyubenova, A., Machado, H., Magnano di San Lio, G., Mansilla Vázquez, P.J., Marçais, B., Matsiakh, I., Milenkovic, I., Moricca, S., Nagy, Z. A., Nechwatal, J., Olsson, C., Oszako, T., Pane, A., Paplomatas, E.J., Pintos Varela, C., Prospero, S., Rial Martínez, C., Rigling, D., Robin, C., Rytönen, A., Sánchez, M.E., Scanu, B., Schlenzig, A., Schumacher, J., Slavov, S., Solla, A., Sousa, E., Stenlid, J., Talgo, V., Tomic, Z., Tsopelas, P., Vannini, A., Vetraino, A.M., Wenneker, M., Woodward, S., Pérez-Sierra, A., 2015. Widespread *Phytophthora* infestations in European nurseries put forest, semi-natural and horticultural ecosystems at high risk of *Phytophthora* diseases. *Forest Pathology*, 46(2): 134-163.
- Khan, S.N., Mishra, B.M., Tivari, R.K., 1995. New host records of pathogenic fungi from India. *Indian Journal of Forestry*, 18: 89-92.
- Lee, S.B., Taylor, J.W., 1990. Isolation of DNA from fungal mycelia and single spores. In: *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications* (Ed: Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J. and White, T.J.) Academic Press, San Diego, pp. 282-287.
- Leslie, J.F., Summerell, B.A., 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Blackwell Professional, Ames, Iowa, USA.
- Lilja, A., Lilja, S., Poteri, M., Ziren, L., 1992. Conifer seedling root fungi and root dieback in Finnish nurseries. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 7: 547-556.
- Lilja, A., Lilja, S., Kurkela, T., Rikala, R., 1997. Nursery practices and management of fungal diseases in forest nurseries in Finland. *A Review*. *Silva Fennica*, 31: 79-100.
- Lilja, A., Parikka, P., Pääskynkivi, E., Hantula, J., Vartiama, H., Lemmetty, A., Vestberg, M., 2006. *P. cactorum* and *C. acutatum*: survival and detection. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 71(4): 121128.
- Lilja, A., Rytönen, A., Parikka, P., Kokkola, M., Hantula, J., 2007a. Alien species in Finnish nurseries, *Phytophthora* spp. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica, Spec. Edition*, 219-227.
- Lilja, A., Rytönen, A., Kokkola, M., Parikka, P., Hantula, J., 2007b. First report of *Phytophthora ramorum* and *P. inflata* in ornamental *Rhododendrons*. *Plant Disease*, 91(8): 1055.
- Mehrotra, M.D., 1990. *Rhizoctonia solani*, a potentially dangerous pathogen of khasi pine and hardwoods in forest nurseries in India. *European Journal of Forest Pathology*, 20: 329-338.
- Mirabolfathy, M., Ershad, D., 1996. Studies on the conifer damping-off in the forest nurseries of northern and central Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 32: 6-8.
- Motta, E., Annesi, T., Balmas, V., 1996. Seedborne fungi in Norway spruce: Testing methods and pathogen control by seed dressing. *European Journal of Forest Pathology*, 6: 307-314.
- Ocamb, M.C., Juzwik, J., 1995. *Fusarium* species associated with rhizosphere soil and diseased roots of eastern white pine seedlings and associated nursery soil. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 17(4): 325-330.
- OGM, 2013. 2013 Faaliyet Raporu. Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Orlikowski, L.B., Szkuta, G., 2003. *Phytophthora citricola* on *Rhododendron* spp. in Polish nurseries. *Journal of Plant Protection Research*, 43(1): 19-24.
- Özdamar, T., 1999. Ege ve göller bölgesi orman fidanlıklarında çökerten hastalığının önemi, etmenleri ve savaşım olanakları üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Sarhan, A.R.T., Abdulhamed, F.A., Salam, M., Ashki, A.H., 1989. Occurrence and pathogenicity of damping-off fungi of pine seedlings. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 24: 3-4.
- Sandlin, C., Ferin, D.M., 1993. Foliar blight and root rot of container grown giant redwood caused by *Phytophthora citrophthora*. *Plant Disease*, 77: 591-594.
- Soni, K.K., Kalyani, K.B., Rajarishi R., 1992. *Pythium aphanidermatum* seedling blight of *hardwickia binata* a new report in India. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology*, 21: 292-293.
- Tunalı, Z., Doğmuş Lehtijarvi, H.T., Oskay, F., 2018. Burdur ili kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarında ibre yanıklığı ve dökümüne neden olan fungal etmenlerin moleküler yöntemlerle tespiti. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2): 628-636.
- Vaartaja, O., 1968. *Pythium* and *Mortierella* in soils of Ontario forest nurseries. *Canadian Journal of Microbiology*, 14: 265-269.
- Vaartaja, O., Bumbieris, M., 1964. Abundance of *Pythium* species in nursery soils in south Australia. *Australian Journal of Biological Sciences*, 17(2): 436-445.
- Viljoen, A., Wingfield, M.J., Crous, W., 1992. Fungal pathogens in *Pinus* and *Eucalyptus* seedling nurseries in South Africa. *Forestry Journal*, 161: 45-51.
- Viljoen, A., Wingfield, M.J., Marsas, W.F.O., 1994. First Report of *Fusarium subglutinans* f.sp. *pini* on pine seedlings in South Africa. *Plant Disease*, 78: 309-312.
- Vural, M., Gümüşdere, İ., Karal, M., 1984. Türkiye’de Kavaklara Arız Olan Mantarlar. *Teknik Bülten*. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten Serisi No: 20, İzmit.
- Wardlaw, T., Philips, T., 1990. Nursery diseases and their management at the forestry commission nursery, Perth. *Tasforests*, 2: 21-26.
- Weiland, J.E., Beck, B.R., Davis, A., 2013. Pathogenicity and virulence of *Pythium* species obtained from forest nursery soils on Douglas-fir seedlings. *Plant Disease*, 97(6): 744-748.
- White, T.J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J., 1990. Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal RNA Genes For Phylogenetics. In: *PCR Protocols: A Guide To Methods and Applications*. (Ed: Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J., White, T.J.) Academic Press, New York, USA, pp. 315-322.

Türkiye'nin bazı önemli ağaç türleri için yöresel gövde çapı modellerinin geliştirilmesi: Bucak örneği

Onur Alkan^{a,*} , Ramazan Özçelik^a , Hasan Alkan^a 

Özet: Bu çalışma ile Bucak yöresi kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ve Toros göknarı (*Abies cilicica* Carr.) meşcereleri için uyumlu gövde çapı ve gövde hacim denklemleri geliştirilmiştir. Test edilen model, tüm ağaç türleri için gövde çapı ve hacim tahminlerinde başarılı sonuçlar vermiştir. Kullanılan gövde çapı ve hacim modelinin, çap ve hacim tahminlerindeki doğruluğu ve hassasiyeti, 10 nisbi boy değeri için de test edilmiştir. Diğer yandan, Bucak yöresindeki üç ağaç türü için geliştirilen gövde çapı modellerinin kendi aralarında ve Mut ve Elmalı yörelerindeki aynı türler için geliştirilen gövde çapı modellerinden farklılık gösterip göstermediği doğrusal olmayan ekstra kareler yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Doğrusal olmayan ekstra kareler yöntemi sonuçlarına göre, güvenilir gövde çapı, ticari veya toplam hacim tahminleri için yörelere ve türlere özgü geliştirilen gövde çapı ve gövde hacmi denklemlerinin kullanılması ya da parametre tahminlerinin yapılması gerektiği anlaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Gövde çapı denklemleri, Kızılçam, Toros sediri, Toros göknarı, *F*-test

Development of regional stem taper models for some important tree species of Turkey: Case study of Bucak

Abstract: Compatible stem taper and volume models were developed for Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.), Cedar of Lebanon (*Cedrus libani* A. Rich.), and Cilicica fir (*Abies cilicica* Carr.) in Bucak forest region of Southern Turkey. The proposed models generally performed better for the whole tree for all tree species. Diameter and volume predictions at 10 points along the stem were made to verify the accuracy and precision of these models for the three species. More specifically, differences among different tree species in one region and regional differences of the taper equation were examined using the nonlinear extra sum of squares method. The results of the non-linear extra sum of squares method indicated that species-specific taper equations for estimating diameters along the stem and predicting merchantable or total volume for each region are required.

Keywords: Stem taper equations, Brutian pine, Taurus cedar, Cilicica fir, *F*-test

1. Giriş

Orman Genel Müdürlüğü (OGM), orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi çerçevesinde kendisinden beklenen hedefleri gerçekleştirebilmek için, orman ekosistemlerinin planlanması amacıyla ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama yaklaşımını benimsemiş ve orman amenajman planlarını bu doğrultuda hazırlamaya başlamıştır. Ancak bu planlama sisteminin başarı ile gerçekleştirilebilmesi, ağaç türleri ve bunların yayılış gösterdiği farklı yörelere özgü büyüme ve hasılat modellerinin varlığını gerektirmektedir. Ağaç hacim tahminleri, büyüme ve hasılat modellerinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır (Klos vd., 2007; Özçelik ve Cao, 2017). Hacim tahminleri, ağaç ve meşcerelere ilişkin hacmin ve bu hacim miktarının farklı ticari sınıflara dağılımının doğru hesaplanması (Diéguez-Aranda vd. 2006; Crecente-Campo vd., 2009), orman amenajman planlarının düzenlenmesi (Rodríguez vd. 2015; Özçelik ve Cao, 2017), orman ürünleri sanayiinin geleceğine ilişkin projeksiyonların yapılması (Fang vd., 2000; Jiang vd., 2005; de-Miguel vd., 2012), ormanların sağlığının ve verimlilik durumlarının belirlenmesi (Paresol,

2001; 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) gibi amaçlar için gereklidir.

Türkiye'deki ağaç türlerinin hacim tahminlerinde, genel olarak tek veya çift girişli ağaç hacim denklemleri kullanılmaktadır. Hatta bu ağaç hacim denklemleri, zaman zaman oldukça geniş alanlarda ve yöresel farklılıklar dikkate alınmaksızın kullanılabilir. Ancak, bir ağacın büyüme ve gelişimi üzerine yetiştirme ortamı şartları başta olmak üzere meşcere sıklığı, gençleştirme yöntemi ve diğer çevresel faktörler gibi pek çok etmen etki etmektedir (Li vd., 2012). Bu nedenle, orman kaynaklarının rasyonel olarak planlanabilmesi ve belirtilen faktörlerin etkisini en aza indirebilmek için, eldeki imkânlar ölçüsünde her ağaç türü ve yöre için türe ya da yöreye özgü ağaç hacim denklemlerinin geliştirilmesi ve kullanılması gerekmektedir. Aksi halde, hacim denklemlerinin geliştirilmiş olduğu yöre dışında ya da oldukça geniş alanlarda kullanılması sonucunda, yüksek hacim tahmin hatalarının ortaya çıkması kaçınılmazdır. Pillsbury vd. (1995) tarafından yapılan bir çalışmada, hacim denklemlerinin çok geniş alanlarda

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, 32260, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 09.12.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 17.12.2019



Citation (Atf): Alkan, O., Özçelik, R., Alkan, H., 2019. Türkiye'nin bazı önemli ağaç türleri için yöresel gövde çapı modellerinin geliştirilmesi: Bucak örneği. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 333-340.
DOI: [10.18182/tjf.656457](https://doi.org/10.18182/tjf.656457)

kullanılması sonucu ortaya çıkacak hacim hatası miktarının %40'a kadar ulaşabileceği ifade edilmektedir.

Ağaç hacimlerinin tahmin edilmesi için son yıllarda kullanılan en etkin yöntemlerden birisi, gövde çapı modelleridir (Clark vd., 1991; Jiang vd., 2005; Rojo vd., 2005; Li ve Weiskittel, 2010; Li vd., 2012; Özçelik ve Crecente-Campo, 2016). Gövde çapı modelleri, ağaç gövdesi üzerindeki herhangi bir yükseklikteki kabuklu ve/veya kabuksuz çap tahminleri veya herhangi bir çap değerinin hangi yükseklikte olduğunu tahmin etmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak, bir ağacın toplam hacmini ya da herhangi iki yükseklik değeri arasındaki bölümün hacminin tahmin edilmesi amacıyla da kullanılmaktadır (Kozak, 2004; Li vd., 2012). Yüzyılı aşkın bir süredir, çok farklı formlarda gövde çapı modelleri geliştirilmiştir. Ancak bunlar arasında parçalı gövde çapı modelleri ile değişken şekil gövde çapı modelleri diğer model formlarına göre gövde çapı ve hacim tahminlerinde daha başarılı olmuştur. Parçalı gövde çapı modellerinin, değişken şekil gövde çapı modellerine göre en önemli üstünlüğü, gövde çapı modelinin integralinin alınması suretiyle hacim denklemine dönüştürülebilir olmasıdır. Bu nedenle de, parçalı gövde çapı modelleri nispeten daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Cao vd., 1980; Martin 1981; Parresol vd., 1987; Clark vd., 1991; Figueiredo-Filho vd., 1996; Cao 2009; Cao ve Wang, 2015; Özçelik ve Cao, 2017).

Ülkemizde de yöresel düzeyde farklı ağaç türleri için gövde çapı modelleri geliştirilmiştir. Yavuz (1995), Taşköprü yöresi sarıçam meşcereleri için, Yavuz ve Saraçoğlu (1998), Doğu Karadeniz bölgesinde kızılçam için, Sakıcı vd. (2008), Kastamonu yöresinde Uludağ göknarı için gövde çapı modelleri geliştirmiştir. Brooks vd. (2008), Mut ve Elmalı yörelerindeki kızılçam, Toros sediri ve Toros göknarı türleri için uyumlu gövde çapı ve hacim denklemleri geliştirmiştir. Sakıcı ve Özdemir (2018), Doğu kayını ve Kazdağı göknarı için gövde çapı modelleri geliştirmiştir. Ercanlı vd. (2014), Adana-Feke Yöresi kızılçam meşcereleri için ve Şenyurt vd. (2017), Çankırı yöresi karaçam meşcereleri için karışık etkili modelleme tekniği kullanılarak gövde çapı modelleri geliştirmiştir. Şenyurt ve Ercanlı (2019) ise, Çankırı yöresi karaçam ağaçlarının hacim tahminleri için, gövde çapı modeli ile yapay sinir ağları yöntemlerini karşılaştırmıştır.

Sharma ve Zang (2004) tarafından da belirtildiği gibi, gövde çapı modelleri genellikle türe özgü olup, modellerin gövde çapı ve buna bağlı olarak hacim tahminlerindeki başarısı, ağaç türüne bağlıdır. Bu nedenle de, her ağaç türü ve farklı yöreler için ayrı model geliştirilmeli ya da model parametreleri tahmin edilmelidir. Bu nedenle çalışmanın birinci aşamasında, Bucak yöresi kızılçam, Toros sediri ve Toros göknarı meşcereleri için Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen gövde çapı modeli kullanılarak yöresel uyumlu gövde çapı ve gövde hacim denklemleri geliştirilmiştir. İkinci aşamada ise, üç ağaç türü arasında ve aynı ağaç türü için farklı yöreler arasında farklılıkların olup olmadığı doğrusal olmayan ekstra kareler yöntemi kullanılarak araştırılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.), ve Toros göknarı (*Abies cilicica* Carr.), Türkiye'nin önemli asli ağaç türleri olup, 6 milyon hektar ile toplam ülke ormanlarının yaklaşık dörtte birini

oluşturmaktadır. Bu çalışmada, üç ağaç türü için gerekli örnek ağaç verileri, türlerin oldukça geniş yayılış alanına sahip olduğu Bucak Yöresinden elde edilmiştir. Bu amaçla, her üç ağaç türünün yöredeki doğal meşcerelerinden ve değişik çap-boy basamaklarından örnek ağaçlar seçilmiştir. Örnek ağaçların seçiminde; tepesi kırık, çatallı ve gövde formu çok bozuk olmamasına özen gösterilmiştir. Örnek ağaçların kesilmeden önce göğüs yüksekliği çapları (1.30 m), elektronik çap ölçer yardımı 0.01 cm hassasiyetle ölçülmüş, ağaçlar kesildikten sonra ise 0.3 m, 1.3 m, 2.3 m ve 1'er m aralıklarla ağacın uç kısmına kadar gövde üzerindeki kabuklu çap değerleri ölçülmüştür. Ağaçların toplam boy değerleri ise, şerit metre yardımı ile ölçülmüş bu değere dip kütük yüksekliği de eklenmiştir. Ağaçların gerçek hacim değerleri, Bailey (1995) tarafından önerilen overlapping bolt (üst üste eklemeli hacim tahmini) yöntemiyle tahmin edilmiştir. Her bir ağaç türü için, toplanan verilerin yaklaşık %75'lik kısmı tesadüfi olarak ayrılarak model geliştirilmesi amacıyla ve kalan %25'lik kısmı ise geliştirilen modellerin test edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Verilere ilişkin nitelendirici istatistikler, Tablo 1 de verilmiştir. Bununla birlikte türler için yöresel farklılıkların var olup olmadığını ortaya koymak amacıyla yapılacak değerlendirmelerde kullanılmak üzere Elmalı (Antalya) yöresi Toros sediri ve Mut (Mersin) yöresi kızılçam ve Toros göknarına ilişkin örnek ağaç verileri Brooks vd. (2008)'den alınmıştır. Bu verilere ilişkin nitelendirici istatistikler ise, Tablo 2' de verilmiştir.

2.1. Gövde çapı modelinin seçimi

Araştırmada, pek çok çalışmada (Martin, 1981; Brooks vd., 2008; Cao ve Wang 2015) başarılı sonuçlar vermesi nedeniyle, Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen parçalı gövde çapı modeli kullanılmıştır. Denklem, ağaç gövde formunu üç farklı geometrik şekil olarak tanımlamaktadır. Buna göre, ağaç gövdesinin en alt kısmı nayloid, orta kısmı kesik paraboloid ve en üst kısmı ise koni şeklindedir. Bu amaçla her üç farklı bölüm için farklı polinomial regresyon denklemleri geliştirilmiş ve bu denklemler iki farklı katılma noktası ile birleştirilmiştir. Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen gövde çapı modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

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

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 = göğüs yüksekliğindeki kabuklu çap (cm),

d = h yüksekliğinde ölçülen kabuklu çap,

a_i = katılım noktaları. $i = 1, 2$,

b_i = regresyon katsayıları, $i = 1, 2, 3, 4$.

Max ve Burkhart (1976) modelinin türevi alınmak suretiyle elde edilen hacim denklemi ise aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$V = KD^2H \left\{ \begin{array}{l} \frac{b_2}{3}(Z_u^3 - Z_l^3) + \frac{b_1}{2}(Z_u^2 - Z_l^2) - (b_1 + b_2)(Z_u - Z_l) \\ - \frac{b_3}{3}[(a_1 - Z_u)^3 J_1 - (a_1 - Z_l)^3 K_1] \\ - \frac{b_4}{3}[(a_2 - Z_u)^3 J_2 - (a_2 - Z_l)^3 K_2] \end{array} \right\} \quad (2)$$

Burada,

$$K = 0.0000785,$$

$$Z_l = \frac{h_l}{H},$$

$$Z_u = \frac{h_u}{H},$$

h_l = alt ölçüm noktası (m),

h_u = üst ölçüm noktası (m),

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

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

Diğer tüm değişkenler daha önce tanımlanmıştır.

2.2. Model performanslarının değerlendirilmesi

Model performanslarının değerlendirilmesi amacıyla; Schlaegel (1981) tarafından önerilen ortalama hata (MB), tahminlerin standart hatası (SEE) ve Uyum indeksi (FI) ölçüt değerleri kullanılmıştır. Bir yöredeki farklı ağaç türleri için türe özgü katsayıların kullanılmaması sonucunda ortaya çıkacak hacim tahmin hatalarının ortaya konması amacıyla da ortalama mutlak hata (MAE), ortalama mutlak hata yüzdesi (MAPE), Hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE) ve yüzde hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE%) ölçütleri kullanılmıştır.

Tablo 1. Bucak Yöresi kızılçam, Toros sediri ve Toros göknarı türleri için nitelendirici istatistikler

Türler	Ortalama	S.D.	Min.	Maks.
Model geliştirme verisi				
Kızılçam (n = 102 ağaç)				
DBH (cm)	38.75	16.57	12.00	75.00
Toplam ağaç boyu (TH, m)	17.19	5.66	4.50	26.50
Disk çapı (cm)	23.75	14.98	3.00	79.00
Disk boyu (m)	8.58	6.11	0.30	26.30
Toros sediri (n = 112 ağaç)				
DBH (cm)	32.48	7.30	12.00	64.00
Toplam ağaç boyu (TH, m)	16.36	3.33	7.50	26.90
Disk çapı (cm)	20.31	10.35	3.00	67.00
Disk boyu (m)	8.20	5.30	0.30	26.30
Toros göknarı (n = 140 ağaç)				
DBH (cm)	37.50	12.75	14.00	72.00
Toplam ağaç boyu (TH, m)	16.98	4.35	7.80	27.50
Disk çapı (cm)	22.60	13.18	1.00	77.00
Disk boyu (m)	7.35	5.62	0.30	27.30
Model test verisi				
Kızılçam (n = 40 ağaç)				
DBH (cm)	40.74	16.42	11.00	71.00
Toplam ağaç boyu (TH, m)	17.77	5.33	4.60	25.50
Disk çapı (cm)	24.27	15.33	3.00	75.00
Disk boyu (m)	8.87	6.05	0.30	26.30
Toros sediri (n = 40 ağaç)				
DBH (cm)	31.25	6.32	17.00	46.00
Toplam ağaç boyu (TH, m)	15.92	3.36	9.60	23.70
Disk çapı (cm)	19.19	16.30	3.00	50.00
Disk boyu (m)	8.24	5.23	0.30	23.30
Toros göknarı (n = 50 ağaç)				
DBH (cm)	40.97	14.69	15.00	74.00
Toplam ağaç boyu (TH, m)	17.76	4.85	6.00	26.00
Disk çapı (cm)	24.36	14.42	1.00	77.00
Disk boyu (m)	8.50	5.85	0.30	25.30

Tablo 2 Farklı bölgelerdeki üç ağaç türü için tanımlayıcı istatistikler

Yöreler ^a	Ağaç türü ^b	Değişken ^c	n	Ortalama	Minimum	Maksimum	SD ^d
A	1	DBH	103	40.23	16.00	73.00	14.81
		TH	103	18.87	9.00	28.90	5.08
	3	DBH	159	28.96	11.00	54.00	10.45
		TH	159	13.71	6.80	21.50	2.97
B	2	DBH	90	32.16	12.00	58.00	8.33
		TH	90	16.43	8.00	27.60	3.87
C	1	DBH	190	35.67	14.00	73.00	13.49
		TH	190	16.05	6.00	27.50	4.71
	2	DBH	152	31.29	12.00	64.00	6.70
		TH	152	15.80	7.50	26.90	3.36
	3	DBH	142	33.59	11.00	75.00	16.92
		TH	142	15.10	4.50	26.50	6.11

^aA: Mut Orman İşletmesi, B: Elmalı Orman İşletmesi, C: Bucak Orman İşletmesi, ^b1-Toros göknarı, 2-Toros sediri, and 3- Kızılçam, ^cDBH=göğüs çapı (cm), TH=toplam ağaç boyu (m), n=ağaç sayısı, ^dSD=Standard sapma.

Söz konusu ölçüt değerleri aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$MB = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i) \quad (3)$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i| \quad (4)$$

$$MAPE = \frac{100}{n} \times \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \quad (5)$$

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-p}} \quad (6)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (7)$$

$$RMSE \% = 100 \times \frac{RMSE}{\bar{y}} \quad (8)$$

$$FI = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (9)$$

Burada,

Y_i = i^{th} ölçümün gözlenen değeri,

\hat{Y}_i = i^{th} ölçümün tahmini değeri,

\bar{Y} = Y_i 'nin ortalaması,

k = tahmin edilen parametre sayısı,

n = ölçüm sayısı,

Toplam hacmi tahminleri için MAE, MAPE, RMSE ve RMSE% değerlerinin hesaplanmasında birini dışarda bırakma yaklaşımı (leave one-out) kullanılmıştır. Örneğin Bucak yöresi için model katsayıları sedir verileri kullanılarak tahmin edilmiş, ancak yukarıda verilen ölçüt değerleri kızılçam ve göknar verileri kullanılarak hesaplanmıştır.

Çap ve hacim tahminlerindeki hataları eş zamanlı olarak minimize edebilmek için, gövde çapı ve hacim denklemleri SAS yazılımındaki SUR (PROC MODEL) prosedürü kullanılarak eş zamanlı çözülmüştür (SAS Institute, 2002). Tüm parametreler gövde çapı ve gövde hacim denklemlerine paylaştırılmıştır. Veri setindeki ilişkili hata yapısı SAS MODEL prosedüründe dikkate alınmamıştır. Bazı araştırmacılar tarafından ifade edildiği gibi (Williams ve Reich 1997; Kozak 1997), modellerin tahmin performansı; ilişkili hata yapısı tarafından çok fazla etkilenmemektedir.

2.3. Farklı ağaç türleri ve yöresel düzeyde gövde çapı denklemlerinin karşılaştırılması

Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen gövde çapı modeli için Bucak Yöresindeki farklı ağaç türleri ve farklı yörelerdeki aynı ağaç türleri için türe ya da yöreye özgü katsayıların gerekli olup olmadığını test etmek amacıyla doğrusal olmayan ekstra kareler yöntemi kullanılmıştır (Neter vd., 1996). Bu yöntem, Huang vd., (2000a), Rodríguez vd. (2015) ve Özçelik vd. (2016) tarafından gövde çapı denklemleri, Huang vd. (2000b) ve Peng vd. (2001) tarafından çap-boy denklemleri ve Pillsbury vd., (1995) ve Brooks ve Wiant (2008) tarafından ise ağaç hacim denklemleri bakımından yöresel farklılıkların ortaya konması amacıyla kullanılmıştır. Söz konusu yöntem, hem tam hem de indirgenmiş modelin kullanılmasını

gerektirmektedir. Max ve Burkhart (1976)'ın tam modeli, farklı yöreler için farklı model parametrelerinin kullanılmasını, indirgenmiş model ise tüm bölgeler için aynı parametrelerin kullanılmasını gerektirmektedir (Bates ve Watts 1988).

P -değerinin 0.05'den daha az olması, türler ya da yöreler arasında önemli fark olduğu anlamına gelmektedir. Doğrusal olmayan ekstra kareler yöntemi F -dağılımını kullanmakta olup, aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$F = \frac{(SSE_R - SSE_F)/(df_R - df_F)}{SSE_F/df_F} \quad (10)$$

Burada,

SSE_R = tüm ağaç türleri için aynı parametreleri kullanan indirgenmiş modelin hata karelerinin toplamı,

SSE_F = her bir ağaç türü için boş değişken kullanmak suretiyle farklı parametreler kullanan tam modelin hata karelerinin toplamı,

df_R = indirgenmiş modelin serbestlik derecesi,

df_F = tam modelin serbestlik derecesidir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Bucak yöresi için elde edilen sonuçlar

Parametre tahminleri, Bucak yöresindeki her bir ağaç türü için gövde çapı ve hacim denklemleri için eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Her bir ağaç türü için geliştirilen denklemlerin tüm parametreleri 0.0001 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bucak yöresindeki üç ağaç türü için gövde çapı ve gövde hacim tahminlerine ilişkin istatistiksel ölçütler (MB , SEE ve FI) Tablo 3'de verilmiştir. Sonuçlar, üç ağaç türü içinde, Max ve Burkhart (1976) modelinin, ağaçların gövde çapı tahminlerindeki varyasyonun %98'den fazlasını açıkladığını göstermektedir. Tahminlerin standart hatası (SEE) değeri ise, tüm türler için 1.9 cm'den daha az olarak bulunmuştur. Hacim tahminlerindeki ortalama hata miktarı türlere göre değişkenlikler göstermekle birlikte, 0.002 m³ civarında olup, modellerin hacim tahminlerindeki varyasyonu açıklama yüzdesi ise %97'den fazladır. Tablo 3'deki sonuçlar incelendiğinde, Toros göknarı için elde edilen sonuçların diğer ağaç türlerine göre nispeten daha başarısız olduğu görülmektedir. Bunun önemli bir nedeni olarak, örnek ağaç sayısının diğer türlere göre daha fazla olmasına karşın, aynı çap ya da boy değerine sahip ağaçlar arasındaki değişkenliğin yüksek olması gösterilebilir.

Tablo 3. Bucak Yöresindeki üç ağaç türü için uyumlu gövde çapı ve hacim denklemlerine ilişkin uyum istatistikleri

Türler	Ortalama hata	SEE	FI
Kızılçam			
Gövde çapı (cm)	0.0105	1.8856	0.9864
Hacim (m ³)	0.0018	0.0079	0.9885
Toros sediri			
Gövde çapı (cm)	0.1926	1.2574	0.9860
Hacim (m ³)	0.0002	0.0044	0.9861
Toros göknarı			
Gövde çapı (cm)	0.2370	1.7402	0.9841
Hacim (m ³)	0.0020	0.0112	0.9668

Max ve Burkhart (1976) gövde çapı denkleminin, gövdenin değişik bölümlerindeki çap ve hacim tahminlerindeki başarısının ortaya konması amacıyla ağaç gövdesi dipten tepeye on eşit parçaya ayrılmış ve bu nispi boy sınıfları (h/H) için MB ve SEE değerleri hesaplanmıştır (Tablo 4 ve 5). Çap tahminlerinde SEE 'nin hem Toros sediri hem de kızılçam için gövdenin alt kısımlarında nispeten daha küçük olduğu görülmektedir (Tablo 4). Buna karşın, Toros göknarı için hata ve SEE değerleri gövdenin alt kısımlarında daha yüksektir. Her üç ağaç türü için de gövdenin %60-80'lik kısmındaki SEE değerlerinin diğer bölümlere göre nispeten daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun nedeni olarak, her üç ağaç türü için de dallanmanın başladığı yüksekliğin bu bölüme yakın olması söylenebilir.

Gövdenin değişik bölümlerine ilişkin hacim tahminleri incelendiğinde ise, hem MB hem de SEE değerleri bakımından gövdenin %10-30'luk bölümündeki değerlerin diğer gövde bölümlerine göre nispeten daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun en temel nedeni, ağaçların dip kısmının herhangi bir geometrik şekle tam benzememesi ve hacim tahmininin bu bölüm için zor olmasıdır.

Bucak yöresindeki üç ağaç türü için önerilen gövde çapı ve gövde hacim modelleri ile elde edilen hacim tahminleri; kızılçam için Alemdağ (1962) ve Toros sedir ve Toros göknarı için ise Bozkuş ve Carus (1997) tarafından geliştirilen ağaç hacim denklemleri ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Tablo 6'da incelendiğinde, her üç ağaç türü için de Max ve Burkhart (1976) gövde çapı ve gövde hacim modeli ile elde edilen sonuçların, ağaç hacim denklemlerine göre daha başarılı olduğu görülmektedir. Her üç ağaç türü için de, geliştirilen gövde çapı ve gövde hacim modelleri, ağaç hacim denklemlerine göre daha düşük MB ve SEE değerleri üretmiştir. Geliştirilen gövde çapı ve hacim modelleri, ağaç hacim denklemlerinin aksine, tüm ağaç gövdesi için daha başarılı hacim tahminleri yapabilmelerinin yanı sıra, ağaç gövdelerinin değişik bölümleri için de başarılı hacim tahminleri yapılabilmesine imkân sağlamaktadır.

Tablo 7'de, Max ve Burkhart (1976) modeli için, Bucak yöresindeki üç ağaç türüne ilişkin tüm veri setleri kullanılarak elde edilen parametre tahminleri verilmiştir.

Tablo 4. Bucak Yöresindeki üç ağaç türü için çap değerlerine ilişkin ortalama hata ve tahminlerin standart hatası (SEE) değerlerinin nispi boy sınıfları (RH) itibarıyla değişimi.

Türler	Kızılçam			Toros sediri			Toros göknarı		
	<i>n</i>	Ortalama hata (cm)	SEE (cm)	<i>n</i>	Ortalama hata (cm)	SEE (cm)	<i>n</i>	Ortalama hata (cm)	SEE (cm)
0.0-0.1	170	-0.3168	1.5212	176	0.0139	1.0114	281	0.2872	1.3386
0.1-0.2	157	0.0781	1.1627	147	0.1005	0.8780	255	0.0893	1.4235
0.2-0.3	136	-0.1734	1.4571	154	0.1051	1.1918	231	0.1584	1.8723
0.3-0.4	150	0.0807	1.7856	155	0.1953	1.3624	251	0.1352	1.9264
0.4-0.5	156	0.0250	1.9957	152	0.3009	1.3999	261	0.2522	2.1804
0.5-0.6	142	-0.0600	2.3290	146	0.2412	1.6228	236	0.3245	1.9740
0.6-0.7	149	0.0725	2.2789	152	0.3122	1.5666	247	0.2278	1.9087
0.7-0.8	152	0.0811	2.3910	155	0.1653	1.4484	250	0.3395	1.8541
0.8-0.9	147	-0.0277	2.0797	149	0.0474	1.2088	253	0.3064	1.6413
0.9-1.0	168	0.3210	1.5794	164	0.4494	0.9302	234	0.2466	1.2567
Toplam	1527	0.0105	1.8556	1550	0.1926	1.2574	2506	0.2370	1.7402

Tablo 5. Bucak Yöresindeki üç ağaç türü için hacim değerlerine ilişkin ortalama hata ve tahminlerin standart hatası (SEE) değerlerinin nispi boy sınıfları (RH) itibarıyla değişimi

Türler	Kızılçam			Toros sediri			Toros göknarı		
	<i>n</i>	Ortalama hata (cm)	SEE (cm)	<i>n</i>	Ortalama hata (cm)	SEE (cm)	<i>n</i>	Ortalama hata (cm)	SEE (cm)
0.0-0.1	170	0.0026	0.0095	176	0.0005	0.0052	281	0.0018	0.0218
0.1-0.2	157	0.0018	0.0080	147	0.0001	0.0046	255	0.0037	0.0131
0.2-0.3	136	0.0030	0.0097	154	0.0001	0.0057	231	0.0031	0.0128
0.3-0.4	150	0.0023	0.0101	155	0.0002	0.0059	251	0.0027	0.0118
0.4-0.5	156	0.0024	0.0100	152	0.0006	0.0054	261	0.0028	0.0112
0.5-0.6	142	0.0025	0.0100	146	0.0001	0.0055	236	0.0023	0.0083
0.6-0.7	149	0.0013	0.0078	152	0.0004	0.0042	247	0.0017	0.0065
0.7-0.8	152	0.0012	0.0061	155	0.0001	0.0031	250	0.0014	0.0048
0.8-0.9	147	0.0008	0.0035	149	0.0000	0.0016	253	0.0007	0.0026
0.9-1.0	168	0.0002	0.0011	164	0.0001	0.0004	234	0.0003	0.0009
Toplam	1527	0.0018	0.0079	1550	0.0002	0.0044	2506	0.0020	0.0112

Tablo 6. Bucak Yöresindeki üç ağaç türü için var olan hacim tablosu ve önerilen modelden elde edilen hacimlerin Ortalama hata ve SEE değerleri bakımından karşılaştırılması

Türler	Ortalama hata (m ³)	SEE (m ³)
Kızılcım		
Max-Burkhart (1976)	-0.0147	0.1168
Alemdağ (1962)	-0.0570	0.1474
Toros sediri		
Max-Burkhart (1976)	-0.0253	0.0467
Bozkuş ve Carus (1997)	-0.0377	0.0691
Toros göknarı		
Max-Burkhart (1976)	-0.1147	0.2643
Bozkuş ve Carus (1997)	-0.1786	0.4367

Tablo 7. Bucak Yöresindeki üç ağaç türü için tüm veri setini temel alan uyumlu gövde çapı ve hacim denklemleri için parametre tahminleri

Parametreler	Kızılcım	Toros sediri	Toros göknarı
b_1	-2.0460	-2.3419	-2.3621
b_2	0.8727	0.9960	1.0462
b_3	-0.3337	-0.3999	-0.3624
b_4	17.9394	24.7448	11.3651
a_1	0.4572	0.7331	0.7350
a_2	0.1044	0.0903	0.1152

3.2. Türler ve yöreler bazında gövde çapı denklemlerinin karşılaştırılması

Bucak Yöresindeki farklı ağaç türleri açısından gövde çapı modelleri arasında ve türler itibarıyla yöreler arasında farklılığın olup olmadığını belirlemek amacıyla doğrusal olmayan ekstra kareler yöntemi kullanılmıştır (Neter vd., 1996).

Tüm veri seti için tam ve indirgenmiş modellerin sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Yapılan tüm ikili ve üçlü karşılaştırmalar, önemli F değerleri üretmiştir. Bu durum, Bucak Yöresindeki farklı türler ve değişik yörelerdeki aynı ağaç türleri için, güvenilir çap ve hacim tahminleri yapılabilmesi amacıyla, türe ya da yörelere özgü model parametrelerinin tahmin edilmesine ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Tablo 8’deki F değerleri incelendiğinde en yüksek farklılığı Bucak Yöresi Toros sediri ve Toros göknarı arasında olduğu, en küçük farklılığın ise aynı yöredeki kızılçam ile Toros göknarı arasında olduğu görülmektedir.

Birini dışarıda bırakma yaklaşımı kullanılarak, yöreye ya da türe özgü katsayıların kullanılmaması durumunda hacim tahminlerinde ortaya çıkacak hatalar araştırılmıştır. Bir yörede türlere özgü katsayıların kullanılmaması durumunda ortaya çıkabilecek hacim tahmin hataları Tablo 9’da verilmiştir. Tablo 9’dan da görüleceği gibi, Bucak yöresindeki türler için hacim tahminleri sırasında türe özgü katsayıların kullanılmaması durumunda RMSE% değerlerinin %9-30 arasında değiştiği, yine farklı yörelerde çalışılırken, yöreye özgü model parametrelerinin kullanılmaması durumunda ise bu değerlerin %10-48 arasında değiştiği görülmüştür. Benzer durum, MAPE değeri içinde geçerlidir. Bu sonuçlar, hacim tahminleri üzerinde, yöreselliğin ve ağaç türlerinin gövde formundaki farklılıkların önemli faktörler olduğu ortaya koymaktadır.

Tablo 8. Gövde çapı modellerinin türler ve yöreler açısından karşılaştırılması için F -testi sonuçları

Bölgeler	Türler	Tam model			İndirgenmiş model			n	F -değeri ^a
		SSE_F	df_F	MSE_F	SSE_R	df_R	MSE_R		
A	1-3	12153.0	2967	4.0961	13190.5	2973	4.4368	2979	42.215*
	1-2	12376.4	5334	2.3203	14673.0	5340	2.7478	5346	164.965*
C	1-3	15733.7	5381	2.9239	15771.9	5387	2.9278	5393	2.177*
	2-3	9307.9	4173	2.2305	11085.7	4176	2.6527	4185	132.840*
	1+2+3	18709.0	7444	2.5133	21211.7	7456	2.8449	7462	82.9819*
A+B+C	1-1	15423.6	4653	3.3148	15566.0	4659	3.3411	4665	7.159*
	2-2	8585.1	3234	2.6546	9033.0	3240	2.7880	3240	28.121*
	3-3	12463.1	3695	3.3730	13304.8	3701	3.5949	3707	41.591*

^a (*) F -değeri $\alpha=0.05$ düzeyinde denklem 5 kullanılarak hesaplanmıştır. 1-Toros göknarı, 2-Toros sediri, and 3- Kızılcım; n gözlem sayısı, SSE_F , df_F , SSE_R ve df_R sırasıyla tam ve indirgenmiş modeller için hata kareler toplamı ve serbestlik derecesini ifade etmektedir.

Tablo 9. Birini dışarıda bırakma yöntemi (leave one-out) ile hacim tahmini için değerlendirme istatistikleri

Parametre tahmin seti	Hacim tahmin seti	MAE (m ³)	MAPE (%)	RMSE (m ³)	RMSE (%)
Bucak-Kızılcım	Bucak –Göknar	0.0887	7.9	0.1928	23.11
Bucak -Kızılcım	Bucak –Sedir	0.0309	5.77	0.0521	8.69
Bucak -Sedir	Bucak –Kızılcım	0.1263	11.92	0.2424	27.65
Bucak -Sedir	Bucak –Göknar	0.1238	9.59	0.2535	30.39
Bucak -Göknar	Bucak -Kızılcım	0.0943	11.55	0.1832	20.9
Bucak -Göknar	Bucak –Sedir	0.0306	5.5	0.0548	9.14
Bucak -Kızılcım	Mut-Kızılcım	0.2876	35.3	0.4786	47.9
Bucak -Göknar	Mut-Göknar	0.1932	31.6	0.4365	44.67
Bucak -Sedir	Elmalı-Sedir	0.2444	33.39	0.3443	43.81
Mut-Kızılcım	Bucak-Kızılcım	0.0942	11.55	0.1831	20.89
Mut-Göknar	Bucak -Göknar	0.0699	10.47	0.1107	13.27
Elmalı-Sedir	Bucak –Sedir	0.0322	5.35	0.0607	10.12

4. Sonuç

Bu çalışmada, Max ve Burkhart (1976) parçalı gövde çapı modeli kullanılarak, Bucak yöresi kızılçam, Toros sediri ve Toros göknarı meşcereleri için yöresel gövde çapı ve gövde hacim modelleri geliştirilmiştir. Gövde çapı ve gövde hacim modelleri arasındaki uyumu sağlamak amacıyla her iki model de, bir denklem sistemi içerisinde ve eş zamanlı olarak çözülmüştür. Elde edilen sonuçlar, Max ve Burkhart (1976) modeli kullanılarak hem gövdenin tümü hem de değişik bölümleri için oldukça yüksek doğrulukta çap ve hacim tahminleri yapılabileceğini göstermektedir. Diğer yandan, bağımsız veri seti kullanılarak yapılan değerlendirmelerde, Max ve Burkhart (1976) modeli ile elde edilen sonuçların, ilgili yörede farklı araştırmacılar tarafından geliştirilen ağaç hacim denklemlerine göre daha başarılı olduğu ortaya konmuştur.

Gövde çapı modellerinin geliştirilmesinde yöreselliğin ve türler arası farklılığın önemini ortaya koymak amacıyla doğrusal olmayan ekstra kareler yöntemi kullanılmıştır. Yapılan değerlendirmeler, Bucak Yöresindeki farklı türler ve farklı yörelerdeki aynı ağaç türü için, gerçeğe yakın çap ve buna bağlı hacim tahminleri yapılabilmesi için farklı denklem parametrelerinin tahmin edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu sonuçlara göre, Mut, Bucak ve Elmalı yörelerindeki Toros sediri, Toros göknarı ve kızılçam ağaç türleri, büyüme- gelişme özellikleri ve özellikle de gövde formu açısından farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle, imkânlar ölçüsünde yetişme ortamına ve türe özgü verilerin toplanabileceği durumlarda, her tür veya yöre için farklı gövde çapı modellerinin geliştirilmesi ya da parametre tahminlerinin yapılması gereklidir.

Kaynaklar

Alemdağ, Ş., 1962. Development, yield and management rules of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) forests in Turkey. Forestry research publication, Technical Bulletin No:11, 160 p., Ankara.

Bailey, R.L., 1995. Upper stem volumes from stem analysis data: an overlapping bolts method. Canadian Journal of Forest Research, 25(1):170-173.

Bates, D.M., Watts, D.G., 1988. Nonlinear regression analysis and its applications (Vol. 2). New York, Wiley.

Bozkuş, H., Carus, S., 1997. Toros göknarı (*Abies cilicica* Carr.) sedir (*Cedrus libani* Link.)'in çift girişli gövde hacmi tabloları ve mevcut tablolarla karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 47(1):51-70.

Brooks, J. R., Harry Jr, V., 2008. Ecoregion-based local volume equations for Appalachian Hardwoods. Northern Journal of Applied Forestry, 25:87-92.

Brooks, J. R., Jiang, L., Özçelik, R., 2008. Compatible stem volume and taper equations for Brutian pine, Cedar of Lebanon, and Cilicica fir in Turkey. Forest Ecology and Management, 256(1-2):147-151.

Cao, Q. V., Wang, J., 2014. Evaluation of methods for calibrating a tree taper equation. Forest Science, 61(2):213-219.

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., Burkhart, H.E., Max, T.A., 1980. Evaluation of two methods for cubic-volume prediction of loblolly pine to any merchantable limit. Forest Science, 26(1):71-80.

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(6):735-746.

Clark, III A., Souter, R.A., Schlaegel, B.E., 1991. Stem profile equations for Southern tree species. USDA For. Serv. Res. Pap. SE-282, 124 p.

Crecente-Campo, F., Alboreca, A. R., Dieguez – Aranda, U., 2009. A Merchantable volume system for *Pinus sylvestris* L. in the major mountain ranges of Spain. Annals of Forest Science, 66(8):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.

Dieguez-Aranda, U., Castedo-Dorado, F., Alvarez-Gonzalez, J.G., Rojo, A., 2006. Compatible Taper Function for Scots Pine Plantations in Northwestern Spain. Canadian Journal of Forest Research, 36:1190-1205.

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, s.585-591.

Ercanlı, İ., Günlü, A., Şenyurt, M., Keleş, S., 2019. Artificial neural network models predicting the leaf area index: a case study in pure even-aged Crimean pine forests from Turkey. Forest Ecosystems, 5(1):29.

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.

Figueiredo-Filho, A., Borders, B.E., Hitch, K.L., 1996. Taper equations for *Pinus taeda* plantations in Southern Brazil. Forest Ecology and Management, 83(1-2):39-46.

Gomez-Garcia, E., Fonseca, T.F., Crecente-Campo, F., Almeida, L.R., Dieguez-Aranda, U., Huang, S., Marques, C.P., 2015. Height-diameter models for maritime pine in Portugal: a comparison of basic, generalized and mixed-effects models. iForest, 9:72-78.

Huang, S., Price, D., Morgan, D., Peck, K., 2000a. Kozak's variable-exponent taper equation regionalized for white spruce in Alberta. Western Journal of Applied Forestry, 15(2):75-85.

Huang, S., Price, D., Titus, S.J., 2000b. Development of ecoregion-based height-diameter models for white spruce in boreal forests. Forest Ecology and Management, 129(1-3):125-141.

Jiang, L., Brooks, J. R., Wang, J., 2005. Compatible taper and volume equations for yellow-poplar in West Virginia. Forest ecology and management, 213(1-3):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., 1997. Effects of multicollinearity and autocorrelation on the variable-exponent taper functions. Canadian Journal of Forest Research, 27(5):619-629.

Kozak, A., 2004. My last words on taper equations. Forestry Chronicle, 80:507-515.

Li, R., Weiskittel, A., Dick, A.R., Kershaw, J.A., Seymour, R.S., 2012. Regional stem taper equations for eleven conifer species in the Acadian region of North America: development and assessment. Northern Journal of Applied Forestry, 29:5-14.

Li, R., Weiskittel, A.R., 2010. Comparison of model forms for estimating stem taper and volume in the primary conifer species of the North American Acadian Region. Annals of Forest Science, 67:302-317.

Martin, A.J., 1981. Taper and volume equations for selected Appalachian hardwood species. Res. Pap. NE-490. Broomall, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, 22p.

Max, T.A., Burkhart, H.E., 1976. Segmented polynomial regression applied to taper equations. Forest Science, 22(3):283-289.

- Neter, J., Kutner, M.H., Nachtsheim, C.J., Wasserman, W., 1996. Applied Linear Statistical Models. Irwin, Chicago.
- Özçelik, R., Cao, Q.V. 2017. Evaluation of fitting and adjustment methods for taper and volume prediction of black pine in Turkey. *Forest Science*, 63(4):349-355.
- 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(1):78-91.
- Özçelik, R., Karatepe, Y., Gürlevik, N., Cañellas, I., Crecente-Campo, F., 2016. Development of ecoregion-based merchantable volume systems for *Pinus brutia* Ten. and *Pinus nigra* Arnold. In Southern Turkey. *Journal of Forestry Research* 27:101-117.
- Parresol, B.R., 2001. Additivity of nonlinear biomass equations. *Canadian Journal of Forest Research*, 31(5):865-878.
- Parresol, B.R., Hotvedt, J.E., Cao, Q.V., 1987. A volume and taper prediction system for bald cypress. *Canadian Journal of Forest Research*, 17(3):250-259.
- Peng, C., Zhang, L., Liu, J., 2001. Developing and validating nonlinear height-diameter models for major Tree species of Ontario's boreal forests. *Northern Journal of Applied Forestry*, 18(3):87-94.
- Pillsbury, N.H., McDonald, P.M., Simon, V., 1995. Reliability of tanoak volume equations when applied to different areas. *Western Journal of Applied Forestry*, 10(2):72-78.
- Rodríguez, F., Lizarralde, I., Bravo, F., 2015. Comparison of stem taper equations for eight major tree species in the Spanish Plateau. *Forest Systems* e034, 13p.
- Rojo, A., Perales, X., Sanchez-Rodríguez, F., Álvarez, J.G., Gadow, K.V., 2005. Stem taper functions for maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Galicia (North-western Spain). *European Journal of Forest Research*, 124:177-186.
- Sakıcı, O. E., Misir, N., Yavuz, H., Misir, M. 2008. Stem taper functions for *Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* in Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23(6):522-533.
- Sakıcı, O. E., Özdemir, G., 2018. Stem Taper Estimations with Artificial Neural Networks for Mixed Oriental Beech And Kazdağı Fir Stands in Karabük Region, Turkey. *Cerne*, 24(4):439-451.
- SAS Institute Inc., 2002. SAS/ETS User's Guide, Version 9.0, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schlaegel, B.E., 1981. Testing, reporting, and using biomass estimation models. In *Southern Forest Biomass Workshop* (Vol. 1, pp. 95-112). Clemson: Clemson University.
- Sharma, M., Zhang, S.Y., 2004. Height-diameter models using stand characteristics for *Pinus banksiana* and *Picea mariana*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 19:442-451.
- Şenyurt, M., Ercanlı, İ., & Bolat, F., 2017. Taper equations based on nonlinear mixed effect modeling approach for *Pinus nigra* in Çankırı forests. *Bosque*, 38(3):545-554.
- Williams, M.S., Reich, R.M., 1997. Exploring the error structure of taper equations. *Forest science*, 43(3):378-386.
- Yavuz, H., 1995. Development of compatible stem taper, total tree volume and volume ration equations for *Pinus sylvestris* L. Hamata (Steven) Fomin and *Pinus nigra* Arn. Subsp. *Pallasiana* (Lamb.) Holmboe in Taşköprü Forest Enterprise, Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry (unpublished), 101 p
- Yavuz, H., Saraçoğlu, N., 1998. Compatible and non-compatible stem taper equations for alder. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23:1275-1282.

Balıkdami Yaban Hayatı Geliştirme Sahası kuş türleri

Nuri Kaan Özkazanç^{a,*}, Emir Özay^a, Ali Uğur Özcan^b

Özet: Bu çalışma Eskişehir’de önemli bir biyolojik çeşitliliğe sahip ve bölgenin en önemli sulak alanı olan Balıkdami Yaban Hayatı Geliştirme Sahasındaki kuş türlerini tespit etmek amacı ile 2017-2019 yılları arasında yapılmıştır. Alandaki kuşların tespiti için nokta sayım ve hatboyu sayım kuş gözlem yöntemleri uygulanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda alanda 18 takıma ait 47 familyadan 210 kuş türü tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerden 1 adedi IUCN kırmızı listesine göre küresel ölçekli olarak tehlike altında (EN), 2 adedi duyarlı (VU) ve 7 adedi ise tehlide yakın (NT) olarak sınıflandırılmıştır. Passeriformes 96 tür ile alanda en baskın takım olmuştur. Bunu 31 tür ile Charadriiformes, 27 tür ile Falconiformes 13 tür ile Ciconiiformes ve 10 tür ile Anseriformes takımları izlemiştir. Ayrıca alanda gözlenen kuşlardan 103 tür yerli, 78 tür yaz göçmeni, 24 tür kış göçmeni ve 5 tür ise transit tür olarak belirlenmiştir. *Todorna todorna* ve *Sitta krueperi* türleri Eskişehir, *Phalacrocorax carbo*, *Anas clypeata*, *Anytha nyroca*, *Buteo lagopus*, *Aquila helica*, *Aquila chrysaetos*, *Tyto alba*, *Jynx torquilla*, *Dendrocapus syriacus* ve *Troglodytes troglodytes* türleri ise çalışma alanı için yeni kayıtlar olmuştur. Çalışma alanı yoğun kullanım ve insan aktiviteleri, çevre kirliliği, habitat bozulmaları ve kaçak avcılık sebebi ile büyük bir tehlike altındadır. Alanda kirliliğin önlenmesi, tarımsal faaliyetlerin düzenlenmesi ve yasa dışı avcılığı kontrol altına alınması kuşların korunması açısından büyük önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Kuş, Sulak alan, Balıkdami, Fauna, Tehdit

Ornitofauna of Balıkdami Wildlife Development Area

Abstract: This study was carried to determine the species of birds in wetland of Balıkdami Wildlife Development Area which is important biodiversity area, and the most important wetland of the Eskişehir Province. The observation was made in between 2017-2019. A total of 210 bird species have been identified from 47 families belonging to 18 orders. Point counting and line counting bird observation methods were used for the detection of birds in the area. According to the IUCN red list, one species was classified the endangered (EN), 2 species were the vulnerable (VU) and 7 species were the near threatened (NT). Passeriformes have been the most dominant team in the field with 96 species. This was followed by Charadriiformes with 31 species, Falconiformes with 27 species, Ciconiiformes with 13 species and Anseriformes with 10 species. In addition, it was determined to 103 species resident, 78 species summer migrant, 24 species winter migrant, and 5 species transit species. The factors that threaten the study area were determined and solutions were given in this study. While *Todorna todorna* and *Sitta krueperi* species are new species in Eskişehir, *Phalacrocorax carbo*, *Anas clypeata*, *Anytha nyroca*, *Buteo lagopus*, *Aquila helica*, *Aquila chrysaetos*, *Tyto alba*, *Jynx torquilla*, *Dendrocapus syriacus* and *Troglodytes troglodytes* species are new species for the study area. The work area is in great danger due to intensive use and human activities, environmental pollution, habitat degradation and forbidden hunting. Prevention of pollution in the area, regulation of agricultural activities and taking control of illegal hunting are of great importance for the protection of birds.

Keywords: Bird, Wetland, Balıkdami, Fauna, Threat

1. Giriş

Canlılar üzerinde yapılan taksonomik çalışmalarda sadece türler değil, her türün bireylerinin farklı yerlerde ne kadar yoğunlukta bulunduğunu tespit etmekte önemlidir. Bu gün için farklı yöntemler kullanılarak dünya üzerinde 200 milyar ile 400 milyar arasında bir kuş popülasyonunun bulunduğu tahmin edilmektedir (Gaston ve Blackburn, 1997). Amerikan Tabiat Tarihi Müzesi'nin öncülüğünde 2016 yılında yapılan bir araştırma, dünyada yaklaşık 18.000 kuş türü olduğu bildirilmiştir (Synider, 2016). Yine aynı çalışmada küresel ölçekli olarak kuşların yaklaşık %95'inin tanımlandığı belirtilmiştir. Birçok bilim adamı ise dünya üzerinde 9.000-10.000 arasında kuş türünü olduğunu kabul

etse de kuş tüylerinin incelemesi ile yapılan tür tanımlamalarında birçok türün farklı bir tür ya da alttür olacağı belirtilmektedir (Synider, 2016).

Doğal ortamlarında kuşları izlemek ve gözlemek olarak tanımlanan kuş gözlemciliği 1800'lü yılların başında yayılmaya başlamış ve bugün dünyada giderek artan bir durum almıştır. Günümüzde birçok ülkede, kuş gözlemciliği ile ilgili ekoturizm turları yapılmakta hatta tercümanlık hizmetleri verilmektedir. Ayrıca bu konuda rehberler eğitilmektedir (Lee vd., 2010). Bibby vd. (2000), Buckland (2006), Hamel vd. (1996) ve Ralph vd. (1997) kuş gözlemciliğini iki basit teknik ile sınırlandırmıştır. Bunlardan ilki olan nokta sayım yönteminde kuş gözlemleri, belirli noktalarda gizlenerek yapılan gözlemler iken, diğeri

✉ ^a Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın.

^b Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çankırı.

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 25.05.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 08.11.2019



Citation (Atıf): Özkazanç, N.K., Özay, E., Özcan, A.U., 2019. Balıkdami Yaban Hayatı Geliştirme Sahası kuş türleri. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 341-351. DOI: [10.18182/tjf.570107](https://doi.org/10.18182/tjf.570107)

ise transekt olarak da bilinen ve belirli noktalarda başlayıp durmadan tempolu yürüyüş ile yapılan hatboyu sayım yöntemidir. Hatboyu sayım yönteminde arazi ve hava şartlarına bağlı olarak 30-60 dakikalık kısa molalar ile nokta sayım yöntemi de uygulanabilmektedir.

Biyolojik çeşitliliğin önemli bir parçası olması yanında; zararlı böceklerle mücadele, doğal tohum taşıma gibi bazı ekolojik görevleri de olan kuşlar aynı zamanda besin zincirinin de önemli bir parçasını oluşturmaktadır (Tabur ve Ayvaz, 2010). Şekercioğlu (2006) kuşların faydalarını et, giyim eşyası ve guano (kuş gübresi) gibi tedarik hizmetleri; leş ve atıkların temizlenmesi, omurgasız ve omurgalı zararlıların popülasyonlarının kontrolü, tozlaşma ve bitki tohumu dağıtımı gibi ekolojik düzenleme hizmetleri; sanatta ve dinlerde göze çarpan rolleri ve kuş gözlemciliğine harcanan milyarlarca dolar gibi kültürel hizmetler; besin maddelerinin dönüşümü ve toprak oluşumuna katkısı şeklinde sıralamıştır. Kuşların yediği birçok meyve tohumu sindirim sisteminden zarar görmeden geçerek dışkıları ile tekrardan toprağa dönmekte ve bu tohumlar çimlenerek yeni bitkilerin yetişmesine sebep olmaktadır (Tabur ve Ayvaz, 2010). Bunun yanında alakarga gibi bazı türler topladıkları tohumları daha sonradan yemek için toprağa gömmekte, ancak çoğunu tekrar bulamadıkları için bu tohumlar zamanla çimlenmektedir. Kuş ekimi olarak bilinen bu davranış ile birçok ağacın ormanda yetiştiği bilinmektedir (Çanakçıoğlu ve Mol, 1996). Kuşların özellikle de nektarla beslenen kuş türlerinin az da olsa bazı çiçekli bitkilerde tozlaşmaya yardımcı oldukları da bildirilmektedir (Clout ve Hay, 1989).

Kuşlar dünya üzerindeki birçok ekosistemin göstergesi olarak da kullanılmaktadır. Kuş türlerindeki değişim, kuş göçleri ya da türlerinin popülasyonundaki artışlar ya da azalışlar ekosistem hakkında çok önemli verileri bize iletmektedir. Şekercioğlu vd. (2007) yaptıkları çalışmalar ile iklim değişikliklerinin kuş popülasyonları üzerinde önemli etkilerde bulunduğunu belirterek; Batı yarımkürede kuşlar için, iklim kaynaklı değişikliklere dayalı ara yok olma

tahminlerinin 1.1°C ısınma için % 1.3'ünden 6.4°C'lik ısınma içinse % 30.0'a kadar değişmişler olacağını öngörmektedirler. Çalışmada dünya çapında meydana gelen küresel ısınma ile yaklaşık 100-500 kuş türünün neslinin tükenmesinin söz konusu olduğu da belirtilmiştir. Aynı çalışmada habitat kayıpları ve küresel iklim değişikliğinin, kuş türlerinin büyük bir bölümünün hayatta kalmasını tehdit ettiği de vurgulanmıştır.

Palearktik bölge içinde bulunan Türkiye gerek coğrafi yapısı gerekse de farklı ekosistem özellikleri sebebi ile zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahiptir. Sahip olduğu bu farklı yapı ve zenginlik, tüm yaşam alanlarına yansımıştır. Türkiye, bu biyolojik zenginlik içerisinde 487 kuş türüyle neredeyse tüm Avrupa'daki kuş türlerinden daha fazla türe sahiptir (Özkazanç, 2016). Bu türlerden 96 tanesi Türkiye'de düzenli gözlenen türler olmayıp ülkemiz topraklarına bir şekilde sürüklenen ve "rastlantısal konuk" olarak adlandırılan türlerdir (Eken vd., 2006). Türkiye'de kuş türlerinin fazla olmasının önemli sebeplerinden bir diğeri ise Batı Palearktik Bölgede yer alan dört önemli kuş göç yolundan iki tanesinin Anadolu üzerinden geçmesidir. Bu göç yollarının varlığı Türkiye'deki kuş türlerinin sayısını ve kuş gözlemin önemini arttırmaktadır (Dizdaroğlu, 2015).

Türkiye'deki, kuş göçleri ilkbaharda güneyden kuzeye, sonbaharda ise kuzeyden güneye doğru olmaktadır (Göktürk vd., 2008). Bu göçler sırasında kullanılan iki önemli göç yolundan ilki Avrupa ve batı Sibirya'dan gelen kuşların kullandığı ve İstanbul boğazından başlayarak batı ve orta Anadolu'yu takip ettikten sonra Hatay üzerinden çıkarak Afrika'ya yönelmektedir. Türkiye üzerinden geçen diğer ana göç yolu ise orta Asya ve Doğu Sibirya'dan gelen kuşların kullandığı ve Artvin vadisinden başlayarak doğu ve güney doğu Anadolu'yu takiben Suriye üzerinden Afrika'ya ulaşmaktadır (Doğa Derneği, 2019).

Türkiye'nin farklı yerlerindeki kuş türlerini tespit etmek amacı ile birçok çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmaların bazıları Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Çizelge 1. Türkiye'de kuş türlerinin tespiti üzerine yapılmış bazı çalışmalar

Yazar	Yıl	Çalışma Alanı	Yerli	Yaz göçmeni	Kış göçmeni	Geçici	Toplam
Turan ve Erdoğan	1998	Antalya-Kurşunlu Kızılçam Doğal ormanları	85	21	46		152
Kılıç	1999	Konya-Karapınar					151
Yurtsever ve Kurtonur	2003	Istranca Dağları	55	24	62		141
Erdoğan vd.	2002	Antalya Yamansız gölü					161
Kaya ve Kurtonur	2003	Gala Gölü	29	64	26	15	134
Tabur ve Ayvaz	2005	Burdur gölü					185
Tabur ve Ayvaz	2006	Isparta Gölçük					90
Toprak vd.	2008	Gaziantep					92
Saygılı vd.	2008	Akşehir ve Eber Gölleri	36	73	29		138
Çelik ve Yamaç	2009	Eskişehir-Yörükçürka Gölü	49	39	4	4	96
Adızel ve Durmuş	2009	Ercek Gölü	71	72	24	10	177
Karakaş	2010	Bismil ovası					147
Tepe ve Urhan	2011	Denizli					217
Keten vd.	2010	Kocaeli-Yuvacık					130
Bengil ve Uzılday	2010	Küçük Menderes Deltası					120
Uzun	2010	Sapança Gölü					69
Atalay vd.	2012	Bafa Gölü Tabiat Parkı	51	15	53	13	114
Küçük ve Aslan	2012	Kayseri-Sultansazlığı					247
Beşkardeş	2012	Yedigöller-Yeşilöz Yabana Hayatı Geliştirme Sahaları					132
Kızılkaya vd.	2013	Denizli-Sarayköy	49	39	29	35	162
Aksan ve Mert	2016	Isparta Atabey Ovası	47	5	4	43	99
Süel vd.	2018	Karacaören Barajı					72
Çelik	2018	Batman	98	64	17	9	188

Türkiye'deki kuşlar tür çeşitliliği açısından fazla olmasına rağmen bu türlerin bir çoğunun popülasyon yoğunlukları ne yazık ki iyi bir durumda değildir. Dünya üzerinde IUCN (Uluslararası Doğa Koruma Birliği) kırmızı listesinde LC (düşük risk) seviyesinde olan birçok kuş türü Türkiye kırmızı listelerinde nadir ya tehlike altındaki türler kategorisinde listelenmektedir. Dünya genelinde son üç yüzyılda yaklaşık 200 kuş türü değişen çevre şartları ve yaşam alanlarının tahrip olması yüzünden olumsuz etkilenmiştir (Tabur ve Ayvaz, 2010). Kuşlarda meydana gelen azalmanın en hızlı olarak yaşandığı dönem ise 20. yüzyıl sonrası olmuştur (Turan, 1990). Kuşları tehdit eden tehlikeleri 4 başlık altında incelemek mümkündür (Çanakçıoğlu ve Mol, 1996). Bunlar:

1. İnsan faaliyetleri: Yaşam alanlarının bozulması, yerleşim yerlerinin artması, fabrikalar, barajlar, tarım ya da yerleşim için sulak alanların kurutulması, tarım ilaçlarının aşırı kullanımı, yüksek gerilim hatları, göç yolları üzerindeki rüzgar santralleri, sulak alanlardaki petrol atıklar, yasa dışı ve usulsüz avcılık en önemli insan kaynaklı tehditlerdir (Öden, 1971).
2. Doğal Düşmanlar: Doğal dengenin bozulması ile birçok doğal düşmanı kuşların üzerinde daha fazla etki olmakta böylelikle kuş türlerinin popülasyonları ve gelecekleri tehlikeye düşmektedir. Kuşların doğal düşmanları predatörler, asalaklar (bit, pire vs.), hastalıklar ve yuva parazitleri olarak sıralayabiliriz. Sürüler ya da büyük guruplar halinde bulunan kuşlarda her hangi bir bulaşıcı hastalığın sürüye bulaşması çok büyük popülasyon kayıplarına sebep olabilmektedir (Özkazanç ve Özay, 2019). *Trichomonas gallinae*, Avian çiçek virüsü, *Salmonella*, mikoplazmal konjonktivit hastalığı, *Aspergillus* bilinen önemli kuş hastalıkları arasındadır (RSPB, 2019; Bird ve Bloom, 2019).
3. İklim koşulları: İklim koşullarındaki normal değişimler kuşlar tarafından tolere edilse de ani ve mevsim ötesi değişimler kuşların özellikle besin ve su bulma şansını azaltarak ani ölümlerine sebep olabilmektedir. İklim şartlarından aşırı kar, yağmur, dolu yağışları, aşırı sıcaklık ve buna bağlı olarak meydana gelen kuraklık kuşları tehdit eden iklim faktörlerinin başında yer alır. Özellikle kar kışın birçok kuş türünün ölmesine ya da göç etmesine sebep olan en önemli iklim faktörlerinden bir tanesidir (Özkazanç ve Özay, 2019).
4. Doğal afetler: Sel ya da yangın sebebi ile kuşların yaşam alanlarının kullanılamaz hale gelmesi birçok kuş türünü göçe zorlarken bazı türler yangın sonucu direkt ölmektedir. Kasırgalar, fırtınalar ve diğer sert rüzgarlar, kar fırtınası, normal ötesi şiddetli soğuk, depremler ve heyelanlar, volkan patlamaları, sel ve tsunamiler, doğal orman yangınları, kuraklık ve ısı dalgaları kuşları etkileyen doğal afetlerin başında yer alır (The Spruce, 2019).

Deniz seviyesinden itibaren 6.000 yüksekliğe kadar yaşayan kuşlar göç esnasında yaklaşık 11.500 metre yüksekliğe kadar çıkabilmektedir. Leylekler 4.800 m., kıyı çamurçulluğu 6.000 m., yeşilbaş ördek 6.500 m., sakallı akbaba 7.300 m., dağ kargası 8.000 m., kuğu 8.200 m., kızıl akbaba ise 11.300 m. yükseklikten göç edebilmektedir (Wordatlas, 2019.). Kumul alanlar, ormanlar, sulak alanlar, bozkırlar, step bölgeler hatta kutuplar ve çöllere kuşların

yaşam ortamları arasında yer almaktadır. Ancak her tür kendine ait alanlarda yaşamaktadır. Birçok kuş türü ağaçlık bölgeleri yaşam alanı olarak tercih etmelerine rağmen, kayalıkları, çayırılık alanları hatta kumul yamaçları tercih eden türlerde bulunmaktadır (Çanakçıoğlu ve Mol, 1996). Bu yaşam alanları içinde sulak alanlar hem tür çeşitliliği hem de barındırdıkları popülasyon yoğunluğu ile diğer kuş yaşam alanlarından daha öne çıkmaktadır.

Dünyadaki tatlı su rezervlerinin çoğunu oluşturan sığ göller derin göllere göre daha üretken ve daha fazla ekolojik kullanım alanına sahiptir. Bu tip sulak alanlarda *Potamogeton* sp., *Myriophyllum* sp., *Ceratophyllum* sp., *Nymphaea* sp., *Iris pseudacorus*, *Typha* sp., *Juncus* sp., *Phragmites* sp., *Schoneplectus* sp., gibi litoral bitki komüniteleri baskındır (Moss, 1998). Bu bitkilerin ağırlıkta olduğu sığ sular sulak alan olarak adlandırılır ve bataklıkta ormana kadar olan geniş bir dağılımı kapsar. Su içi bitkilerin baskın olması, su kalitesini artırıp, su kuşlarının ve diğer canlıların çeşitliliğini ve bolluğunu, ekolojik ve korunma değerlerini artırır (Hargeby vd., 1994; Van Geest vd., 2005)

Türkiye sulak alanların korunması ve rasyonel bir şekilde kullanımını sağlamak üzere 1971 yılında İran'ın Ramsar kentinde imzalanan Ramsar sözleşmesine taraf olmuş ve bu sözleşme 17.05.1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. 17/05/1994 Tarih ve 21937 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan ve kısa adı Ramsar Sözleşmesi olan "Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanların Korunması Sözleşmesi" sulak alanları "alçak gel-gitte 6 metreyi geçmeyen deniz suyu alanlarını da kapsayacak şekilde doğal ve/ya da yapay, sürekli ve/ya da geçici, durgun ve/ya da akar, tatlı, acı ve/ya da tuzlu suya sahip bütün sular ile ıslak çayırlar, turbalık ya da bataklıklar" olarak tanımlanmıştır (Yeniyurt ve Hemmami, 2011).

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışma Nisan 2017 ile Ocak 2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Kuş türlerini gözlemek, teşhis etmek ve belgelemek amacı ile 10x42 dürbünler, 60x60 kuş teleskobu, dijital fotoğraf makineleri, 160-600 mm ile 400 mm teleobjektif lensler kullanılmıştır. Gözlem noktalarını belirlemek amacı ile GPS ve alanı, hava durumunu, saati ve diğer farklı gözlem bilgilerini kaydetmek amacı ile bir not defteri de kullanılmıştır. Kuşların teşhisleri Svensson vd. (2016), Hayman ve Hume (2005), Kızıroğlu (2009), Sözen vd. (2015), Karan (2010), Bacak vd. (2015), Hocoğlu (1992), Kızıroğlu (1989), Turan (1990), Larter (2011), Harrison ve Greensmith (1993), Lees ve Christic (2001), Likoff (2007) yardımı ile yapılmıştır. Mevcut tür bilgisi ve eldeki literatürlerin eksik kalması durumunda teşhisi yapılamayan türler için TRAKUŞ (Türkiye'nin Anonim Kuşları) gurubundaki uzman kuş bilimcilere danışılmıştır.

2.2. Çalışma alanı

Eskişehir ili sınırları içinde yer alan Balıkdama Yaban Hayatı Geliştirme Sahası (YHGS) 39° 15' 51" Kuzey ile 31° 39' 55.34" Doğu koordinatları içerisinde yer almaktadır. Sivrihisar ilçe merkezinin yaklaşık 25 kilometre güneyinde

yer alan Balıkdamı YHGS Sakarya nehrinin oluşturduğu taşkın alanlarının günümüze dek kurutulmadan kalan en önemli örneğidir. Bulunduğu coğrafi konumunun da etkisiyle özellikle bahar aylarında göçmen kuşlar tarafından yoğun olarak kullanılan bölgede hala varlığını sürdüren sazlıklar ve su basar söğüt toplulukları üreyen kuşlar açısından büyük önem taşımaktadır. İlkbaharda bu alandaki kuşların sayıları 18.000'i bulabilmektedir. Balıkçılık ve hayvancılık alandaki başlıca insan faaliyetleri arasında yer almakla birlikte civar köylerde kuru ve sulu tarım da yapılmaktadır. Ancak Devlet Su İşleri'nin (DSİ) bu alanın tamamını etkileyecek olan Yukarı Sakarya Sulama Projesi Balıkdamı YHGS için en önemli tehdit olarak görülmektedir. Proje kapsamında sulak alanın batı bölümünün tamamen kurutulması tarım alanına dönüştürülmesi doğu bölümünün ise yaklaşık 500 hektarlık bir gölete dönüştürülmesi planlanmaktadır. Proje sonunda Balıkdamı YHGS, doğal sulak alan karakterini tamamen yitirecek ve tarım alanlarına dönüşecektir (Eken vd., 2006).

Sulak alan etrafında yer alan 0.3 km uzaklıktaki Ahiler, 5 km uzaklıktaki Kurtseyh, 8 km uzaklıktaki Yenidoğan, 11 km uzaklıktaki Ertuğrulköy, 14 km uzaklıktaki Göktepe ve 18 km uzaklıktaki Çaykoz köyleri yoğun alan kullanımı sebebi ile alanda önemli bir baskı oluşturmaktadır (Eken vd., 2006).

2.3. Yöntem

Arazi çalışmalarında kullanılan nokta sayım ve hatboyu sayım yöntemleri Bibby vd. (2000), Buckland (2006), Hamel vd. (1996) ve Ralph vd. (1997)'ne göre uygulanmıştır. Buna göre nokta sayım yönteminde, kuş gözlemleri daha önceden tespit edilen önemli noktalarda doğal ya da yapay yöntemler ile kamufle olarak bekleme ve gözleme şeklinde yapılmıştır. Bu amaçla Balıkdamı YHGS etrafında 7 farklı gözlem noktası belirlenerek bu noktalarda gözlemler gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2, Şekil 1).

Hatboyu sayım yönteminde ise bir noktadan başlayarak tempolu bir yürüyüşle ya da uygun olan yerlerde hareket halindeki araç içinden kuş gözlemleri yapılmıştır. Hatboyu sayım kuş gözlem yönteminde kuşlar görüldüğünde durulmuş, görülen kuş gözlenerek tür hakkındaki bilgiler arazi not defterine kayıt edilmiştir. Ayrıca bu yöntemde arazinin yapısı ve havanın durumuna göre belirli aralıklar ile

1/2, 1 ya da 1,5 saate bir ya da 1, 2, 3 km'de bir durularak 30-45 ya da 60 dakikalık molalar verilerek kısa süreli nokta sayım yöntemleri de uygulanmıştır.

Her iki gözlem yönteminde de kuş kayıt listeleri tutulmuş ve bu listelere tarih, gözlem noktasının koordinatları, hava durumu, mevkii, alanın ekosistem özellikleri gibi alansal veriler ile gözlenen kuş türünün ismi, formu (yaz, kış, üreme, genç vs.), cinsiyeti, durumu (beslenme, sabit, üreme, uçar vs.) ve kaç adet görüldüğü gibi detay bilgiler yazılmıştır. Gözlemlerde öncelikle kuşların belgelenmesi için fotoğrafları çekilmiş, daha sonra dürbün ve teleskop yardımı ile kuş hakkındaki detaylı bilgiler arazi defterine not edilmiştir. Bu notlara kuşun renkleri, kuyruk, gaga, kanat, ayak, baş yapıları ve desenleri gibi detaylar yazılmıştır. Bu detaylar teşhis sırasında fotoğraflara ek olarak kullanılmıştır. Yapılan tüm saha çalışmaları sabah gün doğumundan akşam gün batımına kadar sürdürülmüştür. Elde edilen veriler doğrultusunda gözlene türler sistematik olarak listelenmiş, alandaki mevcut durumları yerli, yaz göçmeni, kış göçmeni, transit olarak kategorilendirilmiş ve IUCN kırmızı liste kriterlerine göre koruma statüleri yazılmıştır.

3. Bulgular

Eskişehir ili Sivrihisar ilçesi Balıkdamı YHGS'nda yapılan çalışmalar sonucunda sahada 18 takıma ait 47 familyadan 210 kuş tür tespit edilmiştir. Tespit edilen kuş türlerinin sistematığı, bölgesel durumu, tespit edildiği istasyon ve koruma statülerine ait bilgiler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Çalışma alanındaki gözlem istasyonlarının koordinatları

Gözlem noktası	Kuzey	Doğu
1	39° 13' 28,12"	31° 37' 21,63"
2	39° 12' 30,11"	31° 37' 09,85"
3	39° 11' 42,55"	31° 37' 14,21"
4	39° 11' 09,45"	31° 36' 19,35"
5	39° 10' 16,35"	31° 36' 41,57"
6	39° 11' 39,56"	31° 38' 31,13"
7	39° 12' 41,77"	31° 38' 35,72"



Şekil 1. Çalışma alanındaki gözlem istasyonlarının uydu görüntüsü

Çizelge 3. Balıkdanı YHGS'nda tespit edilen kuş türleri ve sistematik dağılımı

No	Takım	Familiya	Bilimsel adı	Türkçe adı	Durum	İstasyon	IUCN
1			<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Küçük batağan	Y	3-4-5-6-7	LC
2	PODICIPEDIFORMES	Podicipedidae	<i>Podiceps cristatus</i>	Bahri	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC
3			<i>Podiceps nigricollis</i>	Kara boyunlu batağan	Y	3-5-6-7	LC
4	PELECANIFORMES	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax carbo</i>	Karabatak	Y	2-3-4-5-6-7	LC
5		Pelecanidae	<i>Pelecanus onocrotalus</i>	Ak pelikan	YG	1-2-6-7	LC
6			<i>Botarus stellaris</i>	Balaban	Y	3-4-5-7	LC
7			<i>Ixobrychus minutus</i>	Küçük balaban	Y	3-7	LC
8			<i>Nycticorax nycticorax</i>	Gece balıkcılı	Y	3-4-7	LC
9			<i>Ardeola ralloides</i>	Alacabalıkcıl	Y	3-4-7	LC
10		Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Sığır balıkcılı	Y	2-3-4	LC
11			<i>Egretta garzetta</i>	Küçük akbalıkcıl	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC
12	CICCONIIFORMES		<i>Ardea alba</i>	Büyük akbalıkcıl	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC
13			<i>Ardea cinerea</i>	Gri balıkcıl	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC
14			<i>Ardea purpurea</i>	Erguvani balıkcıl	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC
15		Ciconiidae	<i>Ciconia nigra</i>	Karaleylek	YG	1-2-3-6	LC
16			<i>Ciconia ciconia</i>	Leylek	YG	1-2-3-6	LC
17		Threskionithidae	<i>Plegadis falcinellus</i>	Çeltikçi	YG	1-2-6	LC
18			<i>Platalea leucorodia</i>	Kaşıkçı	YG	1-2-6	LC
19	PHONICOPTERIFORMES	Phonicopteridae	<i>Phoenicopterus roseus</i>	Flamingo	YG	1-2-6-7	LC
20			<i>Tadorna ferruginea</i>	Angıt	Y	1-2-3-4-6-7	LC
21			<i>Tadorna tadorna</i>	Suna	KG	1-2-6-7	LC
22			<i>Anas penelope</i>	Fiyu	KG	1-2-4-5-6-7	LC
23			<i>Anas crecca</i>	Çamurcun	Y	1-2-4-5-6-7	LC
24	ANSERIFORMES	Anatidae	<i>Anas platyrhynchos</i>	Yeşilbaş ördek	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC
25			<i>Anas querquedula</i>	Çıkrıkçın	Y	1-2-4-5-6-7	LC
26			<i>Anas clypeata</i>	Kaşık gaga	KG	1-2-4-5-6-7	LC
27			<i>Netta rufina</i>	Macar ördeği	Y	1-2-4-5-6-7	LC
28			<i>Aythya ferina</i>	Elmabaş patka	Y	1-2-4-5-6-7	LC
29			<i>Aythya nyroca</i>	Pasbaş patka	Y	1-2-4-5-6-7	NT
30			<i>Pernis apivorus</i>	Arı şahini	YG	2-6-7	LC
31			<i>Milvus migrans</i>	Kara çaylak	YG	2-6-7	LC
32			<i>Milvus milvus</i>	Kızıl çaylak	KG	2-6-7	NT
33			<i>Gypaetus barbatus</i>	Sakallı akbaba	Y	4-6-7	LC
34			<i>Neophron percnopterus</i>	Mısır akbabası	YG	4-6-7	EN
35			<i>Gyps fulvus</i>	Kızıl akbaba	Y	7	LC
36			<i>Aegypius monachus</i>	Kara akbaba	Y	1-6-7	NT
37			<i>Circus gallicus</i>	Yılan kartal	YG	1-2-6	LC
38			<i>Circus aeruginosus</i>	Saz delicesi	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC
39			<i>Circus cyaneus</i>	Gökçe delice	KG	2-5-6-7	LC
40			<i>Circus macrourus</i>	Bozkır delicesi	Y	7	NT
41			<i>Circus pygargus</i>	Çayır delicesi	YG	5-7	LC
42			<i>Accipiter gentilis</i>	Çakır kuşu	Y	1-2-3	LC
43	FALCONIFORMES	Accipitridae	<i>Accipiter nisus</i>	Atmaca	Y	1-2-3-5-6-7	LC
44			<i>Buteo buteo</i>	Şahin	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC
45			<i>Buteo rufinus</i>	Kızıl şahin	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC
46			<i>Buteo lagopus</i>	Paçalı şahin	KG	1	LC
47			<i>Aquila heliaca</i>	Şah kartal	Y	4-5	VU
48			<i>Aquila chrysaetos</i>	Kaya kartal	Y	4-5-6	LC
49			<i>Hieraetus pennatus</i>	Küçük kartal	YG	5-6	LC
50			<i>Pandion haliaetus</i>	Balık kartal	KG	3-5-6-7	LC
51			<i>Falco naumanni</i>	Küçük kerkenez	YG	1-2-3-7	VU
52			<i>Falco tinnunculus</i>	Kerkenez	Y	1-2-3-5-6-7	LC
53			<i>Falco vespertinus</i>	Aladoğan	YG	3-7-5	NT
54			<i>Falco columbarius</i>	Bozdoğan	KG	3-7	LC
55			<i>Falco subbuteo</i>	Delicedoğan	YG	1-2-3-7	LC
56			<i>Falco peregrinus</i>	Doğan	Y	1-3	LC
57	GALLIFORMES	Phasianidae	<i>Alectoris chukar</i>	Kınalı keklük	Y	4-6-7	LC
58			<i>Coturnix coturnix</i>	Bıldırcın	YG	4-6-7	LC
59			<i>Rallus aquaticus</i>	Su kılavuzu	Y	3-4-5-6-7	LC
60			<i>Porzana porzana</i>	Benekli su yelvesi	Y	3-6	LC
61	GRUIFORMES	Rallidae	<i>Porzana parva</i>	Bataklık su yelvesi	Y	3-6	LC
62			<i>Gallinula chloropus</i>	Su tavuğu	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC
63			<i>Fulica atra</i>	Sakarneke	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC
64		Recurvirostridae	<i>Himantopus himantopus</i>	Uzun bacak	YG	1-2-6-7	LC
65			<i>Recurvirostra avosetta</i>	Kılıç gaga	YG	1-2-6-7	LC
66		Burhinidae	<i>Burhinus oedipnemus</i>	Kocagöz	YG	4-6-7	LC
67	CHARADRIIFORMES		<i>Charadrius dubius</i>	Halkalı küçük cılıbtıt	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC
68		Charadriidae	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Akça cılıbtıt	YG	2-3-7	LC
69			<i>Vanellus vanellus</i>	Kız kuşu	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC
70		Scolopacidae	<i>Calidris minuta</i>	Küçük kum kuşu	KG	1-2-3-6-7	LC

Çizelge 3. Balıkdami YHGS'nda tespit edilen kuş türleri ve sistematik dağılımı (devamı)

No	Takım	Familiya	Bilimsel adı	Türkçe ad	Durum	İstasyon	IUCN		
71	CHARADIIFORMES	Scolopacidae	<i>Calidris temminckii</i>	Sarı bacaklı kum kuşu	KG	1-2-3-6-7	LC		
72			<i>Calidris ferruginea</i>	Kızıl kum kuşu	KG	1-2-7	LC		
73			<i>Calidris alpina</i>	Kara karımlı kum kuşu	KG	1-2-3-6-7	LC		
74			<i>Limicola falcinellus</i>	Sürmeli kum kuşu	KG	1-2-7	LC		
75			<i>Philomachus pugnax</i>	Dövüşken kuş	KG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
76			<i>Lymnocyptes minimus</i>	Küçük su çulluğu	KG	3-4-5-7	LC		
77			<i>Gallinago gallinago</i>	Su çulluğu	KG	3-4-5-7	LC		
78			<i>Scolopax rusticola</i>	Çulluk	KG	6-7	LC		
79			<i>Limosa limosa</i>	Çamur çulluğu	KG	6-7	NT		
80			<i>Tringa erythropus</i>	Kara kızıl bacak	KG	1-2-3-6-7	LC		
81			<i>Tringa totanus</i>	Kızıl bacak	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
82			<i>Tringa nebularia</i>	Yeşil bacak	KG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
83			<i>Tringa ochropus</i>	Yeşil düdükcün	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
84			<i>Tringa glareola</i>	Orman düdükcünü	T	1-2-3-4-5-6-7	LC		
85			<i>Actitis hypoleucos</i>	Dere düdükcünü	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
86			<i>Arenaria interpres</i>	Taş çeviren	T	1-2-3-4-5-6-7	LC		
87			<i>Larus melanocephalus</i>	Akdeniz martısı	Y	1-2-3-6-7	LC		
88			<i>Larus ridibundus</i>	Karabaş martı	Y	1-2-3-6-7	LC		
89			<i>Larus michahellis</i>	Gümüş martı	Y	1-2-3-6-7	LC		
90			<i>Larus cachinnans</i>	Hazar martısı	Y	1-2-3-6-7	LC		
91			<i>Sterna nilotica</i>	Gülen sumru	YG	6-7	LC		
92			<i>Sterna hirundo</i>	Sumru	YG	6-7	LC		
93			<i>Sterna albifrons</i>	Küçük sumru	YG	6-7	LC		
94			<i>Chlidonias leucopterus</i>	Ak kanatlı sumru	YG	6-7	LC		
95			PTEROCLIFORMES	Pteroclididae	<i>Pterocles orientalis</i>	Bağırtlak	YG	6-7	LC
96			COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Columba livia</i>	Kaya güvercini	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC
97					<i>Columba palumbus</i>	Tahtalı	Y	6-7	LC
98					<i>Streptopelia decaocto</i>	Kumru	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC
99					<i>Streptopelia turtur</i>	Üveyik	YG	6-7	LC
100			CUCULIFORMES	Cuculidae	<i>Cuculus canorus</i>	Guguk	YG	3-7	LC
101				Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Peçeli baykuş	Y	3-6-7	LC
102			STRIGIFORMES	Strigidae	<i>Otus scops</i>	İshak kuşu	YG	3-6-7	LC
103					<i>Athene noctua</i>	Kukumav	Y	3-6-7	LC
104					<i>Asio otus</i>	Kulaklı orman baykuşu	Y	3-7	LC
105			CAPRIMULGIFORMES	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Çobanaldatan	YG	6-7	LC
106			<i>Apus apus</i>	Ebabil	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
107	APODIFORMES	Apodidae	<i>Apus pallidus</i>	Boz ebabil	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
108			<i>Apus melba</i>	Ak karımlı ebabil	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
109			Alcedinidae	<i>Alcedo atthis</i>	Yalçapkı	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC	
110	CORACIIFORMES	Meropidae	<i>Merops apiaster</i>	Arıkuşu	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
111		Coraciidae	<i>Coracias garrulus</i>	Gökkuzgun	YG	1-6-7	NT		
112		Upupidae	<i>Upupa epops</i>	İbibik	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
113	PICIFORMES	Jyngridae	<i>Jynx torquilla</i>	Boyun çeviren	YG	6-7	LC		
114		Picidae	<i>Dendrocopos syriacus</i>	Alaca ağaçkakan	Y	3-5-7	LC		
115			<i>Melanocorypha calandra</i>	Boğmaklı toygar	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC		
116			<i>Calandrella brachydactyla</i>	Bozkır toygarı	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
117	Alaudidae		<i>Galerida cristata</i>	Tepeli toygar	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC		
118			<i>Lullula arborea</i>	Orman toygarı	Y	3-4-5-7	LC		
119			<i>Eremophila alpestris</i>	Kulaklı toygar	Y	6-7	LC		
120			<i>Alauda arvensis</i>	Tarla kuşu	Y	1-2-3-6-7	LC		
121			<i>Riparia riparia</i>	Kum kırlangıcı	YG	6-7	LC		
122	Hirundinidae		<i>Hirundo rupestris</i>	Kaya kırlangıcı	YG	4-5-6	LC		
123			<i>Hirundo rustica</i>	Kır kırlangıcı	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
124			<i>Hirundo daurica</i>	Kızıl kırlangıç	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
125			<i>Delichon urbicum</i>	Ev kırlangıcı	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
126			<i>Anthus trivialis</i>	Ağaç incir kuşu	YG	3-7	LC		
127	PASSERIFORMES		<i>Anthus pratensis</i>	Çayır incir kuşu	KG	3-4-5-6-7	LC		
128			<i>Anthus cervinus</i>	Kızıl gerdanlı incir kuşu	YG	3-4-5-6-7	LC		
129		Motacillidae		<i>Motacilla flava</i>	Sarı kuyruksallayan	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC	
130				<i>Motacilla citreola</i>	Sarı başlı kuyruksallayan	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC	
131				<i>Motacilla cinerea</i>	Dağ kuyruksallayanı	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC	
132				<i>Motacilla alba</i>	Ak kuyruksallayan	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC	
133			Troglodytidae	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Çit kuşu	Y	3-4-5	LC	
134				<i>Eriothacus rubecula</i>	Kızıl gerdan	Y	3-4-5	LC	
135				<i>Luscinia megarhynchos</i>	Bülbül	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC	
136				<i>Luscinia svecica</i>	Mavi gerdan	YG	4-5-6-7	LC	
137	Turdinae		<i>Irania gutturalis</i>	Taş bülbülü	YG	6-7	LC		
138			<i>Phoenicurus ochruros</i>	Kara kızılkuyruk	Y	3-4-5-6-7	LC		
139			<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	Kızılkuyruk	Y	3-4-5-6-7	LC		
140			<i>Saxicola rubetra</i>	Çayır taş kuşu	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC		

Çizelge 3. Balıkdamı YHGS'nda tespit edilen kuş türleri ve sistematik dağılımı (devamı)

No	Takım	Familiya	Bilimsel adı	Türkçe ad	Durum	İstasyon	IUCN	
141			<i>Saxicola torquatus</i>	Taş kuşu	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC	
142			<i>Oenanthe isabellina</i>	Boz kuyrukkakan	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC	
143			<i>Oenanthe oenanthe</i>	Kuyrukkakan	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC	
144			<i>Oenanthe hispanica</i>	Karakulaklı kuyrukkakan	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC	
145			<i>Oenanthe finschii</i>	Ak sırtlı kuyrukkakan	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC	
146		Turdinae	<i>Monticola saxatilis</i>	Taş kızılı	YG	5-6-7	LC	
147			<i>Monticola solitarius</i>	Gök ardıç	Y	5-6-7	LC	
148			<i>Turdus torquatus</i>	Boğmaklı ardıç	Y	5-6-7	LC	
149			<i>Turdus merula</i>	Karatavuk	Y	3-4-5	LC	
150			<i>Turdus pilaris</i>	Tarla ardıcı	KG	1-2-6-7	LC	
151			<i>Turdus philomelos</i>	Öter ardıç	Y	5-6-7	LC	
152			<i>Turdus viscivorus</i>	Ökse ardıcı	Y	5-6-7	LC	
153			<i>Cettia cetti</i>	Kamış bülbülü	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC	
154			<i>Locustella luscinioides</i>	Bataklık kamışçını	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC	
155			<i>Acrocephalus melanopogon</i>	Bıyıklı kamışçın	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC	
156		<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	Kındıra kamışçını	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
157		<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Saz kamışçını	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
158		<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Büyük kamışçın	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
159		<i>Hippolais pallida</i>	Ak mukallid	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC		
160		Sylviidae	<i>Sylvia melanocephala</i>	Maskeli ötleğen	Y	3-4-5-6-7	LC	
161			<i>Sylvia curruca</i>	Küçük ak gerdanlı ötleğen	YG	3-4-5	LC	
162			<i>Sylvia communis</i>	Ak gerdanlı ötleğen	YG	3-4-5	LC	
163			<i>Sylvia atricapilla</i>	Karabaşlı ötleğen	Y	3-4-5	LC	
164			<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	Orman çıvgını	YG	3-4-5	LC	
165			<i>Phylloscopus collybita</i>	Çıvgın	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC	
166			<i>Phylloscopus trochilus</i>	Sögüt bülbülü	T	1-2-3-4-5-6-7	LC	
167			<i>Regulus regulus</i>	Çalı kuşu	Y	3-4-5	LC	
168			<i>Muscicapa striata</i>	Benekli sinekkapan	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC	
169			<i>Ficedula semitorquata</i>	Alaca sinekkapan	YG	3-4-5-6-7	LC	
170		<i>Ficedula albicollis</i>	Halkalı sinekkapan	T	3-4-5-6-7	LC		
171		<i>Ficedula hypoleuca</i>	Kara sinekkapan	T	3-4-5-6-7	LC		
172		Timaliidae	<i>Panurus biarmicus</i>	Bıyıklı baştankara	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC	
173	PASSERIFORMES	Aegithalidae	<i>Aegithalus caudatus</i>	Uzun kuyruklu baştankara	Y	3-4-5	LC	
174			<i>Parus ater</i>	Çam baştankarası	Y	3-4-5	LC	
175			Paridae	<i>Parus caeruleus</i>	Mavi baştankara	Y	3-4-5-6-7	LC
176			<i>Parus major</i>	Büyük baştankara	Y	3-4-5-6-7	LC	
177			<i>Sitta europaea</i>	Sıvacı kuşu	Y	4-5-6-7	LC	
178			Sittidae	<i>Sitta neumayer</i>	Kaya sıvacısı	Y	4-5-6-7	LC
179			<i>Sitta krueperi</i>	Anadolu sıvacısı	Y	4-5-6-7	LC	
180			Remizidae	<i>Remiz pendulinus</i>	Çulha	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC
181			Oriolidae	<i>Oriolus oriolus</i>	Sarıasma	YG	3	LC
182			Laniidae	<i>Lanius collurio</i>	Kızıl sırtlı örümcek kuşu	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC
183		<i>Lanius minor</i>		Kara alınlı örümcek kuşu	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC	
184		<i>Lanius senator</i>		Kızıl başlı örümcek kuşu	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC	
185		<i>Lanius nubicus</i>		Alaca örümcek kuşu	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC	
186		Corvidae	<i>Garrulus glandarius</i>	Alakarga	Y	3	LC	
187			<i>Pica pica</i>	Saksağan	Y	3-4-5	LC	
188			<i>Corvus monedula</i>	Küçük karga	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC	
189			<i>Corvus frugilegus</i>	Ekin kargası	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC	
190			<i>Corvus cornix</i>	Leş kargası	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC	
191		<i>Corvus corax</i>	Kuzgun	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC		
192		Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	Sığircik	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC	
193		Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Serçe	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC	
194			<i>Passer hispaniolensis</i>	Sögüt serçesi	Y	3-4-5	LC	
195			<i>Passer montanus</i>	Ağaç serçesi	Y	3-4-5-7	LC	
196			<i>Petronia petronia</i>	Kaya serçesi	Y	4-5-6	LC	
197			<i>Fringilla coelebs</i>	İspinoz	Y	3-4-5	LC	
198			<i>Fringilla montifringilla</i>	Dağ ispinozu	KG	3	LC	
199			<i>Serinus serinus</i>	Küçük iskete	Y	3-4-5	LC	
200			<i>Carduelis chloris</i>	Florya	Y	3-4-5	LC	
201		Fringillidae	<i>Carduelis carduelis</i>	Saka	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC	
202			<i>Carduelis spinus</i>	Karabaşlı iskete	KG	1-2-3-4-5-6-7	LC	
203			<i>Carduelis cannabina</i>	Keten kuşu	Y	2-3-4-5-7	LC	
204		<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Kocabaş	Y	3-4-5-7	LC		
205		Emberizidae	<i>Emberiza cirrus</i>	Bahçe çintesi	Y	3-4-5-7	LC	
206			<i>Emberiza cia</i>	Kaya çintesi	Y	3-4-5-7	LC	
207			<i>Emberiza hortulana</i>	Kiraz kuşu	YG	3	LC	

Çizelge 3. Balıkdami YHGS'nda tespit edilen kuş türleri ve sistematik dağılımı (devamı)

No	Takım	Familya	Bilimsel adı	Türkçe ad	Durum	İstasyon	IUCN
208			<i>Emberiza schoeniclus</i>	Bataklık çintesi	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC
209	PASSERIFORMES	Emberizidae	<i>Emberiza melanocephala</i>	Karabaşlı çinte	YG	1-2-3-4-5-6-7	LC
210			<i>Miliaria calandra</i>	Tarla çintesi	Y	1-2-3-4-5-6-7	LC

Y:Yerli, YG: Yaz göçmeni, KG: Kış göçmeni, T: Transit

IUCN Kırmızı Liste Kategorisi: Kritik (CR), Tehlikede (EN), Duyarlı (VU), Tehdite yakın (NT), Düşük riskli (LC)

18 farklı takımdan tespit edilen 210 kuş türünün takımlara göre dağılımları Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre 96 tür ile Passeriformes takımı alanda en baskın takım olmuştur. Bunu sırası ile 31 tür ile Charadriiformes, 27 tür ile Falconiformes 13 tür ile Ciconiiformes ve 10 tür ile Anseriformes takımları izlemiştir. Kalan takımlar ise 1-5 arasında tür ile alanda temsil edilmektedir.

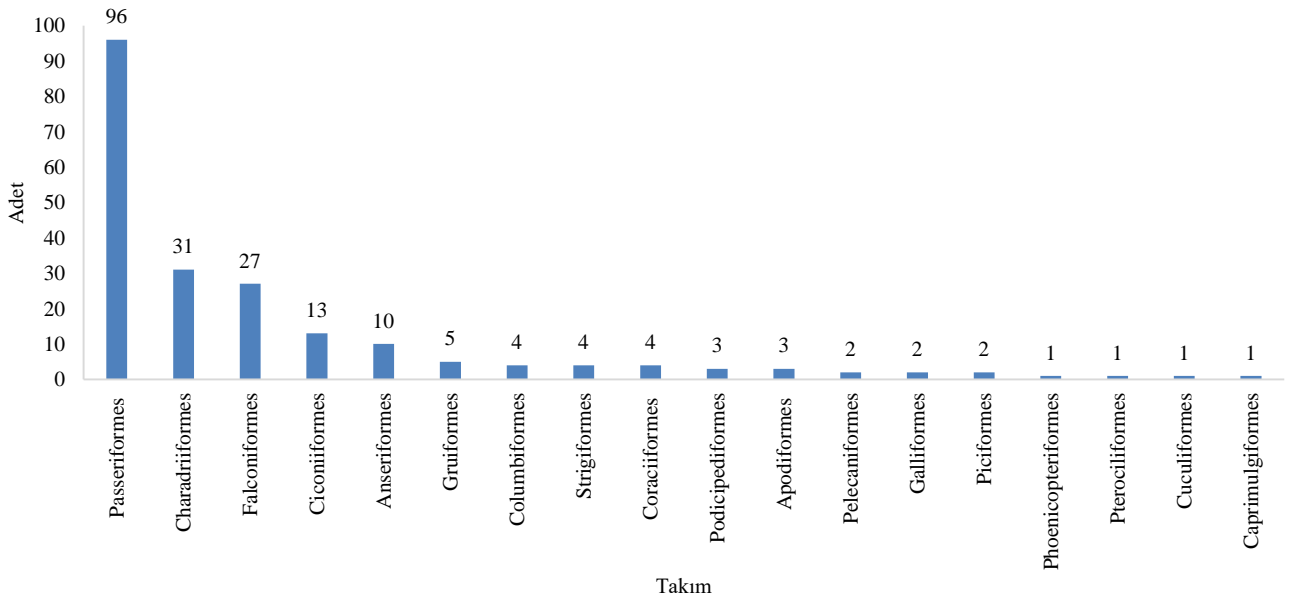
Çalışma alanında tespit edilen kuş türlerinin büyük bir kısmı hem dünya hem de ülkemiz için LC yani düşük risk seviyesinde kategorilendirilmiş türler olmakla birlikte alanda küresel ölçekli tehlike sınırında olan 10 farklı tür tespit edilmiştir. *Neophron percnopterus* (Mısır akbabası) tehlike altında (EN), *Falco naumanni* (Küçük kerkenez), *Aquila heliaca* (Şah kartal) duyarlı (VU), *Aythya nyroca* (Pasbaş patka), *Milvus milvus* (Kızıl çaylak), *Aegypius monachus* (Kara akbaba), *Circus macrourus* (Bozkır delicesi), *Falco vespertinus* (Ala doğan), *Limosa limosa* (Çamur çulluğu) ve *Coracias garrulous* (Gökkuzgun) ise tehlide yakın (NT) türler olarak sınıflanmaktadır.

Alandaki kuş türlerinin büyük bir çoğunluğu yerli kuş türü iken alan içinde yaz ve kış göçmenleri ile transit türlerde bulunmaktadır. Buna göre Balıkdami YHGS'ında 103 kuş türü yaz kış alanda bulunan yerli kuş türleri arasında iken 78 kuş türü yaz göçmeni, 24 kuş türü kış göçmeni 5 tür ise transit geçiş kuşu olarak belirlenmiştir.

4. Tartışma ve sonuç

Balıkdami YHGS, İç Anadolu ve Ege bölgesi arasında bir geçiş noktası niteliğinde olup sadece kuşlar için değil yine alanda tarafımızca tespit edilen su samuru, saz kedisi, çakal, tilki, yaban kedisi gibi diğer birçok yaban hayvanı türü için de önemli bir alandır. Birçok göçmen kuş türüne ev sahipliği yapması ve birçoğunun da burada üremesi bu sulak alanın önemini daha da çok arttırmaktadır.

Arazi çalışmalarımızda uyguladığımız iki farklı gözlem türü olan nokta sayım ve hatboyu sayım yöntemlerinde nokta sayım yöntemi ile genellikle su kuşlarını sayımları yapılmıştır. Bu yöntem ile çoğunlukla Podicipedidae, Phalacrocoracidae, Pelecanidae, Ardeidae, Phonicopteridae, Anatidae ve Rallidae familyalarına bağlı olan türler tespit edilmiştir. Yine nokta sayım yönteminde istasyonların yakınlara gelene ya da istasyonların üzerinden uçan diğer takım ve familyalara ait türlerinde tespitleri yapılmıştır. Özellikle Accipitridae familyasına bağlı yırtıcı türlerin nokta sayım istasyonlarının üzerinde yoğun olarak uçtukları gözlemlenmiştir. Benzer şekilde Apodiformes ve Coraciiformes takımına bağlı hızlı ve sık uçan türlerinde tespitleri çoğunlukla nokta sayım yöntemi ile yapılmıştır. Hatboyu sayım yöntemi ile nokta sayım yönteminde tespit edilen türlerde dahil olmak üzere alandaki tüm kuş türlerinin tespitleri yapılabilmektedir. Özellikle Charadriiformes takımına bağlı kıyı kuşları ile Passeriformes takımına bağlı olan ötücü kuşlar bu yöntemle tespit edilmiştir. Çoğunlukla yürüyerek uygun yerlerde araç ile gidilerek uygulana hatboyu sayım yönteminde gece yırtıcıları olana *Tyto alba*, *Otus scops*, *Athene noctua*, *Asio otus* türleri de gözlemlenmiştir. Tespit edilen türlerin çok büyük bir kısmı her iki gözlem yöntemi ile de tespit edildiği için tür özelinde bir sınıflama yapılmamıştır.



Şekil 2. Alanda tespit edilen kuş türlerinin takımlara göre dağılımı

Yapılan bu çalışma sonucunda alanda tespit edilen kuş türlerinden *Neophron percnopterus* (Mısır akbabası) küresel anlamda nesli tehlike altında olan ve ülkemiz bulunan 4 akbaba türünden birisidir. Küresel ölçekli olarak düşük risk (LC) seviyesinde olan *Falco naumanni* (Küçük kerkenez) ise Türkiye kırmızı listesinde nesli duyarlı (VU) olan türler arasında yer almakta ve Anadolu'nun iç kısımlarında farklı bölgelerde üremektedir. Yine nesli küresel ve yerel ölçekte duyarlı olan türlerden *Aquila heliaca* (Şah kartal) Türkiye'de farklı bölgelerinde ürettiği gibi bazı bölgelerde kışlamaktadır. Bunların dışında Türkiye için nesilleri tehlike altında olarak sınıflandırılan 7 türen *Aythya nyroca* (Pasbaş patka), *Milvus milvus* (Kızıl çaylak), *Aegypius monachus* (Kara akbaba), *Circus macrourus* (Bozkır delicesi), *Falco vespertinus* (Aladoğan), *Limosa limosa* (Çamur çulluğu) IUCN kırmızı listesinde küresel ölçekli olarak da nesli tehlikede olan ve azalan popülasyon seviyesindeki türler arasında yer almaktadır. Ülkemiz için nesillerinin yakın tehdit seviyesinde sınıflandırılan *Coracias garrulus* (Gökkuşgun)'un küresel ölçekte düşük risk seviyesinde olan türler arasındadır.

Yapmış olduğumuz bu çalışma ile tespit edilen kuş türlerinin sayısı Türkiye'de yapılan benzer çalışmalar ile kıyaslandığında oldukça fazla olduğu görülmektedir. 210 kuş türünün tespit edildiği çalışmamız Balıkdami YHGS'nin kuşlar tarafından tercih edilen önemli bir kuş alanı olduğunu da göstermektedir.

Balıkdami YHGS'nin bulunduğu Eskişehir ilinde daha önce kuş türleri üzerinde yapılan çalışmalarda Özelmas ve Karakaya (2011) 18 takıma dahil 58 familyadan 254 farklı kuş türü tespit etmiştir. Ancak bu çalışma ilin tümünü kapsamaktadır. Balıkdami YHGS'ne özel olarak yapmış olduğumuz bu çalışmada *Todorna todorna* (Suna) ve *Sitta krueperi* (Anadolu sivacısı) Eskişehir kuş türleri için yeni kayıtlar olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak *Phalacrocorax carbo*, *Anas clypeata*, *Anytha nyroca*, *Buteo lagopus*, *Aquila helica*, *Aquila chrysaetos*, *Tyto alba*, *Jynx torquilla*, *Dendrocapus syriacus* ve *Troglodytes troglodytes* türleri ise çalışma alanımız için ilk kayıtlar olmuştur.

Erdoğan (2001) tarafından Eskişehir Alpu Doğancı Göleti'nde yapılan çalışmada ise 13 takım ve 36 familyadan 86 kuş türü belirlenmiştir. Bu çalışmada tespit edilen türler ile yapmış olduğumuz çalışmalarda tespit edilen türlerin tamamen benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Bölgenin en önemli sulak alanlarından ve dolayısı ile de en önemli kuş alanlarından birisi olan Balıkdami YHGS ne yazık ki yoğun kullanım ve insan aktiviteleri sebebi ile büyük bir tehlike altındadır. Ayrıca ortamdaki kirlilik, çevresel bozulmaları ve yasadışı avcılık yine bu alanın en önemli sorunları arasında yer almaktadır. Arazi çalışmaları boyunca alanda Mart ve Nisan aylarında konaklamaya başlayan mevsimlik işçilerin üreme dönemlerine giren kuşların kıyılardaki yuvalanma alanlarına verdikleri zarar dikkati çekmektedir. Özellikle 3-5 ve 6 numaralı gözlem istasyonları arasında kalan kıyı şeridinde bu etkinin çok daha fazla olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca çalışma alanının tamamen ava yasak olmasına rağmen gözlemler sırasında duyulan tüfek sesleri ve çevredeki boş fişekler alandaki kuşların av baskısı altında olduklarını da göstermektedir.

Balıkdami YHGS'ni tehdit eden önemli faaliyetlerden biriside bölgede yapılan büyükbaş ve küçükbaş hayvan otlatmaları ile sürülerin yanında gezen köpeklerdir. Bu faaliyetler alanda başta kuşlar olmak üzere diğer birçok

yaban hayvanı için ciddi baskı ve tehdit oluşturmaktadır. Bunlara ek olarak Balıkdami YHGS civarındaki en fazla ekilen tarım ürünlerinden biri olan şeker pancarının su ihtiyacının alandan karşılanması bölgenin su varlığını olumsuz yönde etkilediği de görülmektedir. Yine çalışma alanında, insan yaşamı ve tarımsal faaliyetler, motorlu ve gürtlü tarım araçlarından kaynaklanan günlük insan faaliyetleri özellikle üreme döneminde olan kuşlar üzerinde önemli bir tehdit oluşturmaktadır.

Balıkdami YHGS'nde etkili bir koruma ve rehabilitasyon çalışmalarının yapılması alanın sürekliliği ve yapısının korunması açısından önemlidir. Alınacak olan önlemler hem alanda bulunan mevcut kuş türlerinin korunması ve popülasyon yoğunluklarının artmasına hem de yeni kuş türlerinin alana gelmesine olanak sağlayabilecektir. Bu amaçla;

1. Sulak alandaki su ve kıyı kirlenmesine sebep olan tarımsal üretim faaliyetleri, sulama yapıları, kimyasal kullanımları, anız yakma gibi etmenlerin kaynakları belirlenerek bunların ortadan kaldırılması,
2. Tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin denetim altına alınarak özellikle üreme dönemlerinde kuşlara zararlı olamayacak faaliyetlerin yapılmasının sağlanması,
3. Aşırı su kullanıma sebep olan sulama göleti ve kanalı gibi yapıların yapılmasının önüne geçmek,
4. Yasa dışı avcılığı kontrol altına almak ve denetlemeleri sıklaştırılmak alanın korunması, sürdürülebilirliği ve kuş popülasyonlarının artması açısından yapılması gereken bazı uygulamalardır.

Kaynaklar

- Adızel, Ö., Durmuş, A., 2009. A study on bird species under threat and avifauna of Erçek Lake (Van-Turkey). Scientific Research and Essay, 4(10): 1006-1011.
- Aksan, Ş., Mert, A., 2016. Isparta Atabey Ovası'nın kuş türleri. Türkiye Ormancılık Dergisi, 17(2): 153-157.
- Atalay, A., Onmuş, O., Gül, O., Olgun, K., 2012. Bafa Gölü Tabiat Parkı'nın ornitofaunasının ve alanı olumsuz yönde etkileyen çevresel faktörlerin belirlenmesi. 21. Ulusal Biyoloji Kongresi, 03-07 Eylül, Ege Üniversitesi, İzmir, s. 947.
- Bacak, E., Özkoç, Ö.Ü., Bilgin, S., Beşkardeş, V., 2015. İstanbul Kuşları. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, I. Bölge Müdürlüğü Yayınları Karist Baskı Çözümleri, İstanbul.
- Bengil, F., Uzılday, B., 2010. The avifauna of Küçük Menderes Delta (Turkey): An evaluation on seasonal pattern of birds. Biharean Biologist, 4(1): 57-65.
- Beşkardeş, V., 2012. Yedigöller ve Yeşilöz Yaban Hayatı Geliştirme Sahaları avifaunası üzerine araştırmalar. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 13: 28-34.
- Bibby, C.J., Burgess, N.D., Hill, D.A., Mustoe, S.H., 2000. Bird census techniques. 2nd Edition. Academic Press, London.
- Bird and Bloom, 2019. Wild Bird Diseases. <http://www.birdsandblooms.com/birding/birding-basics/wild-bird-diseases/> Accessed: 26.09.2019
- Buckland, S.T., 2006. Point transect surveys for songbirds: Robust methodologies. The Auk, 123(2): 345-357.
- Clout, M.N., Hay, J.R., 1989. The importance of birds as browsers, pollinators and seed dispersers in New Zealand Forests. New Zealand Journal of Ecology, 12: 27-33.
- Çanakçıoğlu, H., Mol, T., 1996. Yaban Hayvanları Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3948, Fakülte Yayın No: 440. İstanbul Üniversitesi Basımevi ve Film Merkezi Müdürlüğü, İstanbul.
- Çelik, E., 2018. Batman ili ornitofaunası. Doğu Fen Bilimleri Dergisi, 1(2): 1-10.

- Çelik, İ.T., Yamaç, E., 2009. The ornithofauna of Yörükçürka Lake (Eskişehir). *Journal of Applied Biological Sciences*, 3(1): 109-115.
- Dizdaroğlu, E., 2015. Avrupa Kuşları Kırmızı Listesi. Doğa Araştırmaları Derneği Yayınları, Lüksemburg Avrupa Toplulukları Resmi Yayın Ofisi, Ankara.
- Doğa Derneği, 2019. Göç yolları. <https://www.dogaderneği.org/gocuyolları/> Erişim: 23.05.2019.
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D.T., Lise, Y., 2006. Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları. Doğa Derneği Yayınları, Mas Matbaası, Ankara.
- Erdoğan, A., Öz, M., Sert, H., Tunç, M. T., 2002. Antalya-Yamansaz gölü ve yakın çevresinin avifaunası ve herpetofaunası. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 10(43): 33-39.
- Erdoğan, E., 2001. A Study on the ornithofauna of Doğancı pond in Alpu-Eskifehir. *Turkish Journal of Zoology*, 25: 105-109.
- Gaston, K.J., Blackburn, T.M., 1997. How many birds are there? *Biodiversity and Conservation*, 6: 615-625.
- Göktürk, T., Artvinli, T., Bucak, F., 2008. Artvin kuş faunası. *Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 9(1-2): 33-43.
- Hamel, P.B., Smith, W.P., Twedt, D.J., Woehr, J.R., Morris, E., Hamilton, R.B., Cooper, R.J., 1996. A Land Manager's Guide to Point Counts of Birds in The Southeast. General Technical Report SO-120. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, Asheville.
- Hargeby, A., Andersson, G., Blindow, I., Johansson, S., 1994. Trophic web structure in a shallow eutrophic lake during a dominance shift from phytoplankton to submerged macrophytes. *Hydrobiologia*, 279(1): 83-90.
- Harrison, C., Greensmith, A., 1993. *Birds of The World*. Dorling Kindersley HandBooks. ISBN: 1-56458-296-5.
- Hayman, P., Hume, R., 2005. Kuş Gözlemcinin Cep Kitabı-Türkiye'nin Kuşları. Kuş Araştırmaları Derneği Yayınları: 1 Semih Ofset, Ankara.
- Hocaoğlu, Ö.L., 1992. Av Kuşlarımız. Orman Bakanlığı Yayın Daire Başkanlığı, Lazer Ofset Matbaası, Ankara.
- Karakaş, R., 2010. Bird diversity in Bismil Plain IBA'S with new records for South-eastern Anatolia. *European Journal of Wildlife Research*, 56: 471-480.
- Karan, F., 2010. Sinop Kuşları. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Sinop İl Müdürlüğü, Doğa Koruma ve Milli Parklar Şube Müdürlüğü Yayınları, Şimal Ajans & Ofset Matbaacılık, Sinop.
- Kaya, M., Kurtunur, C., 2003. Gala gölü ve çevresinin (Edirne) ornithofaunası üzerine araştırmalar. *Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2): 169-179.
- Keten, A., Beskardeş, V., Arslanginoğlu, Z., 2010. Observation on ornithofauna of Kocaeli-Yuvacik dam watershed in Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 31: 189-195.
- Kılıç, A., 1999. Karapınar (Konya) yöresinin kuşları. *Turkish Journal of Zoology*, 23(1): 91-97.
- Kızılkaya, E., Karaca, M., Urhan, R., 2013. Investigations on ornithofauna of Sarayköy district (Denizli/Turkey). *Int. Conf. on Env. Science and Technology*, June 18-21, Nevşehir, Turkey, pp: 405-412.
- Kızıroğlu, İ., 1989. Türkiye Kuşları (Kırmızı Listede Olanlar ve Buldukları Bölgeler). Orman Genel Müdürlüğü, Eğitim Daire Başkanlığı, Yayın ve Tanıtım Şube Müdürlüğü Ankara.
- Kızıroğlu, İ., 2009. Türkiye Kuşları Cep Kitabı. Ankamat Matbaası, Ankara.
- Küçük, Ö., Aslan, F., 2012. Sultan Sazlığı milli parkında yaşayan kuş türleri ve alanın sürdürülebilirliğini tehdit eden faktörler. 21. Ulusal Biyoloji Kongresi, 03-07 Eylül, Ege Üniversitesi, İzmir, s. 865.
- Larter, S., 2011. *Illustrated Encyclopedia of Birds*. DK Publishing (Dorling Kindersley), London.
- Lee, C.K., Lee, J.H., Kim, T.K., Mjelde, J.W., 2010. Preferences and willingness to pay for bird-watching tour and interpretive services using a choice experiment. *Journal of Sustainable Tourism*, 18(5): 695-708.
- Lees, J.F., Christie, D.A., 2001. *Raptors of the World*. Christopher Helm Publishers, A&C Black Publishers, London.
- Likoff, L.E., 2007. *The Encyclopedia of Bird*. International Masters Publishers, New York.
- Moss, B.R., 1998. *Ecology of Freshwaters: Man and Medium, Past to Future*. Willey-Blackwell Science, Oxford.
- Öden, T., 1971. Pesticidlerin kuşlara etkisi. *Bitki Korunma Bülteni*, 11(4): 247-270.
- Özelmas, Ü., Karakaya, Ü., 2011. The ornithofauna of Eskişehir/Türkiye. *Biological Diversity and Conservation*, 4(2): 19-28.
- Özkazanç, N.K., 2016. The importance of birds in biological control and insectivorous bird species determined in Bartın. *International Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 18(2): 55-64.
- Özkazanç, N.K., Özay, E., 2019. Göçmen kuşları tehdit eden faktörler. *Bartın University International Journal of Natural and Applied Sciences*, 2(1): 77-89.
- Ralph, C.J., Sauer, J.R., Droege, S., 1997. *Monitoring Bird Populations by Point Counts*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-149. U.S. Department of Agriculture Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, California.
- RSPB, 2019. Bird diseases. <https://www.rspb.org.uk/birds-and-wildlife/advice/how-you-can-help-birds/disease-and-garden-wildlife/diseases-in-garden-birds/> Accessed: 26.09.2019.
- Saygılı, F., Yiğit, N., Bulut, Ş., 2008. Akşehir ve Eber göllerinin ornithofaunası. 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, 23-27 Haziran, Trabzon, s.494.
- Sözen, M., Erturhan, M., Boyla, K.A., Tozsın, T., Soydaş, M., 2015. Zonguldak Kuşları- Özellikleri, Yayınları, Görülme Zamanları ve Koruma Statüleri. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı 10. Bölge Müdürlüğü, Zonguldak İl Şube Müdürlüğü Yayınları, Gökçe Ofset Matbaacılık, Ankara.
- Süel, H., Oğurlu, İ., Ertuğrul, E.T., 2018. Karacaören I baraj gölünün kuş faunası. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1): 22-28.
- Svensson, L., Mullarney, K., Zetterström, D., 2016. *Collins Bird Guide-The Most Complete Guide to the Birds of Britain and Europe*. Hatper Collins Publisher, London.
- Şekercioğlu, Ç.H., 2006. Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology and Evolution*, 21(8): 465-471.
- Şekercioğlu, Ç.H., Schneider, T.H., Fay, J.P., Loarie, S.R., 2007. Climate change, elevational range shifts, and bird extinctions. *Conservation Biology*, 22(1): 140-150.
- Snyder, K., 2016. New study doubles the estimate of bird species in the world. *American Museum of Natural History*. www.amnh.org, New York.
- Tabur, M.A., Ayvaz, Y., 2006. Gölcük Gölü (Isparta) kuşları. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(1): 16-20.
- Tabur, M.A., Ayvaz, Y., 2005. Burdur Gölü su kuşlarının biyoekolojisi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 13(1): 26-145.
- Tabur, M.A., Ayvaz, Y., 2010. Kuşların ekolojik önemi. Conference: Second International Symposium on Sustainable Development, June 8-9, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, pp. 560-565.
- Tepe, M., Urhan, R., 2011. Işıklı Gölü, Gököl ve yakın çevresinin (Denizli-Afyonkarahisar) kuşları. X. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 04-07 Ekim, Çanakkale, s.72.
- The Spruce, 2019. Natural disasters and birds. <https://www.thespruce.com/natural-disasters-and-birds-386487>, Accessed: 26.09.2019.
- Toprak, H.H.C., Adızel, Ö., Varol, İ., 2008. The Bird fauna of Gaziantep (Turkey). *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 2(1): 41-46.
- Turan, L., Erdoğan, A., 1998. Avifauna research of Antalya/Kurşunlu redpine natural forest. *Ornithologische Gesellschaft Bayern, Orn. Anz.*, 37: 141-147.

- Turan, N., 1990. Türkiye'nin Av ve Yaban Hayvanları-Kuşlar. Orman Genel Müdürlüğü, Eğitim Daire Başkanlığı, Yayın ve Tanıtma Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Uzun, A., 2010. Sapanca Gölü (Sakarya) Ornitofaunasının biyoekolojisi. SAÜ Fen Edebiyat Dergisi, 1: 1-14.
- Wordatlas, 2019. Highest Flying Birds. <https://www.worldatlas.com/articles/highest-flying-birds.html> Accessed: 26.09.2019.
- Van Geest, G.J., Wolters, H., Roozen, F.C.J.M., Coops, H., Roijackers, R.M.M., Buijse, T., Scheffer, M., 2005. Water-level fluctuations affect macrophyte richness in floodplain lakes. *Hydrobiologia*, 539(1): 239-248.
- Yeniyurt, C., Hemmami, M., 2011. Türkiye'nin Ramsar Alanları. Doğa Derneği Yayınları, Emre Ofset, Ankara.
- Yurtsever, S., Kurtonur, C., 2003. A preliminary study on the birds of the Istranca Mountains, Turkey. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 46(1): 19-28.

Topraküstü meşcere karbonunun zamansal ve konumsal değişiminin değerlendirilmesi: Yukarı Göksu Nehri Havzası örneği

Alkan Günlü^a, Ceyhan Göl^{a,*}, Fatih Sarıçam^b

Özet: Bu çalışmada, Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan Göksu Nehri yukarı havzasında 1993 ve 2015 yıllarına ait topraküstü meşcere karbon miktarının zamansal ve konumsal değişimi incelenmiştir. Bu amaçla, ArcGIS 10.5TM yazılım programı yardımıyla sayısal meşcere haritaları kullanılarak, bu yıllara ait topraküstü meşcere karbon haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, yirmi iki yılda ormanlık alanlarda azalma (%0.9), verimli orman alanlarında ise artma (%11.6) olduğu belirlenmiştir. Araştırma alanı için toplam topraküstü meşcere karbon miktarının 47.6 bin ton arttığı görülmüştür. Bu artışın nedeni ise verimli orman alanlarının ve buna bağlı olarak da hektardaki servetin artmasıdır. Bu araştırma, karbon yönetim politikalarının oluşturulmasında, ormanların alansal artışı kadar servet artışının önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Orman, Karbon, Coğrafi bilgi sistemleri, Yukarı Göksu Havzası

The Evaluation of temporal and spatial change of aboveground stand carbon: A case study of Upstream of the Göksu River Basin

Abstract: In this study, the temporal and spatial amount of aboveground stand carbon was investigated between 1993 to 2015 in the upper watershed of Göksu River located in the Eastern Mediterranean region. For this purpose, the aboveground stand carbon maps were produced by using digital forest stand cover maps for these years with the ArcGIS 10.5TM software program. According to the results, a decrease (0.9%) in forest areas and an increase (11.6%) in productive forest areas were determined in the twenty-two years. It was seen that the total amount of aboveground stand carbon was increased by 47.6 thousand tons. The reason for this is the increase in the total productive forests areas and growing stock per hectares. This research revealed the importance of the increase in growing stock as well as the increase in the area of forests in the carbon management policies.

Keywords: Forest, Carbon, Geographic information systems, Göksu Catchment

1. Giriş

Tüm dünyada ekolojik ve sosyo-ekonomik değişimler doğal kaynaklar üzerinde farklı etkiler ortaya çıkarmaktadır. İnsan aktiviteleri ile doğal süreçler arasındaki karmaşık ilişkilerin daha iyi anlaşılabilmesi için sürdürülebilir kaynak yönetimi için dünyada ve ekosistemlerde ortaya çıkan zamansal ve konumsal değişimlerin analizi esastır. Bu analiz ve değerlendirme, geleceğe dönük doğru kararların alınabilmesi için gereklidir (Lu vd., 2004; Seif ve Mokarram, 2012). Özellikle sanayi devrimi sonrası fosil yakıt tüketimi, ekosistemler üzerinde önemli değişimlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu etki ve değişimlerin en son ve en önemli sonucu ise küresel iklim değişikliği olmuştur. Doğal ve insani birçok faktörün ortak bileşeni olarak ortaya çıkan bu sorunun temel nedeni atmosferde biriken sera gazlarıdır. Sera gazları içerisinde en tehlikelisi sanayileşme, fosil yakıt tüketimi, yangın, enerji prosesleri vb. sonucu yıllık salınım miktarı of 8.6 Pg C yr⁻¹ olan ve atmosferde konsantrasyonu gittikçe artan karbondioksit (CO₂)'dir (Lal, 2008; IPCC, 2014). Diğer nedenler olarak ormansızlaşma, yanlış ve aşırı arazi kullanımı, sulak alanların yok edilmesi, yanlış tarım uygulamaları sonucu

yutak alanların azaltılmasıdır. Bir taraftan sera gazı salınımı artarken, diğer taraftan karasal yutak alanlar azaltılmaktadır.

Dünya milletleri, küresel iklim değişikliği ile mücadele için sera gazı salınımını azaltma ve karasal karbon yutak alanlarını nitelik ve nicelik olarak geliştirilmesini amaçlamaktadır. İklim değişikliği ve insan faaliyetlerinin iklim üzerindeki etkileri, 1979 yılında Birinci Dünya İklim Konferansı'nda ortaya çıkmıştır. Daha sonra 1972'de Stokholm'de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı, 1992 Rio Konferansı'nda Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), 1997 yılında Kyoto'da yapılan 3. Taraflar Konferansı (Dışişleri Bakanlığı, 2019) ve daha birçok uluslararası anlaşmalar ile iklim değişikliği sorunu hakkında bir farkındalık oluşturulmuştur (Karakaya ve Sofuoğlu, 2015). Karasal ekosistemler içerisinde ormanlar büyük miktarlarda karbon depolamakta ve iklim değişikliğini azaltmada kilit rol oynamaktadır (IPCC, 2007; Miles ve Kapos, 2008; Asan, 2012). Ormanlar, ulusal ve uluslararası anlaşmalarda en önemli karasal karbon yutak alanı olarak kabul edilmektedir.

Türkiye, iklim değişikliği ile mücadele kapsamında ormanların korunması ve geliştirilmesi, emisyon azaltılma,

^a Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 18200, Çankırı.

^b Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, 06560, Ankara.

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 05.08.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 25.10.2019



Citation (Atıf): Günlü, A., Göl, C., Sarıçam, F., 2019. Topraküstü meşcere karbonunun zamansal ve konumsal değişiminin değerlendirilmesi: Yukarı Göksu Nehri Havzası örneği. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 352-359. DOI: [10.18182/tjf.601972](https://doi.org/10.18182/tjf.601972)

temiz enerji, iyi tarım ve daha birçok konuda önemli çalışmalar ortaya koymaktadır. Türkiye'nin dünyadaki toplam CO₂ emisyonları içerisindeki payının çok düşük olmasına rağmen (Karakaya ve Sofuoğlu, 2015) ortak olduğu sözleşmeler gereği azaltım, uyum ve yutak alanların korunması/geliştirilmesi konusunda birçok çalışma yürütmektedir. Bu aşamada, Türkiye küresel iklim değişikliği pazarında etkin rol almak istemektedir. Bunun için ekolojik, ekonomik, kurumsal ve insan gücü potansiyellerini geliştirmektedir. Özellikle ormanların karbon depolama fonksiyonunu dikkate alan anlayış benimsenmiştir. Bu amaçla, ülkemizde ormanların tutmuş olduğu karbon miktarının ortaya konulması ve tutulan karbon miktarının zamansal ve konumsal değişimini belirlemeye yönelik birçok araştırma (Sivrikaya vd., 2007; Yolasığmaz ve Keleş, 2009; Sivrikaya ve Bozali, 2012; Kadioğulları ve Karahalil, 2013; Değermenci ve Zengin, 2016; Seki vd., 2017) yapılmıştır. Orman alanlarının karbon depolama potansiyeli toprak altı ve üstü biyokütle hesaplanmasına bağlıdır.

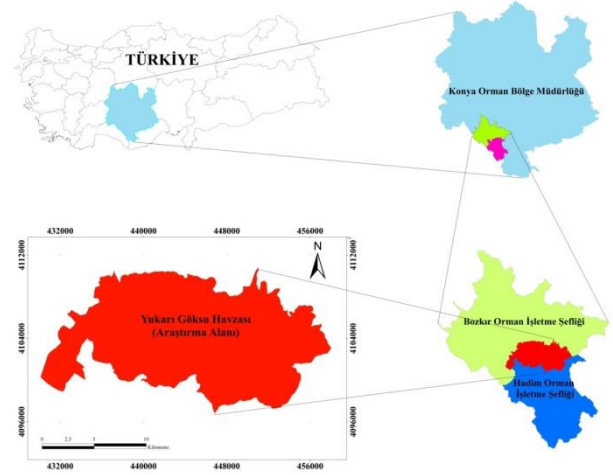
Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsünde (AKT/AÖ) zamansal ve konumsal değişimin incelenmesi ve tarihsel süreçte meydana gelen değişimin sayısal olarak analiz edilebilmesi için Uzaktan Algılama/Coğrafi Bilgi Sistemleri (UA/CBS) teknikleri sıkça kullanılmaktadır. UA/CBS teknikleri, AKT/AÖ'nün analizi ve haritalanması bakımından oldukça yararlı bilgiler sunmaktadır (Mahajan ve Panwar, 2005; Erasu, 2017; Sarkar ve Patel, 2012, 2017). Son dönemde AKT/AÖ değişimin izleme ve değerlendirilmesinde, UA/CBS teknikleri birçok araştırmada Rawat vd. (2013), Rawat ve Kumar (2015), Boori vd. (2015), Butt vd. (2015), Hegazy ve Kaloop. (2015), Aborahma vd. (2018), Pirnazar vd. (2018), Saha vd. (2019) sıkça kullanılmıştır.

Bu çalışmanın yürütüldüğü araştırma alanı bozuk topoğrafya, tarımsal arazilerin kısıtlılığı, hayvancılığın yeterince gelişmemesi, ulaşım, eğitim, sağlık ve diğer bazı sorunları içerisinde barındıran bir bölgedir. Yetersiz ekolojik ve ekonomik koşullar nedeni ile yoğun göç vermiştir. Zamanla değişen sosyo-ekonomik yapı, araştırma alanı içerisinde AKT/AÖ'nün de değişimine neden olmuştur. Bu çalışmada, alanda son yirmi iki yılda ortaya çıkan AKT/AÖ, demografik yapı ile ormanların alansal ve verim gücü değişimlerinin ormanların topraküstü biyokütle ve topraküstü karbon depolama kapasine etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Araştırma alanı

Araştırma alanı (Şekil 1), Doğu Akdeniz Ana Havzası içerisinde, en büyük akarsu havzasını oluşturan Göksu Nehri yukarı havza bölümünde yer almaktadır. Konya Orman Bölge Müdürlüğü, Konya Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Bozkır ve Hadim Orman İşletme Şeflikleri içerisinde yer almaktadır. Alan UTM koordinat sistemine göre 430083-458045 doğu boylamları ile 4096774-4110793 kuzey enlemleri arasındadır. Araştırma alanı toplam 23 289.1 hektardır.



Şekil 1. Araştırma alanının Türkiye ve Göksu Havzasındaki konumu

Araştırma alanının da içinde yer aldığı Kartal Dağı, Ortadağ, Mağara Dağı'nın kuzey yamaçlarında; Kaplanlı köyü dolayında, Sazak, Afşar, Dereçi ve Fakılar köyleri arasında, Hadim civarında Permo-Karbonifer yaşlı kalkerlere rastlanır (Sarı, 2009; Öztürk vd., 2008).

Araştırma alanı Thornthwaite iklim modeline göre nemli-yarı nemli, mikrotermal, su fazlası kış mevsiminde çok kuvvetli, su eksikliği yaz aylarında ve deniz etkili iklim özelliği göstermektedir. Araştırma alanında içinde olduğu Bozkır Orman İşletme Şefliği bölgesi yıllık ortalama sıcaklık 10.3°C, ortalama yıllık yağış 495.9 mm, Hadim Orman İşletme Şefliği bölgesi için yıllık ortalama sıcaklık 9.7°C ve ortalama yıllık yağış 647.9 mm dir. Araştırma alanında görülen iklim "Akdeniz Yüksek Dağ İklimi" olarak isimlendirilmiştir. Bu iklim belirgin yaz kuraklığı ile diğer dağ iklimlerinden ve 4-5 ay süreli kar örtüsü ile de tipik Akdeniz ikliminden ayrılmaktadır. Kış mevsimi, soğuk ve kar yağışlı, yaz mevsimi sıcak ve kuraktır. Kış mevsiminde sıcaklıklar eksi değerler alır, yaz mevsiminde alçak alanlarda 20°C'yi geçen ortalama sıcaklıklar, yüksek yerlerde bu değer altındadır. Yükseltinin arttığı yerlerde yazlar serindir. Kış yağışlarının yıllık yağışa oranı % 40-50 arasında ve yaz yağışlarının oranı % 5-10 arasındadır. Yağış miktarının yüksek olması, su kaynaklarını ve orman alanlarını zenginleştirir.

Bölgenin genel bitki örtüsü kızılçam, sedir, göknar, meşe ormanları, yükseltinin arttığı yerlerde ardıç ve alpin çayırardan oluşmaktadır (Sarı, 2009). Araştırma alanında meşe, karaçam, sedir, göknar, ardıç, iğde, söğüt, kavak kuşburnu, karaçalı türleri bulunmaktadır. Havzanın yüksek bölümlerinde ardıç ve otsu türler mevcuttur. Havza içerisinde azalmış olmasına rağmen halen devam eden otlatma vejetasyon gelişimini olumsuz etkilemektedir. Özellikle aşırı otlatmanın olduğu bölgelerde diri örtüde bozulma dikkat çekmektedir. Yüksek eğimli bölgelerde bu durum yüzey erozyonun şiddetini artırmaktadır. Bozuk orman alanlarında diri ve ölü örtü gelişimi tam sağlanamadığı için erozyon yaşanmaktadır (ÇEM, 2019a).

Bu çalışma kapsamında, materyal olarak araştırma alanına ait 1993 ve 2015 yılı sayısal meşcere haritaları ve amenajman planları (OGM, 1993a-b; OGM, 2015a-b), T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) tarafından hazırlanan Yukarı Göksu Havzası Entegre Rehabilitasyon Projeleri

kapsamında Sazak-Afşar Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2015-2019) (ÇEM, 2019b) ve Bağbaşı Barajı Entegre Mikrohavza Rehabilitasyon Projesi (2016-2020) veri altyapısı olarak kullanılmıştır (ÇEM, 2019a).

Araştırma alanına ait meşcere haritaları (OGM, 1993 a-b; OGM, 2015 a-b) kullanılarak Çizelge 1'de verilen AKT/AÖ sınıflandırma birimlerinin alansal ve oransal dağılımları belirlenmiştir.

2.2. Ormanların topraküstü biyokütle ve karbon miktarının belirlenmesi

Ormanların tutmuş olduğu topraküstü karbon (TÜK) miktarlarını hesaplamak için öncelikli olarak bu ormanların tutmuş olduğu topraküstü biyokütle (TÜB) miktarlarının hesaplanması gerekmektedir (Sivrikaya ve Bozali, 2012; Değermenci ve Zengin, 2016). Bu amaçla araştırma alanı içerisinde yer alan ormanların TÜB miktarı ve sonra da TÜK miktarı hesaplanmıştır. Hesaplamalarda Tolunay (2013) tarafından geliştirilen katsayılar kullanılmıştır. TÜB ve TÜK hesaplanmasında kullanılan katsayılar ve yararlanılan eşitlikler Çizelge 2'de verilmiştir.

2.3. Topraküstü biyokütle ve karbon miktarlarının haritalanması

Çalışmada, 1993 ve 2015 (OGM, 1993a-b; OGM, 2015a-b) yıllarına ait sayısal meşcere tipleri haritaları kullanılarak TÜB ve TÜK haritaları hazırlanmıştır. Meşcere tiplerinin alansal dağılım ve servet durumları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2.'de verilen katsayılar kullanılarak meşcerelerin TÜB ve TÜK miktarları ArcGIS 10.5 kullanılarak hesaplanmıştır. Meşcere TÜB ve TÜK miktarları, 1993 ve 2015 yılları için zamansal ve konumsal dağılım haritaları üretilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Arazi kullanım türleri ve arazi örtüsü değişimi

Araştırma alanı toplam 23289.1 hektardır. Alanın 1993 yılı meşcere tipleri haritası incelendiğinde; toplam ormanlık alan 11309.2 hektardır. Bu ormanlık alanın 8540.9 hektarı (%36.7) boşluklu kapalı orman ve 2768.3 hektarı (%11.9) normal kapalı ormanlardan oluşmaktadır. Geriye kalan 11979.9 hektar (%51.4) ise yerleşim - mera - ziraat vb. gibi alanlardan oluşmaktadır. 2015 yılına ait meşcere tipleri haritası incelendiğinde ise; toplam ormanlık alan 11093.4 hektardır. Bu alanın 5629.3 hektarı (%24.2) boşluklu kapalı orman ve 5464.0 hektarı (%23.5) ise normal kapalı ormanlardan oluşmaktadır. Geriye kalan 12195.7 hektar (%52.4) ise yerleşim - mera - ziraat - su vb. gibi alanlardan oluşmaktadır.

Araştırma alanının yirmi iki yıllık süreçte AKT/AÖ değişimi incelendiğinde, iki önemli bulgu elde edilmiştir. Bunlardan birincisi, ormanlık alanlarda 215.7 hektarlık (%0.9) bir azalma olmuştur. Bu azalan alanın 82.6 hektarında Bağbaşı barajı inşa edilmiştir. Geri kalan alanı ise orman içi açıklık, çeşitli amaçla açılmış yollar, tarım arazisi ve yerleşim alanı olarak değişime uğradığı belirlenmiştir. İkinci önemli bulgu ise normal kapalı (verimli) ormanlarda 2696.4 hektarlık (%11.6) bir artma,

boşluklu kapalı (bozuk) ormanlarda ise 2911.5 hektarlık (%12.5) bir azalmanın olmasıdır (Çizelge 3).

Orman kuruluş türleri bakımından değişim incelendiğinde; 1993 yılına ait meşcere tipleri haritasında iğne yapraklı orman alanı 2625.7 hektar (%11.3), karışık orman alanı 142.6 hektar (%0.6), bozuk orman alanı 8540.9 hektar (%36.7) dir. 2015 yılı meşcere tipleri haritasına göre iğne yapraklı orman alanı 4441.1 hektar (%19.1), karışık orman alanı 569.6 hektar (%2.5), geniş yapraklı orman alanı 453.3 hektar (%1.9) ve bozuk orman alanı ise 5629.3 hektar (%24.2) dir.

Araştırma alanı içerisinde AKT/AÖ bakımından değişime göre, iğne yapraklı ormanlarda %7.9, karışık ormanlarda %1.8 ve geniş yapraklı ormanlarda %1.9 artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4, Şekil 2 - 3).

Çizelge 1. Araştırma alanı AKT/AÖ sınıflandırma birimleri

Sıra no	Sınıf adı	Tanımlama
1	İğne yapraklı orman	Herdem yeşil ağaç türlerinden oluşan orman
2	Geniş yapraklı orman	Kışın yaprağını döken ağaç türlerinden oluşan orman
3	Karışık orman	Herdem yeşil ve kışın yaprağını döken ağaç türlerinin belirli oranda karışım halinde bulunduğu orman
4	Bozuk orman	Kapalılığı kırık, ağaç, dikili hacim ve boniteti düşük orman
5	Diğer alanlar	Yerleşim, tarım, mera ve orman içi açıklık alanlar
6	Su	Akarsu, göl, baraj

Çizelge 2. Topraküstü Biyokütle (TÜB) ve Topraküstü Karbon (TÜK) hesaplama katsayıları (Tolunay, 2013)

Bileşenler	AKT/AÖ	TÜB ve TÜK miktarı (Ton)
TÜB	Geniş yapraklı orman	DGH*0.541*1.310
	İğne yapraklı orman	DGH*0.446*1.212
TÜK	Geniş yapraklı orman	TÜB*0.48
	İğne yapraklı orman	TÜB*0.51

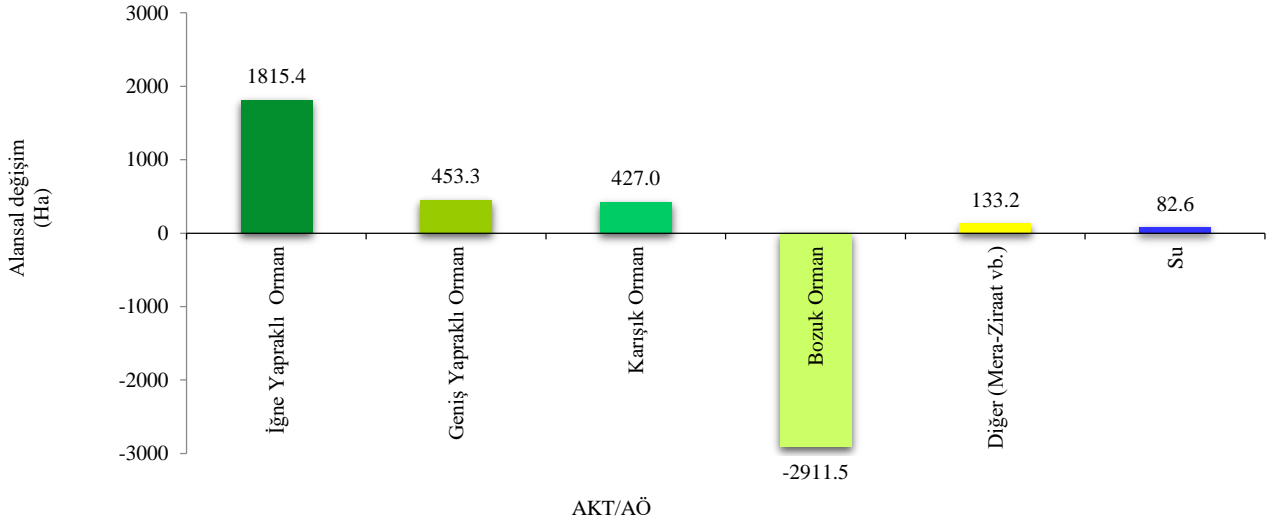
Not: DGH: Her ağaç için toplam dikili kabuklu gövde hacmini (m³), 0.541: geniş yapraklı ağaçlar için kabuklu gövde odunu hacim ağırlığı değeri (ton/m³), 0.446: iğne yapraklı ağaçlar için kabuklu gövde odunu hacim ağırlığı değeri (ton/m³), 1.310: geniş yapraklı ağaçlar için dikili kabuklu gövde odunu hacmine karşılık gelen biyokütleyi toprak üstü toplam biyokütleye çevirmek için kullanılan katsayı değeri, 1.212: iğne yapraklı ağaçlar için dikili kabuklu gövde odunu hacmine karşılık gelen biyokütleyi toprak üstü toplam biyokütleye çevirmek için kullanılan katsayı değeri, 0.48: geniş yapraklı ağaç türleri için biyokütleyi karbon miktarına dönüştürme katsayısı, 0.51: iğne yapraklı ağaç türleri için biyokütleyi karbon miktarına dönüştürme katsayısı olarak kullanılmıştır

Çizelge 3. Araştırma alanı içerisinde yer alan arazi kullanım türleri ve arazi örtüsünün (AKT/AÖ) zamansal ve konumsal değişimi

AKT/AÖ	1993		2015		Değişim	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Orman	11309.2	48.6	11093.3	47.7	-215.7	-0.9
Su			82.6	0.3	82.6	0.3
Diğer alanlar (Yerleşim - mera - ziraat vb.)	11979.9	51.4	12113.2	52.0	133.2	0.6
Toplam	23289.1	100	23289.1	100	0.0	0.0

Çizelge 4. Araştırma alanı içerisinde yer alan orman kuruluşlarının zamansal ve konumsal değişimi

AKT/AÖ	1993		2015		Değişim	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
İğne yapraklı orman	2625.7	11.3	4441.1	19.1	1815.4	7.9
Geniş yapraklı orman	-	-	453.3	1.9	453.3	1.9
Karışık orman	142.6	0.6	569.6	2.5	427.0	1.8
Bozuk orman	8540.9	36.7	5629.3	24.2	-2911.5	-12.5
Diğer alanlar (yerleşim - mera - ziraat vb.)	11979.9	51.4	12113.2	52.0	133.2	0.6
Su			82.6	0.3	82.6	0.3
Toplam	23289.1	100.0	23289.1	100.0	0.0	0.0



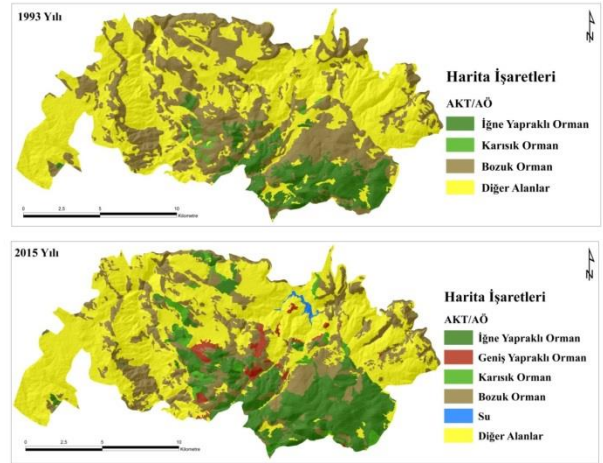
Şekil 2. Araştırma alanı 1993-2015 yılları arası AKT/AÖ değişimi

3.2. Ormanlık alan topraküstü karbon değişimi

Araştırma alanında verimli orman alanlarının ve hektardaki ağaç servetinin artması ile TÜB ve TÜK miktarı artmıştır. Meşcere haritalarına göre 1993 yılında ormanların toplam serveti 320797.4 m³ iken 2015 yılında bu değer 486628.2 m³ olmuştur. Değermenci ve Zengin (2016)'de yürüttükleri bir çalışmada, ormanlık alanlarda azalış, verimlilikte ise artış sonucu TÜK depolama kapasitesinin arttığını tespit etmişlerdir.

Araştırma alanı içerisinde yer alan ormanların tutmuş olduğu TÜK miktarları incelendiğinde, meşcere haritasına göre 1993 yılı toplam TÜK miktarı 88.5 ton, 2015 yılı için ise bu değer 136.1 ton olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

Araştırma alanı içerisinde yer alan ormanların TÜK depolama kapasiteleri 1993 ve 2015 yılları için 5 farklı sınıfa ayrılarak (0-50 ton/ha, 50-100 ton/ha, 100-150 ton/ha, 150-200 ton/ha ve >200 ton/ha) Çizelge 6 ve Şekil 4'te verilmiştir. Bozuk ormanlar için tüm TÜK sınıflarında azalma olduğu görülmektedir. İbrelî ormanlarda en yüksek artış (1022 ha), geniş yapraklı ormanlarda en yüksek artış (285.5 ha) 200≤ ton/ha sınıfındadır. Karışık ormanlarda en yüksek artış (195.1 ha) 0-50 ton/ha sınıfındadır. El edilen sonuçlar iğne yapraklı ve geniş yapraklı ormanlık alanlarda verim artışına paralel olarak hektarda tutulan TÜK miktarının da arttığını işaret etmektedir (Çizelge 6).



Şekil 3. Araştırma alanı 1993 ve 2015 yılları arası arazi kullanım türleri ve arazi örtüsü dağılımı

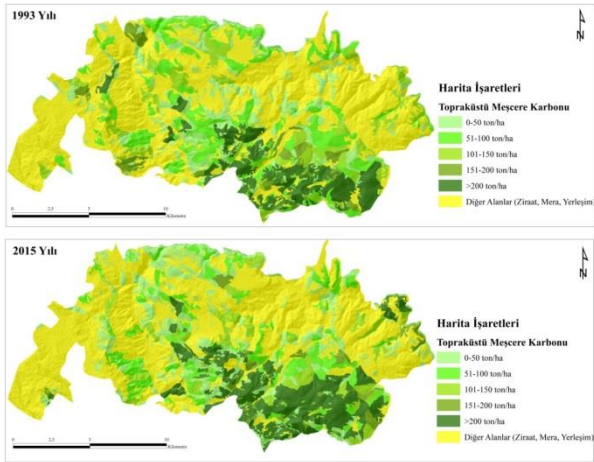
Çizelge 5. Araştırma alanı 1993 ve 2015 yıllarında AKT/AÖ'ne göre depolanan toplam topraküstü biyokütle ve topraküstü karbon miktarlarının zamansal ve konumsal değişimi

AKT/AÖ	1993						2015						Değişim			
	Alan		TÜB		TÜK		Alan		TÜB		TÜK		TÜB		TÜK	
	(ha)	(%)	(Ton)	(%)	(Ton)	(%)	(ha)	(%)	(Ton)	(%)	(Ton)	(%)	(Ton)	(%)	(Ton)	(%)
İğne yapraklı orman	2625.7	11.3	132151.3	76.2	67397.2	76.2	4441.1	19.1	235281.8	89.0	119993.7	89.0	103130.5	12.8	52596.5	12.8
Geniş yapraklı orman	-	-	-	-	-	-	453.3	1.9	2185.8	0.9	1049.2	0.9	2185.8	0.9	1049.2	0.9
Karışık orman	142.6	0.6	1642.0	0.9	837.4	0.9	569.6	2.4	3007.5	1.1	1533.8	1.1	1365.5	0.2	696.4	0.2
Bozuk orman	8540.9	36.7	39676.1	22.9	20234.8	22.9	5629.3	24.2	23908.2	9.0	12193.2	9.0	-15767.9	-13.9	-8041.6	-13.9
Diğer alanlar	11979.9	51.4	-	-	-	-	12113.2	52.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Su	-	-	-	-	-	-	82.6	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	23289.1	100	173469.4	100	88469.4	100	23289.1	100	264383.3	100	134769.9	100	90913.9	-	46300.5	-

Not: TÜB - Topraküstü Biyokütle, TÜK - Topraküstü Karbon, ha - Hektar

Çizelge 6. Araştırma alanı 1993 ve 2015 yıllarında depolanan topraküstü karbon miktarının AKT/AÖ ve karbon sınıflarına göre değişimi

AKT/AÖ	Toplam alan (ha)	1993 TÜK Miktarı (Ton)					Toplam alan (ha)	2015 TÜK Miktarı (Ton)					Değişim (Ton)				
		0-50	51-100	101-150	151-200	201≤		0-50	51-100	101-150	151-200	201≤	0-50	51-100	101-150	151-200	201≤
		(ha)						(ha)					(ha)				
İğne yapraklı orman	2 625.7	57.9	193.6	145.3	168.7	2 060.2	4 441.1	278.5	367.1	356.7	356.6	3082.2	220.6	173.5	211.4	187.9	1 022
Geniş yapraklı orman	-	-	-	-	-	-	453.3	64.2	28.3	22.6	52.8	285.5	64.2	28.3	22.6	52.8	285.5
Karışık orman	142.6	47.4	77.9	17.3	-	-	569.6	242.5	123.6	73.4	34.4	95.7	195.1	45.7	56.1	34.4	95.7
Bozuk orman	8 540.9	2 903.9	2 949.8	1 805.2	576.3	305.7	5 629.3	2 613.8	1 740.1	898.9	148.1	228.4	-290.1	-1209.7	-906.3	-428.2	-77.3
Diğer alanlar	11 979.9	-	-	-	-	-	12 113.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Su	-	-	-	-	-	-	82.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	23 289.1	3 009.2	3 221.3	1 967.8	745.0	2 365.9	23 289.1	3 198.9	2 259.1	1 351.6	591.9	3 691.8	-	-	-	-	-



Şekil 4. Araştırma alanı 1993 ve 2015 yılları topraküstü karbon miktarının zamansal ve konumsal değişimi

3.3. Demografik yapı, tarım ve hayvancılık faaliyetleri

Araştırma alanı içerisinde yer alan Konya ili Bozkır ve Hadim ilçeleri ve bunlara bağlı köylerin demografik özellikleri incelendiğinde dikkat çeken en önemli özellik havzanın sürekli nüfus kaybetmesidir. Tapur (2016)'da yürüttüğü araştırmaya göre Bozkır ilçesi toplam nüfusu 1990 yılında 54 bin, 2007 yılında yapılan adrese dayalı nüfus sayımına göre 32 bin, 2015 yılında ise 27 bin olarak ortaya koymuştur. Adrese dayalı nüfus sayımlarının başladığı 2007 yılından itibaren ise nüfusun her yıl azaldığını belirtmektedir. Hadim ilçesi için nüfus 1990 yılında 25 bin, 2007 yılında 16 bin, 2015 yılında ise 12 bin olarak belirlenmiştir (Çelik, 2016; TÜİK, 2019; Konya

Valiliği, 2019). Her iki ilçe toplam nüfuslarında da göçe bağlı olarak sürekli azalış olduğu belirtilmektedir. Göçün nedenleri arasında ilk sırayı işsizlik almaktadır. Ayrıca, yetersiz tarımsal alan, dağlık bir arazi yapısı, iş gücü imkânlarının yetersizliği, eğitim, sağlık ve kırsal kesimin yaşantısının itici özellikleri nedeniyle yurt içi ve yurt dışına göç devam etmektedir.

Araştırma alanı içerisinde bulunan Bozkır ilçesinde 2015 yılı itibarı ile 5 bin adet küçükbaş, 8,5 bin adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır. Hadim ilçesi için 2014 yılı itibarı ile 28 bin küçükbaş ve 3,5 bin adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır. Her iki ilçe genelinde göç ile birlikte nüfusun azalması sonucu hayvancılığın gerilediği, 90'lı yıllarda hayvan sayısının üç kat daha fazla olduğu ifade edilmektedir (Tapur, 2016; Çelik, 2016; OGM, 2014).

4. Tartışma ve sonuç

Bu çalışmada, Yukarı Göksu Havzasında belirlenen araştırma alanı için 1993-2015 yılları arasında AKT/AÖ değişiminin topraküstü meşcere karbon (TÜK) depolama kapasitesi üzerine etkileri zamansal ve konumsal olarak incelenmiştir. Araştırma alanı içerisinde yirmi iki yıllık süreçte toplam ormanlık alanlarda %0.9'luk bir azalma belirlenmiştir. Bu azalmanın baraj, yol, yerleşim, tarım arazi amaçlı ormandan dönüştürme şeklinde olduğu anlaşılmıştır. Buna karşılık aynı dönemde verimli orman alanlarında ise %11.6'lık bir artma olduğu tespit edilmiştir. Bu artışın birçok nedeni olduğu ancak en önemlilerinin orman işletmesi tarafından yürütülen bakım çalışmaları ve nüfusun azalmasına bağlı olarak ortaya çıkan insan ve hayvan baskının azalması gösterilebilir. Araştırma alanı için verimli orman alanlarındaki olumlu artış, ormanların TÜK

depolama miktarını da artırmıştır. Değirmenci ve Zengin (2016)'de Daday Orman İşletme Müdürlüğü'nde yürüttükleri benzer çalışmada verimli orman artışının topraküstü biyokütle ve karbon depolama kapasitesini olumlu etkilediğini ortaya koymuşlardır. Yürüttükleri bu araştırmada verimli orman artışının nedenlerin göç, tarım alanlarının terk edilmesi ve orman üzerine baskının azalması olarak ortaya koymuşlardır. AKT/AÖ doğal ve sosyo-ekonomik yapının bir bileşeni olarak ortaya çıkmaktadır (Weng, 2002). Araştırma sonuçları da göstermektedir ki ormanlar üzerinde insan ve hayvan baskının azalması, verimli orman alanları ile ormanların TÜK depolama kapasitelerinin artmasına neden olmuştur. Dale vd. (2001) çalışmasında orman degradasyonunun en önemli nedeninin antropojenik olduğunu belirtmektedir. Ülkemiz ormanlarının korunması ve geliştirilmesinde ormanlar üzerindeki insan baskının azaltılmasında kırsal kalkınmanın sağlanması büyük önem arz etmektedir.

Ülkemizde, ormanların tutmuş olduğu karbon miktarlarının zamansal ve konumsal değişiminin belirlenmesine yönelik yapılmış birçok çalışmada (Sivrikaya vd., 2007; Yolasığmaz ve Keleş, 2009; Sivrikaya ve Bozali, 2012; Kadioğulları ve Karahalil, 2013; Arıcağ vd., 2015, Değirmenci ve Zengin, 2016, Seki vd., 2017, Sakıcı vd., 2018) depolanan karbon miktarlarının geçmişten günümüze doğru arttığı görülmüştür. Benzer sonuçlar bu çalışmada da elde edilmiştir. TÜK miktarının artırılması için ormanların alan ve verim artışı birlikte değerlendirilmelidir. Bu araştırma, ormanlık alanların niceliksel ve niteliksel gelişimin birlikte ele alınması gerektiği ve ormanların verim gücünün karasal karbon deposu olarak önemini ortaya koymaktadır.

Araştırma alanının içerisinde bulunduğu Bozkır ve Hadim ilçelerinde göçle birlikte demografik yapının değişmesi, AKT/AÖ değişimini ve en önemlisi doğal alanlar üzerindeki olumsuz baskının azalmasına neden olmuştur. Orman içi hayvancılık faaliyetlerinin gerilemesi ormanların nicelik ve nitelik olarak gelişmesine neden olmuştur.

Araştırma alanı içerisinde yer alan TÜK miktarlarının hesaplanmasında, Tolunay (2013) tarafından geliştirilen katsayılar kullanılmıştır. Bu katsayılar yanında farklı ekosistemler, iğne yapraklı - geniş yapraklı ve hatta her bir ağaç türü için karbon dönüşüm katsayıları geliştirilmelidir.

Uzaktan algılama (UA) ve CBS altyapısı kullanılarak AKT/AÖ'de ortaya çıkan değişim birçok araştırmada Weng (2002), Huang vd. (2009), Hais vd. (2009), Zhu vd. (2012), Göl ve Yılmaz (2017) kullanılmıştır. Yavaşlı vd. (2013), Weng (2002) ile Rawat ve Kumar (2015)'de UA/CBS tekniklerinin kullanılarak gelecek dönemde biyokütle ve biyokütlerdeki değişimin izlenmesinin daha kolay ve hızlı olacağını belirtmişlerdir. Yürütülen araştırmalarda değinilen en önemli konulardan birisi arşiv ve veri alt yapısı güvenilirliğidir. Ülkemiz ormanlarının zamansal ve konumsal değişimin incelenmesinde güvenli ve güncel veri alt yapı sisteminin oluşturulması önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Aborahma, R., Mahmud, W., Fath, H., 2018. Morphometric temporal change analysis for the river Nile forced bends using RS/GIS techniques: Case study of damietta branch of the Nile river, Egypt. *Applied Environmental Research*, 40(1): 75-86.
- Arıcağ, B., Bulut, A., Altunel, A.O., Sakıcı, O.E., 2015. Estimating above-ground carbon biomass using satellite image reflection values: A case study in camyazı forest directorate, Turkey. *Sumarski List*, 139(7-8): 369-376.
- Asan, Ü., 2012. Türkiye ormanlarındaki yıllık karbon stok değişimi trendinin irdelenmesi ve 2023 yılındaki durumun kestirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Doğa Bilimleri Dergisi*, 1: 109-120.
- Boori, M.S., Voz'eni'lek, V., Choudhary, K., 2015. Land use/cover disturbance due to tourism in jesenı'ky mountain, Czech Republic: A remote sensing and GIS based approach. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(1): 17-26.
- Butt, A., Shabbir, R., Ahmad, S.S., Aziz, N., 2015. Land use change mapping and analysis using remote sensing and GIS: A case study of simly watershed, Islamabad, Pakistan. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 18: 251-259.
- Çelik, Y., 2016. Hadim ilçesi tarım sektörünün swot analizi. *Ulusal Sempozyum: Geçmişten Günümüze Bozkır*. Selçuk Üniversitesi, Türkiye Araştırmaları Enstitüsü Yayınları, 9: 1459-1468.
- ÇEM, 2019a. Yukarı Göksu Havzası Bağbaşı Barajı mikrohavzası entegre rehabilitasyon projesi. http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/havza_yeni/ulusal_projeler_havza/havza_bagbasi.aspx?sflang=tr, Erişim: 29.07.2019.
- ÇEM, 2019b. Yukarı Göksu Havzası Sazak-Afşar mikrohavzası entegre rehabilitasyon projesi (Taşkent). http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/havza_yeni/ulusal_projeler_havza/havza_sazak.aspx?sflang=tr, Erişim: 13.06.2019.
- Dale, V.H., Joyce, L.A., McNulty, S., Neilson, R.P., Ayres, M.P., Flannigan, M.D., Hanson P.J., Irland, L.C., Lugo, A.E., Peterson, C.J., Simberloff, D., Swanson, F.J., Stocks, B.J., Wotton, M.B., 2001. Climate change and forest disturbances. *BioScience*, 51(9): 723-734.
- Değirmenci, A.S., Zengin, H., 2016. Ormanlardaki karbon birikiminin konumsal ve zamansal değişiminin incelenmesi: Daday planlama birimi örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(2): 177-187.
- Dışişleri Bakanlığı, 2019. Kyoto protokolü. <http://www.mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa>, Erişim: 31.07.2019.
- Erasu, D., 2017. Remote sensing-based urban land use/land cover change detection and monitoring. *Journal of Remote Sensing and GIS*, 6(2): 1-6.
- Göl, C., Yılmaz, H., 2017. The effect of land use type/land cover and aspect on soil properties at the Gökdere catchment in northwestern Turkey. *Şumarski List, Journal of Forestry Society of Croatia*, 9(10): 459-468.
- Hais, M., Jonášová, M., Langhammer, J., Kučera, T., 2009. Comparison of two types of forest disturbance using multitemporal Landsat TM/ETM+ imagery and field vegetation data. *Remote Sensing of Environment*, 113 (4): 835-845.

- Hegazy, I.R., Kaloop, M.R., 2015. Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in daqahlia governorate Egypt. *International Journal of Sustain. Built Environ.*, 4: 117-124.
- Huang, C., Goward, S.N., Schleeeweis, K., Thomas, N., Masek, J.G., Zhu, Z., 2009. Dynamics of national forests assessed using the Landsat record: Case studies in Eastern United States. *Remote Sensing of Environment*, 113(7): 1430-1442.
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* (Eds.: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M.M.B., Miller, H.L.M. and Chen, Z.), Cambridge University Press, Printed by Friesens, Canada.
- IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* (Eds.: Edenhofer, O. R., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K., Adler, A., Baum, I., Brunner, S., Eickemeier, P., Kriemann, B., Savolainen, J., Schlömer, S., von Stechow, C., Zwickel, T., Minx, J.C.), Cambridge University Press, USA.
- Kadıoğulları, A.İ., Karahalil, U., 2013. Spatiotemporal change of carbon storage in forest biomass: A case study in Köprülü Canyon National Park. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1): 1-14.
- Karakaya, E., Sofuoğlu, E., 2015. İklim değişikliği müzakerelerine bir bakış: 2015 Paris iklim zirvesi. *International Symposium on Eurasia Energy Issues*. 28-30 Mayıs, İzmir.
- Konya Valiliği, 2019. 2018 Yılı Konya il ve ilçe nüfusları. <http://konyailnufus.gov.tr/2015-yili-konya-ilimiz-ve-ilelerine-ait-nfus-istatistikleri>, Erişim: 01.08.2019.
- Lal, R., 2008. Carbon sequestration. *Philosophical Transactions*, 363: 815-830.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., Moran, E., 2004. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25: 2365-2407.
- Mahajan, S., Panwar, P., 2005. Land use changes in ashwani khad watershed using GIS techniques. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 33(2): 227-232.
- Miles, L., Kapos, V., 2008. Reducing greenhouse gas emissions from deforestation and forest degradation: Global land-use implications. *Science*, 320: 1454-1455.
- OGM, 1993a. Konya Orman İşletme Müdürlüğü, Hadim Orman İşletme Şefliği, Orman amenajman planı (1993-2002). Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- OGM, 1993b. Konya Orman İşletme Müdürlüğü, Bozkır Orman İşletme Şefliği, Orman amenajman planı (1993-2012). Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- OGM, 2014. Hadim İlçe Raporu. <http://www.mevka.org.tr/Yukleme/Uploads/DsyfU0Tng719201730842PM.pdf>, Erişim: 01.08.2019.
- OGM, 2015a. Konya Orman İşletme Müdürlüğü, Bozkır Orman İşletme Şefliklerinin ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planları (2016-2035). Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- OGM, 2015b. Konya Orman İşletme Müdürlüğü, Hadim Orman İşletme Şefliklerinin ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planları (2016-2035). Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Öztürk, A., Karadağ, M.M., Deli, A., 2008. Bozkır (Konya) ilçesinin doğu ve güneyini kapsayan bölgenin stratigrafisi. *Selçuk Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(4): 11-27.
- Pirnazar, M., Ali- Askari, K.O., Eslamian, S., Sngh, V.P., Dalezios, N.R., Ghane, M., Qasemi, Z., 2018. Change detection of urban land use and urban expansion using GIS and RS, case study: Zanjan province, Iran. *International Journal of Constructive Research in Civil Engineering*, 4(1): 23-38.
- Rawat, J.S., Biswas, V., Kumar, M., 2013. Changes in land use/cover using geospatial techniques: A case study of ramnagar town area, district nainital, uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 16: 111-117.
- Rawat, J.S., Kumar, M., 2015. Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of hawalbagh block, district almora, uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 18: 77-84.
- Saha, S., Paul, G.C., Hembram, T.K., 2019. Classification of terrain based on geo-environmental parameters and their relationship with land use/land cover in bansloi river basin, eastern India. RS-GIS approach. *Applied Geomatics*. pp. 1-17. <https://doi.org/10.1007/s12518-019-00277-4>
- Sakıcı, O.E., Seki, M., Sağlam, F., 2018. Above-ground biomass and carbon stock equations for crimean pine stands in Kastamonu region of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(10): 7079-7089.
- Sarı, S., 2009. Batı Akdeniz bölümünden İç Anadolu'ya geçiş iklimleri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Sarkar, A., Patel, P.P., 2012. Terrain classification of the dulung drainage basin. *Indian Journal of Spatial Science*, 3(1): 1-8.
- Sarkar, A., Patel, P.P., 2017. Land use - terrain correlations in the piedmont tract of eastern India. In: *Remote Sensing Techniques and GIS Applications in Earth and Environmental Studies*. (Ed: Santra, A., Mitra, S.S.) IGI Global, United States of America, pp.147-192.
- Seif, A., Mokarram, M., 2012. Change detection of gil playa in the northeast of Fars province. *Iran Am. J. Sci. Res.* 86: 122-130.
- Seki, M., Sakıcı, O.E., Büyükterzi, M., Sağlam, F., 2017. Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarında karbon stoğunun zamansal değişimi. *Uluslararası Taşköprü Pompeiopolis Bilim Kültür Sanat Araştırmaları Sempozyumu*, 10-12 Nisan, Taşköprü, Kastamonu, s. 1564-1577.
- Sivrikaya, F., Bozali, N., 2012. Karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi: Türkoğlu Planlama Birimi Örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14: 69-76.
- Sivrikaya, F., Keleş, S., Çakır, G., 2007. Spatial distribution and temporal change of carbon storage in timber biomass of two different forest management units. *Environmental Monitoring and Assessment*, 132: 429-438.
- Tapur, T., 2016. Bozkır ilçesinin nüfus gelişimi ve bazı demografik özellikleri. *Uluslararası Sempozyum:*

- Geçmişten Günümüze Bozkır. Selçuk Üniversitesi, Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Yayınları. 9: 1335-1347.
- Tolunay, D., 2013. Türkiye’de artım ve ağaç servetinden bitkisel kütle ve karbon miktarlarının hesaplanmasında kullanılabilirlik katsayıları. Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 26-28 Kasım 2013 Antalya, s. 240-251.
- TUİK, 2019. Temel istatistikler, nüfus ve demografi. <http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do>, Erişim: 13.06.2019.
- Weng, Q., 2002. Land use change analysis in the zhujiang delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modelling. *Journal of Environmental Management*, 64(3): 273-284.
- Yavaşlı, D.D., Masek, J.G., Franks, S., 2013. Muğla ilinde 2000-2010 yılları arasındaki orman bozunum ve geri kazanımının Landsat görüntüleri ile izlenmesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 22(2): 91-102.
- Yolasiğmaz, H.A., Keleş, S., 2009. Changes in carbon storage and oxygen production in forest timber biomass of Balci forest management unit in Turkey between 1984 and 2006. *African Journal of Biotechnology*, 8(19): 4872-4883.
- Zhu, Z., Woodcock, C.E., Olofsson, P., 2012. Continuous monitoring of forest disturbance using all available Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*. 122: 75-91.

Ilıcınar Yaylası (Taşkent) Merasının vejetasyon karakteristiklerinin belirlenmesi

Ahmet Alper Babalık^a 

Özet: Bu çalışma Konya ili Taşkent ilçesi Ilıcınar yaylası merasında 2017-2018 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada meranın bitki ile kaplı alanı, botanik kompozisyonu, otlama kapasitesi, topraküstü biyokütlesi, toprakaltı biyokütlesi ve mera durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Vejetasyon ölçümleri ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde yapılmıştır. Araştırma alanındaki mera bitki örtüsünün karakteristiklerini belirlemek amacıyla “kuadrat” ve “transekt” yöntemleri kullanılmıştır. Mera alanında bitki ile kaplı alan %33.5 olarak belirlenmiştir. Çalışma sahasının botanik kompozisyonunun %56.2’sini buğdaygiller, %12.0’sini baklagiller ve %31.8’ini diğer familyalar oluşturmaktadır. Bununla birlikte, merada ortalama topraküstü biyokütle 474.8 kg/da, toprakaltı biyokütle ise 820.5 kg/da olarak saptanmıştır. Bunun sonucunda mera alanının otlama kapasitesi 36.9 BBHB olarak tespit edilmiştir. Mera durumu ise orta olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, sürdürülebilir mera yönetimi için, doğal bitki örtüsünün korunması ve otlama kapasitesine uyulması son derece önemlidir.

Anahtar kelimeler: Taşkent, Mera vejetasyonu, Botanik kompozisyon, Topraküstü biyokütle

Determination of vegetation characteristics of Ilıcınar Highland Pasture (Taşkent)

Abstract: This study was conducted of Ilıcınar highland pasture in Taşkent district of Konya in 2017-2018. The aim of this study was to determine the plant covered area, botanical composition, grazing capacity, aboveground biomass, belowground biomass and pasture condition in a pasture. Vegetation measurements were conducted in spring and autumn periods. Quadrat and line intercept methods were used in order to determine the characteristics of pasture vegetation in the research area. The plant-covered area was determined as nearly 33.5%. The botanical composition of the study area consists of 56.2% Poaceae, 12.0% Fabaceae and 31.8% other families. The aboveground and belowground biomass productions were calculated as 474.8 kg/da and 820.5 kg/da respectively. As a result, the grazing capacity of the pasture area was determined as 36.9 animal units. The pasture condition was found to be moderate. According to these results, conservation of natural vegetation and complying with grazing capacity is very important for sustainable pasture management.

Keywords: Taşkent, Pasture vegetation, Botanical composition, Aboveground biomass

1. Giriş

Çayır-mera alanları yeryüzünde geniş bir alan kaplamanın yanı sıra, dünya nüfusunun beslenmesinde önemli yeri olan hayvansal ürünlerin temin edilmesinde yeri doldurulamayacak doğal kaynaklardır.

Ülkemiz çayır-mera alanları 1923’lü yıllarda 45 milyon hektar iken günümüzde 14.6 milyon hektara gerilemiştir (Tüfekçioğlu, 2019). Bununla birlikte yem bitkileri ekimi yapılan araziler tarım alanları içinde %11.7’lik bir oran teşkil etmektedir (TÜİK, 2013). Dolayısıyla, çayır-mera alanları ülkemizde üretilen hayvan yemi kaynakları içerisinde son derece önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde hayvanlar tarafından tüketilen kaba yemin %30’u çayır-mera alanlarından sağlanmaktadır (Gökkuş, 1994).

Hayvancılığı gelişmiş olan ülkelerde meralardan, bilimin öngördüğü şekilde verimlilikleri bozulmadan sürdürülebilir bir şekilde yararlanılırken, ülkemizde maalesef bu alanlar aşırı ve yanlış kullanımlar nedeniyle her geçen gün biraz daha fakirleşen meralara

dönüştürülmektedir (Tüfekçioğlu, 2019). Bu bağlamda, aşırı ve düzensiz otlama nedeniyle ülkemiz çayır-meralarındaki bitki örtüsünün büyük bir bölümü istilacı türlerden meydana gelmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak iklimin hüküm sürdüğü iç bölgelerindeki meralarda bitki örtüsü %70’lere varan oranda azalmıştır ve bu yörelerde görülen erozyon mera alanlarını giderek daha da verimsizleştirmektedir (Yazıcı ve Babalık, 2011).

Bu sorunların çözülebilmesi için verimsiz durumda olan meraların ıslah edilmeleri ve bu alanlarda istenilen miktar ve kalitede yem üretiminin sağlanması gerekmektedir. Ancak yapılacak ıslah işleminde başarılı olunabilmesi için, ıslah edilecek alanın tüm özellikleri ile çok iyi tanınması gerekmektedir. Bu durumda ülkemizde değişik ekolojik bölgelerde bulunan çayır-meraların çeşitli karakteristiklerinin iyi bilinmesi son derece büyük önem arz etmektedir. Bu alanlarda yapılacak vejetasyon etüt ve analizleri ile bir meranın geçmişteki kullanım durumu, iyiye veya kötüye doğru temayülü, yem kalitesi ve verimi, toprak ve su koruma özellikleri (Gökbulak, 2003), otlama

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, 32260, Isparta, Türkiye

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 26.10.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 29.11.2019



Citation (Atf): Babalık, A.A., 2019. Ilıcınar Yaylası (Taşkent) Merasının vejetasyon karakteristiklerinin belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 360-365.
DOI: [10.18182/tjf.638524](https://doi.org/10.18182/tjf.638524)

kapasitesinin tespiti ve iklim özelliklerinin vejetasyon üzerindeki etkilerini belirlemek mümkündür. Aynı zamanda yapılacak olan vejetasyon analizleri ile bu alanlardaki mevcut yem potansiyeli ve hâkim bitki örtüsüyle ilgili bilgiler de sağlanabilir (Gökbülak, 2006). Nitekim bu konuda yapılmış birçok araştırma, doğal meralarda ekolojik özelliklerin ve botanik kompozisyonun belirlenmesi, meraların verim potansiyellerinin ve otlama kapasitelerinin saptanması temeline dayanmaktadır.

Bitki örtüsü özellikleri iyi bilinmeyen sahalardaki meraların kalitatif ve kantitatif karakterleri ile ilgili bilgilere sahip olabilmek için çayır-mera alanlarında vejetasyon etüt ve ölçmeleri yapılmaktadır (Türk vd., 2003). Bu bağlamda ülkemizde değişik yörelerde yapılan mera çalışmalarında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Adana İli Tufanbeyli ilçesi meralarında botanik kompozisyonda buğdaygillerin %36.9, baklagillerin %22.0 ve diğer familyaların %41.1 oranında yer aldığı ve meraların durum sınıfının zayıf olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur (Çınar vd., 2019). Bakoğlu vd. (2019) tarafından Rize’de yapılan bir çalışmada, araştırma alanındaki bitkilerin toprağı kaplama oranı %82.40, botanik kompozisyondaki buğdaygillerin oranı %33.37, baklagillerin oranı %5.75 ve diğer familyaların oranı da %60.88 olarak tespit edilmiştir. Ağın ve Kökten (2013) Bingöl’de yaptıkları çalışmada meranın %85.8’inin bitki ile kaplı olduğunu, kaplama alanına göre botanik kompozisyonun %59.9’unu buğdaygillerin, %2.8’ini baklagillerin ve %37.3’ünü de diğer familyaların meydana getirdiğini belirlemişlerdir. Mardin ili ve ilçelerine bağlı köy meralarında bitkiyle kaplı alan oranı ortalamasının %71.35 olduğu, botanik kompozisyonda buğdaygillerin %22.82, baklagillerin %40.66 ve diğer familya bitkilerinin de %36.52 oranında olduğu tespit edilmiştir (Seydoşoğlu vd., 2018). Palta ve Genç Lermi (2018) tarafından Bartın’da yapılan bir araştırmada da, çalışma alanındaki botanik kompozisyonun %28.5’ini buğdaygillerin, %18.2’sini baklagillerin ve % 53.3’ünü diğer familyaların oluşturduğu, mera durumunun da zayıf olduğu tespit edilmiştir.

Konya ili Taşkent ilçesi 7200 ha çayır-mera alanına sahip olup, Konya ili içerisinde %30.19’luk oran ile önemli bir yere sahiptir. Bölge küçükbaş hayvan özellikle keçi

yetiştiriciliği için uygun olup, ilçede bulunan küçükbaş hayvan miktarının önemli bir bölümünü kıl keçileri oluşturmaktadır. İlçedeki koyun sayısı 5834 olup, buna karşılık 12888 adet kıl keçisi bulunmaktadır (TİR, 2014). Ülkemiz meralarında olduğu gibi Taşkent ilçesi meralarında da karşılaşılan en önemli problem, erken ve aşırı otlatmadır. Bu durum ile karşı karşıya bulunan bazı meraların vejetasyon yapıları bozulmuş ve hayvanların yem ihtiyacını karşılayamayacak duruma gelmiştir (Babalık, 2007).

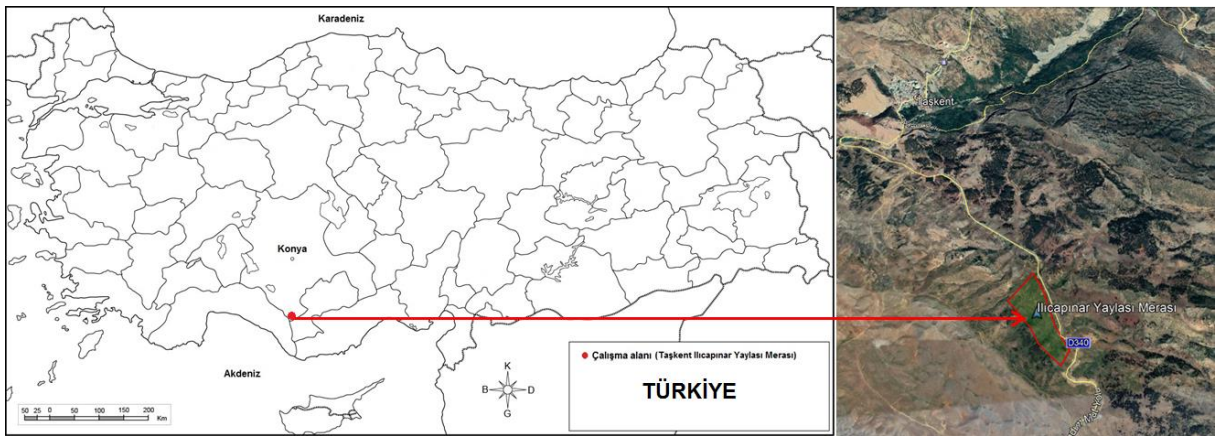
Bu araştırmada; Konya ili Taşkent ilçesi Ilıcıpınar yaylası merasının vejetasyon karakteristiklerinin ortaya konulması hedeflenmiştir. Araştırmanın amacı, bölgede yapılacak mera ıslah faaliyetlerine altlık sağlayacak bilgileri toplamak ve doğal mera vejetasyonu ile ilgili gerekli verileri temin etmektir. Bu nedenle çalışmada Ilıcıpınar yaylası merasında bitki ile kaplı alan, botanik kompozisyon, topraküstü biyokütle, toprakaltı biyokütle, otlama kapasitesi ve mera durumu belirlenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

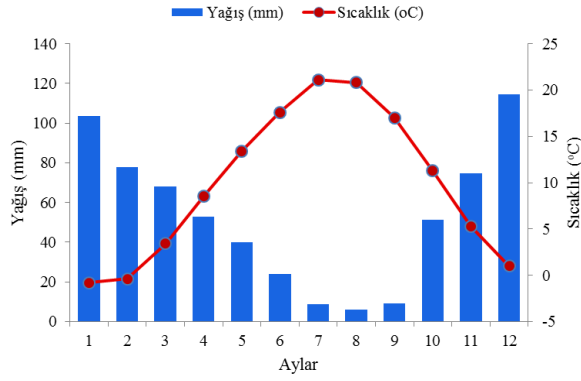
2.1. Materyal

Araştırma materyali olarak, Konya ili Taşkent ilçesi sınırları içerisinde yer alan yaklaşık 35 hektar alana sahip Ilıcıpınar yaylası seçilmiştir (Şekil 1). Akdeniz bölgesinde Orta Toroslar üzerinde bulunan mera alanı 1825 metre ortalama yükseltiye sahip olup, genel bakışı kuzey-doğu ve ortalama eğimi %10’dur. Taşkent ilçe merkezine 6 km mesafede bulunmaktadır.

Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre araştırma sahası; nemli-yarı nemli, mikrotermal, su fazlası kış mevsiminde çok kuvvetli, su eksikliği yaz aylarında ve deniz etkili iklim özelliği göstermektedir. Araştırma alanının da içinde olduğu Taşkent ilçesi için yıllık ortalama sıcaklık 9.9 °C ve ortalama yıllık yağış 630.3 mm’dir (DMİ, 2019). Walter yöntemi (Uslu, 1958; Walter, 1995) uygulanarak çizilen iklim diyagramına göre Nisan ayı başı ile Ekim ayı sonlarına kadar bölgede kurak dönem etkisini göstermektedir (Şekil 2).



Şekil 1. Çalışma alanı



Şekil 2. İklim diyagramı

Araştırmada materyal olarak belirlenen Ilıcıpınar yaylası mera alanında devamlı otlatma yapılmakta olup, çalışma alanı Davis (1965-1988) tarafından Türkiye Florası'nda kullanılan kareyaj sistemine göre C4 karesinde yer almaktadır.

Bölgenin genel bitki örtüsü karaçam, sedir, göknar ve meşe ormanları ile yükseltinin arttığı yerlerde ardıç ve alpin çayırıklardan oluşmaktadır (Sarı, 2009). Çalışma sahasında karaçam, sedir, ardıç, kavak ve kuşburnu türleri ile otsu vejetasyon bulunmaktadır. Bölgede devam eden otlatma vejetasyon gelişimini olumsuz etkilemektedir. Özellikle aşırı otlatmanın olduğu bölgelerde diri örtüde bozulma dikkat çekmektedir. Yüksek eğimli sahalarda bu durum yüzey erozyonun şiddetini artırmaktadır. Ormanların kapalılığını kaybettiği alanlarda diri ve ölü örtü gelişimi tam sağlanmadığı için erozyon yaşanmaktadır (ÇEM, 2019).

2.2. Yöntem

Araştırma 2017-2018 yılları vejetasyon dönemleri içerisinde yürütülmüş olup, çalışmada bitki ile kaplı alan değerini belirlemek için transekt yöntemi (Babalık, 2004; Godinez-Alvarez vd., 2009; Palta ve Genç Lermi, 2018; Polat vd., 2018) kullanılmıştır. Çalışma alanının botanik kompozisyonunu tespit etmek amacıyla yine transekt yönteminden yararlanılmıştır (Kim ve Keith, 1983; Floyd ve Anderson, 1987; Şengönül vd., 2009; Tarin vd., 2017). Topraküstü ve toprakaltı biyokütle ölçümlerinde ise kuadrat metodundan (Kent ve Coker, 1992; Stohlgren vd., 1995; Wale vd., 2012; Gilhaus vd., 2017) faydalanılmıştır. Ayrıca araştırmada mera alanının otlatma kapasitesi ve mera durumu da belirlenmiştir.

Mera vejetasyonunun özelliklerini saptamak amacıyla araştırma alanında 5 adet doğrusal ana hat belirlenmiş ve bu doğrusal hatlar üzerinde uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Bu doğrusal hatların her birinde 10 transekt ünitesi ve yine 5 kuadrat ünitesi olacak şekilde ölçümler yapılmıştır. Vejetasyon ölçümleri 2017 ve 2018 yılları yaz (haziran) ve güz (eylül) dönemlerinde gerçekleştirilmiştir (Babalık ve Fakir, 2017).

Aynı zamanda araştırma alanında ölçüm yapılan ana hatlardan her birinden 5 adet olmak üzere toplamda 25 adet toprak örneği alınmış ve laboratuvar ortamında bunların; tekstür sınıfları, organik madde miktarları, elektriki iletkenlikleri, kireç miktarı, pH değerleri ve makro bitki besin elementleri tespit edilmiştir (Gülçur, 1974).

Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde Varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Bulgular arasındaki farklılıkların önemli veya önemsiz oluşu bu yolla yapılan değerlendirme ile ortaya konulmuştur. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 20.0 paket programından yararlanılmıştır (SPSS Inc., 2011).

3. Bulgular ve tartışma

Ilıcıpınar yaylası merasından alınan toprak örneklerinin analizleri sonucu, %55 kum, %26 toz ve %19 kil'den oluşan mera alanı topraklarının "Kumlu Balçık" toprak tekstür sınıfına girdiği tespit edilmiştir. Organik madde miktarı %1.40 ile düşük olarak belirlenmiştir. Ortalama kireç miktarı %4.41 ve elektriki iletkenlik (EC) 0.16 mS/cm olarak tespit edilmiştir. Toprak reaksiyonu pH 7.82 ile hafif alkali olarak saptanmıştır. Toprakların makro besin elementleri düzeyinde ise kalsiyum yüksek, potasyum orta olarak belirlenirken magnezyum ve fosfor değerleri düşük olarak bulunmuştur (Çizelge 1).

Bitki ile kaplı alan (BKA) değerleri yaz ölçümlerinde %35.9 olarak ölçülürken, güz ölçümlerinde %31.1 olarak belirlenmiştir. Meranın ortalama BKA değeri ise %33.5 olarak bulunmuştur (Çizelge 2).

Bununla birlikte BKA değerleri arasında gerek mevsimler gerekse yıllar bazında %95 güven düzeyinde önemli fark tespit edilirken, "mevsim x yıl" interaksyonunda anlamlı bir fark belirlenmemiştir (Çizelge 2).

Ülkemizin değişik yörelerinde yapılmış olan mera vejetasyonu çalışmalarında BKA değerleri; %87.2 (Genç Lermi vd., 2016); %85.8 (Ağın ve Kökten, 2013), %82.4 (Bakoğlu vd., 2019), %77.8 (Çaçan vd., 2014), %43.9 (Seydoşoğlu vd., 2015) ve %29.5 (Polat vd., 2018) olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanının BKA değeri diğer çalışmaların sonuçlarıyla benzerlikler ve farklılıklar göstermektedir. Bulunan sonuçların farklı çıkmasında iklim ve çeşitli ekolojik faktörlerin belirleyici olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 1. Ilıcıpınar yaylası merası toprak analiz sonuçları

Analiz Adı	Sonuçlar	Değerlendirme
Tekstür (%)	55(kum)-26(toz)-19(kil)	Kumlu balçık
EC (mS/cm)	0.16	Tuzsuz
pH	7.82	Hafif alkali
Kireç (%)	4.41	Orta
Organik madde (%)	1.40	Düşük
Ca (ppm)	4472.00	Yüksek
K (ppm)	181.00	Orta
Mg (ppm)	106.00	Düşük
P (ppm)	13.00	Düşük

Çizelge 2. Mera alanına ait BKA (%) değerleri

	2017	2018	Ort _{yıl}
Yaz	34.2	37.6	35.9 a
Güz	28.4	33.8	31.1 b
Ort _{mevsim}	31.3 B	35.7 A	33.5
<i>p</i> değeri	mevsim	0.000	
	yıl	0.000	
	mevsim x yıl	0.231	

Çalışma sahasında gerçekleştirilen BKA ölçümlerine göre buğdaygiller, baklagiller ve diğer familyalar olmak üzere botanik kompozisyon değerleri % olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Familyalara göre botanik kompozisyon değerleri incelendiğinde; mera vejetasyonunu oluşturan bitkilerin yarısından fazlasının buğdaygiller familyasına ait olduğu (%56.2) görülmektedir. Bunu %31.8 ile diğer familyalar, %12.0 ile de baklagiller familyası takip etmektedir (Çizelge 3).

Çeşitli araştırmacılar değişik yörelerde yapmış oldukları çalışmalarda botanik kompozisyon yüzdelerini (buğdaygiller, baklagiller ve diğer familyalar olarak) farklı farklı bulmuşlardır (Çınar vd. (2019); Bakoğlu vd. (2019); Seydoşoğlu vd. (2018); Özen ve Türk (2014); Palta vd. (2012)). Farklı çalışma sonuçlarıyla araştırma sonuçlarımız arasında benzerlik ve farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkların oluşmasında yöresel faktörler ile aşırı ve düzensiz otlatmanın rol oynadığı düşünülmektedir.

Çalışma alanında ortalama topraküstü biyokütle (TÜB) miktarı 474.8 kg/da olarak belirlenmiş olup, topraküstü biyokütle yaz ölçümünde 517.6 kg/da olarak, güz ölçümünde ise 432.0 kg/da olarak ölçülmüştür (Çizelge 4).

TÜB değerleri arasında gerek mevsimler gerekse yıllar bazında %95 güven düzeyinde önemli fark tespit edilirken, “mevsim x yıl” interaksiyonunda anlamlı bir fark belirlenmemiştir (Çizelge 4).

Çeşitli araştırmacıların farklı yörelerde yapmış oldukları çalışmalarda TÜB değerleri; 64.2 kg/da (Polat vd., 2018), 162.9 kg/da (Sürmen ve Kara, 2018), 242.4 kg/da (Gür vd., 2015), 288.0 kg/da (Ağın ve Kökten, 2013), 364.0 kg/da (Türk ve Özen, 2016) ve 475.5 kg/da (Babalık ve Sarıkaya, 2015) olarak bulunmuştur. Çalışma alanının TÜB değeri ile diğer çalışma sonuçları aralarında benzerlik ve farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıkların değişik yörelerdeki farklı topoğrafik etmenler, iklim şartları ve otlatma sistemlerinden kaynaklandığı söylenebilir.

İlıcınar yaylası merasında ortalama toprakaltı biyokütle (TAB) miktarı 820.5 kg/da olarak belirlenmiştir. Yaz mevsiminde yapılan ölçümlerde 835.4 kg/da olan TAB, güz mevsiminde yapılan ölçümlerde azalarak 805.6 kg/da olarak bulunmuştur (Çizelge 5).

TAB değerleri incelendiğinde ölçümlerin yapıldığı yıllar arasında %95 güven düzeyinde önemli fark tespit edilirken, mevsimler ve “mevsim x yıl” interaksiyonunda ise anlamlı bir fark bulunamamıştır (Çizelge 5).

Ülkemizde yapılmış olan farklı çalışmalarda TAB değerleri; 501.1 kg/da (Bakoğlu ve Koç, 2002) ve 700.4 kg/da (Babalık ve Sarıkaya, 2015) olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanının TAB değeri ile diğer çalışma sonuçları arasında farklılıklar bulunmakta olup, bu farklılıkların çeşitli ekolojik faktörlerden ve otlatma zamanına uyulmamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Araştırmanın yürütüldüğü İlıcınar yaylası merasında mera durumunun “orta” olduğu saptanmıştır. Ülkemizin farklı yörelerinde yapılmış olan çalışmalarda mera durumları; Bakoğlu vd. (2019) zayıf, Palta ve Genç Lermi (2018) zayıf, Aydın vd. (2014) zayıf, Koç ve İleri (2016) orta, Dursun ve Babalık (2018) orta olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın yapıldığı mera alanının otlatma kapasitesinin üzerinde otlatılması mera durumunun orta olarak belirlenmesinde en önemli unsuru teşkil etmektedir.

Çizelge 3. Mera alanı botanik kompozisyon değerleri

Familyalar	Botanik kompozisyon (%)		
	Yaz ölçümü	Güz ölçümü	Ortalama
Buğdaygiller	56.8	55.6	56.2
Baklagiller	11.2	12.9	12.0
Diğer familyalar	32.0	31.5	31.8
Toplam	100.00	100.00	100.00

Çizelge 4. Topraküstü biyokütle miktarları (kg/da)

	2017	2018	Ort _{yıl}
Yaz	441.5	593.7	517.6 a
Güz	375.9	488.1	432.0 b
Ort _{mevsim}	408.7 B	540.9 A	474.8
<i>p değeri</i>	mevsim 0.000	yıl 0.000	mevsim x yıl 0.141

Çizelge 5. Toprakaltı biyokütle miktarları (kg/da)

	2017	2018	Ort _{yıl}
Yaz	775.1	895.7	835.4
Güz	744.3	866.9	805.6
Ort _{mevsim}	759.7 B	881.3 A	820.5
<i>p değeri</i>	mevsim 0.140	yıl 0.000	mevsim x yıl 0.960

Meranın otlatma kapasitesi 36.9 BBHB olarak belirlenmiş olup, birim alan otlatma kapasitesi ise 1.05 BBHB olarak hesaplanmıştır. Çeşitli araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalarda otlatma kapasitesi değerleri; 150 BBHB (Babalık, 2007), 41 BBHB (Çaçan vd., 2014) ve 4.3 BBHB (Aydın vd., 2014) olarak saptanmıştır. Çalışmada bulunan otlatma kapasitesi değeri, diğer araştırmacıların belirlediği değerler ile benzerlik ve farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların oluşmasında ekolojik özellikler, otlayan hayvan cinsi, vejetasyon yapısı ve meranın büyüklüğü gibi faktörlerin etkili olduğu söylenebilir.

4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışma, Konya ili Taşkent ilçesi İlıcınar yaylasında yapılan ilk çalışma olma özelliği taşıması bakımından oldukça önemlidir. Araştırma sahasında bitki ile kaplı alan %33.5 olarak belirlenmiştir. Çalışma sahasının botanik kompozisyonunun %56.2’si buğdaygillerden, %12.0’si baklagillerden ve %31.8’i de diğer familyalardan oluşmaktadır. Bununla birlikte, merada ortalama topraküstü biyokütle 474.8 kg/da, toprakaltı biyokütle ise 820.5 kg/da olarak saptanmıştır. Bunun sonucunda mera alanının otlatma kapasitesi 36.9 BBHB olarak tespit edilmiştir. Mera durumu ise orta olarak bulunmuştur.

İlıcınar yaylasında yeralan mera alanının çeşitli vejetasyon özelliklerinin araştırıldığı bu çalışma sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda birtakım önerilerde bulunmak mümkündür.

Çalışmanın yürütüldüğü mera alanında vejetasyon dönemi boyunca devam eden bir otlatma yapılmaktadır. Bununla birlikte mera alanında yapılan erken otlatma mera bitki örtüsünün tahrip olmasına sebep olmuştur. Mera alanının özellikle eğimli kesimlerinde erozyon izlerini görmek mümkündür. Bu nedenle, çalışma alanında belli

başlı koruma faaliyetleri gerçekleştirilerek otlamanın planlanması ile sahanın vejetasyon özelliklerinin geliştirilmesi ve erozyon tehlikesinin önlenmesi sağlanabilecektir.

Mera alanının sürdürülebilir bir şekilde yönetilebilmesi için; sahada yapılacak her türlü faaliyette otlama kapasitesine uyulmalı, yöre halkına özellikle çobanlara konu ile ilgili eğitim verilmeli, aynı zamanda civarda bulunan tarım alanlarında yem bitkisi ekimi yapılarak mera üzerindeki baskı azaltılmalıdır. Bunların yanısıra merada hayvanların üniform olarak otlamaları sağlanmalıdır. Ayrıca tohumlama ve gübreleme gibi bazı ıslah yöntemleri kullanılarak orta olan mera durumu iyi seviyeye getirilmelidir. Böylece mera alanından yeterince faydalanılabilecek ve meranın sürdürülebilirliği de temin edilebilecektir.

Kaynaklar

- Ağın, Ö., Kökten, K., 2013. Bingöl ili Yedisu ilçesi Karapolat köyü merasının botanik kompozisyonunun belirlenmesi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 2(1): 41-45.
- Aydın, A., Çağan, E., Başbağ, M., 2014. Mardin ili Derik ilçesinde yer alan bir meranın ot verimi ve kalitesinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, Özel Sayı: 2, 1631-1637.
- Babalık, A.A., 2004. Çayır-Meralarda dip kaplama ölçüm yöntemleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1): 50-72.
- Babalık, A.A., 2007. Davraz Dağı Kozağacı yaylası merasında bitki ile kaplı alan ve otlama kapasitesinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1): 12-19.
- Babalık, A.A., Sarıkaya, H., 2015. Isparta ili Zengi merasında ot verimi ve botanik kompozisyonun tespiti üzerine bir araştırma. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 16(2): 96-101.
- Babalık, A.A., Fakir, H., 2017. Korunan ve otlatılan mera alanlarında vejetasyon özelliklerinin karşılaştırılması Kocapınar merası örneği. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 18(3): 207-211.
- Bakoğlu, A., Koç, A., 2002. Otlatılan ve korunan iki farklı mera kesiminin bazı toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin karşılaştırılması. II. bitki örtüsü özelliklerinin karşılaştırılması. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(1): 37-47.
- Bakoğlu, A., Baykal, H., Çatal, M.İ., 2019. Handüzü yaylasının botanik kompozisyonu üzerine bir çalışma. *Türk Tarım- Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(9): 1339-1343.
- Çağan, E., Aydın, A., Başbağ, M., 2014. Korunan ve otlatılan iki farklı doğal alanın botanik kompozisyon açısından karşılaştırılması. *Türk Tarım ve Doğa Bilim Dergisi*, 7(7): 1734-1741.
- ÇEM, 2019. Yukarı Göksu Havzası Bağbaşı Barajı Mikrohavzası Entegre Rehabilitasyon Projesi. http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/havza_yeni/ulusal_p_rojeler_havza /havza_bagbasi.aspx?sflang=tr, Erişim Tarihi: 24.07.2019.
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., Yücel, C., İnal, İ., 2019. Adana ili Tufanbeyli ilçesi meralarının vejetasyon yapısı üzerine bir araştırma. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1): 143-152.
- Davis, P.H., 1965-1988. *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*. Vol.: 1-10, University Press, Edinburgh.
- DMİ, 2019. Konya İli Taşkent İlçesi İklim Verileri. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Dursun, İ., Babalık, A.A., 2018. Isparta ili Çatoluk ormanı çayırlığının vejetasyon yapısının belirlenmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 19(3): 233-239.
- Floyd, D.A., Anderson, J.E., 1987. A comparison of three methods for estimating plant cover. *The Journal of Ecology*, 75: 221-228.
- Genç Lermi, A., Palta, Ş., Öztürk, H., 2016. Bartın ilinde bir mera ıslah çalışmasının değerlendirilmesi: Serdar köyü örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 18(2): 65-70.
- Gilhaus, K., Boch, S., Fischer, M., Hölzel, N., Kleinebecker, T., Prati, D., Rupprecht, D., Schmitt, B., Klaus, V.H., 2017. Grassland management in Germany: Effects on plant diversity and vegetation composition. *Tuexenia*, 37: 379-397.
- Godinez-Alvarez, H., Herrick, J.E., Mattocks, M., Toledo, D., Van Zee, J., 2009. Comparison of three vegetation monitoring methods: Their relative utility for ecological assessment and monitoring. *Ecological Indicators*, 9: 1001-1008.
- Gökbulak, F., 2003. Selected physical properties of heavily trampled soils livestock trails. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, 53(1):39-40.
- Gökbulak, F., 2006. *Vejetasyon Analiz Yöntemleri*. Yüksek Lisans Ders Notları, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gökkuş, A., 1994. Türkiye'nin kaba yem üretiminde çayır-mera ve yem bitkilerinin yeri ve önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25: 250-261.
- Gülçur, F., 1974. *Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metotları*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 1970, Orman Fakültesi Yayın No: 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Gür, M., Altın, M., Gökkuş, A., 2015. Determination of grazing time with relationships between grass layer height and biomass change in natural pastures. *African Journal of Agricultural Research*, 10(33): 3310-3318.
- Kent, M., Coker, P., 1992. *Vegetation Description and Analysis: A Practical Approach*. CRC Press Boca Raton Ann Arbor and Belhaven Press London.
- Kim, S.C., Keith, M., 1983. Comparison of some methodologies for vegetation analysis in transplanted rice. *Korean Journal of Crop Science*, 28(3): 310-318.
- Koç, A., İleri, O., 2016. Sığır veya koyun ile otlatılan Eskişehir ovası taban meralarının bitki örtülerinin karşılaştırılması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(2): 179-184.
- Özen, F., Türk, M., 2014. Ormaniçi merada ağaç sıklığının bitki örtüsü üzerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 15: 9-14.
- Palta, Ş., Kara, Ö., Demir, S., Şengönül, K., Şensoy, H., 2012. Bartın yöresi Ardıç yaylası graminelerindeki arbusküler mikorizal fungusların (AMF) belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14(22): 72-82.
- Palta, Ş., Genç Lermi, A., 2018. Bartın ili Kutlubey Demirci köyü merasının bazı özelliklerinin belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(2): 352-359.
- Polat, T., Budak, S., Akkaya, G., 2018. Adıyaman ili Kuyulu köyü doğal meralarının kuru ot verimi, kalitesi ve botanik kompozisyonu üzerine bir araştırma. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(3): 348-354.
- Sarı, S., 2009. *Batı Akdeniz bölümü'nden İç Anadolu'ya geçiş iklimleri*. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Seydoğlu, S., Kökten, K., Sevilmiş, U., 2018. Basic vegetation characteristics of village pastures connected to Mardin province and its provinces. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4): 406-413.
- Seydoğlu, S., Saruhan, V., Mermer, A., 2015. Diyarbakır ili Silvan ilçesi taban meralarının vejetasyon yapısı üzerinde bir araştırma. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2(1): 1-7.
- SPSS Inc., 2011. *IBM SPSS Statistics 20 Core System User's Guide*, Chicago, USA.
- Stohlgren, T.J., Falkner, M.B., Schell, L.D., 1995. A Modified-Whittaker nested vegetation sampling method. *Vegetatio*, 117: 113-121.

- Sürmen, M., Kara, E., 2018. Aydın ili ekolojik koşullarında farklı eğimlerdeki mera vejetasyonlarının verim ve kalite özellikleri. *Derim*, 35(1): 67-72.
- Şengönül, K., Kara, Ö., Palta, Ş., Şensoy, H., 2009. Bartın Uluyayla yöresindeki mera vejetasyonunun bazı kantitatif özelliklerinin saptanması ve ekolojik yapının belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 11(16): 81-94.
- Tarin, M.W.K., Nizami, S.M., Jundong, R., Lingyan, C., You, H., Farooq, T.H., Gilani, M.M., Ifthikar, J., Tayyab, M., Zheng, Y., 2017. Range vegetation analysis of kherimurat scrub forest, Pakistan. *International Journal of Development and Sustainability*, 6(1): 1319-1333.
- TİR, 2014. Taşkent ilçe raporu. <http://www.mevka.org.tr/YuklemeUploadsDsyCj8p5t719201734505PM.pdf>, Erişim Tarihi: 24.07.2019.
- TÜİK, 2013. Tarım istatistikleri. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr, Erişim Tarihi: 21.08.2019.
- Tüfekçioğlu, U., 2019. Toprak, su ve bitki örtüsünün korunmasında çayır-meralar. *Yeşil Dünya*, 56 (7-8-9): 26-35.
- Türk, M., Bayram, G., Budaklı, E., Çelik, N., 2003. Sekonder mera vejetasyonunda farklı ölçüm metodlarının karşılaştırılması ve mera durumunun belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1): 65-77.
- Türk, M., Özen, F., 2016. Ağlasun orman içi meralarının verim ve kalitesinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1): 82-88.
- Uslu, S., 1958. Kurak zamanların tespitinde esas olarak kullanılan klima-diagram. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 8(2): 95-104.
- Wale, H.A., Bekele, T., Dalle, G., 2012. Floristic diversity, regeneration status, and vegetation structure of woodlands in Metema Area, Amhara National Regional State, Northwestern Ethiopia. *Journal of Forestry Research*, 23(3): 391-398.
- Walter, H., 1995. Die Klima-Diagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke. *Ber.dt.bot.Ges.*, 68: 331-334.
- Yazıcı, N., Babalık, A.A., 2011. Orman meraları, sorunları ve çözüm önerileri. *Orman ve Av Dergisi*, 3: 33-38.

Competitiveness analysis of forest products trade between Turkey and European Union countries

Henry Eric Magezi^a, Taner Okan^{a,*}

Abstract: The study assessed the competitiveness of Turkey and European Union countries in the trade of forest products. The study covered a period from 2006 to 2016 and focused on three commodity groups with the following harmonized system (HS) codes; HS44: Wood and articles of wood, wood charcoal; HS47: Pulp of wood, or other fibrous cellulosic material, recovered (waste and scrap) paper or paperboard; and HS48: Paper and paperboard, articles of paper pulp, paper or paper board. To analyze the competitive (dis)advantage of Turkey in forest products trade with the European Countries, the Revealed Comparative Advantage Index, Relative Export Advantage Index, Relative Import Advantage Index, and the Relative Trade Index were used. In addition, Cross Relative Export Advantage and Cross Relative Import Advantage indicators were used to examine the competitiveness of Turkey and European Countries in forest products trade. The findings indicated that although Turkey's Relative Export Advantage Index has been improving from 2012, the Relative Import Advantage Index worsened during the same period hence a trade disadvantage compared to the European Union countries in recent years.

Keywords: Forest products trade, International competitiveness, Turkey, European Union

Türkiye ve Avrupa Birliği ülkeleri arasındaki orman ürünleri ticaretinin rekabet analizi

Özet: Bu çalışmada, Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinin orman ürünleri ticaretindeki rekabet edebilirliği analiz edilmiştir. Çalışma, 2006'dan 2016'ya kadar olan bir dönemde üç ayrı emtia grubu (HS44: Odun ve odun kömürü ürünleri, HS:47 Odun hamuru, lifli selülozik malzeme, atık, vb., HS48: Kağıt ve karton, kağıt hamuru, kâğıt ve karton ürünleri) baz alınarak gerçekleştirilmiştir. Türkiye'nin AB ülkeleriyle orman ürünleri ticaretinde rekabet edebilirliğini ortaya koymak için, Açıklanmış Karşılaştırmalı Üstünlük Endeksi, Görelî İhracat Avantajı Endeksi, Görelî İthalat Avantajı Endeksi ve Görelî Ticaret Avantajı Endeksi kullanılmıştır. Ayrıca, Türkiye ve AB ülkelerinin orman ürünleri ticaretindeki rekabet edebilirliğini incelemek için ülkeler arası Görelî İhracat Avantajı ve Görelî İthalat Avantajı göstergeleri kullanılmıştır. Bulgular, Türkiye'nin Görelî İhracat Avantajının 2012'den itibaren iyileşmesine rağmen, aynı dönemde Görelî İthalat Avantajının kötüleştiğini, dolayısıyla AB ülkelerine kıyasla son yıllarda ticari bir dezavantaj olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Orman ürünleri ticareti, Uluslararası rekabet, Türkiye, Avrupa Birliği

1. Introduction

The European Union (EU) is Turkey's most important trading partner by far, accounting for slightly more than half of its exports and slightly less than half of its imports. This has gone on to increase trade flows between these two trading partners. In 2016, Turkey ranked fifth as EU trade partner with 66,702 million Euros worth of exports to the EU and 78,005 million Euros worth of imports from the EU. Turkey ranks as the top fourth country that imports from the EU and ranks as the fifth leading exporter to the EU (Eurostat Comext, 2017).

This increase in trade flows between Turkey and the EU has also extended to the forest sector. This is not surprising as the trade of forest products is fundamental to the economies of developed countries and is quickly becoming an important factor in the economic growth of several developing countries. The increase in trade flows of forest products can be attributed to factors like income growth,

and advancements in forestry practice, harvesting technologies, and transportation costs, and the increased bilateral trade relations between countries (Prestemon et al., 2003).

The Gross Domestic Product (GDP) value of the EU represents 27.87 percent of the world economy. Although the EU makes up only 6.9 % of the world's population, its trade with the rest of the world accounts for 15.6 % of global imports and exports (EU, 2018). This makes it paramount for countries to assess the international competitiveness of their different sectors to maximize the trade potential in the EU market.

One of the countries in dire need of this kind of assessment is Turkey concerning the EU. As one of the major players in the East, Turkey is widening and deepening co-operation among European countries in various key spheres. Among the pertaining aspects of this trade between Turkey and European countries are the forest resources and the trade of its products. As such, there is an urgency to re-

✉ ^a Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Forestry, Department of Forestry Economics, 34473 Bahçeköy-İstanbul

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): tokan@istanbul.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 07.10.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 29.11.2019



Citation (Atf): Magezi, H.E., Okan, T., 2019. Competitiveness analysis of forest products trade between Turkey and European Union countries. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 366-372. DOI: [10.18182/tjf.630250](https://doi.org/10.18182/tjf.630250)

think and analyze the foreign trade of Turkey and the EU in the forest products sector. For Turkey, the EU represents an expanded market to tap, so this paper aims to assess the competitiveness of Turkey and EU countries in the trade of forest products. In addition, we aimed to understand whether Turkey holds any comparative advantage over EU countries in forest products trade.

1.1. Competitiveness and comparative advantage

Competitiveness, in contrast to comparative advantage, is not rigorously outlined within the earlier economic literature. Hence, after the many attempts to define competitiveness over time, it has become to a certain extent an ambiguous concept (Siggel, 2006). As such, some authors tend to use the term interchangeably with comparative advantage, and others interpret it as an economy-wide characteristic.

Thornhill (1988) defines competitiveness as an ex-post concept that should ideally involve comparisons between countries concerning the efficiency of production. On the contrary, he defines comparative advantage as an ex-ante theoretical concept involving comparisons between countries and products. Prasad (2004) noted that the concept of comparative advantage helps to gauge the patterns of trade and specialization of countries in commodities that they have a competitive edge.

Deardorff (1998) observed that in general, the concept of comparative advantage could be defined as a country having a low relative cost good compared to other countries. However, in the context of trade, international competitiveness refers to a nation securing and maintaining an advantage in trade compared to the rest of the world (Bobirca and Miclaus, 2011).

When it comes to forest resources, Ok (2003) explains that a country with more forest endowments exhibits comparative advantage in their exports as compared to countries with lesser forest endowments. Uusivuori and Tervo (2002) also stated that a country with relatively richer forest assets would have larger net exports of forest products.

1.2. Measurement of international competitiveness

Durand and Giorno (1987) listed three basic criteria that a perfect measure of international competitiveness ought to satisfy. A perfect measure should encompass all the sectors exposed to competition (i.e., represent all trade goods subject to competition and only focus on those goods), it should include all the markets open to competition, and it must be constructed from data that is fully comparable internationally.

Maksymets and Lönnstedt (2016) explain that in practice, no available indicator satisfies all these criteria. Kovalčík (2011) highlights that due to the gaps in the data and other limitations, compromises need to be made at every stage, so any measure of competitiveness (at best) is a rough estimate. Krugman (1994) also noted that, even determining the “competitiveness” of a country is not that obvious and attempts to enhance it may be misguided, partly because of difference in the functioning of countries and corporations (companies pursuing unsustainable methods tend to withdraw out of business, yet countries don't stop to exist).

Siggel (2006) observes that it is common in the empirical trade literature to calculate comparative advantage using the Balassa (1965) index of ‘Revealed Comparative Advantage’ (RCA). This approach reflects the success in exporting countries relative to a worldwide standard. However, success in exports can be a consequence of subsidies or other incentives that may be provided, for instance by exchange rate misalignment. Such incentives justify competitiveness, but not comparative advantage. As such, Siggel (2006) concluded that the RCA index is an indicator of competitiveness rather than comparative advantage. He observed that the sole well-known measure that qualifies as an ideal indicator of comparative advantage is the Domestic Resource Cost (DRC) criterion. However, Vollrath and Huu Vo (1988) highlight the focus on only exports as the main shortcoming of Balassa's RCA index. In addition, Vollrath (1991) provided the Relative Trade Advantage (RTA) index, which takes into account both export and import statistics.

Since no available indicator satisfies to provide a conclusive assessment of a country's competitiveness, Sirmets et al. (2019) conclude that indicators for competitiveness should be used in combination with other indicators to provide an assessment that is as complete as possible.

As such, various indices have been developed to assess international competitiveness and several authors have applied a combination of these indices while examining the international competitiveness of countries. For example, Fertő and Hubbard (2003) using the Relative Export Advantage (RXA), Relative Import Advantage (RMA), RTA, and Revealed Competitiveness (RC), analyzed the comparative advantage of the Hungarian agri-food sector relative to the EU from 1992–1998. Bojnec and Fertő (2009) also used RXA, RMA, and RTA indices to investigate the international competitiveness of agri-food sectors in eight Central and Eastern European and Balkan countries from 1995 to 2007. Yılmaz (2003) employed the RCA, Comparative Export Performance (CEP), Trade Overlap (TO), and Export Similarity (ES) indices to examine the international competitiveness of the Turkish economy and the structure of specialization in trade in comparison with the five EU candidate countries Bulgaria, the Czech Republic, Hungary, Romania, Poland, and the EU/15.

2. Materials and methods

2.1. Materials

The study focuses on the forest products trade between Turkey and the EU members. All the 28 members of the EU as of Dec 2016 (EU-28) were considered for the study. These are Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, and the United Kingdom.

The data set contained the annual imports and exports values from the trade of forest products between Turkey and the EU28 from the years 2006 to 2016.

The main source of data was the UN Comtrade database (United Nations, 2017), for three commodity groups

following the Harmonized System Codes (HS Code 2017). HS44: Wood and articles of wood, wood charcoal; HS47: Pulp of wood, or other fibrous cellulosic material, recovered (waste and scrap) paper or paperboard; and HS48: Paper and paperboard, articles of paper pulp, paper or paperboard. For consistency and uniformity, the data was converted into Euros.

2.2. Methods

Balassa Index

The RCA Index or Balassa [1965] Index is obtained from the formula below:

$$B = \frac{X_{ij}/X_{rj}}{X_{is}/X_{rs}}, \quad (1)$$

Where X_{ij} is the volume or value of exports of product i by country j . X_{rj} is the volume or value of exports of all products by country j . X_{is} is the volume or value of exports of product i by all countries of the world (or region), and X_{rs} is the total volume or value of world (region) exports of the product.

If RCA is greater than one, then there is a comparative advantage of the trade in the focal product. For this study, the world (region) was defined to represent the European Union.

The relative export advantage

RXA is calculated from formula (2) (Maksymets and Lönnstedt, 2016):

$$RXA = \frac{X_{ij}/X_{rj}}{(X_{is} - X_{ij})/(X_{rs} - X_{rj})}. \quad (2)$$

An RXA index that exceeds 1 indicates that the country has an export advantage in the focal commodity. This is slightly different from the specification given by Vollrath (1991) where he equated RXA with RCA ($RXA = RCA =$ Balassa Index). However, the results of the two are not significantly different.

The relative import advantage

RMA is obtained from formula (3) (Vollrath, 1991):

$$RMA = \frac{M_{ij}/M_{rj}}{(M_{is} - M_{ij})/(M_{rs} - M_{rj})}, \quad (3)$$

Where M_{ij} is the volume or value of imports of product i into country j , M_{rj} is the volume or value of imports of all products to country j , M_{is} is the volume or value of imports of product i to the EU and M_{rs} is the volume or value of the total EU imports.

Its interpretation is reverse to that of RXA. A value less than 1 indicates that a country has an import Advantage.

Relative trade advantage

A positive value of RTA is an indication of comparative advantage, $RTA = 0$ is a break-even point neither with trade advantage nor trade disadvantage and $RTA < 0$ is an indication of comparative disadvantage (Vollrath, 1991).

RTA is then obtained from formula (4):

$$RTA = RXA - RMA. \quad (4)$$

In addition to the commonly used RC, RXA, and RMA indices, the study also used Cross-Country Indices of Relative Competitiveness to reveal relative competitiveness of Turkey relative to the 28 EU countries since competitiveness is a relative measure.

Cross relative competitiveness

(CRC) is obtained using the Cross Relative Export Advantage (CRXA) and the Cross Relative Import Advantage (CRMA) (Maksymets and Lönnstedt, 2016).

$$CRXA = \frac{X_{ij}/X_{rj}}{X_{ik}/X_{rk}}. \quad (5)$$

Where X_{ij} is the volume or value of exports of product i by country j , X_{rj} is the volume or value of exports of all products by country j , X_{ik} is the volume or value of exports of product i by country k , and X_{rk} is the volume or value of all exports of all products by country k .

The index shows the ratio of a country's export share of a commodity in relation to that of a competitor in the target market.

A CRXA that exceeds 1 reveals that the country has an advantage in the export of the focal commodity compared to the competitor (Bobirca and Miclaus, 2011).

Similarly, CRMA is obtained from formula (6):

$$CRMA = \frac{M_{ij}/M_{rj}}{M_{ik}/M_{rk}}. \quad (6)$$

The interpretation of CRMA is also reverse to that of CRXA where a CRMA value less than 1 reveals a comparative advantage (Maksymets and Lönnstedt, 2016).

When CRXA and CRMA are compared in logarithmic form, they are symmetric at the origin. The CRC is calculated from formula (7):

$$\ln CRC = \ln CRXA - \ln CRMA \quad (7)$$

A CRC value greater than zero ($\ln CRC > 0$) shows that country i is more competitive in the target market relative to competitor j (Maksymets and Lönnstedt, 2016).

3. Results and discussion

Turkey experiences disadvantage in the export of HS44, HS47 and HS48 products on the EU market with mean values of 0.42 and 0.41 for RCA and RXA respectively for the period from 2006 to 2016. However, both the values of RCA and RXA indices have been increasing over the past

eleven years expect in 2012 where there was a fall in the progressive increase (Figure 1).

On the other hand, Turkey experienced an advantage in the import penetration of forest products until 2010. However, it has been experiencing an RMA index greater than 1 since 2012. This implies a relative import disadvantage in the trade of forest products. As a result, Turkey has been experiencing comparative trade disadvantage in forest products on the EU markets as the values of RTA index has been negative throughout the focus period of this study (Figure 1).

Generally, majority of the 28 countries experience a comparative advantage in trade of forest products on the EU market. Countries like Austria, Belgium, Croatia, Czech Republic, Estonia, Finland, Lithuania, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Sweden, Latvia have an average RCA greater than one over the study period from 2006-2016 (Table 1). Finland has the highest mean RCA in forest products trade in the EU with an index of 6.61 over the eleven years with its highest, 7.6 in 2015. This shows that it enjoys the greatest comparative advantage followed by Latvia with a mean RCA of 6.03 over the eleven years.

As with the RCA, majority of the EU countries experience a greater revealed export advantage of forest products to the EU market compared to Turkey with fourteen countries having a mean RXA of one and above. As with RCA, Finland has the highest average RXA of 7.19 ranging from 6.01 to 8.30 over the study period of eleven years (Table 1). On the other hand, Malta experiences the least mean RXA value of 0.02 over the eleven years. This shows that Malta has the greatest export disadvantage compared to even Turkey.

From Table 1, more than half of the 28 countries in the EU experience a mean RMA of one and above which is higher that of Turkey over the study period. This indicates that the majority of the EU members have a higher relative import disadvantage in importing forest products compared to Turkey with Estonia having the highest mean value of RMA at 2.04 over the study period. Luxembourg experiences the lowest mean value of RMA of 0.39 over the same period. This implies that Luxembourg experiences the highest RMA.

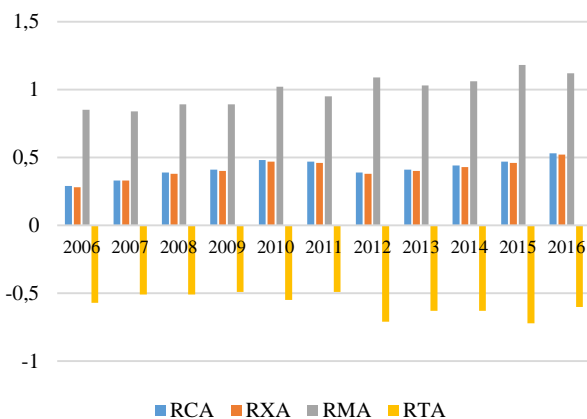


Figure 1. Turkey's RCA, RXA, RMA and RTA in forest products trade with the EU

Table 1: Mean RCA, RXA, RMA, and RTA of EU countries in forest products trade

Country	RCA	RXA	RMA	RTA
Austria	2.04	2.11	1.50	0.62
Belgium	1.02	1.02	1.17	-0.15
Bulgaria	0.85	0.85	1.01	-0.16
Croatia	1.58	1.59	1.50	0.09
Cyprus	0.04	0.04	0.73	-0.69
Czech	1.21	1.21	1.09	0.12
Denmark	0.49	0.48	1.15	-0.66
Estonia	3.87	3.90	2.04	1.86
Finland	6.61	7.19	1.08	6.10
France	0.69	0.67	0.95	-0.28
Germany	0.96	0.95	0.97	-0.02
Greece	0.20	0.20	0.90	-0.69
Hungary	0.72	0.72	0.95	-0.23
Ireland	0.13	0.13	0.37	-0.24
Italy	0.75	0.73	1.14	-0.41
Latvia	6.03	6.09	1.81	4.28
Lithuania	1.85	1.86	1.58	0.28
Luxembourg	0.32	0.31	0.39	-0.08
Malta	0.02	0.02	0.45	-0.44
Netherlands	0.54	0.52	0.83	-0.31
Poland	1.63	1.66	1.38	0.27
Portugal	1.97	1.98	1.19	0.79
Romania	1.46	1.46	1.09	0.37
Slovakia	1.27	1.27	0.93	0.34
Slovenia	2.05	2.06	1.78	0.27
Spain	0.74	0.73	0.86	-0.13
Sweden	3.27	3.55	0.94	2.61
United Kingdom	0.32	0.29	0.98	-0.68
Turkey	0.42	0.41	0.99	-0.58

Thirteen EU countries have a positive mean RTA over the study period, which implies a comparative advantage in the trade of forest products. Of these, Finland and Latvia have the highest mean RTA with mean values of 6.10 and 4.28 respectively. On the other hand, 15 countries experience a negative mean RTA with Cyprus and Greece experiencing the highest trade disadvantage with a mean value of -0.69. However, Germany with a mean RTA (-0.02) over the eleven years indicates that it is close to breaking even although it is experiencing a trade disadvantage (Table 1).

Parallel to Turkey, majority of the EU countries experienced a fall in the comparative advantage indices during the same period between 2011 and 2013, which is post the economic crisis of 2008-2009. This could be to the fact that the economic crisis did not only affect the forest products sector but every other sector of these economies. As such, the total exports and imports of the countries were also affected during the economic crisis. In addition, since the comparative advantage indices do not capture such details, the effects may not be reflected in the indices since both the forest products trade flows and the total exports and imports decreased.

Turkey has a mean CRXA over six countries in the EU over the eleven years. It has an export advantage to the EU forest product market over United Kingdom (1.32), Malta (26.48), Luxembourg (1.36), Ireland (3.29), Greece (2.06), and Cyprus (11.86). On the view of cross relative import advantage, Turkey experiences a mean import advantage over half of the EU countries. This advantage is greatest over Latvia with a CRMA of 0.57 (Table 2).

Table 2: Mean values of CRXA and CRMA

Country	CRXA	CRMA
Austria	0.21	0.67
Belgium	0.41	0.86
Bulgaria	0.51	0.98
Croatia	0.27	0.67
Cyprus	11.86	1.41
Czech	0.35	0.92
Denmark	0.86	0.87
Estonia	0.11	0.49
Finland	0.06	0.94
France	0.61	1.05
Germany	0.44	1.02
Greece	2.06	1.11
Hungary	0.58	1.05
Ireland	3.29	2.78
Italy	0.56	0.88
Latvia	0.07	0.57
Lithuania	0.23	0.63
Luxembourg	1.36	2.53
Malta	26.48	2.21
Netherlands	0.77	1.18
Poland	0.26	0.73
Portugal	0.21	0.84
Romania	0.29	0.91
Slovakia	0.34	1.07
Slovenia	0.21	0.56
Spain	0.57	1.15
Sweden	0.13	1.06
United Kingdom	1.32	1.02

Since the study aimed to reveal competitiveness of Turkey with EU countries concerning forests products trade, the natural logs of both CRXA and CRMA were calculated to make them symmetric at the origin and their difference was obtained to reveal the competitiveness of Turkey in trade of forest products with EU countries (Table 3).

Turkey generally is not competitive as the members of the EU when it comes to trade of forest products. The CRC of Turkey with 23 countries of EU in forest products trade on the European market is below zero.

In Table 3, results show that Turkey is more competitive than only Cyprus, Greece, Ireland, Malta and the United Kingdom where lnCRC is greater than zero. Of these countries, Malta with a mean of 2.43 over the focal period is the least competitive with Turkey in the forest products trade. On the other hand, Turkey is least competitive with Finland with a mean index of -2.68 over the focal period of the study.

The authors share the position of Puttock et. al (1993) that "The European market for forest products is mature, with growth paralleling increases in population". Growth in the market share for one supplier in a mature market must come at the expense of another supplier. Therefore, Turkey joining the EU is likely to improve its competitiveness in trade of forest products with EU countries.

This is in line with Mercenier and Yeldan (1997) who observed that the EU full membership for Turkey would be beneficial since it would lead to the removal of non-tariff barriers. It would be more beneficial for the Turkish economy to prefer a form of trade relations with the EU including the elimination of non-tariff barriers instead of only customs union.

Table 3. lnCRC of Turkey with EU countries in forest products trade

Country	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Austria	-1.55	-1.45	-1.32	-1.05	-1.05	-1.06	-1.36	-1.17	-1.11	-1.13	-0.9
Belgium	-1	-0.8	-0.74	-0.63	-0.62	-0.57	-0.86	-0.76	-0.73	-0.84	-0.63
Bulgaria	-0.83	-0.65	-0.35	-0.17	-0.52	-0.56	-0.97	-0.87	-0.95	-0.95	-0.64
Croatia	-0.85	-0.81	-0.74	-0.58	-0.64	-0.72	-1.16	-1.16	-1.14	-1.16	-0.99
Cyprus	1.64	2.15	2.13	2.19	2.05	2.01	1.99	2.05	2.24	2.17	2.39
Czech	-1.22	-1.12	-0.95	-0.87	-0.86	-0.82	-1.08	-0.96	-0.98	-1.01	-0.84
Denmark	-0.21	-0.05	-0.05	0.01	0.09	0.15	-0.12	-0.03	-0.04	-0.07	0.06
Estonia	-1.67	-1.49	-1.49	-1.32	-1.35	-1.41	-1.7	-1.58	-1.56	-1.61	-1.46
Finland	-2.87	-2.56	-2.26	-2.56	-2.48	-2.46	-2.86	-2.78	-2.85	-2.99	-2.85
France	-0.78	-0.62	-0.51	-0.44	-0.39	-0.35	-0.7	-0.57	-0.6	-0.66	-0.5
Germany	-1.13	-0.98	-0.9	-0.83	-0.73	-0.68	-0.96	-0.84	-0.8	-0.83	-0.67
Greece	0.66	0.74	0.84	0.79	0.74	0.61	0.27	0.52	0.53	0.47	0.67
Hungary	-0.76	-0.67	-0.55	-0.52	-0.52	-0.49	-0.73	-0.62	-0.61	-0.63	-0.4
Ireland	0.13	0.24	0.32	0.34	0.25	0.31	-0.09	-0.04	-0.01	0.19	0.18
Italy	-0.55	-0.43	-0.39	-0.44	-0.35	-0.31	-0.64	-0.48	-0.48	-0.54	-0.41
Latvia	-2.38	-2.14	-2.08	-2.03	-2.08	-2.1	-2.35	-2.12	-1.96	-1.99	-1.77
Lithuania	-1.24	-1.13	-0.99	-0.84	-0.93	-0.9	-1.17	-1.1	-1.04	-1.1	-0.91
Luxembourg	-0.92	-0.77	-0.63	-0.47	-0.51	-0.44	-0.77	-0.63	-0.67	-0.69	-0.51
Malta	2.66	2.76	2.14	3.3	2.63	2.61	2.08	2.01	1.89	2.34	2.34
Netherlands	-0.67	-0.47	-0.36	-0.38	-0.36	-0.26	-0.53	-0.43	-0.43	-0.52	-0.33
Poland	-1.26	-1.15	-1.05	-0.98	-0.94	-0.88	-1.15	-1.03	-1.04	-1.08	-0.94
Portugal	-1.54	-1.34	-1.28	-1.2	-1.27	-1.17	-1.62	-1.46	-1.42	-1.51	-1.28
Romania	-1.19	-1.08	-0.9	-0.82	-1.01	-1.06	-1.53	-1.41	-1.35	-1.29	-0.96
Slovakia	-1.62	-1.36	-1.22	-1.24	-1.07	-1.01	-1.22	-1.02	-1.04	-1.13	-0.92
Slovenia	-1.26	-1.09	-1.02	-0.97	-0.84	-0.82	-1.13	-0.97	-0.99	-0.98	-1.02
Spain	-0.81	-0.67	-0.7	-0.63	-0.66	-0.63	-0.95	-0.79	-0.75	-0.73	-0.55
Sweden	-2.33	-2.11	-2.08	-2.07	-1.97	-1.92	-2.29	-2.18	-2.16	-2.21	-1.97
United Kingdom	0.05	0.21	0.217	0.34	0.39	0.4	0.03	0.19	0.26	0.31	0.4

4. Conclusion

This study assessed the competitiveness of Turkey and EU countries in the trade of forest products. The empirical findings revealed that Turkey has a comparative disadvantage compared to EU members in the EU market in the forest products sector. Generally, Turkey is not competitive as the members of the EU when it comes to trade of forest products. Turkey is only more competitive than Cyprus, Greece, Ireland, Malta, and the United Kingdom.

On the side of forest products imports, majority of the EU members have a higher relative import disadvantage in importing forest products compared to Turkey. While Turkey is experiencing improving RXA index, its relative import advantage index has been generally above one in the last five years. As such, the improving RXA is negatively counteracted by the worsening RMA index. For this reason, the relative trade advantage index of Turkey has been worsening in the last five years. Therefore, inward-looking measures should be taken to insure improving indices for the relative import advantage if Turkey is to have an advantage in the trade of forest products with the EU countries.

Although the trend of these indices is not definitive whether increasing or decreasing over the focal period of the study, it is important to note the indices of Turkey's competitiveness compared to the many EU members has been improving (tending towards to zero) in the last three to four years of the study. It is indicative that Turkey's forest products trade competitiveness is likely to increase even higher when Turkey joins the EU.

Even with all these findings, the study had some unaddressed issues that could be areas for examination in future research. The study considered the total of the HS44, HS47, and HS48 in the analysis. This leaves a gap for future research to study in detail the indices of these specific forest product groups.

However, this study provides interesting results that may help policymakers to obtain a clearer view on how to improve Turkey's forest products trade the EU

Turkey should take full advantage of the deepening bilateral trade relationship with the EU to serve as an instrument for the expansion of forest products trade. In addition, export promotion of forest products may play a significant role in supporting the country for the long run growth and improve the export competitiveness of the forest sector.

As such, export promotion schemes and incentives should be extended to exporters in promoting and expanding forest product exports to the EU market.

More effects should be applied in implementing Turkey's complete entry to the EU if Turkey is to maximize all its forest products trade. It would be more beneficial for the Turkish economy to prefer a form of trade relations with the EU including the elimination of non-tariff barriers instead of only customs union.

Acknowledgement

This article is a part of a Master's of Science thesis titled "Foreign Trade Analysis between Turkey and European Union Countries in Forest Products Sector" prepared at the Forestry Economics Department at the Institute of Graduate Studies, Istanbul University-Cerrahpasa.

References

- Balassa, B., 1965. Trade liberalization and revealed comparative advantage. *Manchester School of Economics and Social Studies*, 33: 99-123.
- Bobirca, A., Miclaus, P.G., 2011. A multilevel comparative assessment approach to international services trade competitiveness: The case of Romania and Bulgaria. *International Journal of Humanities and Social Sciences*, 1(3): 1-6.
- Bojnec, S., Fertő, I., 2009. Agro-food trade competitiveness of Central European and Balkan Countries. *Food Policy*, 34: 17–25.
- Deardorff, A.V., 1998. Benefits and costs of following comparative advantage. In University of Michigan, School of Public Policy, Research Seminar in International Economics Discussion Paper (No.423).
- Durand, M., Giorno, C., 1987. Indicators of international competitiveness: Conceptual aspects and evaluation. *OECD Economic and Studies*, 9: 147–82.
- EU, 2018. European Union. http://europa.eu/european-union/about-eu/figures/economy_en, Accessed: 25.07.2018.
- Eurostat Comext, 2017. European Commission, Directorate-General for Trade 2017, European Union, Trade with Turkey, Eurostat Comext – Statistical regime 4. http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2006/september/tradoc_113456.pdf, Accessed: 01.11.2017.
- Fertő, I., Hubbard, L., 2003. Revealed comparative advantage and competitiveness in Hungarian agri-food sectors. *World Economy*, 26(2): 247–59.
- Kovalčik, M., 2011. Profitability and competitiveness of forestry in European Countries. *Journal of Forest Science*, 57(9):369–76.
- Krugman, P., 1994. Competitiveness: A dangerous obsession. *Foreign Affairs*, 73: 28–44.
- Maksymets, O., Lönnstedt, L., 2016. International competitiveness: A case study of American, Swedish, and Ukrainian forest industries. *The International Trade Journal*, 30(2): 159–176.
- Mercenier, J., Yeldan, E., 1997. On Turkey's trade policy: is a customs union with Europe enough? *European Economic Review*, 41(3-5): 871-880.
- Ok, K., 2003. *Küresel Liberalizasyonun Dünya Ve Türkiye Orman Kaynakları Açısından Sonuçları*. IMF, Dünya Bankası Politikaları ve Doğal Kaynaklarımız, TMMOB, Ankara, ISBN: 975-395-594-4,
- Prasad, R.N., 2004. *Fiji's Export Competitiveness: A Comparison With Selected Small Island Developing States*. Economic Department, Reserve Bank of Fiji.
- Prestemon, J.P., Buongiorno J., Wear, D.N., Siry, J.P., 2003. International trade in forest products. In: *Forests in a Market Economy* (Eds: Sills, E.O., Abt, K.L.) *Forestry Sciences*, 72, Springer, Dordrecht, pp.177-199.
- Puttock, G.D., Sabourin, M., Meilke, K.D., 1993. International Trade in forest products: An overview. *Forests Products Journal*, Madison, 44(3): 49-56.
- Siggel, E., 2006. International competitiveness and comparative advantage: A survey and a proposal for measurement. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 6(2): 137-159.
- Sirgmet, R., Teder, M., Kaimre, P., 2019. The structural changes and competitiveness of the forest and wood Sector in the Baltic Countries within 1999-2016. *Baltic Forestry*, 25(1): 97-104.

- Thornhill, D.J., 1988. The Revealed comparative advantage of Irish exports of manufacturers 1969-1982. *Journal of the Statistical and Social Inquiry Society of Ireland*, 25(5): 91-146.
- United Nations, 2017. *UN Comtrade Database - International Trade Statistics - Import/Export Data*. <http://comtrade.un.org>, Accessed: 20.10.2017.
- Uusivuori, J., Tervo, M., 2002. Comparative advantage and forest endowment in forest products trade: Evidence from panel data of OECD countries. *Journal of Forest Economics*, 8: 53-75.
- Vollrath, T.L., 1991. A theoretical evaluation of alternative trade intensity measures of revealed comparative advantage. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 127(2): 265-280.
- Vollrath, T.L., Huu Vo, D., 1988. Investigating the nature of world agricultural competitiveness. *Technical Bulletin*. U.S. Department of Agricultural, Economic Research Service, 1754: 10-11.
- Yılmaz, B., 2003. Turkey's Competitiveness in the European Union: a comparison with five candidate countries – Bulgaria, The Czech Republic, Hungary, Poland, Romania – and the EU15, Ezoneplus Working Paper, 12, September 2003.

Doğal değerlerin yönetimi ve sosyal pazarlama anlayışı: Atatürk Arboretumu örneği

Kenan Ok^{a,*}, Mehtap Koç^a

Özet: Toplumun doğaya ve ormanlara atfettiği değerler sürekli çeşitlenmektedir. Bu değerler ürün ve hizmet şeklinde olabildiği gibi, bazen düşünce veya değişim şeklinde de karşımıza çıkmaktadır. Günümüz insanlığı miras, seçenek ve varlık değerleri gibi kullanım dışı değerlerin önemini bilimsel anlamda keşfetmiş fakat bu değerleri toplumsallaştırıp güncel yaşamın parçası haline getirememiştir. Arboretum, herbaryum ve botanik bahçesi benzeri alanlar başta olmak üzere, tüm korunan alanlar, doğal değerler hakkında toplumsal farkındalıkların artırılabilmesi için elverişli yerlerdir. Beklenen farkındalığın oluşabilmesi için sadece fiziki düzenlemeler yeterli olmamakta, hedeflenmiş toplumsal değişimi sağlayacak özel programların hazırlanması gerekmektedir. Sosyal pazarlama anlayışı, pek çok alanda ve özellikle kâr amacı gütmeyen kurumlarca, toplumsal değişim programlarının hazırlanmasında yararlı bir yaklaşım olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı Türkiye'nin ilk arboretumu olan Atatürk Arboretumu'nu sosyal pazarlama anlayışı altında incelemek ve sosyal pazarlama karması bileşenleri temelinde öneriler geliştirmektir. Geleneksel pazarlama çalışmalarında, Mal, Fiyat, Tutundurma ve Dağıtım bileşenlerinden oluşan bir pazarlama karmasıyla (4P) yetinilirken, sosyal pazarlama yaklaşımında bu bileşenlere ek olarak, Kamu, Politika, Ortaklık ve Fon Yaratma bileşenlerinin (8P) de tasarlanması gerekmektedir. Çalışmada, önce Atatürk Arboretumu çalışmaları içerisinde sosyal pazarlama karmasının varlığı araştırılmıştır. Yapılan incelemede Atatürk Arboretumu'nda sosyal pazarlama anlayışının uygulanmadığı tespit edilmiştir. Buna rağmen Atatürk Arboretumu yönetiminde sosyal pazarlama karmasının tüm bileşenleri kapsamında yapılabilecek fırsatlar olduğu saptanarak, yeni programların geliştirilmesine yardımcı öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Doğa bilinci, Farkındalık, Kâr amaçsız pazarlama, Sosyal pazarlama, Toplumsal değişim

Management of natural values and social marketing: The case of Atatürk Arboretum

Abstract: The values that society attributes to nature and forests are constantly diversified. These values can be in the form of products and services, sometimes only in the form of thought or change. Today, humanity has scientifically discovered the importance of non-use values such as bequest, option and existence values, but has not socialized these values and made them a part of contemporary life. All protected areas, Arboretums, herbariums and botanical gardens especially are the most suitable places to improve social awareness about natural values. Physical arrangements are not enough to create the expected awareness, special programs should be prepared to provide targeted social change. In many areas and especially by non-profit organizations, social marketing approach is used as a useful approach to prepare social changing programs. The purpose of this study is to examine Atatürk Arboretum that Turkey's first under the social marketing concept and to develop recommendations on the basis of social marketing mix components. In the traditional marketing activities, the target markets can be addressed with a marketing mix consisting of Product, Price, Promotion and Place components (4P), in the social marketing approach, the Public, Policy, Partnership and Fund Raising components (8P) should be designed in addition to these components. In this study, the existence of social marketing mix in Atatürk Arboretum was investigated. It was found out that such an understanding was not implemented, but it was found that social marketing could be done within the scope of all components of 8P, and suggestions were developed to help design new programs.

Keywords: Nature consciousness, Awareness, Nonprofit marketing, Social marketing, Social change

1. Giriş

Ormanların sunduğu mal ve hizmetler ile toplumun ormanlara atfettiği değerler sürekli çeşitlenmektedir. Günümüz toplumu ormancılıktan tomruk benzeri görünür, somut ve ticari mallar talep ederken, sellerden veya iklim değişiminden korunma benzeri, kamusal yönü ağırlıklı, soyut hizmetler de istemektedir. Gelenen evrede küresel ısınma, sınır ötesi kirlilik, biyolojik çeşitliliğin azalması gibi tüm insanlığı tehdit eden sorunlar ortaya çıkmıştır.

Günümüz insanı bu tehlikelere çare aramakta veya bulunmasını talep etmektedir. Ormanlar, örneğin karbon tutarak veya biyolojik çeşitliliğe ev sahipliği yaparak, aktif veya pasif kullanımlara konu olmakta, hatta kullanım dışı varlık, miras ve seçenek değerleri üretmektedir. Bu bağlamda orman toplum bağına güçlendirmek için, bir yandan sürdürülebilir orman yönetim uygulamaları geliştirilirken, diğer yandan sorunlar hakkında toplumsal farkındalığı artırmak ve istenen sosyal değişimleri sağlayacak programlar yürütmek gerekmektedir.

✉ ^a İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Ormanlık Ekonomisi Anabilim Dalı, İstanbul.

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.08.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 21.10.2019



Citation (Atf): Ok, K., Koç, M., 2019. Doğal değerlerin yönetimi ve sosyal pazarlama anlayışı: Atatürk Arboretumu örneği. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 373-380.
DOI: [10.18182/tjf.600103](https://doi.org/10.18182/tjf.600103)

Türkiye ormancılığı, köklü geçmişine rağmen, toplumsal farkındalık ve değişim programları geliştirme yeteneği açısından tartışmaya açık bir durumdadır. Doğal değerler hakkında farkındalık programlarının başarıyla uygulanabileceği yerlerin başında Milli Parklar, Tabiat Anıtları gibi korunan alanlar gelmekte, arboretum, botanik bahçesi benzeri yerler, doğaya bakışla ilgili toplumsal değişimleri başlatacak fırsatlar sunmaktadır. Arboretumlar en yalın ifadeyle canlı ağaç ve bitki müzesi olarak tanımlanmaktadır. “Arboretumlar ve botanik bahçeleri adeta çevre eğitiminin laboratuvar alanı olarak doğa koruma bilincinin oluşturulmasında önemli bir yere sahiptir” (Şat, 2006) ve dünyada esasen toplumsal farkındalığı artırmak için kurulmakta ve kâr amacı gütmeyen yönetilmektedir.

İnsanlığın ormanlardan beklentileri değiştiği gibi, pazarlama kavramının anlamı da zaman içinde değişmiştir. Amerikan Pazarlama Derneği (AMA)’nin altmışlı yıllarda yaptığı tanıma göre pazarlama; “mal ve hizmetlerin üreticiden tüketiciye veya kullanıcıya akışını yönlendiren işletme etkinliklerinden” oluşmaktadır (Still ve Cundiff, 1966). AMA bu tanımını doksanlı yıllarda “bireysel veya kurumsal amaçları tatmin edecek değişimleri yaratmak üzere malların, hizmetlerin, düşüncelerin dağıtım, tutundurulması, tasarlanması ve uygulanması sürecidir” (Lynch vd., 1992) şeklinde değiştirmiştir. Her iki tanımın karşılaştırılmasından da görüleceği gibi, bu dönemde pazarlama işletmelere özgü bir etkinlik olmaktan çıkmış ve kâr amacı gütsün veya gütmesin, tüm birey ve kurumları ilgilendiren bir içerik kazanmıştır. Önceleri, sadece somut mallar ve hizmetler pazarlanırken, zamanla pazarlananlar arasına “düşünceler” de eklenmiştir. Bir başka deyişle, altmışlı yılların anlayışına göre, bir arboretumun pazarlama yapması beklenmezken, doksanlı yıllarla birlikte arboretumların içerdiği düşüncelerin de pazarlanabilir kabul edilmeye başlandığı görülmektedir.

Bu değişimlerin arkasında, pazarlama yazınına “sosyal pazarlama” kapsamında yapılan katkılar bulunmaktadır. İlk olarak Kotler ve Zaltman (1971) *kardeşlik, güvenli araç sürüşü, aile planlaması* konularında *sosyal değişimlerin planlanmasında, sosyal pazarlama yaklaşımından yararlanmayı* irdeleyen bir makale yayınlamıştır. Bu makaleyi, Kotler’in kâr amaçsız pazarlama kitabı izlemiştir. Kotler (1975) bu kitabında, sosyal pazarlamayı, “bir sosyal fikrin, nedenin veya uygulamanın hedef kitle veya gruplarca kabul edilebilirliğini sağlamak amacıyla programların tasarlanması ve uygulanmasıdır” şeklinde tanımlamıştır. Bir yıl sonra Thomas’ın, (1976) yayınladığı *Pazarlama: kârsız mı?* başlıklı makalede, Yellowstone milli parkından örnek verilmiş ve demarketing amaçlı kullanımdan söz ederek kavramın doğal varlık yönetimiyle ilgisi ortaya konmuştur. Demarketing aşırı talebi azaltmak amacıyla geliştirilen pazarlama programlarına verilen addır. Andreassen (1994), sosyal pazarlamanın tanım ve içeriğini açıklayan bir çalışma ile kavramsal gelişime katkı yaparken, Altman ve Petkus (1994), çevre politikalarının geliştirilmesinde sosyal pazarlama yaklaşımlarının kullanımını ele alarak, uygulama alanını geliştirmiştir.

Takahashi’nin (2009) belirttiğine göre, 1981-1991 arası sadece dört adet sosyal pazarlama makalesi yayınlanmışken, 1991 – 2006 döneminde 58 makale yayınlanmıştır. Bu çalışmaların %24’ü genel konulara odaklanmışken, %18’i geri dönüşüm, %8’i enerji tasarrufu alanlarında yazılmıştır. Kirlilik, su koruma ve tüketici davranışı (%5) ile biyoçeşitlilik koruma, sürdürülebilir turizm ve ulaşım tüm

yayınlar içerisinde %3 pay alarak, dikkat çeken konular olmuştur.

Amerika’da, Tyson vd. (1998) sosyal pazarlama yaklaşımını özel orman sahiplerinin eğitimi alanına uygulayarak, ormancılık alanının önceleri arasına girmiştir. Bright (2000) rekreasyon ve boş zaman yönetimi alanında sosyal pazarlamadan faydalanmıştır. Smith (2002) sosyal pazarlama kavramının sosyal değişime katkısını irdelerken, Gainer ve Padanyi (2002) de, pazarlama kavramının zaman içerisinde değiştiğini vurgulayarak, sosyal pazarlamayı kültürel kurumlara uyarlamış ve pazar yönlendirme ve performans değerlendirmeyle de ilişkilendirerek, uygulanma biçimini zenginleştirmiştir. Kültürel kurumlardan özellikle müzecilik alanında; Rentschler, 2002; Mottner ve Ford, 2003; Mejón vd., 2004 ve McNichol, 2005 gibi örnek çalışmalar yayınlanmıştır. Sosyal pazarlama yaklaşımının; kilise yönetimi (Ford ve Mottner, 2003), sigara sorunu (Wayman vd., 2004), çevre koruma ve tüketici davranış değişikliği (Foxall vd., 2006), özel orman sahipleriyle ilgili sorumlulukların yönetimi (Butler vd., 2007), genç işçilerin çalışma güvenliği ve iş sağlığı (Lavack vd., 2008), kamu yönetimi (Kaplan ve Haenlein, 2009), kâr amaçsız kurumlarda uygulanması (Pope vd., 2009), sağlıklı suya erişim (Freeman vd., 2009), otellerde havluların yeniden kullanımı ve çevresel etkilerin azaltılması (Shang vd., 2010), çevresel mevzuatın geliştirilmesi (Kennedy, 2010), okyanusların sürekliliğiyle ilgili kampanyalar (Bates, 2010), sürdürülebilir yaşam (Carrigan vd., 2011), çevresel açıdan sorumlu davranışlar (Smith ve O’Sullivan, 2012), geleneksel balıkçılığa sürdürülebilirliğe uygun bir davranış biçimi kazandırmak (Andriamalala vd., 2013) ve kan bağı (Palacio ve Santana, 2015) örneklerinde somutlaşan pek çok alanda uygulandığı görülmektedir.

Wymer (2011) gibi bazı yazarlar ise yayınladıkları kavramsal makaleler ile sosyal pazarlamanın daha iyi anlaşılmasına katkı yapmıştır. Luca ve Suggs (2010), ağırlıklı sağlıkla ilgili veri tabanlarını temel alarak, 1990-2009 yılları arasında hakemli dergilerde yayınlanmış, İngilizce makaleleri incelemiş ve sosyal pazarlama kavramının koruyucu hekimlik, kanser, kalp hastalıkları, diyabet, beslenme, sigara, fizik tedavi alanlarında uygulanarak, önemli etkiler yapıldığını belirtmiştir.

Bütün bu gelişmelerin ve deneyimlerin etkisiyle, 2007 yılında pazarlamanın tanımı AMA tarafından bir defa daha güncellenmiş ve “*tüm kurumları ilgilendiren, tüketiciler, muhataplar, ortaklar ve en nihayetinde toplum için değerli yaratıcılık, iletişim, dağıtım ve değişimler için gerekli süreçlerdir*” (AMA, 2010) şeklinde ifade edilmiştir.

Yukarıda örnekleri verilen sosyal pazarlama uygulamaları ile AMA’nın son pazarlama tanımı birlikte değerlendirildiğinde, günümüzde kâr amacı güden işletmelerin geleneksel pazarlama uygulamalarıyla, kâr amacı gütmeyen kişi ve kurumların “sosyal pazarlama” yaklaşımlarının birlikte uygulandığı, daha karmaşık bir pazarlama dünyasının oluşmuş olduğu görülmektedir.

Luca ve Suggs (2010), bir çalışmanın sosyal pazarlama anlayışını taşıması için; mal, fiyat, dağıtım ve tutundurma (4P) bileşenlerine ek olarak, en azından *ortaklık* ve *politika* (6P) bileşenlerinin pazarlama karmasında bulunması şartını aramaktadır. Andreassen (1994) bir programı “sosyal pazarlama” olarak adlandırabilmek için, tek başına yeterli olmasa da, aşağıdaki üç ölçütü sağlaması gerektiğini ifade etmektedir. Bu ölçütler;

- Ticari pazarlama tekniklerinin uygulanabilmesi,
- Sonuç olarak gönüllü bir davranış değişimi içermesi,
- Pazarlama yapan kurumun kendisi için değil, birey, aile veya daha geniş çerçevede toplumun faydalarını öncelikle araştırması gerekliliğidir.

Türkiye'nin de, dünyada yaşanan gerek pazarlama gerek orman kaynaklarının yönetimi konularında yaşanan anlayış değişimlerinin dışında kalması olanaksızdır. Buna karşılık Orman Genel Müdürlüğü'nün (OGM), İşletme ve Pazarlama Daire Başkanlığı'nın görev tanımı nasıl bir pazarlama anlayışına sahip olduğunun göstergesi olduğu için incelenmelidir. İşletme ve Pazarlama Daire Başkanlığı'nın görevi “a) Oduna dayalı orman ürünlerinin; üretim, taşıma, depolama, imal ve pazarlamasına ait iş ve işlemleri düzenlemek, yürütmek ve kontrol etmek, b) Bu hizmetler için inşası gerekli tesisleri belirlemek, depo yerlerinin tayin ve tespit edilmesine ait iş ve işlemleri yürütmek, c) Genel Müdürlükçe verilecek benzeri görevleri yapmak” (OGM, 2019) şeklinde tanımlanmıştır. Bu görev tanımının AMA'nın doksanlı yıllarda yaptığı tanımın içerdiği “hizmetleri” dahi kapsayamadığı, sosyal pazarlama anlayışından izler taşımadığı açıktır. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nde ise pazarlamadan sorumlu bir birim bulunmamakta, tanıtımdan sorumlu bir şubenin varlığı yeterli görülmektedir.

Bu nedenle, orman ve doğaya dayalı değerlerin korunması ve yönetiminde sosyal pazarlama yaklaşımından yararlanan uygulanma örnekleri Türkiye'de çok zayıf kalmıştır. Bununla birlikte, Eser ve Özdoğan (2006) Türkiye'deki örnekleri derlemiştir. Bu derleme içerisinde ormancılık alanından verilen örneklerin, gerçekten bir sosyal pazarlama karması içerip içermediği ise anlaşılabilir.

Türkiye'de sosyal pazarlama kavramının orman kaynaklarının yönetimiyle ilişkisini açıklama girişimi İter ve Ok'un (2004) kitabında yer verilen sosyal ve kâr amaçsız pazarlamaya yönelik açıklamalarla başlamıştır. Bu çalışmadan sonra, Ok'un (2005) ormancılıkta düşünce pazarlamasıyla ilgili makalesi yayınlanmıştır. İter ve Ok, kitaplarının üçüncü baskısında (2012), Geleneksel pazarlama karmasına (4P) sosyal pazarlama bileşenlerini de ekleyerek, konuya daha fazla yer vermişse de, bu alanda başkaca çalışma görülmemiştir. Oyman'ın (2013) kâr amacı gütmeyen kurumlar için pazarlama çalışmalarını açıklayan kitabı, doğal varlıkları yönetenler için de yararlı bir katkı sunmasına rağmen, sosyal pazarlama yaklaşımlarının, özellikle doğa koruma alanında uygulama örnekleri Türkiye'de yaygınlaşmamıştır.

Bu durum Atatürk Arboretumu üzerine yapılan çalışmalar için de geçerlidir. Şat (2006) arboretumların eğitim ve doğa koruma açısından önemini vurgulamış fakat sosyal pazarlama boyutuyla bir ilişki kurmamıştır. Zeleke (2018) ise, Atatürk Arboretumu'ndaki ziyaretçileri pazar bölümlendirme açısından incelemiş fakat sosyal pazarlama ile ilişkisini açıklamakta zayıf kalırken, bir sosyal pazarlama karmasının uygulanıp uygulanmadığını test etmemiş, bu kapsamda öneri geliştirmemiştir.

Bu nedenle, Türkiye'de genellikle bilinen geleneksel ticari mal pazarlamasına odaklanıldığı, sosyal pazarlama boyutunun ihmal edildiği düşünülerek, her iki yaklaşımın farkını biraz daha açmak yararlıdır. Sosyal pazarlama; parçası oldukları toplumun ve hedef bir kitlenin refahını artırmak amacıyla, gönüllü davranış değişimleri sağlamak

üzere tasarlanmış programlara, ticari pazarlama teknolojilerinin veya tekniklerinin uyarlanmasıdır (Andreasen, 1994). Bu nedenle, sosyal pazarlama ticari pazarlama tekniklerini, ticari pazarlama karması bileşenlerini de içermekte fakat kullanım amacını değiştirmektedir. Andreasen'e göre (1994) sosyal pazarlama programlara uygulanır. Sosyal reklamcılık bu nedenle, kampanyalarla eş anlamlıdır. Sosyal pazarlama en nihayetinde “davranışa” odaklanır, davranış değişikliğini hedefler ve “gönüllü” davranış etkilerini araştırır. Sosyal pazarlama, pazarlamayı yapan kurumun değil, toplumun ve hedef kitlenin elde edeceği faydaları inceler. Bu özelliğiyle, kamusal faydayı kişi veya kurumsal faydanın önünde tutan bir özelliğe sahiptir.

Geleneksel pazarlama karması (4P); *mal, fiyat, dağıtım ve tutundurma* bileşenlerinden oluşurken, Tyson ve Hurd (2009), 4P'ye *kamu, ortaklık, politika ve fon yaratma* bileşenlerini ekleyerek, sosyal pazarlama karmasını sekiz bileşenle (8P) açıklamaktadır. Balmer, (2001) örneğinde görüldüğü gibi, yeni anlayışın pazarlama karmasını; *felsefe, tanıtım, insanlar/çalışanlar, kişilik, mal, fiyat, dağıtım, performans, algılama, konumlama*, şeklinde 10P ile açıklayanlar bulunmuşsa da, çoklukla sekiz bileşen sosyal pazarlama için yeterli görülmektedir.

Kâr amaçsız, sosyal pazarlama yaklaşımına uyan bir pazarlama karmasının içermesi gereken *Mal* bileşeni, tanımlanmış problemi çözen, hedef kitlelerce benimsenmesi istenen yeni bir davranış biçimini ifade etmektedir. *Fiyat* bileşeninde ise hedef kitlenin istenen davranış biçimine uyum sağlamak için vazgeçmesi gereken değerlerin ortaya konması gerekmektedir. *Dağıtım* bileşeni hedef kitlelerin verilen mesajları nerede ve ne zaman aldığını dikkate alarak yapılan düzenlemelerdir. *Tutundurma* bileşeninde olası tüm iletişim yöntemlerinin sosyal pazarlama yaklaşımının gerektirdiği pazarlama karması bileşenlerini destekleyecek şekilde, kişiler, gruplar ve kitlelere hedeflenerek kullanılması gerekmektedir.

Sosyal pazarlamayla birlikte, pazarlama karmasına eklenen *Kamu* bileşeni, başarı sağlamak için iletişim kurulması gereken, *iç ve dış tüm ilgi gruplarının* tanımlanmasını hedeflemektedir. *Ortaklık* bileşeniyle, sosyal pazarlama çalışmalarının karmaşık yapısını aşmak için birlikte hareket edilebilecek, ortak kaygıları olan kişi ve kurumlar belirlenmekte ve bu kişilerle kurulması gereken ilişki tasarlanmaktadır. *Politika* bileşeni ise, amaçlanan davranış değişikliğini elde edebilmek için uzun süre uygulanabilecek ve süreklilik sağlayacak önlemleri almayı gerektiren *teşvik edici* veya *engelleyici hedefleri* ortaya koymaktadır. Sosyal pazarlama karmasının son bileşeni olan *Fon yaratma* ise bu çalışmaların ticari olmayan doğası gereği yaşanacak finansman sorunlarını aşmak üzere, kaynak yaratıcı mekanizmaların kurulmasını sağlamaktadır.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan da anlaşılacağı gibi, bu çalışmanın amacı, günümüz pazarlama dünyasının erişmiş olduğu anlayışı referans alarak, Türkiye'nin ilk ve en büyük arboretumu olan Atatürk Arboretumu'nda bir sosyal pazarlama programının uygulanıp uygulanmadığını saptamaktır. Makalede çalışma amacı kapsamında elde edilen tespitleri dikkate alarak, Atatürk Arboretumu'nda olası sosyal pazarlama fırsatlarını belirlemek, uygunluğunu tartışmak ve diğer korunan alanlarda yapılabileceklerle ilgili çıkarımlar yapmak hedeflenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

Bir pazarlama uygulamasının sosyal pazarlama anlayışına uygunluğunu ortaya koymak için, Luca ve Suggs (2010)'da yapıldığı gibi, bir yöntem olarak, pazarlama karması bileşenlerinin varlığını araştırmak veya Andreasen (1994)'ün ifade ettiği üç ayrı ölçütün çalışmada bulunup bulunmadığını saptamak birer yöntem olarak kullanılabilir. Ancak, Luca ve Suggs'un (2010) yaklaşımıyla bir sosyal pazarlama çalışmasının varlığının kanıtlanamaması halinde, Andreasen'in (1994) ölçütlerinin de bulunamayacağı açıktır. Bu çalışmada, bu yöntemler sırayla kullanılmak istenmiştir. Öncelikle "Atatürk Arboretumu'nun yürüttüğü faaliyetlerin içerisinde sosyal pazarlama karması bileşenlerinin olup olmadığı", yöneticileriyle yapılan görüşmelerle, yerinde yapılan gözlemlerle ve kurum web sayfası, plan, katalog ve resmi raporları incelenerek araştırılmıştır. Bu aşamada elde edilen bulgular ne yazık ki Andreasen'in (1994) yaklaşımını uygulamaya olanak vermemiştir.

Uygulanan yöntem gereği, basılı ve sanal ortam tanıtım araçları ile diğer dokümanlar araştırma materyalini, Atatürk Arboretumu da araştırma alanını oluşturmuştur.

Çalışmanın sosyal pazarlama karması bileşenlerine yönelik tespitlerinin daha iyi anlaşılabilmesi, saptanan fırsatların uygunluğunun daha iyi değerlendirilebilmesi için, bulgular başlığında önce Atatürk Arboretumu hakkında özet bilgiler verilmiş, ardından olması gereken sosyal pazarlama karması bileşenleri açıklanmıştır.

3. Bulgular

3.1. Atatürk Arboretumu'na ait temel bilgiler ve pazarlama karması bulguları

Türkiye'nin ilk arboretumunun kuruluş fikri 1949 yılında İstanbul Üniversitesi (İÜ) Orman Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Hayrettin Kayacık tarafından ortaya atılmış ve OGM'ye bildirilmiştir. Önerinin uygun bulunmasıyla birlikte Bahçeköy Arboretumu adıyla kuruluş çalışmaları

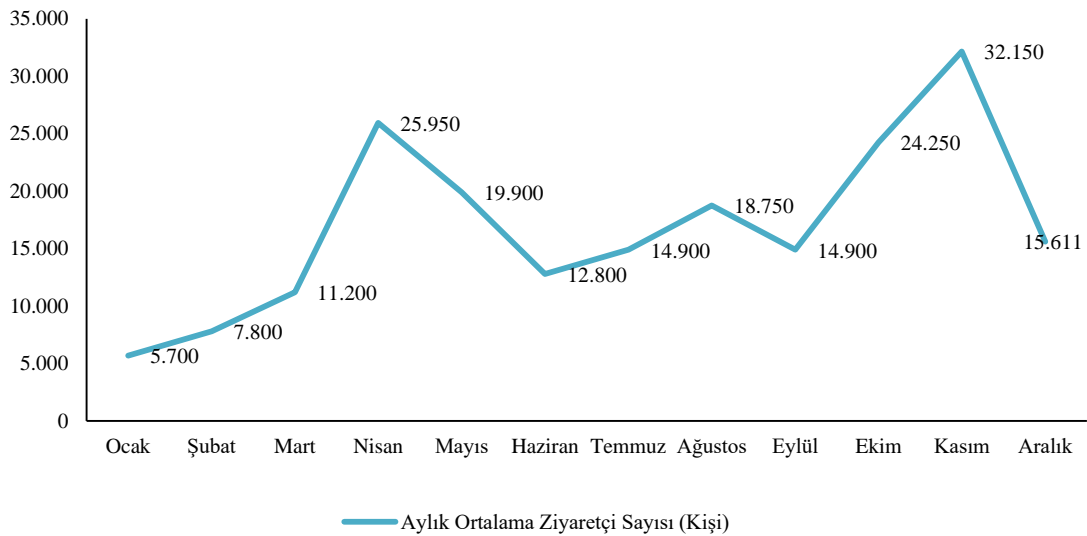
başlamış, 1982 yılında İÜ Orman Fakültesi Yönetim Kurulunun önerisi ve Atatürk'ün 100. Doğum yılı nedeniyle adı Atatürk Arboretumu şeklinde değiştirilmiştir (Yaltrık, 1988).

Atatürk Arboretumu, Bahçeköy Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Atatürk Arboretum Şefliğiince yönetilmektedir. 295,2 ha genel alana ve uluslararası bir tanınırlığa sahiptir. Atatürk Arboretumu ülkenin ilk orman fakültesinin yürüme mesafesi kadar yakınında fakat OGM'nin sahibi olduğu bir arazide ve idaresinde kurulmuştur. Kuruluş amacı, ormanlarla ilgili bilimsel çalışmalara mekân oluşturmak, toplumda orman varlığı hakkında farkındalık düzeyini artırmaktır.

Orman işletmesinin, OGM mevzuatı çerçevesinde yürüttüğü pazarlama çalışmaları dışında, Arboretuma özel bir pazarlama programı saptanamamıştır. Arboretum için yapılmış herhangi bir pazar araştırması veya pazar bölümlendirmesi de tespit edilememiştir. Arboretum'un 2012-2031 yılları için hazırlanmış bir orman amenajman planı bulunmaktadır.

Atatürk Arboretumu'nda yürütülen çalışmalardan hareketle; pazarlama karmasının ilk bileşeni olan mal kapsamında ziyaretçilere herhangi bir görünür nesne teklif etmediği, ticari anlamda bir malı olmadığı görülmektedir. Buna karşılık Arboretum, a) mekânı ziyaret etme, b) özel gün fotoğraf çekimi, c) film çekimi ve d) katalog çekimi hizmetlerini ücret karşılığında sunmaktadır. Bu hizmetlerden yararlanma biçimi tanımlanmış ve ilan edilmiştir. Bu nedenle bazı hizmetlerini oluşturduğu fakat bir pazarlama programının parçası haline getirmediği anlaşılmaktadır. Şekil 1'de, 2017-2018 yıllarında gerçekleşen aylık ortalama ziyaretçi sayıları gösterilmiştir.

2017 yılında toplam 209.521 kişi (ortalama 17.460 kişi/ay) Arboretumu ziyaret ederken, 2018 yılında bu sayı 198.300'e (ortalama 16.525 kişi/ay) düşmüştür. Ziyaretçi sayılarının Nisan ayına kadar arttığı, ardından bir düşük dönem yaşandığı ve Eylül ayıyla birlikte, Kasım ayına kadar yeniden bir yükseliş gösterdiği anlaşılmaktadır.



Şekil 1. 2017-2018 dönemi Atatürk Arboretumu ortalama ziyaretçi sayılarının aylık değişimi

Arboretum içerisinde yasaklanmış bazı davranışlar olmasına rağmen, ziyaretçiler üzerinde hedeflenen bir davranış biçim değişimi belirlenmemiştir. Hazırlanan Arboretum kitabı bir dönem satılmıştır. Arboretum yönetimi, önceleri film çekimlerinden ücret alıp, ziyaretçilerden ücret almazken, kısa bir süre önce bu yaklaşımını değiştirmiş ve ziyaretçilerden de giriş ücreti almaya başlamıştır. Ücret tarifesi her yıl yenilenmektedir. 2018 yılında kalabalık olan hafta sonları öğrencilerden 7,5 TL, diğer ziyaretçilerden 20 TL giriş ücreti alınırken, bu ücretler hafta içi öğrenci 2,5 TL, diğerleri 7,5 TL şeklinde uygulanmıştır. Bu fiyatlandırma anlayışı, öğrencilerin doğa hakkında farkındalığının artırılması önceliği ile kalabalığı yönlendirmek açısından olumlu bir fiyat farklılaştırması gibi görülmektedir. Uygulanan farklılaştırılmış fiyatlandırma biçimine göre, 2018 yılında nominal aylık gelir 183.771 TL/ay düzeyinde gerçekleşmiştir. Arboretumun yıllık toplam nominal ziyaretçi gelirleri 2017 yılında 1.634.990 TL olarak gerçekleşirken, 2018’de 2.205.250 TL düzeyinde sonuçlanmıştır.

Arboretum için bugüne kadar tasarlanmış bir dağıtım kanalı belirlenmemiştir. Arboretumun hizmet ve düşüncelerine erişmek konusunda yetki verdiği, kullandığı “aracı” kurumlar yoktur. Bu nedenle, bilerek veya bilmeden “doğrudan dağıtım” şeklinde bir kanalın benimsendiği görülmektedir. Arboretum önceleri hafta sonları kapalıyken, şimdi sadece pazartesi günleri kapalıdır. Bu kararı nedeniyse, özellikle hafta sonları aşırı ziyaretçi ve otopark sorunu doğmuş ve orman içerisinde tartışılır bir otopark inşa etmek zorunda kalınmıştır.

Tutundurma yöntemlerinden kişisel satışa karşılık gelebilecek bir rehberlik hizmeti arboretumda verilmemektedir. Randevuyla kabul ettiği okullara, istisnai sunumlar veya ücretsiz girişler dışında halkla ilişkiler kapsamında yürütülen bir programı yoktur. Tutundurma yöntemlerinden biri olan reklamlardan yararlanmamakta fakat reklam çekim hizmeti verenlere hizmet satmaktadır.

Buraya kadar verilen bilgilerden de görüldüğü gibi, Arboretum ticari pazarlama karmasının içermesi gereken bileşenler açısından dahi eksikliklere sahiptir. Sosyal pazarlama karmasının bulundurulması gereken kamu bileşeni kapsamında, Arboretum Danışma Kuruluna üye veren İÜC Orman Fakültesi dışında tanımlanmış iç ve dış ilgi grupları yoktur. Diğer arboretumlarla tohum bitki değişimi dışında bir ortaklığı bilinmemektedir. Arboretum alanına motorlu araç sokmamak, piknik yaptırmamak ve materyal toplanmasına izin vermemek uzun yıllar istikrarlı bir şekilde uygulanan politikalarıdır. Bu açıdan, sosyal pazarlama karmasının politika bileşenine uygun bir politika anlayışının bulunduğu, fakat geliştirilebileceği görülmektedir. Personel, bakım vb. giderleri, Bahçeköy Orman İşletme Müdürlüğü’nün kaynaklarından sağlanmaktadır. Geçmişte Atatürk Arboretumu bağış kabul etmişse de, bugün uygulanan bir fon yaratma mekanizması tespit edilememiştir.

3.2. Atatürk Arboretumu’ndaki Sosyal Pazarlama Fırsatlarına İlişkin Bulgular

Gerek sosyal pazarlama yaklaşımının açıklanması sırasında verilen bilgilerden, gerek Atatürk Arboretumu’na yönelik gözlem ve tespitlerden yararlanarak, uygulanabilecek sosyal pazarlama yaklaşım fırsatları, herhangi bir pazar bölümlendirmesi yapmadan, aşağıdaki gibi önerilebilir. Şüphesiz pazar bölümlendirmesi yaparak,

tek bir pazar bölümü veya birden fazla pazar bölümleri için ayrı ayrı sosyal pazarlama karmaları oluşturmak da olanaklıdır. Bu çalışmada, ülke orman kaynakları ile korunan alanlarının yönetiminden sorumlu olanların sosyal pazarlama alanındaki deneyim eksikliği dikkate alınarak ve sadelik sağlamak üzere; bölümlenebilir bir ziyaretçi yapısının olmadığı, tüm ziyaretçilerin benzer yapıda olduğu varsayılarak aşağıdaki fırsatlar tespit edilmiştir.

Mal: Sosyal pazarlama kapsamında bir mal tanımlayabilmek ve derinlik katmak üzere “Atatürk Arboretumu için veya ülke doğal değerlerinin yönetilmesinde problem nedir? Bu problemin çözülmesi için kimlerin, nasıl bir davranış biçimini benimsemesi, değiştirmesi gereklidir?” sorularına yanıt aranmalıdır. Bu arayışa girildiğinde, örneğin arboretum özelinde “insanların çoğunlukla tüm ibrelili ağaçları çam, tüm yapraklıları da meşe olarak bildiği, arboretumun ağaç ve bitki zenginliğini fark edemediği, tüm yeşil alanları piknik yapılabilir mekan sandığı” şeklinde sıralanabilecek problem örnekleri saptanabilmektedir. Bu problemlerin karşılığı olarak da “ziyaretçilerin bitkileri tanıyarak arboretumdan çıkıyor olması, arboretum gibi özellikli bir alanla, bir mesire alanının farkını anlayarak ziyareti tamamlaması” şeklinde davranış, düşünüş ve farkındalık değişimlerinin yaşanması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Ormanlar veya diğer korunan alanlar için bir sorun analizi yapıldığında, bir alanın neden korunduğunu bilmeden, insandan fazla ota, hayvana değer verildiğine inanma, odun kesilmeyen her yeri faydasız sanma” gibi pek çok sorun örneği bulunabilmekte ve aslında, pek çok davranış değişimine ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bu nedenle, Arboretum idaresinin veya herhangi bir korunan doğal alan yöneticisinin önünde pek çok değişim hedefi tanımlama fırsatı bulunduğu açıktır. Sosyal pazarlama programına arboretum ziyareti sonrasında; en azından ibrelilerden x adet, yapraklılardan y adet türü öğrenmiş bir topluluğu, biyolojik çeşitliliğin seçenek değerlerini fark etmiş bir ziyaretçi kitlesi gibi “hedefler” konmalı ve arboretum içerisinde bu fırsatı verecek mekanlar, etkinlikler düzenlenerek olması gereken kamusal “mal” bileşeninin içeriği oluşturulmalıdır.

Fiyat: Hafta içi ve hafta sonu ücret farklılaştırması yapılsa da, Arboretumun kuruluş amacına aykırı sonuçlar üreten bir fiyatlandırma ortaya çıkmıştır. Hafta sonu yaşanan aşırı ziyaretçi sorunu Arboretum’a zarar verir, ziyaretçileri bezdirir bir hal almıştır. Arboretum’un, parasını verince istenenin yapılabileceği bir yer gibi algılanmasına neden olmuştur. Fiyat başta olmak üzere, ziyaretçilerin alanda geçirecekleri zamanı kontrol edebilecek bir pazarlama karmasıyla yoğun ziyaretçi baskısını düşürmek gereklidir. Şekil 1’de görüldüğü gibi, ziyaretçi sayıları arboretumda yapılabileceklerin veya sunulan hizmetlerin bir sonucu olmaktan çok, mevsimsel çekiciliklerden etkilenmektedir. Özellikle ilk ve orta öğretim kurumlarının ziyaret ettiği Mayıs, Haziran aylarındaki ziyaret sayılarının, Kasım ayı istatistiklerinin gerisinde kalması, sahadaki sonbahar görseliliğinin, eğitim fırsatının önüne geçtiğini göstermektedir. Fiyat bileşeni arboretumda, ziyaretçi davranışını yönlendirici bir araç olarak kullanılmalıdır.

Profesyonel ve ticari amaçlarla veya düğün fotoğraf film çekimlerinin ücretlendirilmesine devam edilmelidir. Diğer ziyaretçilere hafta içi ücretsiz, hafta sonları ise kapalı olmalıdır. Koleksiyoner, bitki ressamı, bitki yetiştiricisi,

bitki fotoğrafçısı vb. amatör özel ilgi gruplarına odaklanmış ücretli gezi veya etkinlikler düşünülmelidir.

Dağıtım: Ziyaretçilerin bir kısmı okulları veya gezi grupları aracılığıyla arboretumu ziyaret ederken, bir kısmı kendi olanaklarıyla sahaya gelmektedir. Okul yönetimlerinin, öğretmenlerin, profesyonel rehberler ile tur operatörlerinin dağıtım kanalındaki işlevi tanımsızdır. Bu kişileri aracı olarak tanımlamak ve sosyal pazarlama programını destekleyici şekilde yararlanmak düşünülmelidir. Tur operatörleri ve rehberleri, otopark sorunu gibi sıkıntıların çözümünde, alternatif otoparklara yönlendirmek amaçlı kullanmak da olanaklıdır.

Tutundurma: Mal bileşeninde ifade edilen tüm değişimlerin, fiyat ve dağıtım kararlarının uygulanabilirliğinin *iletişim* gerektirdiği açıktır. Arboretumun tanımlanmış ilgi gruplarına, tanımlanmış konularda sunumlar yapabilen, gösteri veya deneyim amaçlı etkinliklere kolaylaştırıcılık sağlayan rehber, alan kılavuzu veya tanıtım görevlilerinin olması gereklidir. Talep fazlası yaşayan kurumun reklama ihtiyacı olduğu düşünülmemekte fakat başka amaçlarla çekilen reklam filmlerinde, dizilerde veya sinemalarda bilinçaltı (subliminal) mesajlar verme olanağı bulunmaktadır. Arboretumda çekilen her reklam veya diğer filmlerde, Arboretum amaçlarına hizmet eden diyalogların, mesajların bulunmasına özel önem verilmeli, yapılacak hizmet sözleşmelerinde bu talep teminat altına alınmalıdır. En azından çekim mekânı olarak Arboretum'un kullanıldığının rapor edilmesi sağlanmalıdır. Bu olanaklar, belirlenen problemlere katkı yapacak şekilde ve hakla ilişkiler kapsamında kullanılmalıdır. Özel çekimler için tercih edilen bir mekânın; takvim, afiş, hediyelik eşya vb. satış geliştirme araçlarını da geliştirebileceği, pek çok ziyaretçinin bunları hatıra olarak dönmek isteyeceği açıktır. Bu kapsamda kullanılacak, kozalak, yaprak, kabuk, çiçek, tohum, vb. pek çok nesne Arboretum'da değerlendirilmeden durmaktadır.

Kamu: Aynı bakanlık çatısı altında olan, başta OGM'nin birimleri ile Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü'nün birimleri, aslında Atatürk Arboretumu'nun iç ilgi gruplarıdır. Bazı kararlar, arboretum kuruluş amacı unutularak, iç ilgi grupları tarafından şefliğe emir halinde gelmektedir. Arboretum yapmak istedikleri hakkında bu grupları ikna etmeye muhtaçtır. Arboretum pek çok noktada, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü birimleriyle ortak amaçlara sahiptir. İstanbul'da yer alan üniversitelerin biyoloji, botanik, çevre bölümleri, anaokulundan üniversiteye kadar tüm eğitim kurumları ve doğa eğitimi veren, çevreye duyarlılık gösteren sivil toplum kurumları arboretum çalışmalarını takip eden *dış ilgi gruplarıdır*. Bu ilgi gruplarıyla, tanımlanmış bir düzen içerisinde ilişkilerin yönetilmesi, istenen hedeflere erişim için zorunludur.

Ortaklık: Kamu bileşeninde açıklanan iç ve dış ilgi gruplarından sadece İÜC Orman Fakültesi ile arboretum arasında, ortaklık olarak kabul edilebilecek bir danışma mekanizması kurulmuştur. Ancak bu ortaklığın, sadece biyolojik bilimler temelinde olduğu, sosyal pazarlama anlayışını yansıtacak program geliştirme, etkinlik tasarlama noktalarına yayılmadığı görülmektedir. Özel önem taşıyabilecek değerdeki Milli Eğitim kurumları ile kurumsallaşmış sivil toplum kurumlarıyla ortaklıklar kurarak sinerji yaratmak olanaklıdır. Bir ortaklık incelemesi yapılmadığı için, dağıtım bileşeninde ele alınan, sahaya erişim ve otopark sorununun çözümünde belediye ile bir

işbirliği düşünülmemiş ve İstanbul'da toplu ulaşımdan sorumlu İETT Genel Müdürlüğü, Arboretumun bir ortağı haline dönüştürülerek, bireysel ve toplu taşımaya dayalı bir ulaşım biçimi geliştirilememiştir.

Politika: Mal bileşeninde ele alınan ve "her iğne yapraklı çam değildir" anlayışının toplumda oturması için, arboretumun "*teşvik edici ve engelleyici uygulamalar*" yapması gereklidir. Ziyaretçilere ısrarla türleri teşhis ettirmek, ayrılırken onları en çok etkilendikleri bir ibrelili türe ait fidan, tohum, kozalak, resim vb. satış geliştirme aracıyla göndermek, "*uzun dönem teşvik edici uygulama*" olarak kullanılabilir. Yanlış isimlendirmeleri, kullanımları ısrarla ve sabırla düzeltmek "*engelleyici uygulama*" olarak kabul edilebilir ve araçlardan, ortaklardan kısaca kamudan bu yönde davranmaları istenebilir. Saptanan her problem için ayrı ayrı teşvik edici ve engelleyici uygulamaların olabileceği, sorumlu idarecilerin bu kapsamda yaratıcılıklarını ortaya koymaları gerektiği görünmektedir.

Fon yaratma: Ne arboretumda ne de diğer korunan alanlarda "gönüllü katkılarından" yeterince yararlanılmamaktadır. Oysa Amerika Milli Park İdaresi, VIP (Volunteers in Parks) programıyla her yıl milyonlarca dolar değerinde, parasal bağış, malzeme desteği, gönüllü çalışma katkısı almaktadır. Gönüllüler patika bakımından, gişe memurluğuna, yön göstericiliğe kadar uzanan pek çok işi ücretsiz yapmaktadır (Ok, 2003). Artan ziyaretçi sayısı Arboretumda eleman sıkıntısı yaratmış ve sorun kamu personel idaresinin geleneksel yöntemleriyle çözülememiştir. Arboretumda bir gönüllü programı olmalıdır. Üstelik bu gönüllü programını İÜC Orman Fakültesi öğrencileriyle de desteklemek, sosyal sorumluluk, mesleki deneyim kapsamında, gönüllü rehberler oluşturmak olanaklıdır.

4. Tartışma ve sonuçlar

1949 yılında bir fikir olarak başlayan Arboretum kurma çabası, tesis inşaatı, bitkilendirme, personel ile donatma aşamalarını geçmiştir. Bu durum korunan alanlar için de geçerlidir. Artık daha fazla sayıda veya alanda milli park, tabiat parkı, kent ormanı düşüncesinin yerini, ziyaretçi beklentilerine yanıt verebilen, ziyaretçilerde beklenen farkındalık ve davranış değişikliklerini yaratabilen mekânlara nasıl sahip olunabilir düşüncesi almalıdır. Gerçekten de, Şat (2006), Ocak ve Kurtaslan (2015) örneklerinden görüldüğü gibi, arboretum, botanik bahçesi, benzeri mekânların sahip olduğu eğitim fırsatları veya işlevleri esasen ülkede bilinir hale gelmiştir. Ayaydın vd.'nin (2018) çalışması, ülkede bu gibi eğitimlere talep olduğunu, eğitim vermeye istekli farklı alan ve uzmanlıklardan kişi ve grupların bulunduğunu ve yapılan çalışmalarla hedef kitlelerin farkındalıklarının değiştirilebildiğini kanıtlamaktadır. Ancak, bu gibi yerlerin beklenen davranış değişiminin sağlanmasına yeterince katkı yapamadığını, hayal kırıklığıyla dönen ziyaretçilerden, ziyaret edilmeyen ziyaretçi merkezlerinden görmek mümkündür. Bu olumsuz durumu Şat (2006), "*Türkiye'deki arboretumlarda doğa koruma ve çevre eğitimi faaliyetlerinin gelişmiş ülkelerdeki örneklere kıyasla gerçekleştirilememesi, planlama, mali, kaynak, teknik personel, fiziksel altyapı ve tanıtım yetersizliğiyle*" açıklamaktadır. Oysa yukarıda verilen sosyal pazarlama karmasının geniş kapsamı dikkate alındığında, aslında bir planlama yaklaşımının da önerildiğini, üstelik bu yaklaşım

içerisinde, mali kaynak bulmaktan, personel eksikliklerini giderici ortaklıklar geliştirmeye kadar uzanan pek çok çözümün yer aldığı görülmektedir. Atatürk Arboretumu'nun 2012-2031 yılları için hazırlanmış bir Orman Amenajman Planı vardır. Üstelik bu planın fonksiyonel planlama yaklaşımıyla hazırlandığı belirtilmekte, Arboretum için var olduğu belirtilen amaçları arasında eğitimle ilgili iki amaca yer vermektedir. Ancak, bu planın Arboretuma özel bir yönetim planı olarak görülmesi de, beklenen sosyal pazarlama yaklaşımını temsil edebilmesi de olanaksızdır.

Bu nedenle, sorunu sadece bir planlama sorunu olarak görmek mümkün değildir. Ortada, çağın gelişimiyle kullanım alanı gittikçe artan sosyal pazarlama yaklaşımlarının arboretumlar veya diğer korunan alanlarda uygulanamamasından kaynaklanan bir sorun bulunmaktadır. Bulgular Atatürk Arboretumu'nda sosyal pazarlama karması bileşenlerinin oluşturulmadığını, herhangi bir pazarlama tekniği veya teknolojinin uygulandığının söylenemeyeceğini, idarenin hedef kitlelerinde gönüllü bir sosyal değişimi hedeflemediğini ortaya koymaktadır. Diğer ülkelerdeki müzelerden, sağlık kuruluşlarına pek çok kamusal hizmet üretim birimleri sosyal pazarlama anlayışını uygulamaktadır. Yapılan gözlem, görüşme ve incelemelerden elde edilen bulgular, Türkiye'de arboretum benzeri kâr amacı gütmeyen kamu kurumlarının, doğal değerler hakkında farkındalık yaratmak üzere sosyal pazarlama anlayışını uygulamadığı sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Arboretum'daki Sosyal Pazarlama Fırsatları başlığında örnek olarak verilen pazarlama karması bileşenleri, her türü aynı sanma problemi temel alınarak verilmiştir. Bu kapsamda farklı bir problem temel alındığında, sosyal pazarlama karmasının diğer bileşenlerinin de farklılaşması gerektiği, örneğin bir sorunda "ortak" olan bir grubun bir başka sorunda "kamunun" bir parçası olabileceği açıktır. Bu nedenle, herhangi bir arboretum, botanik bahçesi veya milli park için, tek düze bir sosyal pazarlama karması önermek yerine, belirli zaman dilimleri için tanımlanmış, hedef pazarlara göre belirlenmiş sosyal pazarlama karmalarını, stratejik pazarlama yönetimi anlayışıyla uygulamak gereklidir.

Pazarlamanın satıştan ibaret olduğunu düşünmek, kâr amacı gütmeyen çalışmaların pazarlama gerektirdiğine inanmamak, soyut konularda program geliştirme, izleme ve değerlendirme alışkanlığına sahip olmamak, bir başka deyişle, sosyal pazarlama anlayışından uzak bir bakışa sahip olmak, ormanların kamusal hizmetlerinin toplumsallaştırılmasının önündeki temel engeldir. Türkiye'deki orman mühendisliği müfredatlarının bir kısmında pazarlama dersi olmadığı gibi, var olanların sosyal pazarlama yaklaşımını ne kadar öne çıkardığı da bilinmemektedir. Atatürk Arboretumu yanında, ülkenin muhafaza ormanları, kent ormanları ile mesire yerlerinin yönetiminden sorumlu OGM'nin pazarlama çalışmalarından sorumlu İşletme ve Pazarlama Daire Başkanlığının görev tanımı özellikle pazarlama kavramının geçirdiği evrim dikkate alınarak yeniden incelenmelidir. Bu tanımda, OGM'nin ürettiği hizmetlerin ve düşüncelerin pazarlama dışı bırakıldığı açıkça görülmekte, kar amaçsız bir pazarlamadan hiç söz edilmemektedir. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü bünyesinde ise pazarlamadan sorumlu bir birime hiç yer verilmemiş, "Eğitim ve Tanıtım Şube Müdürlüğü" kapsamlı bir bakış, ele alış, yeterli görülmiştir. Oysa bu kurumun sosyal

pazarlamayı temel alan çalışmaları acilen başlatması gereklidir.

Dünyanın sağlıktan, kültüre pek çok alanda başarıyla uyguladığı sosyal pazarlama anlayışının Türkiye doğal değerlerinin toplumsallaştırılmasına katkı yapabilmesi için, öncelikle pazarlama kavramının içeriğiyle ilgili bir anlayış değişiminin gerektiği görülmektedir. Aksi takdirde, sadece arboretumlarda değil, kent ormanı, milli park, tabiat parkı gibi pek çok korunan ve hizmet üreten doğal alanda, ziyaretçi beklentilerinin tatmin edilememesi, hayal kırıklıklarının devam etmesi, amaca hizmet etmeyen korunan alanları var etme çabası sorunları yaşanacaktır. Korunan doğal alanların sürekliliği için en büyük tehdit toplumsal desteğin olmamasıdır. Ülke orman kaynakları yöneticilerinin bu desteği sağlayacak programları üretmeleri için sosyal pazarlamanın sunduğu fırsatları keşfetmesi gereklidir.

Kaynaklar

- Altman, J.A., Petkus, E.J., 1994. Toward a stakeholder-based process: An application of the social marketing perspective to environmental policy development. *Policy Sciences*, 27:37-51.
- AMA, 2010. Amerikan Pazarlama Derneği. <https://www.marketingstudyguide.com/amas-definition-marketing/>, Erişim: 04.10.2010.
- Andreasen, A.R., 1994. Social marketing: Its definition and domain. *Public Policy & Marketing*, 13(1): 108-114.
- Andriamalala, G., Peabody, S., Gardner C.J., Westerman, K., 2013. Using social marketing to foster sustainable behaviour in traditional fishing communities of southwest Madagascar. *Conservation Evidence*, 10: 37-41.
- Ayaydın, Y., Ün, D., Şeşen, B.A., Gezer, S.U., Erdoğan, S.C., 2018. Environmental awareness and sensitivity of the gifted students: Science and art explorers in the nature. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 7(2), 507-536.
- Balmer, J., 2001. Corporate identity, corporate branding and corporate marketing - seeing through the fog. *European Journal of Marketing*, 35(3/4): 248-291, DOI: 10.1108/03090560110694763.
- Bates, C.H., 2010. Use of social marketing concepts to evaluate ocean sustainability campaigns. *Social Marketing Quarterly*, 16(1): 71-96, DOI: 10.1080/15245000903528357.
- Bright, D.A., 2000. The Role of social marketing in leisure and recreation management. *Journal of Leisure Research*, 32(1): 12-17, DOI: 10.1080/00222216.2000.11949878.
- Butler, B.J., Tyrrell, M., Feinberg, G., VanManen, S., Wiseman, L., Wallinger, S. 2007. Understanding and reaching family forest owners: lessons from social marketing research. *Journal of Forestry*, 105(7): 348-357.
- Carrigan, M., Moraes, C., Leek, S., 2011. Fostering responsible communities: A community social marketing approach to sustainable living. *Journal of Business Ethics*, 100: 515-534, DOI: 10.1007/s10551-010-0694-8.
- Eser, Z., Özdoğan, F.B., 2006. Sosyal Pazarlama Toplumun Refahı ve Kaliteli Yaşamı İçin. Siyasal Kitapevi, ISBN 975-6325-54-2, Ankara.
- Ford, J.B., Mottner, S., 2003. Retailing in the nonprofit sector: an exploratory analysis of church-connected retailing ventures. *International Journal of Nonprofit and Voluntary Sector Marketing*, 8(4): 337 - 348, DOI: 10.1002/nvsm.224.
- Foxall, G.R., Oliveira-Castro, J.M., James, V.K., Yani-de-Soriano, M.M., Sigurdsson, V., 2006. Consumer behavior analysis and social marketing: The case of environmental conservation. *Behavior and social issues*, 15(1): 101-125, DOI: 10.5210/bsi.v15i1.338.

- Freeman, M.,C., Quick, R.,E., Abbott, D.P., Ogotu, P., Rheingans, R., 2009. Increasing equity of access to point-of-use water treatment products through social marketing and entrepreneurship: A case study in western Kenya. *Journal of Water and Health*, 7(3): 527-534.
- Gainer, B., Padanyi, P., 2002. Applying the marketing concept to cultural organisations: An empirical study of the relationship between market orientation and performance. *International Journal of Nonprofit and Voluntary Sector Marketing*, 7(2): 182-193, DOI: 10.1002/nvsm.178.
- İlter, E., Ok, K., 2004. Ormançılık ve Orman Endüstrisinde Pazarlama İlkeleri ve Yönetimi, Form Ofset Matbaacılık, I. Basım, ISBN: 978-975-96967-4-0, Ankara.
- İlter, E., Ok, K., 2012. Ormançılık ve Orman Endüstrisinde Pazarlama İlkeleri ve Yönetimi. Genişletilmiş ve Geliştirilmiş III: Baskı, ISBN: 978-975-96967-5-7. Ankara.
- Kaplan, A., M., Haenlein, M., 2009. The increasing importance of public marketing: Explanations, applications and limits of marketing within public administration. *European Management Journal*, 27(3): 197-212.
- Kennedy, A.L., 2010. Using community-based social marketing techniques to enhance environmental regulation. *Sustainability*, 2010(2): 1138-1160, DOI:10.3390/su2041138.
- Kotler, P., Zaltman, G., 1971. Social marketing: An approach to planned social change. *Journal of Marketing*, 35(3): 3-12.
- Kotler, P., 1975. *Marketing for Non Profit Organizations*. Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Lavack, A.M., Magnuson S.L., Deshpande, S., Basil, D.Z., Basil, M.D., Mintz, J.H., 2008. Enhancing occupational health and safety in young workers: The role of social marketing. *International Journal of Nonprofit and Voluntary Sector Marketing*, 13: 193-204, DOI: 10.1002/nvsm.322.
- Luca, N.R., Suggs, L.S., 2010. Strategies for the social marketing mix: A systematic review. *Social Marketing Quarterly*, 16(4): 122-149, DOI: 10.1080/15245004.2010.522767.
- Lynch, R.L., Ross, H.C., Wray, R.D. 1992. *Introduction to Marketing*. Macmillan / McGraw-Hill.
- McNichol, T., 2005. Creative marketing strategies in small museums: Up close and innovative. *Int. J. Nonprofit Volunt. Sect. Mark*, 10: 239-247, DOI: 10.1002/nvsm.28.
- Mejón, J.C., Fransi, E.C., Johansson, A.T., 2004. Marketing management in cultural organizations: A case study of Catalan Museums. *International Journal of Arts Management*, 6(2): 11-22.
- Mottner, S., Ford, J.B., 2003. Measuring nonprofit marketing strategy performance: The case of museum stores. *Journal of Business Research*, 58(2005): 829-840, DOI: 10.1016/j.jbusres.2003.06.004.
- Ocak, R.Ö., Kurtaslan, B.Ö., 2015. Education function of botanical gardens. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering*, 9(6): 2230-2234.
- OGM, 2019. Orman Genel Müdürlüğü, İşletme Pazarlama Daire Başkanlığı. https://www.ogm.gov.tr/Baskanliklar/IsletmevePazarlama/Sayfalar/isletme_ve_Pazarlama.aspx, Erişim: 31.07.2019.
- Ok, K., 2003. Ormançılık sektörünün finansmanında katılım. *Orman ve Av Dergisi*, 80(5): 20-32.
- Ok, K., 2005. Idea marketing in forestry: some implications from the Turkish Forestry experience. *Forest Policy and Economics*, 7(4): 493-500.
- Oyman, M., 2013. *Kar Amacı Gütmeyen Organizasyonlar İçin Pazarlama*. Detay Yayıncılık, ISBN 978-605-5216-83-2, Ankara.
- Palacio, A.B., Santana, J.D.M., 2015. How to increase blood donation by social marketing. *International Review on Public and Nonprofit Marketing*, 12: 253-266, DOI: 10.1007/s12208-015-0133-8.
- Pope, J.A., Isely, E.S., Asamo-Tutu, F., 2009. Developing a marketing strategy for nonprofit organizations: An exploratory study. *Journal of Nonprofit & Public Sector Marketing*, 21(2): 184-201, DOI: 10.1080/10495140802529532.
- Rentschler, R., 2002. Museum and performing arts marketing: The age of discovery. *The Journal of Arts Management, Law, and Society*, 32(1): 7-14, DOI: 10.1080/10632920209597330.
- Shang, J., Basil, D.Z., Wymer, W., 2010. Using social marketing to enhance hotel reuse programs. *Journal of Business Research*, 63(2): 166-172, DOI: 10.1016/j.jbusres.2009.02.012.
- Smith, A.M., O'Sullivan, T., 2012. Environmentally responsible behaviour in the workplace: An internal social marketing approach. *Journal of Marketing Management*, 28(3-4): 469-493, DOI: 10.1080/0267257X.2012.658837.
- Smith, W.A., 2002. Social marketing and its potential contribution to a modern synthesis of social change. *Social Marketing Quarterly*, 8(2): 46-48.
- Still, R.R., Cundiff, E.W., 1966. *Essentials of Marketing*. Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Şat, B., 2006. Doğa koruma ve çevre eğitimi açısından arboretumların işlevleri ve Atatürk Arboretumu. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 56(2): 253-270.
- Takahashi, B., 2009. Social marketing for the environment: An assessment of theory and practice. *Applied Environmental Education and Communication*, 8:135-145, DOI: 10.1080/15330150903135889.
- Thomas, M.J., 1976. *Marketing: Not for Profit?*, In: *Marketing in Adversity* (Ed: Baker, M.B.), The Macmillan Press LTD, ISBN 333-19661-9, Britain.
- Tyson, B., Hurd, D.M., 2009. *Social Marketing Environmental Issues*. I-Universe Publishers, Bloomington, ISBN: 978-1-4401-2245-3.
- Tyson, C.B., Brodericka, S.H., Snyder, L.B., 1998. A social marketing approach to landowner. *Education Journal of Forestry*, 96(2): 34-40.
- Wayman, G., Lowry, R.J., Hardy S., Jordan, C., 2004. Using social marketing to increase recruitment of pregnant smokers to smoking cessation service: A success story. *Public Health*, 118: 239-243.
- Wymer, W., 2011. Developing more effective social marketing strategies. *Journal of Social Marketing*, 1(1): 17-31, DOI: 10.1108/20426761111104400.
- Yalınk, F., 1988. Atatürk Arboretumu. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 38(2): 39-53.
- Zeke, A.N., 2018. İstanbul Atatürk Arboretumunun ziyaretçi profilinin pazar bölümlendirmesi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Korunan alanlarda tampon zon belirlemede ve yönetiminde etkili faktörler

Ayhan Akyol^{a,*}, Savaş Karakaya^b

Özet: Korunan alan politikaları özellikle yaşamı bu kaynaklara bağlı olan yerel insanları olumsuz etkilemekte ve alan yöneticileri ile yerel halk arasında çatışmalara neden olmaktadır. Ortaya çıkan sorunların çözümü için geliştirilen araçlardan birisi tampon zon yönetimidir. Tampon zonların belirlenmesinde ise bazı sosyal, ekonomik ve ekolojik temel göstergelerin tanımlanması gereklidir. Ancak en belirleyici etken korunan alan içerisinde yaşayan yerel halktır. Bu amaçla çalışmada, konuyla ilgili çalışan uzmanlarla ve Kovada Gölü Milli Parkı'nda yaşayan yerel halkla anket ve görüşme yöntemi kullanılarak tampon zon belirlenmesi ve yönetiminde etkili olan faktörler araştırılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 20 istatistik paket programı kullanılarak Mann-Whitney U testi ve Kruskal Wallis H testleri ile analiz edilmiştir. Ayrıca konunun açıklanmasında frekans ve yüzde değerlerden de faydalanılmıştır. Çalışma bulgularına göre, 35 ifadeden oluşan ve uzmanlarca değerlendirilen tampon zon belirlemede dikkate alınması gereken faktörlerin tümü ortalama 3.5 puan üzerinde bir puan almış ve uzmanlarca önemli bulunmuştur. Uzmanlarca yapılan bu değerlendirmelerde en yüksek puanları ekolojik ve biyolojik içerikli faktörler almıştır. Yerel halk tarafından yapılan değerlendirmelerde ise, çevresel koruma (bitki ve hayvanların korunması, kaçak avcılığın önlenmesi) ve idari hususlar (hukuksal düzenlemeler, katılım, bilgi verme) ile ilgili konular önemli olarak bulunmuştur. Tüm bu bulgulardan hareketle, araştırmaya konu olan faktörlerin, korunan alanların özelliklerine de bağlı olarak uygun ve kullanışlı olduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Korunan alanlar, Tampon zon, Sürdürülebilir yönetim, Kovada Gölü Milli Parkı

Factors affecting buffer zone determination and management in protected areas

Abstract: Protected area policies negatively affect local people whose lives depend on these resources and cause conflicts between park managers and local residents. Buffer zone management is one of the tools developed to solve the problems. For the determination of buffer zones, some social, economic and ecological basic indicators should be defined. However, the most decisive factor is the local people living in the protected area. For this purpose, the data obtained by survey and interview method with experts working in the field and Kovada Lake National Park residents were analyzed with using SPSS 20 statistical package program. Mann-Whitney U test and Kruskal Wallis H tests were used in analyzes for obtained data. In addition, frequency and percentage values were used to explain the subject. According to the results of the study, all factors to be taken into consideration in determining the buffer zone, which consists of 35 factors and evaluated by experts, received a score above 3.5 points on average and were found important by the experts. In these evaluations made by experts, the highest scores were obtained from ecological and biological factors. In the assessments made by the local people, issues related to environmental protection (protection of plants and animals, prevention of poaching) and administrative matters (legal regulations, participation, information provision) were found important. Based on these findings, the determination and management of buffer zone evaluated by experts depended on effective factors and the conditions of the study area, it is thought to be convenient and useful.

Keywords: Protected areas, Buffer zone, Sustainable management, Kovada Lake National Park

1. Giriş

Modern anlamdaki doğa koruma anlayışının ilk olarak 1872 yılında Yellowstone Milli Parkı'nın kurulması ile birlikte başladığı kabul edilmektedir. Yellowstone Milli Parkı'nda yaşayan yerel kabileleri ve diğer insanları yaşadıkları arazilerden çıkararak insansız korumayı öngören ve bölge içerisindeki etkinliklere sınırlamalar getiren model, Yellowstone Modeli Koruma olarak ta bilinmektedir (Yücel, 1999; Arı, 2006; Özüdoğru, 2013). Ancak o tarihlerle başlayan sıkı koruma süreci korunan alanlarda yaşayan pek çok yerel toplumu olumsuz etkilemiş, artan kaynak kullanım baskısı ile birlikte ormansızlaşma, çevre kirliliği, sulak alanların kuruması, türlerin yok olması gibi bir çok durumla

karşı karşıya gelinmesine neden olmuştur (Curran vd., 2004; Kothari, 2008). Yaşanan bu olumsuzluklar ilgili çevrelerin dikkatini çekmiş, insanların doğal kaynaklara bakış açılarını değiştirmiş ve bu alanlarda bilimsel, kültürel, eğitsel, görsel ve ekolojik açıdan koruma düşüncesinin gerekliliği ortaya çıkmıştır (Akten vd., 2012; Şen ve Buğday, 2015). Bu nedenle, yakın geçmişte, birçok ülkede özellikle insan kullanımının ve yerleşiminin yoğun olduğu alanlar için yeni yönetim ve koruma anlayışları geliştirmek gereği doğmuştur (Demirayak, 2006; Allan vd., 2017).

Tarihi süreç içerisinde ise korunan alanlarda insanın özellikle yerel toplumların en az toprak, doğa ve kültürel kaynaklar kadar korunan alanların bir parçası olduğu görüşü kabul edilmiştir (Eagles vd., 2002). Çünkü salt ve katı

^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

^b Tarım ve Orman Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 05.09.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 23.10.2019



Citation (Atf): Akyol, A., Karakaya, S., 2019. Korunan alanlarda tampon zon belirleme ve yönetiminde etkili faktörler. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 381-390. DOI: [10.18182/tjf.616100](https://doi.org/10.18182/tjf.616100)

koruma içeren, yerel halkın göz ardı edildiği yaklaşımlarla korunan alanların başarılı bir şekilde yönetilmesinin mümkün olmadığı ve yaşanan sorunların daha da karmaşık hale geldiği gözlemlenmiştir (Scherl vd., 2004; Kuvan, 2005; Alkan vd., 2009). Bu nedenle salt korumayı hedefleyen ilk amaçlar aşılmış ve izleyen dönemlerde bu alanların yönetimine ilişkin yeni yaklaşımlar ortaya çıkmıştır (Dudley vd., 2005; Gümüş vd., 2010). Özellikle V. Dünya Ulusal Parklar ve Korunan Alanlar Kongresine yerli ve yerel halklardan 120 temsilci katılım göstermiş ve "Our Voices" adlı bir bildiri yayınlamışlardır. Bu bildiriye yerel halklar kendilerini sadece "paydaş" (stakeholder) olarak değil, aynı zamanda "hak sahibi" (right-holder) olarak tanımlamışlardır (Sheppard, 2004; Derose, 2004; Brosius, 2004).

Korunan alanlar, ulusal ve uluslararası doğa koruma politikalarının odak noktasında yer almaktadırlar. Yerelden dünyaya geniş faydaya sahip olan korunan alanlar, özellikle biyolojik çeşitlilik için büyük önem taşımakta, karbon azaltımı ve iklim değişikliği gibi konularda da hayati öneme sahiptirler (Liu vd., 2010; Strohbach vd., 2012; Klar vd., 2012). Bu nedenlerle doğal alanların ve sahip olduğu kaynakların korunması için, bu alanların statülerinin belirlenmesi, sınırlarının çizilmesi ve koruma faaliyetlerinin düzenlenmesi gereği doğmuştur (Heinen, 1996; Görmüş, 2012; Ersoy ve Daşdemir, 2016). IUCN tarafından ilk kez 1969 yılında korunan alan kategorileri oluşturulmuştur. Sonraki yıllar bu kategoriler ihtiyaçlara göre güncellenmiş ve günümüzde hemen hemen herkesçe kabul edilmiştir (Kurdoğlu, 2007; Dudley, 2008). Bu gelişmeler neticesinde son yıllarda korunan alanların sürdürülebilir yönetimi için yeni araçlar geliştirilmeye başlanmıştır (Hernes ve Metzger, 2017; Akyol vd., 2018). Özellikle insan faktörünü dikkate alan uygulamalardan birisi de tampon zon uygulamalarıdır.

Tampon zon kavramı ilk defa UNESCO tarafından İnsan ve Biyosfer Programı'nda Biyosfer rezervlerindeki çekirdek zonların etrafını çeviren alanlar olarak tarif edilmiştir (Wells ve Brandon, 1993). MacKinnon vd., (1986) tampon zonları koruma altındaki alana ek bir koruma katmanı sağlamak için, kırsal topluluklara fayda sağlayan, özellikle arazi kullanımının sınırlandırıldığı korunan alanlara bitişik alanlar olarak tanımlamışlardır. Wind ve Prins (1989) ise tampon zonları parkları korumak için tasarlanmış parkların dışındaki alanlar olarak tanımlamışlardır. Günümüzde ise tampon zonlar, "korunan alanın içinde veya dışında bulunan fakat onu çevreleyen, koruma üzerine insan etkisinin, insan üzerine ise korumanın olumsuz etkilerinin azaltıldığı, aynı zamanda olumlu etkilerin ise geliştirildiği aktivitelerin uygulandığı ve idare edildiği alanlar" olarak tanımlanmaktadır (Ebreğt ve Greve, 2000). Bu yaklaşımlardan görüldüğü üzere korunan alanlarda korumaya önem verilirken aynı zamanda tampon zonlarla ekonomik faydaların yerel halka verilmesi amaçlanmaktadır (Ogogo vd., 2010).

Tampon zonların belirlenmesi için genel ilkeler aynı olmakla birlikte özellikle farklı koşullar altında (ekolojik, sosyal, ekonomik, politik vb.) tampon zon belirleme ve yönetim ölçütlerinde oldukça geniş bir çeşitlilik gözlemlenmektedir (Li vd., 1999). Teorik olarak tampon zonda orman kaynaklarının kullanımı, mutlak koruma bölgelerini korumak için çok düşük etkili kullanımlarla sınırlıdır. Fakat uygulamada bu düzenlemelerin çoğu uygulanamamaktadır (Budhathoki, 2004; Ahmad vd., 2012). Hatta çoğu zaman bir korunan alanı çevreleyen özel mülk

sahipleri genellikle tampon bölgenin varlığından dahi haberdar değildirler (Brandon ve Wells, 1992). Oysaki bir tampon zon, koruma alanına ilave bir koruma katmanı sağlarken, aynı zamanda yerel halka fayda sağlama amacı olan bir arazi alanıdır (Lynagh ve Ulrich, 2002; Budhathoki, 2003; Straeada ve Treue, 2006). Oluşturulan koruma alanının türüne ve hedeflerine bağlı olarak tampon zon yönetiminde çeşitli yaklaşımlar vardır (Perelló vd., 2012; Ahmad vd., 2016). Örneğin, bazı korunan alanlarda tampon zondaki faaliyetler çekirdek zonu korumak amacıyla düzenlenirken, bazı korunan alanlarda tampon zonlar, kaynakların sürdürülebilir kullanımı, ekosistemin restorasyonu, turizm ve rekreasyon faaliyetleri, hayvancılık, eğitim ve araştırma alanı olarak ta yönetilebilir (Correll, 2005; Hjørtso vd., 2006; Abdullah vd., 2013; Robinson vd., 2013).

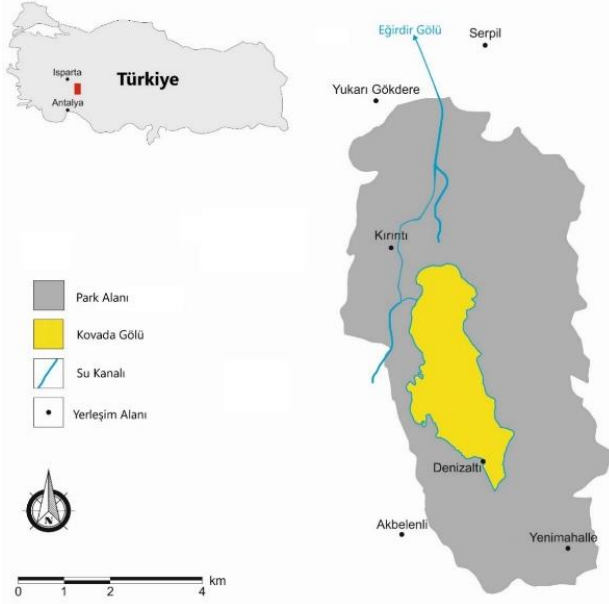
Bu çalışmanın amacı, uzmanların ve yerel halkın görüşlerini kullanarak korunan alanlarda tampon zon belirlenmesinde ve yönetiminde dikkat edilmesi gereken faktörleri değerlendirmektir. İklim, coğrafi konum, biyoçeşitlilik, gelişme düzeyi, sosyal, ekonomik ve kültürel özellikler gibi faktörler doğa koruma açısından korunan alanlara ilişkin algı ve bakış açılarını değiştirmektedir. Bu nedenle çalışmada Kovada Gölü Milli Parkı örneğinde biyoçeşitliliğin korunmasına ve yerel halkla yaşanan çatışmaların önlenmesine katkı sağlayabilecek tampon zon uygulamaları için karar vericilere referans veriler sunulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Araştırma alanı

Isparta ili sınırları içerisinde bulunan 6.534 ha büyüklüğündeki Kovada Gölü Milli Parkı 1970 yılında milli park olarak ilan edilmiştir (Şekil 1). Park sınırları içerisinde Kırıntı, Yuvalı, Serpil, Yukarıgökde, Akbelenli ve Karadiken köylerinin tamamı veya bir kısımları yer almaktadır (DKMP, 2010; Bahadır, 2013). Parka ismini veren Kovada gölü denizden 890 m yükseklikte ve 9 km²'lik bir alana sahiptir. Gölün en büyük sorunlarından birisi seviye alçalması diğeri ise göl sularındaki kirliliktir. Yapılan bir çalışmaya göre, gölde oluşacak 1 m'lik alçalmanın göl hacminde %22'lik bir azalmaya neden olacağı belirlenmiştir (Koyuncu, 1985). Son yıllarda göldeki kirlenmeye bağlı olarak ise sazlık-bataklık habitatların alanı gittikçe artmaktadır.

Park sınırları içerisinde toplam 75 familyaya bağlı 259 cins ve 361 tür, 44 alttür, 10 varyete teşhis edilmiş olup bunların 28'i endemiktir. Kızılcım, Karaçam, Sedir, Toros Göknarı, meşe (saçlı, sapsız, pımal, kermes) türleri, ardiç, çınar, çitlembik, akçakesme, menengiç, boyacı sumacı, yemişen, böğürtlen, defne, tesbih çalısı, karaçalı, karamuk, laden gibi türler bulunmaktadır (Yücedağ ve Carus, 2005). Yine park içerisinde yaban keçisi, sansar, yaban domuzu, porsuk, tavşan, tilki, ağaç sincabı gibi memeliler, pullu sazan, kadife, sudak, havuz balığı, kerevit gibi balık türleri, adi kertenkele, kaplumbağa, yılan gibi sürüngenler (DKMP, 2010), 167 kuş türü ile (Gündoğdu, 2002) 240 böcek taksonu tespit edilmiştir (Aslan ve Karaca, 2012).



Şekil 1. Çalışma alanı

2.2. Yöntem

Araştırmanın verileri anket tekniğinden yararlanılarak elde edilmiştir. Bu kapsamda iki ayrı anket formu hazırlanmış olup, anketlerin hazırlanmasında araştırmacıların bilgi ve deneyiminin yanısıra Özden vd. (2001), Abdullah vd. (2013), Ahmad vd. (2016), Aydın vd. (2016), Hernes ve Metzger (2017), Korkmaz vd. (2018) tarafından yapılan çalışmalardan da faydalanılmıştır. Çalışma için konuyla ilgili çalışan uzmanlar ve park içerisinde yaşayan yerel halk ile anket ve görüşmeler yapılmıştır. Bu çerçevede uzman anketinde bazı sosyo-demografik özellikler, tampon zon belirlemede göz önünde bulundurulması gereken faktörler ve tampon zona yönelik diğer hususlar araştırılmıştır. Tampon zon belirlemede göz önünde bulundurulması gereken faktörler için “çok önemsiz, önemsiz, kararsızım, önemli ve çok önemli” şeklinde 35 faktörden oluşan 5’li likert ölçeği kullanılmıştır. Katılımcılardan ilgili faktörleri çok önemsiz = 1 puan ve çok önemli = 5 puan olacak şekilde puanlamaları istenmiştir. Faktörler, katılımcıların ilgili faktörlere verdikleri puanların ortalamaları alınarak değerlendirilmiştir. Yerel halk anketinde ise bazı sosyo-demografik özellikler, park ve yerel halk arasındaki sosyal ve ekonomik ilişkiler ve yerel halkın milli parka yönelik algı ve tutumları araştırılmıştır. Çalışma kapsamında uzman grubundan 98 kişiye, yerel halktan 132 kişiye anket uygulanmıştır.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesi için SPSS 20 istatistik paket programından yararlanılmış ve istatistiksel analizlerde 0.05 anlamlılık düzeyi ölçüt alınmıştır. Güvenilirlik analizi sonucunda, Cronbach’s Alpha (iç tutarlılık katsayısı) uzman grubu için 0.909, yerel halk için 0.602 bulunmuştur. Güvenilirlik katsayısının 0.60 ile 0.80 arasında olması ölçeğin orta güvenilir, 0.80 ile 1.00 arasında olması ise ölçeğin yüksek güvenilir olduğunu göstermektedir (Kılıç, 2016). Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri ile normallik testi yapılmış ve verilerin %95 güven aralığında normal dağılıma sahip olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, Mann-Whitney U testi ve Kruskal Wallis-H testi ile veriler değerlendirilmiş, frekans ve yüzde değerler de kullanılarak ilişkiler açıklanmaya çalışılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Uzmanların görüşlerine ilişkin bulgular

3.1.1. Araştırmaya katılan uzmanların bazı profil özellikleri

Araştırmaya katılan uzmanların cinsiyet, eğitim, yaş, çalışma süresi ve meslek-unvanlarına ilişkin frekans ve yüzde değerleri bu başlık altında gösterilmiş olup, Çizelge 1’de sunulmuştur. Buna göre, araştırmaya katılan uzman gurubunun %28.6’sı kadın iken, %71.4’ü erkektir. Araştırmaya katılan uzmanların %52’si 30-39 yaş grubunda olup, %60.2’si lisans, %32.7’si yüksek lisans ve %7.1’i ise doktora eğitim düzeyine sahiptir. Çalışma sürelerine bakıldığında yaklaşık %52’si 10 yıllık, %21.4’ü ise 20 yılın üzerinde bir tecrübeye sahiptir.

3.1.2. Tampon zon belirlemede dikkate alınması gereken faktörler

Çalışmada tampon zon belirlemede dikkate alınması gereken faktörlerin ne olması gerektiği ile ilgili olarak 35 ifadeden oluşan bir liste uzman grubunun değerlendirmesine sunulmuştur. Çizelge 2 incelendiğinde faktörlerin tamamının ortalamasının üzerinde bir puan aldığı ve uzmanlarca önemli bulunduğu görülmektedir. “Korunan alan içerisinde nesli tehlikede olan türlerin varlığı ve alandaki dağılımı (flora ve fauna)” faktörü 4.79 puanla en yüksek puanlı faktör olmuştur. Diğer bir yüksek puanlı faktör “biyolojik çeşitlilik ve durumu (flora-fauna ve ekolojik süreçler; beslenme, çiftleşme, yuvalama, vb.)” (puan: 4.74) faktörüdür. Korunan alanların en temel işlevlerinden birisi mevcut biyolojik çeşitliliği korumaktır. Bu nedenle tampon zon olarak ayrılacak alan içerisinde, tehlike altındaki türlerin bulunup bulunmadığı ile türlerin üreme ve yaşama alanlarının bulunup bulunmadığı büyük önem taşımaktadır. Uzmanların değerlendirilmesine sunulan bu faktörler aldıkları puanlar açısından değerlendirildiğinde özellikle biyolojik ve ekolojik ifadeler içeren faktörlerin daha yüksek puanlar aldığı görülmektedir.

Çizelge 1. Araştırmaya katılan uzmanların bazı profil özellikleri

Profil özellikleri		n	%
Cinsiyet	Kadın	28	28.6
	Erkek	70	71.4
Yaş	20-29	12	12.3
	30-39	51	52.0
	40-49	25	25.5
	50-59	9	9.2
	>59	1	1.0
Eğitim	Lisans	59	60.2
	Yüksek lisans	32	32.7
	Doktora	7	7.1
Meslek ve unvan	Orman mühendisi	40	40.8
	Peyzaj mimarı	22	22.4
	İnşaat mühendisi	12	12.2
	Ziraat mühendisi	7	7.2
	Biyolog	6	6.1
	Jeoloji mühendisi	5	5.1
	Orman endüstri mühendisi	4	4.1
Veteriner	2	2.1	
Çalışma süresi	1-5 yıl	29	29.6
	6-10 yıl	22	22.4
	11-15 yıl	17	17.3
	16-20 yıl	9	9.2
	>20 yıl	21	21.4

Korunan alanlar için biyolojik çeşitlilik göstergelerinin belirlenmesine yönelik yapılan benzeri bir çalışmada da, doğrudan biyolojik çeşitlilik konusu ile ilişkili göstergelerin en yüksek puanları aldığı dikkati çekmektedir (Korkmaz vd., 2018). Bu durum, biyolojik çeşitlilik konusunun korunan alanların sürdürülebilir yönetimi için en önemli ve etkili faktörlerden birisi olduğunu göstermektedir.

Korunan alanlar için tampon zon belirleme gerekçelerinden bir diğeri alan içerisindeki yerel halkın varlığıdır. Bu bağlamda “*korunan alan sınırları içerisinde yaşayan yerel halkın durumu (sosyal, ekonomik ve demografik)*” faktörü ise ortalama 4.36 puan ile oldukça yüksek puan alan faktörlerden birisi olmuştur. “*Yerel halkın alandaki geleneksel kullanım hakları*” (puan: 4.29) faktörü de benzer şekilde yüksek puan ortalamasına sahip faktörlerden birisidir.

Çalışma bulgularına göre “*tampon zon belirlemede yerel katılım sağlanması*” faktörü ortalama 4.18 puanla yüksek puanlı faktörler arasında yer almıştır. Bu durum, uzmanların milli parkla ilgili karar alma mekanizmalarında katılımcı bir anlayış izlenmesi gerektiğini düşündüklerini göstermektedir. Korunan alanlar ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda da, milli parklarda yaşanan sosyo-ekonomik odaklı birçok problemin nedeni olarak yerel katılımcılığın sağlanamaması gösterilmektedir (Alkan, 2009; Alkan vd., 2009; Akyol vd., 2018).

Çalışmada “*korunan alana yakın ama sınırları dışındaki tarım arazilerinin durumu*”, “*korunan alana yakın ama sınırları dışındaki hayvancılık faaliyetleri*” ve “*korunan alana yakın ama sınırları dışındaki ormancılık faaliyetleri*” faktörleri en düşük puanlı faktörler olarak yer almıştır. Bu durum korunan alan sınırları dışında olmasına rağmen yakın çevresindeki tarım, hayvancılık ve ormancılık faaliyetlerinin korunan alanları etkilediğini ve tampon zon ayırımında etkili faktörler olduğunu göstermektedir.

3.1.3. Tampon zon belirlemeye yönelik uzmanların diğer görüşleri

Çalışmada, uzmanlardan konuyla ilgili belirlenen diğer bazı ifadeleri de değerlendirmeleri istenmiş ve bunlar Çizelge 3’de sunulmuştur. Çizelge 3. incelendiğinde “*korunan alanlarda tampon zon ayırmak korumayı sağlamak için yeterlidir*” (puan: 2.86) ifadesi hariç tüm ifadelerin ortalama 3.50 puanın üzerinde puan aldığı dikkati çekmektedir. Ancak bu ifadenin olumsuz olması aslında ifadenin önemli olduğunu göstermektedir. Yani uzmanlar tampon zon ayırmanın korunan alanları korumak için tek başına yeterli olmadığını düşünmektedirler. Hatta 4.64 puanla en yüksek puanlı ifadelerden birisi olan “*tampon zonlar korumaya yardımcı uygulamalar olup başkaca uygulamalar ile desteklenmelidir*” ifadesi bu durumu desteklemektedir.

Çizelge 2. Tampon zon belirlemede dikkate alınması gereken faktörler

Faktörler	Ortalama Puanı*	Standart sapma
Korunan alan içerisinde nesli tehlikede olan türlerin varlığı ve alandaki dağılımı (flora ve fauna)	4.79	0.503
Biyolojik çeşitlilik ve durumu (flora-fauna ve ekolojik süreçler; beslenme, çiftleşme, yuvalama, vb.)	4.74	0.483
Korunan alan içerisinde endemik türlerin varlığı ve alandaki dağılımı (flora ve fauna)	4.68	0.619
Korunan alan içerisindeki habitat çeşitliliği ve durumu	4.62	0.634
Korunan alan içerisindeki veya civarındaki kirleticilerin varlığı	4.50	0.692
Tampon zonun yaban hayatı için koridorlar sağlama durumu	4.49	0.596
Tampon zonun havzaların ve kollarının bütünlüğünü koruma durumu	4.37	0.648
Korunan alan sınırları içerisinde yaşayan yerel halkın durumu (sosyal, ekonomik ve demografik)	4.36	0.790
Yıllık/sezonzonluk ziyaretçi sayısına bağlı olarak alanın taşıma kapasitesi durumu	4.35	0.875
Korunan alanın statüsüne göre seçilecek zonlama sistemi ve yönetimi	4.35	0.644
Alanda görev yapacak personelin sayısı ve teknik beceri düzeyi	4.32	0.794
Yerel halkın alandaki geleneksel kullanım hakları	4.29	0.760
Korunan alan içerisindeki doğal peyzaj alanları	4.27	0.844
Ulusal ve uluslararası mevzuatın varlığı ve uygulanma durumu	4.26	0.737
Tampon zon oluşturma hedefleri	4.22	0.666
Tampon zonun sel, heyelan, kirlilik, antropojenik ve diğer felaketleri önleme durumu	4.21	0.815
Korunan alan içerisinde veya civarında avcılık faaliyetlerinin durumu	4.20	0.919
Tampon zon belirlemede yerel katılım sağlanması	4.18	0.817
Korunan alanlarda izin verilen diğer faydalanma şekillerinin (maden, enerji, taş ocağı vb.) varlığı	4.16	0.927
Tampon zon oluşturma ekonomik analizi ve uygulanabilirliği	4.15	0.615
Korunan alan içerisindeki hayvancılık faaliyetleri	4.15	0.854
Korunan alan içerisinde güvenlik açısından sorun yaratabilecek alanların varlığı	4.12	0.816
Yeraltı kaynaklarının varlığı ve alandaki dağılımı	4.06	0.940
Mekan ve tesis yapılması planlanan yerlerin durumu	4.04	0.849
Yerel halkın turizme bakış açıları ve yaklaşımları	4.03	0.879
Korunan alan içerisinde ziyaretçilerin kullanımına sunulacak alanlar	4.03	0.805
Yerel halkın korunan alanın niteliğine bağlı olarak yerel girişimci rollerinin geliştirilebilirliği	3.99	0.696
Yol, enerji hattı, kanalizasyon vb. alt yapı tesislerinin yapılacağı alanlar	3.97	0.843
Manevi-tarihi-dini özellikleri nedeniyle korunan mekan ve yerlerin durumu	3.97	0.879
Korunan alan içerisinde yer alan tarım arazilerinin durumu	3.94	0.950
Korunan alana yakın ancak sınırları dışında yaşayanların durumu (sosyal, ekonomik ve demografik)	3.87	0.782
Korunan alan içerisindeki destinasyon alanlarının durumu	3.84	0.782
Korunan alana yakın ama sınırları dışındaki ormancılık faaliyetleri	3.68	0.980
Korunan alana yakın ama sınırları dışındaki hayvancılık faaliyetleri	3.66	0.873
Korunan alana yakın ama sınırları dışındaki tarım arazilerinin durumu	3.61	0.892

* Puanlar 0-5 aralığındadır.

Çizelge 3. Tampon zon belirlemeye yönelik uzmanların diğer görüşleri

İfadeler	Ortalama	Standart sapma
Tampon zon belirlenirken ekosistemdeki ekolojik ve biyolojik süreçler çok iyi gözlemlenmelidir.	4.77	0.493
Tampon zonlar korumaya yardımcı uygulamalar olup başkaca uygulamalar ile desteklenmelidir.	4.64	0.561
Tampon zon ayırımında korunan alan çevresi de dikkate alınmalıdır.	4.64	0.596
Tampon zonların yönetiminde yerel halk ve örgütlerle işbirliği yapılmalıdır.	4.49	0.677
Tampon zon içerisinde yasaklanacak faaliyetler yerel halkın katılımı ile birlikte belirlenmelidir.	4.35	0.851
Tampon zonlar yerel halkın geleneksel arazi kullanım biçimlerine uygun belirlenmelidir.	4.05	1.170
Tampon zonlar yerel halka sosyal ve ekonomik destek sağlamalıdır.	3.78	1.171
Tampon zonların kullanımında yerel halka öncelik verilmelidir.	3.77	1.225
Her statüdeki korunan alan için tampon zon ayrılması gereklidir.	3.56	1.465
Korunan alanlarda tampon zon ayırmak korumayı sağlamak için yeterlidir.	2.86	1.385

3.1.4. Uzmanların profil özelliklerine göre oluşan görüş farklılıkları

Araştırmaya katılan uzmanların anket sorularına verdikleri yanıtların cinsiyetlere göre değerlendirilmesinde Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır (Çizelge 4). Buna göre, “korunan alan içerisinde endemik türlerin varlığı ve alandaki dağılımı (flora ve fauna)” ve “mekan ve tesis yapılması planlanan yerlerin durumu” faktörleri ile ilgili olarak erkekler kadınlardan farklı düşünmekte ve bu faktörü kadınlara göre daha fazla önemsemektedirler. Kadınlar ise “yerel halkın alandaki geleneksel kullanım hakları”, ve “korunan alan içerisinde güvenlik açısından sorun yaratabilecek alanların varlığı” konularında erkeklerden farklı düşünmekte olup, bu faktörleri erkeklerle göre daha fazla önemsemektedirler.

Araştırmaya katılan uzmanların anket sorularına verdikleri yanıtların diğer profil özelliklerine göre farklılıklarının belirlenmesinde Kruskal Wallis-H testi kullanılmış ve Çizelge 5’de verilmiştir. Eğitim açısından bakıldığında, yüksek lisans ve doktora eğitim düzeyine sahip olan katılımcılar, “yerel halkın korunan alanın niteliğine bağlı olarak yerel girişimci rollerinin geliştirilebilirliği”, “ulusal ve uluslararası mevzuatın varlığı ve uygulanma durumu”, “tampon zonun yaban hayatı için koridorlar sağlama durumu”, “tampon zonun havzaların ve kollarının bütünlüğünü koruma durumu”, “alandaki görev yapacak personelin sayısı ve teknik beceri düzeyi” faktörlerini lisans mezunu katılımcılardan daha fazla önemsemektedirler. Lisans eğitim düzeyine sahip katılımcılar ise, “korunan alana yakın ama sınırları dışındaki ormancılık faaliyetleri”, “korunan alan içerisindeki hayvancılık faaliyetleri” ve “korunana alan içerisinde güvenlik açısından sorun yaratabilecek alanların varlığı” faktörlerini yüksek lisans ve doktora eğitim düzeyine sahip olan katılımcılardan daha fazla önemsemektedirler.

Yaş gruplarına bakıldığında, 20-29 yaş grubundaki katılımcılar “yerel halkın korunan alanın niteliğine bağlı olarak yerel girişimci rollerinin geliştirilebilirliği” ve “yerel halkın turizme bakış açıları ve yaklaşımları” faktörlerini diğer yaş gruplarından daha fazla önemsemektedirler. 30-39 yaş grubundaki katılımcılar ise “korunan alan içerisindeki veya civarındaki kirleticilerin varlığı” ve “biyolojik çeşitlilik ve durumu (flora-fauna ve ekolojik süreçler) (beslenme, çiftleşme, yuvalama, vb.)” faktörlerini diğer yaş gruplarından daha fazla önemsemektedirler.

Uzmanların çalışma sürelerine bakıldığında, 21 yıl ve üzeri çalışma süresine sahip katılımcılar “yerel halkın turizme bakış açıları ve yaklaşımları” faktörünü diğer gruplardan daha fazla dikkate almaktadırlar. 16-20 yıl çalışma süresine sahip katılımcılar ise “korunan alan içerisindeki habitat çeşitliliği ve durumu” ve “tampon zonun sel, heyelan, kirlilik, antropojenik ve diğer felaketleri önleme durumu” faktörlerini diğer gruplardan daha fazla dikkate almaktadırlar.

Uzmanların meslek unvanları yönünden verdikleri cevapların farklılıkları açısından ise, “yıllık/sezonluk ziyaretçi sayısına bağlı olarak alanın taşıma kapasitesi durumu” faktöründe katılımcıların meslek unvanları açısından istatistiksel olarak farklılıklar bulunmuştur. Peyzaj Mimarı olan katılımcılar “yıllık/sezonluk ziyaretçi sayısına bağlı olarak alanın taşıma kapasitesi durumu” faktörü ile ilgili olarak diğer meslek unvanlarına sahip katılımcılardan farklı düşünmekte ve bu faktörü daha fazla önemsemektedirler.

3.2. Yerel halkın görüşlerine ilişkin bulgular

3.2.1. Araştırmaya katılan yerel halkın bazı profil özellikleri

Araştırmaya katılan yerel halkın bazı profil özellikleri Çizelge 6’da verilmiştir. Buna göre, araştırmaya katılanların %38.6’sı kadın, %61.4’ü erkektir. Çalışmaya katılan yerel halkın %32.6’sı 40-49 yaş grubunda, %77.3’ü lise düzeyinde eğitime sahip, %55.3’ü tarımla uğraşmakta ve %48.5’i 1001 TL-2000 TL arasında gelire sahiptir. Bu bulgular, yerel halkın tarıma dayalı ve son derece düşük gelirli bir ekonomik yaşama sahip olduklarına göstermektedir.

3.2.2. Yerel halkın milli parka ilişkin görüşleri

Yerel halkın tarıma dayalı ve düşük gelirli bir ekonomik yaşantısı bulunmaktadır. Bu duruma ilişkin kanıtlar Çizelge 7’de görülmektedir. Buna göre, yerel halkın milli park kaynaklarını en çok rekreasyon amaçlı (piknik yapmak, gezmek vb.) kullandığı dikkati çekmektedir. Bunu tarım yapmak izlemektedir. Yasal mevzuat nedeni ile diğer kullanım imkanları son derece kısıtlıdır. Yerel halkın milli park yönetimi ile yaşadığı en büyük çatışma arazi kullanımı ile ilgilidir. Anket katılımcılarının %63.6’sının milli park sınırları içerisinde tarım ve başka amaçlarla kullandığı arazisi mevcuttur.

Çizelge 4. Uzmanların tampon zon belirlemeye yönelik dikkate alınması gereken faktörlere verdikleri yanıtların cinsiyetler açısından farklılıkları

Faktörler	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Önem düzeyi
Yerel halkın alandaki geleneksel kullanım hakları	748.000	3233.000	-2.038	0.042*
Korunan alan içerisinde endemik türlerin varlığı ve alandaki dağılımı (flora ve fauna)	736.000	3221.000	-2.557	0.011*
Mekan ve tesis yapılması planlanan yerlerin durumu	657.500	3142.500	-2.771	0.006*
Korunan alan içerisinde güvenlik açısından sorun yaratabilecek alanların varlığı	705.000	3190.000	-2.344	0.019*

* $p<0,05$

Çizelge 5. Uzmanların tampon zon belirlemeye yönelik dikkate alınması gereken faktörlere verdikleri yanıtların diğer profil özellikleri açısından farklılıkları

Profil özellikleri	Faktörler	Kikare	sd	Önem düzeyi
Eğitim	Yerel halkın korunan alanın niteliğine bağlı olarak yerel girişimci rollerinin geliştirilebilirliği	7.696	2	0.021*
	Korunan alan içerisindeki hayvancılık faaliyetleri	7.357	2	0.025*
	Korunan alana yakın ama sınırları dışındaki ormancılık faaliyetleri	6.555	2	0.038*
	Korunan alan içerisinde güvenlik açısından sorun yaratabilecek alanların varlığı	7.928	2	0.019*
	Alanda görev yapacak personelin sayısı ve teknik beceri düzeyi	7.684	2	0.021*
	Ulusal ve uluslararası mevzuatın varlığı ve uygulanma durumu	6.521	2	0.038*
	Tampon zonun yaban hayatı için koridorlar sağlama durumu	12.765	2	0.002*
Yaş	Tampon zonun havzaların ve kollarının bütünlüğünü koruma durumu	6.954	2	0.031*
	Yerel halkın korunan alanın niteliğine bağlı olarak yerel girişimci rollerinin geliştirilebilirliği	11.252	4	0.024*
	Yerel halkın turizme bakış açıları ve yaklaşımları	10.709	4	0.030*
	Korunan alan içerisindeki veya civarındaki kirleticilerin varlığı	12.544	4	0.014*
Çalışma Süresi	Biyolojik çeşitlilik ve durumu (flora-fauna ve ekolojik süreçler) (beslenme, çiftleşme, yuvalama, vb.)	11.266	4	0.024*
	Yerel halkın turizme bakış açıları ve yaklaşımları	14.008	4	0.007*
	Korunan alan içerisindeki habitat çeşitliliği ve durumu	11.980	4	0.018*
Meslek unvanı	Tampon zonun sel, heyelan, kirlilik, antropojenik ve diğer felaketleri önleme durumu	10.475	4	0.033*
	Yıllık/sezonluk ziyaretçi sayısına bağlı olarak alanın taşıma kapasitesi durumu	14.437	7	0.044*

* $p<0,05$

Çizelge 6. Araştırmaya katılan yerel halkın bazı profil özellikleri

Profil özellikleri		n	%
Cinsiyet	Kadın	51	38.6
	Erkek	81	61.4
Yaş	18-29	13	9.8
	30-39	24	18.2
	40-49	43	32.6
	50-59	42	31.8
	>59	10	7.6
Eğitim	İlköğretim	6	4.5
	Ortaokul	11	8.3
	Lise	102	77.3
	Üniversite	13	9.8
Meslek	Tarım	73	55.3
	Ev hanımı	24	18.2
	İşçi/Memur	11	8.3
	Emekli	10	7.6
	İşsiz	10	7.6
	Serbest meslek/Esnaf	4	3.0
Gelir	0-1000 TL	55	41.7
	1001 TL-2000 TL	64	48.5
	2001-3000 TL	10	7.6
	>3000 TL	3	2.3

Çizelge 7. Yerel halkın milli parktan faydalanma biçimleri

Yerel halk-millî park kullanım ilişkileri	Evet		Hayır	
	n	%	n	%
Rekresyon amaçlı kullanım (piknik yapmak, gezmek vb.)	90	68.2	42	31.8
Tarım yapmak	84	63.6	48	36.4
Odun dışı orman ürünleri toplamak (mantar, adaçayı, vb.)	49	37.1	83	62.9
Yakacak odun sağlamak	32	24.2	100	75.8
Otlatma	20	15.2	112	84.8
Millî park şefliğinde çalışmak (istihdam)	11	8.3	121	91.7

Korunan alanlar içerisinde yaşayan yerel halkın veya kullanım hakkı bulunanların alan kaynaklarını kullanım durumları ve kullanım ilişkileri tampon zon belirlenmesinde ve bu alanların yönetiminde en önemli konuların başında yer almaktadır. Korunan alanlarda yaşanan birçok problemin özellikle sosyo-ekonomik temelli problemlerin ana nedeni alandan faydalanan yerel insanların kullanım haklarında yaşadıkları kısıtlamalar olarak karşımıza çıkmaktadır (Trakolis, 2001; Alkan vd., 2009; Akyol vd., 2018). Diğer bir neden ise yerel halkın yaşadığı ekonomik kayıp ya da kazançlardır. Alanın millî park olarak ilan edilmesi nedeni ile gelir kaybına uğradığını düşünenlerin oranı %29.5, ek gelir elde ettiğini uğramadığını düşünenlerin oranı ise %10.6'dır (Çizelge 8). Bu bulgular, millî park sınırları içerisinde gerçekleşen çeşitli ekonomik faaliyetlerde yerel halkın yeteri kadar yer almadığını göstermektedir.

Alanda iyileştirilmesi gereken konuların ne olduğu sorulduğunda ise, yerel halkın %65.9'u millî park içerisinde iyileştirilmesi gereken en önemli hususun çevresel koruma (bitki ve hayvanların korunması, kaçak avcılığın önlenmesi vb.) olduğunu ifade etmiştir (Çizelge 9). Yerel halkta bu düşüncenin ortaya çıkmasındaki ana nedenlerden birisi göldeki kirliliktir. Gölde ortaya çıkan kirlenme, yerel halkta tüm mevzuata ve önlemlere rağmen parkta korumanın yetersiz olduğu düşüncesini doğurmaktadır.

Çizelge 8. Yerel halkın millî parktan ekonomik kazanç sağlama durumları

Yerel halkın ekonomik kazanç elde etme durumları	Evet		Hayır		Kararsız	
	n	%	n	%	n	%
Kovada Gölü MP nedeniyle gelir kaybına uğrama	39	29.5	74	56.1	19	14.4
Kovada Gölü MP nedeniyle ek gelir kazanma	14	10.6	100	75.8	18	13.6

Çizelge 9. Yerel halkın milli parkta iyileştirilmesi gerektiğini düşündükleri hususlar

Milli Park'ta iyileştirilmesi gereken hususlar	Evet		Hayır	
	n	%	n	%
Çevresel koruma (bitki ve hayvanların korunması, kaçak avcılığın önlenmesi vb.)	87	65.9	45	34.1
İdari hususlar (hukuksal düzenlemeler, katılım, bilgi verme vb.)	84	63.6	48	36.4
Ekonomik gelişme (istihdam, yeni iş olanakları, teşvik ve kredi imkanları vb.)	64	48.5	68	51.5
Sosyal gereksinimler (rekreasyon, piknik yapma, kamp alanı, seyir terasları vb.)	43	32.6	89	67.4

Yerel halkın %63.6'sı milli park ile ilgili idari konuların, %48.5'i ekonomik konuların ve %32.6'sı ise sosyal gereksinimlerin iyileştirilmesi gerektiğini düşünmektedirler. Bu bulgular daha önce yapılan benzeri birçok çalışmanın aksine milli park içerisinde yaşayan yerel halkın öncelik verdiği konuların değiştiğini göstermektedir. Daha önce benzeri konularda yapılan çalışmalar yerel halkın en önem verdikleri konuların başında ekonomik konuların yer aldığını göstermektedir (Trakolis, 2001; Alkan vd., 2009; Akyol vd., 2018). Örneğin, Newmark vd., (1993) tarafından beş farklı korunan alanda yapılan bir çalışmada, bölge sakinlerinin özellikle otlama ve tarım arazileriyle ilgili endişeleri olduğunu belirlemişlerdir. Hatta yapılan bu çalışmalarda genel olarak önerilerin çözüm önerilerinin başında yerel katılımı vurgusu yer almaktadır (Heinen, 1993; Weladji vd., 2003; Szell ve Hallett, 2013; Akyol vd., 2018). Çalışma bulguları açısından bakıldığında milli park içerisinde yaşayan yerel halkın milli parkta iyileştirilmesi gereken konuların ikincisi olarak idari hususları özellikle katılım, bilgi verme vb. konularını önemstediklerini göstermektedir.

Çalışmadan elde edilen bulgular Kovada Gölü Milli Parkı içerisinde yaşayan yerel halkın diğer pek çok çalışmanın aksine çevresel koruma konusunu diğer konulardan özellikle de ekonomik konulardan daha öncelikli gördüklerini göstermektedir. Bu bulgu, aynı alanda benzer bir çalışma yapan Alkan (2009) ve Alkan vd. (2009)'un bulgularından bu yönüyle farklılaşmaktadır. Yerel halkın değişen bu algı ve tutumları ile ilgili olarak, yönetim faaliyetlerinin etkinliği, yerel halkın yetkililere güvenmesi, eğitim düzeyi, ekonomik seviye ve yerel halkın bilinç düzeyi gibi faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir (Dimitrakopoulos vd., 2010). Bu bağlamda, korunan alanlarda tampon zon belirlenmesi ve yönetilmesinde korunan alan ve yerel halk ilişkilerinin belirlenmesi ve alana özgü yönetim uygulamalarının ortaya konulması gerektiği söylenebilir.

Çalışmada üzerinde durulan diğer bir konu ise yerel halkın milli parka herhangi bir yatırım yapıp yapmama isteklerinin belirlenmesine yöneliktir. Özellikle mevcut çatışmaların giderilmesinde ve tampon zon belirlenmesinde yerel halkın alandan beklentilerinin belirlenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca alternatif gelir kaynaklarının oluşturulmasının alandaki baskıyı azaltacağı, park yönetimini kolaylaştıracağı ve hatta tampon zona olan ihtiyacı azaltacağı çeşitli çalışmalarla ifade edilmektedir. Çünkü korunan alanlarda yaşanan sorunların ana nedenleri ekonomik faktörler ve arazi kullanım değişiklikleriyle ilgilidir (Correll, 2005; Palomo vd., 2013). Bu kapsamda yerel halkın büyük bölümü uygun koşulların oluşması durumunda milli parka yatırım (turizm, pansiyon açma vb.) yapmak istemektedirler.

Çizelge 10'da yerel halkın milli park ile algıları ve tutumlarını ölçmeye yönelik bazı ifadeler yer verilmiştir. Özellikle tampon zon ayrımı için alanda yaşayanların veya kullanım hakkı bulunanların algı ve tutumları önem taşımaktadır. Korunan alanların planlanması sürecinde yerel halkın katılımının sağlanması ve kırsal kalkınma uygulamalarına yer verilmesi, korumadan olumsuz yönde etkilenen insanların alanları sahiplenmeleri ve korumaya olan olumsuz bakış açılarının olumlu yönde değiştirilmesi açısından önemlidir. Dolayısıyla, korunan alanların sürdürülebilir kullanımına yönelik herhangi bir planlamanın, kaynakların yerel kullanıcıları ile işbirliği içinde olmadan ve yöresel talepler dikkate alınmadan başarılı olması daha önceki uygulamalar ve deneyimler çerçevesinde pek olası gözükmemektedir (Durusoy ve Türker, 2003). Bu bağlamda katılımçılık, ilgili korunan alanların içinde ve çevresinde yaşayanlara korunan alanların nasıl korunacağı ve yönetileceği konusunda söz sahibi olma hakkı vermektedir.

Ayrıca, sadece korunan alanların içinde ve çevresinde yaşayanların değil, alanla ilgili diğer paydaşların da dikkate alınması yönetimin etkinliğini artırmaktadır. İlgili paydaşların bir araya getirilmesi ise korunan alan yönetimlerine düşmektedir (Aruoba, 2003). Ancak, Türkiye'de, doğa koruma ile yakın ilişkisi bulunan ormancılık sektöründe hala katı koruma anlayışının hakim olduğu, karar alma ve uygulama süreçlerine katılımı sağlayacak teşvik sistemlerinin oluşmadığı, kararların özellikle politik baskılarla ve kişilerle bağlı olarak verildiği ve karar alma süreçlerinin şeffaf olmadığı çeşitli çalışmalarla ifade edilmektedir (Atmış vd., 2007).

Çizelge 10. Yerel halkın milli parkla ilgili algı ve tutumları

İfadeler	Ortalama	Stantart sapma
Milli park ile ilgili konularda bilgilendirilirim.	4.67	0.805
Milli park idaresine düşüncelerimi açıkça söyleyebilirim.	4.45	1.007
Milli park sayesinde kazancımın artabileceğini düşünürüm.	4.08	1.085
Yöneticilerin milli parkı yasalara uygun bir şekilde yönettiğini düşünürüm.	3.82	1.104
Milli park içindeki arazilerimi istediğim gibi kullanabildiğimi düşünürüm.	3.66	1.125
Milli park içindeki tüm alanların mutlaka korunması gerektiğini düşünürüm.	3.39	1.196
Milli parkta yapılan usulsüz işleri yetkili mercilere bildirebilirim.	3.14	1.576
Milli parkın korunması için yapılan çalışmalarda fikrim alınır.	2.97	1.301
Milli park içerisindeki canlılara zarar veren kişileri uyarırım.	2.43	1.349
Çocuklarıma milli parkı korumaları gerektiğini anlatırım.	2.36	1.071
Milli park ilan edildiğinden bu yana turizm etkinliklerinin arttığını düşünürüm.	2.36	1.121
Milli park yönetiminde söz sahibi olmak isterim.	2.35	1.348
Milli parkın daha iyi olması için gönüllü olarak ücretsiz çalışabilirim.	2.31	1.371
Milli park içerisinde adaçayı/kekik vb. toplayabileceğimi düşünürüm.	2.14	0.947
Milli park içerisinde turistik tesisler olması gerektiğini düşünürüm.	2.00	1.204
Köylülerde yönetime katılırsa milli parkın daha iyi yönetileceğini düşünürüm.	1.75	1.051
Kovada Gölü'nün koruma altına alınmasına gerek olmadığını düşünürüm.	1.58	0.966

Bu bağlamda Çizelge 10 incelendiğinde, “*milli park ile ilgili konularda bilgilendirilirim*” ifadesi ortalama 4.67 puan ile en yüksek puan alan ifadedir. Bunu ortalama 4.45 puanla “*milli park idaresine düşüncelerimi açıkça söyleyebilirim*” ifadesi izlemektedir. Bu durum daha önce tartışıldığı üzere, Kovada Gölü Milli Parkı’nda katı koruma anlayışının kısmen azaldığını, milli park yönetiminin yerel halkı gerçek anlamda paydaş olarak görmeye başladıklarını göstermektedir. Çalışma özellikle aynı alanda Alkan (2009) ve Alkan vd., (2009) tarafından yapılan çalışmaların sonuçlarından bu anlamda farklılıklar göstermektedir. Ancak, “*köylülerde yönetime katılırsa milli parkın daha iyi yönetileceğini düşünürüm*” ifadesi ortalama 1.75 gibi oldukça düşük bir değer almıştır. Bu durum yerel halkın park yönetimi ile ilgili konularda bilgilendirilmek ve bazı konularda söz sahibi olmak istediklerini ancak yönetsel açıdan sorumluluk almak istemedikleri şeklinde yorumlanabilir.

Yerel halkın milli park ile ilgili diğer bir önemli düşüncesi “*milli park sayesinde kazancımın artabileceğini düşünürüm*” ifadesidir. Bu bulgu ise yerel halkın milli parktan gelirlerinin artması yönünde ekonomik bir beklenti içinde olduklarını göstermektedir. Ancak, yerel halktan son derece az kişinin milli parkta istihdam edilmesi ve “*milli park ilan edildiğinden bu yana turizm etkinliklerinin arttığını düşünürüm*” ifadesi (puan: 2.36) ekonomik beklentilerin gerçekleşmediği sonucunu doğurmaktadır.

“*Kovada Gölü’nün koruma altına alınmasına gerek olmadığını düşünürüm*” ifadesi ortalama 1.58 puan alarak en az puan alan ifade olmuştur. Ancak ifadenin olumsuz bir ifade olması nedeni ile aslında en önemli ifadelerden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Alanda yaşayanlar Kovada Gölü’nün mutlak suretle korunması gerektiğini düşünmektedirler. Bu nedenle gölün korunmasına yönelik her türlü çabayı olumlu olarak görmektedirler. Hatta “*milli park içindeki tüm alanların mutlaka korunması gerektiğini düşünürüm*” ifadesi ile (puan: 3.39) bu durumu desteklemektedirler. Bu bulgular üzerinden yapılan değerlendirmeler sonucunda, yerel halkın milli parkın işlevleri ve özellikle çevresel koruma yönünden önceki yıllara oranla daha bilinçli olduklarını söylemek mümkündür.

4. Sonuç ve öneriler

Çalışmada uzmanlara, tampon zon belirlemede dikkate alınması gereken faktörlerin ne olması gerektiği ile ilgili olarak 35 ifadeden oluşan bir liste sunulmuş ve değerlendirmeleri istenmiştir. Uzmanlarca yapılan değerlendirmeler sonucunda bu faktörlerin tümü ortalama 3.5 puan ve üzerinde bir puan alarak uzmanlarca önemli bulunmuştur. Uzmanlarca yapılan bu değerlendirmelerde özellikle ekolojik ve biyolojik içerikli faktörler en yüksek puanları almışlardır. Tampon zonların belirlenmesindeki ana amaç, korunan alan içerisinde özellikle yerel halka ve kullanım hakkı bulunanlara sosyal, kültürel ve ekonomik faaliyetlerini yürütebilmelerine olanak sağlamak ve mutlak koruma alanlarındaki baskıyı azaltmaktır. Ancak uzmanlar ekolojik ve biyolojik faktörleri yerel halk için önem taşıyan diğer faktörlere göre daha önemli bulmuşlardır. Bu nedenle korunan alanlarla ilgili çalışmalarda mutlaka sosyal-kültürel konularda uzman kişilere de yer verilmelidir.

Tampon zon belirlemeye yönelik uzmanlar, ekosistemdeki ekolojik ve biyolojik süreçlerin çok iyi gözlemlenmesi gerektiğini, tampon zonların korumaya yardımcı bir uygulama olduğunu ve başkaca uygulamalar ile desteklenmesi gerektiğini, tampon zon belirlenirken korunan alan çevresinin de dikkate alınması gerektiğini, tampon zon yönetiminde yerel halk ve diğer paydaşlarla işbirliği yapılması gerektiğini, tampon zon içerisinde izin verilecek ve yasaklanacak faaliyetlerin yerel halkın katılımı ile birlikte belirlenmesi gerektiğini ve belirlenecek bu faaliyetlerin geleneksel arazi kullanım biçimlerine uygun olarak seçilmesi gerektiğini düşünmektedirler. Bunlara ek olarak uzmanlar, korunan alanlarda tampon zon belirlemenin tek başına korumayı sağlamada yeterli olmayacağını düşünmektedirler.

Park içerisinde yaşayan yerel halk milli park kaynaklarını özellikle rekreasyon ve tarım amaçlı kullanmakta olup, özel mülkiyet alanları yaklaşık milli park alanın %15’ini oluşturmaktadır. Bu nedenlerle yerel halkın milli park yönetimi ile yaşadığı en büyük çatışma arazi kullanımı ile ilgilidir. Yerel halk açısından milli parkla ilgili olarak iyileştirilmesi ve daha iyi hale getirilmesi gereken konuların başında çevresel koruma (bitki ve hayvanların korunması, kaçak avcılığın önlenmesi vb.) konusu gelmektedir. Bunu idari hususlar (hukuksal düzenlemeler, katılım, bilgi verme vb.) ile ilgili konular izlemektedir. Sonrasında ekonomik gelişme (istihdam, yeni iş olanakları, teşvik ve kredi imkanları vb.) ve sosyal gereksinimler (rekreasyon, piknik yapma, kamp alanı, seyir terasları vb.) konuları izlemektedir. Daha önce yapılan çalışmaların aksine, milli park sınırları içerisinde yaşamını sürdüren yerel halk alanın korunması gerektiğini ve kendilerinin de alanın yönetiminde söz sahibi olması gerektiğini düşünmektedirler. Bu sonuçlar, tampon zon yönetimi ve planlanmasında yerel halkın beklentileri ile bağ kurulması gerekliliğini göstermektedir. Özellikle arazi kullanımı ve mülkiyet konusu ile ilgili daha fazla çalışma yapılması ve gelir getirici alternatif faaliyetlere daha fazla teşvik verilmesi gerekmektedir. Kovada Gölü Milli Parkı örneğinde olduğu gibi özellikle park sınırları dışında olan ancak park alanını doğrudan etkileyen Eğirdir Gölü ve Kovada Kanalı gibi alanların kullanımı ve etkileri de çalışmalarda göz önünde bulundurulmalıdır.

Açıklama

Bu çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Savaş Karakaya (2019) tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinin bir özettir. Araştırmanın yürütülmesine katkı sağlayan Kovada Gölü Milli Parkı yöneticilerine, çalışanlarına ve bölge sakinlerine teşekkür ederiz. Ayrıca, 4006-YL1-14 No’lu Proje ile çalışmayı maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı’na teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abdullah, J., Ahmad, C.B., Jaafar, J., Sa'ad, S.R.M., 2013. Stakeholders' perspectives of criteria for delineation of buffer zone at conservation reserve: FRIM heritage site. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 105: 610-618.
- Ahmad, C.B., Abdullah, J., Jaafar, J., 2016. Buffer zone delineation at conservation reserve. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 222: 685-692.
- Ahmad, C.B., Hashim, I.H.M., Abdullah, J., Jaafar, J., 2012. Stakeholders' perception on buffer zone potential implementation: A preliminary study of Tasek Bera, M'sia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 50: 582-590.
- Akten, S., Gül, A., Akten, M., 2012. Korunan doğal alanlarda kullanılabilecek ziyaretçi yönetim modelleri ve karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1): 57-65.
- Akyol, A., Türkoğlu, T., Bekiroğlu, S., Tolunay, A., 2018. Resident perceptions of livelihood impacts arising from the Kızıldağ National Park, Turkey. *Environ. Dev. Sustain.*, 20(3): 1037-1052.
- Alkan, H., 2009. Negative impacts of rural settlements on natural resources in the protected areas: An example from Kovada Lake National Park. *Journal of Environmental Biology*, 30(3): 363-372.
- Alkan, H., Korkmaz, M., Tolunay, A., 2009. Assessment of primary factors causing positive or negative local perceptions on protected areas. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 17(1): 20-27.
- Allan, J.R., Venter, O., Maxwell, S., Bertzy, B., Jones, K., Shi, Y., Watson, J.E.M., 2017. Recent increases in human pressure and forest loss threaten many Natural World Heritage Sites. *Biological Conservation*, 206: 47-55.
- Arı, Y., 2006. Milli parklarda insan problemi: Doğa korumanın yerel kültürlerle etkisi. *Kazdağları II. Ulusal Sempozyumu*, 22-25 Haziran, Çanakkale, s.230-234.
- Aruoba, Ç., 2003. Orman yönetimi, sürdürülebilirlik ve katılım konusunda bazı ekonomik düşünceler. II. Ulusal Ormanlık Kongresi, 19-20 Mart, Ankara, s.207-216.
- Aslan, B., Karaca, İ., 2012. Insect fauna of Kovada Lake National Park basin (Isparta, Turkey). *Turkish Journal of Entomology*, 36(4): 473-489.
- Atmış, E., Özden, S., Lise, W., 2007. Public participation in forestry in Turkey. *Ecological Economics*, 62(2): 352-359.
- Aydın, İ.Z., Öztürk, A., Demirci, U., 2016. Korunan alanlarda sürdürülebilir ekoturizm yönetimi ölçüt ve göstergelerin ülkemiz açısından irdelemesi. II. Ulusal Sürdürülebilir Turizm Kongresi, 28-30 Nisan, Antalya, s.391-405.
- Bahadır, M., 2013. Kovada Lake National Park and its sustainable management. *Eastern Geographical Review*, 18(30): 287-309.
- Brandon, K.E., Wells, M., 1992. Planning for people and parks: Design dilemmas. *World Development*, 20(4): 557-570.
- Brosius, J.P., 2004. Indigenous peoples and protected areas at the world parks congress. *Conservation Biology*, 18(3): 609-612.
- Budhathoki, P., 2003. A category V protected landscape approach to buffer zone management. *Parks*, 13: 22-30.
- Budhathoki, P., 2004. Linking communities with conservation in developing countries: Buffer zone management initiatives in Nepal. *Oryx*, 38(3): 334-341.
- Correll, D.L., 2005. Principles of planning and establishment of buffer zones. *Ecological Engineering*, 24(5): 433-439.
- Curran, L.M., Trigg, S.N., McDonald, A.K., Astiani, D., Hardiono, Y.M., Siregar, P., Caniago, I., Kasischke, E., 2004. Lowland forest loss in protected areas of Indonesian Borneo. *Science*, 303(5660): 1000-1003.
- Demirayak, F., 2006. Türkiye'de korunan alanlar için yeni bir yaklaşım ortaklaşa yönetim. *Doktora Tezi*, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Derose, A.M., 2004. Overview of community participation at the Vth IUCN world parks congress. *Parks*, 14(2): 18-29.
- Dimitrakopoulos, P.G., Jones, N., Iosifides, T., Florokapi, I., Lasda, O., Paliouras, F., Evangelinos, K.I., 2010. Local attitudes on protected areas: Evidence from three Natura 2000 wetland sites in Greece. *Journal of Environmental Management*, 91: 1847-1854.
- DKMP, 2010. Kovada Lake National Park Analytical Studies and Synthesis Report. Isparta Directorate of Nature Conservation and National Parks. DKMP, Isparta.
- Dudley, N., 2008. Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. IUCN, Gland, Switzerland.
- Dudley, N., Mulongoy, K.J., Cohen, S., Stolton, S., Barber, C.V., Gidda, S.B., 2005. Towards Effective Protected Area Systems. An Action Guide to Implement the Convention on Biological Diversity Programme of Work on Protected Areas. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada.
- Durusoy, İ., Türker, M.F., 2003. Sürdürülebilir orman işletmeciliği ölçüt ve göstergelerinde katılım. II. Ulusal Ormanlık Kongresi, Türkiye Ormanlarının Yönetimi ve Katılım, Türkiye Ormanlıklar Derneği, 19-20 Mart, Ankara, s.262-288.
- Eagles, P.F.J., Mccool, S.F., Haynes, C.D., 2002. Sustainable Tourism in Protected Areas: Guidelines for Planning and Management. IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Ebregt, A., Greve, P.D., 2000. Buffer Zones And Their Management - Policy and Best Practices For Terrestrial Ecosystems in Developing Countries. JB&A Grafische Communicatie, Wateringen.
- Ersoy, İ., Daşdemir, İ., 2016. Korunan alanlarda yönetimin etkinlik düzeyinin belirlenmesi (Soğuksu ve Yozgat Çamlığı Milli Parkları örneği). *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 18(1): 32-46.
- Görmüş, S., 2012. Korunan alan planlama stratejilerinin değerlendirilmesi: Kastamonu-Bartın Küre Dağları Milli Parkı örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 14(21): 37-48.
- Gümüş, C., Şen, G., Toksoy, D., Ayaz, H., Bahat, B., 2010. Nature conservation and national parks in Turkey. First Serbian Forestry Congress (Future with Forests), 11-13 November, University of Belgrade, Serbia, pp. 73-77.
- Gündoğdu, E., 2002. Isparta çevresindeki bazı korunan alanlarda orman kuşları üzerine gözlemler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1: 83-100.
- Heinen, J.T., 1993. Park people relations in Kosi Tappu Wildlife Reserve, Nepal. A socio-economic analysis. *Environmental Conservation*, 20: 25-34.
- Heinen, J.T., 1996. Human behavior, incentives, and protected area management. *Conservation Biology*, 10(2): 681-684.
- Hernes, M.I., Metzger, M.J., 2017. Understanding local community's values, worldviews and perceptions in the Galloway and Southern Ayrshire Biosphere Reserve, Scotland. *Journal of Environmental Management*, 186: 12-23.
- Hjortso, C.N., Straede, S., Helles, F., 2006. Applying multi-criteria decision-making to protected areas and buffer zone management: A case study in the Royal Chitwan National Park, Nepal. *Journal of Forest Economics*, 12: 91-108.
- Kılıç, S., 2016. Cronbach's alpha reliability coefficient. *Journal of Mood Disorders*, 6(1): 47-48.
- Klar, N., Herrmann, M., Henning-Hahn, M., Pott-Dörfer, B., Hofer, H., Kramer-Schadt, S., 2012. Between ecological theory and planning practice: (Re-) Connecting forest patches for the wildcat in Lower Saxony, Germany. *Landscape and Urban Planning*, 105(4): 376-384.
- Korkmaz, M., Akyol, A., Türkoğlu, T., Bergner, A., Jansson, N., Tolunay, A., 2018. Perspective on forest biodiversity indicators for protected areas: A comparison of Turkish and Swedish forest expert opinions. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(3): 3595-3609.
- Kothari, A., 2008. Protected areas and people: The future of the past. *Durban +5 WCPA/IUCN, Parks*, 17(2): 23-34.
- Koyuncu, H., 1985. Eğirdir ve Kovada göllerinin hidrolojik bilançosu. *Bitirme Tezi*, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Hidrojeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

- Kurdoğlu, O., 2007. Dünyada doğayı koruma hareketinin tarihsel gelişimi ve güncel boyutu. Artvin oruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 8 (1): 59-76.
- Kuvan, Y., 2005. Korunan alan yönetiminde etkinliğin  nemi ve değerlendirilmesi. Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, 8-10 Eylül, Isparta, s:81-89.
- Li, W., Wang, Z., Tang, H., 1999. Designing the buffer zone of a nature reserve: A case study in Yancheng Biosphere Reserve, China. Biological Conservation, 90: 159-165.
- Liu, J., Ouyang, Z., Miao, H., 2010. Environmental attitudes of stakeholders and their perceptions regarding protected areacommunity conflicts: A case study in China. Journal of Environmental Management, 91(11): 2254-2262.
- Lynagh, F.M., Urich, P.B., 2002. A critical review of buffer zone theory and practice: A Philippine case study. Society and Natural Resources, 15: 129-145.
- MacKinnon, J., MacKinnon, K., Child, G., Thorsell, J., 1986. Managing Protected Areas in the Tropics. IUCN, Gland, Switzerland.
- Newmark, W.D., Leonard, N.L., Sariko, H.I., Gamassa, D.G.M., 1993. Conservation attitudes of local people living adjacent to five protected areas in Tanzania. Biology Conservation, 63: 177-183.
- Ogogo, A.U., Nchor, A.A., Jacob, D.E., 2010. Challenges of buffer zone management in Cross River National Park, South Eastern Nigeria. Journal of Research in Forestry Wildlife and Environment, 2(2): 156-163.
-  zden, S., Alkan, H., Korkmaz, M., 2001. Kızıladağ Milli Parkı sınırları içerisindeki k ylerin sosyo-ekonomik yapısı. Kırsal evre Yıllığı, s.34-47.
-  z doğru, E., 2013. Korunan alanlar tampon zon yönetimi üzerine bir araştırma: K re Dağları Milli Parkı  rneği. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Palomo, I., Martin-Lopez, B., Potschin, M., Haines-Young, R., Montes, C., 2013. National Parks, buffer zones and surrounding lands: Mapping ecosystem service flows. Ecosystem Services, 4: 104-116.
- Perell , L.F.C., Guadagnin, D.L., Maltchik, L., dos Santos, J.E., 2012. Ecological, legal, and methodological principles for planning buffer zones. Natureza & Conservação, 10(1): 3-11.
- Robinson, E.J.Z., Albers, H.J., Busby, G.M., 2013. The impact of buffer zone size and management on illegal extraction, park protection, and enforcement. Ecological Economics, 92: 96-103.
- Scherl, Lea M., Wilson, A., Wild, R., Blockhus, J.M., Franks, P., McNeely, J.A., McShane, T., 2004. Can Protected Areas Contribute to Poverty Reduction Opportunities and Limitations. IUCN, Gland and Cambridge.
- Sheppard, D., 2004. The VTH IUCN World parks congress. Durban World Parks Congress WCPA/IUCN Parks, 14(2): 1-5.
- Straeada, S., Treue, T., 2006. Beyond buffer zone protection: A comparative study of park and buffer zone products' importance to villagers living inside Royal Chitwan National Park and to villagers living in its buffer zone. Journal of Environmental Management, 78: 251-267.
- Strohbach, M.W., Arnold, E., Haase, D., 2012. The carbon footprint of urban green space-A life cycle approach. Landscape and Urban Planning, 104(2): 220-229.
- Szell, A.B., Hallett, L.F., 2013. Attitudes and perceptions of local residents and tourists toward the protected area of Retezat National Park, Romania. International Journal of Humanities and Social Science, 3(4): 18-34.
- Şen, G., Buğday, S.E., 2015. Assigned areas in various status for use and protection of property in Kastamonu Province. Kastamonu  niveristesi Orman Fakültesi Dergisi, 15(2): 214-230.
- Trakolis, D., 2001. Perceptions, preferences, and reactions of local inhabitants in Vikos-Aoos National Park, Greece. Environmental Management, 28(5): 665-676.
- Weladji, R.B., Moe, S.R., Vedeld, P., 2003. Stakeholder attitudes toward wildlife policy and the Benoue Wildlife Conservation Area, North Cameroon. Environmental Conservation, 30: 334-343.
- Wells, M.P., Brandon, K.E., 1993. The principles and practice of buffer zones and local participation in biodiversity conservation. Ambio, 22(2/3): 157-162.
- Wind, J., Prins, H.H.T., 1989. Buffer Zone and Research Management for Indonesian National Parks: Inception Report. World Bank National Park Development Project, DHV-RIN Consultancies, Bogor, Indonesia.
- Y cedağ, C., Carus, S., 2005. Kovada Gölü Milli Parkı ormanlarının meşcere kuruluşları. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1: 62-77.
- Yücel, M., 1999. Doğa Koruma Alanları ve Planlaması. . . Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 104, II. Baskı, Adana.

Devlet orman fidanlıklarındaki işletmecilik faaliyetlerine ilişkin fidanlık müdürlerinin görüşleri

Hasan Alkan^{a,*} , Alime Divrik^b 

Özet: Ülkemiz ormancılığı için stratejik öneme sahip olan devlet orman fidanlık işletmeleri 1925 yılından bu yana ayakta kalmayı başaramamış kamu sektörü işletmeleridir. Bu işletmeler gerek Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı ilgili birimlerce yürütülen yapay gençleştirme-ağaçlandırma çalışmalarında ve gerekse toplumun her kesimince yapılacak bitkilendirme çalışmalarında kullanılmakta olan fidanı üretmekle görevlidir. Bu çalışmada orman fidanlıklarının yöneticileri olan müdürlerin görüşleri yardımıyla bu işletmelerin tedarik, üretim, pazarlama, muhasebe, halkla ilişkiler, vb. fonksiyonlarının mevcut durumlarının irdelenmesi ve tespit edilen sorunlara yönelik öneriler geliştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada literatür ve doküman analizi ile anket ve mülakat yöntemlerinden yararlanılmıştır. Araştırma kapsamında fidanlık müdürlerinin tamamı ile yüz yüze görüşülmüştür. Araştırma bulgularına göre orman fidanlık işletmelerinin temel sorunları fidan üretim tekniğinden ziyade işletme ekonomisi alanında yoğunlaşmaktadır. Talep belirsizliği başta olmak üzere artan pazarlama sorunları, kapasite kullanım oranlarının düşük olması, kalite ve maliyet yönetimi bakımından yaşanan sorunlar, personel, makine parkı ve tesisler bakımından hala standart bir yapının oluşturulamamış olması, kuruluş yerine bağlı olarak ortaya çıkan yetiştirme ortamı sorunları, vb. etmenler bu işletmelerin başarısı üzerinde olumsuz bir etki yapmaktadır.

Anahtar kelimeler: Fidan üretimi, Devlet orman fidanlık işletmesi, İşletme fonksiyonları

Opinions of nursery managers on business activities at state forest nurseries

Abstract: State forest nursery enterprises, which have strategic importance for forestry of our country, are public sector enterprises which have managed to survive since 1925. These enterprises are responsible for producing seedlings which are used both in artificial regeneration and afforestation activities carried out by the related units of the Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry and in planting activities to be carried out by all segments of the society. In this research, the current status of forest nursery enterprises in terms of supply, production, marketing and public relations, etc. functions are examined with the help of the nursery managers opinions. Literature and document analysis, questionnaire and interview were used as methods in the research. And, all of the nursery managers were interviewed face to face. According to result of the research, the main problems of forest nursery enterprises are concentrated in the business economy rather than technique issues. Increasing marketing problems, low capacity utilization, quality and cost management problems, nursery establishment site problems, lack of a standard structure in terms of personnel, machinery and facilities, etc. factors have a negative impact on the success of these enterprises.

Keywords: Seedling production, State forest nursery, Business functions

1. Giriş

Genel itibarıyla ormanlarımızın optimal kuruluştan uzak olması, ormansız alanlarımızın genişliği, yangın ve erozyon sorunları, yetişme ortamı kısıtları, ormancılık mal & hizmetlerine yönelik ihtiyaçların tam olarak karşılanamaması ve bunların günden güne artması potansiyel yapay gençleştirme-ağaçlandırma sahalarımızın genişlemesine yol açmakta; yapay gençleştirme-ağaçlandırma yatırımlarını, ülkemiz ormancılığı için öncelikli, kaçınılmaz ve alternatifsiz yatırımlar haline getirmektedir. Bununla birlikte son yıllarda bozuk orman alanlarının ıslahına yönelik olarak rehabilitasyon çalışmalarına verilen önem de artmaktadır. Fidan ihtiyacını arttıran diğer bir husus ise hızlı kentleşmeye paralel olarak artan peyzaj düzenlemeleridir. Başta yapay gençleştirme-

ağaçlandırma olmak üzere, girdisi fidan olan yatırımların likiditesinin düşük, geri ödeme süresinin oldukça uzun ve bu büyük maliyetli yatırımların aynı zamanda yüksek bir başarısızlık riskine sahip oldukları söylenebilir. Bu bağlamda, söz konusu yatırımlarda hem iktisadi hem de silvikültürel yönlerden başarıya ulaşabilmenin ilk şartı, yetişme ortamı şartlarına ve meşcere kuruluş amacına uygun kaliteli, düşük maliyetli ve orijini belli fidanların kullanımı olmaktadır (Acar vd., 2004; Alkan vd., 2007; Genç, 1992). Uygun kalite ve orijinli fidanların kullanımı ile fidanların sahalardaki yaşama yüzdeleri artmakta, bu ise beraberinde silvikültürel yönden başarıyı getirmektedir. Bakım sürelerinin azalması aynı zamanda maliyetleri de düşürmekte ve iktisadi başarıya katkı sağlamaktadır. Bu yatırımlarda iktisadi başarının sağlanabilmesi için fidanların aynı zamanda uygun maliyetli de olması gerekmektedir.

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, 32260, Isparta

^b Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Ağaçlandırma ve Silvikültür Şube Müdürlüğü, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 04.10.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 21.10.2019



Citation (Atıf): Alkan, H., Divrik, A., 2019. Devlet orman fidanlıklarındaki işletmecilik faaliyetlerine ilişkin fidanlık müdürlerinin görüşleri. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 391-400.

DOI: [10.18182/tjf.629502](https://doi.org/10.18182/tjf.629502)

Ülkemizde orman ağacı tohumu üretimi ve fidanı yetiştirme görevi ilgili mevzuat gereği devlet orman fidanlık işletmelerine (DOFİ) verilmiş durumdadır. Bilimsel ve teknik esaslara uygun ilk DOFİ 1925 yılında Atatürk'ün emriyle Ankara'da kurulmuştur (OBY, 1973). Kurulduğu tarihten bugüne kadar sayısal olarak kapasitesini sürekli arttıran DOFİ'ler bağlı olduğu genel müdürlükler, statüleri, organizasyon yapıları ve şemaları bakımından zaman zaman köklü değişikliklere maruz kalmışlardır. Günümüzde bu işletmeler Orman Genel Müdürlüğü (OGM) çatısı altındadır. Organizasyon şeması itibariyle fidanlık işletmeleri fidanlık müdürlüklerine ve bu müdürlükler de Orman Bölge Müdürlüklerine (28 adet) bağlıdır. Gerek Türkiye ormancılığı hedef, strateji ve politikalarındaki belirsizlik ve yaşanan ani değişimler nedeniyle fidan üretim programlarının sürekli değişiklik göstermesi gerekse de geçirmiş oldukları örgütsel ve yapısal değişiklikler neticesinde DOFİ'ler genel itibariyle ormancılık kamuoyu tarafından sürekli sorgulanan ve üzerinde değerlendirmeler yapılan işletmeler olmuştur (Alkan, 2002). Hatta zaman zaman özel sektöre satışı ve/veya kapatılması ile ilgili çalışmalar bile yürütülmüştür (Alkan, 2006). Sürekli olarak gündemde olmalarının da etkisiyle günümüze değin gerek fidanlık tekniği gerekse fidanlık ekonomisine yönelik çok sayıda araştırma yapılmış olsa da geçirmiş olduğu örgütsel ve yapısal değişiklikler nedeniyle özellikle fidanlık ekonomisine yönelik çalışmaların sıklıkla tekrar edilmesinde yarar bulunmaktadır. Bu araştırmada müdürlerin görüşleri yardımıyla DOFİ'lerin işletme fonksiyonları bağlamındaki mevcut durumları irdelenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

Araştırmada izlenen yol:

- Mevcut yazın ve dokümanların incelenerek kavramsal çerçevenin oluşturulması,
- Alan çalışması için gerekli olan anket ve mülakat formlarının geliştirilmesi,
- Anket ve mülakat çalışmalarının yapılması,
- Elde edilen verilerin istatistiksel analiz ve yazımı şeklindedir.

Mevcut yazın ve dokümanların incelenmesi internet üzerindeki kaynaklarla kütüphanelerde bulunan basılı kaynakların taranması şeklinde olmuştur. Araştırma kapsamında 28 orman fidanlık müdürlüğü yöneticilerinin tamamı ile anket çalışmasının yapılması öngörülmüştür. Yazarların tecrübeleri ve mevcut bilgi birikimleri ile oluşturulan ilk anket formları uygulamacılar ve akademisyenlerden alınan görüşler ve kolayca örneklem yoluyla test edilmiş ve alınan dönütlere göre anket formuna son şekli verilmiştir. Anket formu içinde tedarik, üretim, pazarlama, muhasebe, yönetim, vb. işletme fonksiyonları öğelerine ilişkin hususlara yer verilmiştir. Anket formları 8 Mart 2016'da Afyon'da düzenlenen Fidanlık Müdürleri seminerinde yüz yüze görüşme yöntemiyle doldurulmuştur. Anket formlarının doldurulmasının ardından veriler sıra istatistiğine göre sayısallaştırılarak Excel tablolarına aktarılmış; takiben ise SPSS 20.0 (Statistical Package for Social Science) istatistik paket programı yardımıyla temel istatistik testler (Özdamar, 2004) uygulanmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Müdürlerin genel profil özellikleri

Müdürlerin %96.4'ü en köklü iki fakülte olan İstanbul Üniversitesi (%60.4) ve Karadeniz Teknik Üniversitesi (%35.7) Orman Fakülteleri mezunudur. %3.6'lık kesim ise Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi'nden mezun olmuştur. Müdürlerin %35.7'si orman yüksek mühendisidir. En kıdemlisi 1981 en yenisi ise 2001 mezunu olan müdürlerin iş deneyimlerine (yıl olarak) ilişkin bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

En yeni mezunun bile 18 yıllık bir geçmişe sahip olduğu dikkate alındığında fidanlık müdürlerinin ormancılık meslek deneyimi bağlamında oldukça iyi durumda oldukları söylenebilir. Müdürlerin idarecilik deneyimlerine ilişkin bilgiler ise Çizelge 2'deki gibidir.

Çizelge 2'de görüldüğü gibi müdürlerin idarecilik deneyimleri oldukça düşüktür. Bunun temel nedeni ise Fidanlık Müdürlüklerinin 2002 ile 2010 yılları arasında İl Çevre Orman Müdürlüğüne bağlı Fidanlık Mühendisliği şeklinde hizmet vermeleridir.

İş memnuniyeti, yöneticilerin ve çalışanların sosyal yaşamdaki memnuniyetlerini arttırdığı gibi, iş yaşamında da hem bireysel verimliliği hem de grup verimliliğini arttırmaktadır. Bunun neticesinde iş performanslarındaki artış işletmenin hem nitelik hem de nicelik yönüyle gelişmesine olumlu katkı sağlamaktadır (Çınar, 2018). Bu nedenle müdürlerin yaptıkları işten memnun olup olmama durumları da sorgulanmış elde edilen bulgular Çizelge 3'de verilmiştir. Buna göre müdürlerin %89.3'ü yaptıkları işten memnundur. Müdürlerin yaptıkları iş ile ilgili kendilerini yeterli görme durumları ise Çizelge 4'deki gibidir. Çizelgeye göre müdürlerin tamamına yakını kendilerini orta ve üzeri düzeyde yeterli görmektedir. Müdürlerin çoğunluğunun orman işletme müdürlüklerinde işletme şefliği ve işletme müdür yardımcılığı gibi görevleri yürütmüş olmaları olumlu bir özellik olarak söylenebilir. Bununla birlikte bu kişilerin fidanlık geçmişlerinin az olması ise geliştirilmesi gereken yön olarak ifade edilebilir. Zira fidanlık müdürlüğü idari bilgi ve deneyimin yanında üst düzey teknik bilgi de gerektiren bir yöneticiliktir. Her iki yönüyle uygun donanıma sahip olan müdürler biçimsel yetkilerinin yanında uzman yetkilerini de kullanabileceklerdir.

Çizelge 1. Fidanlık müdürlerinin orman mühendisliği deneyimleri

Çalışma yılı	Sayı	%
10-15	3	10.7
16-20	15	53.6
21-25	6	21.4
>25	4	14.3

Çizelge 2. Fidanlık müdürlerinin idarecilik deneyimleri

Müdürlük- idarecilik deneyimi (yıl)	Sayı	%
1-2	6	21.4
3-4	20	71.4
>4	2	7.2

Çizelge 3. Fidanlık müdürlerinin iş memnuniyetleri

Memnuniyet	Sayı	%
Memnun	25	89.3
Kısmen memnun	2	7.1
Hayır	1	3.6

Çizelge 4. Müdürlerin yaptıkları iş ile ilgili yeterlilikleri

Yeterlilik durumu	Sayı	%
Yetersiz	0	0.0
Az yeterli	1	3.6
Orta düzeyde yeterli	6	21.4
Yeterli	17	60.7
Tamamen yeterli	4	14.3

3.2. Fidanlıklar, kapasite kullanım durumları ve başarıya etki eden etmenlere yönelik görüşler

Fidanlık müdürlüklerin alan, mevcut üretim miktarları ve kapasitelerine ilişkin bilgiler Çizelge 5'deki gibidir.

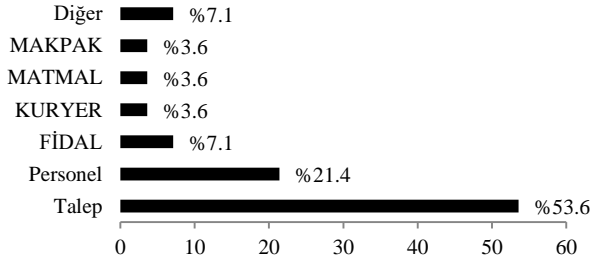
Çizelge 5'te görüldüğü gibi DOFİ'lerin alanlarının tamamı üretime tahsis edilememektedir. Toplam fidanlık alanı 2997 ha, fidan üretim alanı 2390.4 ha ve en son fidan üretiminde kullanılan alansal büyüklük ise 1662 ha olarak gerçekleşmiş durumdadır. Çizelgede belirtilenlere ek olarak orman işletme müdürlüklerine bağlı fidanlık şeflikleri de dikkate alındığında 128 fidanlığın yıllık üretim kapasitesi 510 milyon adet civarındadır. Bu fidanlıklar 3397 ha alan üzerine kurulmuştur. 2997 ha alan Fidanlık Müdürlükleri tarafından ve 400 ha'lık alan ise orman işletme müdürlükleri bünyesinde fidanlık şeflikleri tarafından kullanılmaktadır. OGM'ye bağlı DOFİ'lerin mevcut fidan üretim kapasitesi ve üretim miktarlarının bugünkü talebi karşılayabilecek düzeyde olduğu ve fidan üretiminde bir darboğaz bulunmadığı da anılan raporda mevcuttur (OGM, 2018). Ancak buradaki temel sorun fidanlıkların kapasite yeterlilikleri değil; kapasitelerinin tamamından yararlanamamaları ve bunun sonucunda da verimlilik, karlılık, iktisadilik gibi rasyonellik ölçütleri bakımından arzulanan düzeye ulaşamamalarıdır (Acar vd., 2004; Alkan, 2005; Alkan, 2006). DOFİ'lerin yıllık üretim kapasitelerinin yıllık ihtiyaç duyulan fidan sayısından daha fazla olması aynı zamanda üretilen fakat kullanılmayan fidanların imhasına ve ülke kaynaklarının boş yere heba edilmesine de

neden olmaktadır. Çizelgedeki değerler dikkate alındığında fidanlıkların büyük bir kısmının çeşitli nedenlerle kapasitelerinin tamamından yararlanamadıkları ve bazı işletmelerde atıl kapasite oranının %50'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Fidanlıkların tamamının alanlarının toplamı dikkate alındığında ise alan kullanma kapasitesi %69 olarak hesaplanmaktadır. Bu yüzde Avrupa Birliği (AB) normlarının oldukça altındadır. Nitekim AB normlarına göre fidanlık topraklarının en az %75'inin fidan üretimine tahsis gerekmektedir (BYKP, 1995). Karalar (1996)'a göre kapasite kullanım oranını etkileyen etmenler, teknik etmenler, yönetsel etmenler, pazarlama etmenleri ve finansal etmenler şeklinde sınıflandırılabilir. Fidanlıklarında kapasite kullanımını sınırlandıran en önemli etmenler yönetsel etmenler gurubudur. Çünkü DOFİ'lerin en önemli müşterisi Tarım ve Orman Bakanlığı ve ilgili birimleridir. Orman işletme müdürlüklerine bağlı Ağaçlandırma ve Toprak Muhafaza şeflikleri ağaçlandırma için programa alınan alanlara dikilecek fidan tür ve miktarlarını belirlemede DOFİ'lerin üretim programları da buna göre oluşturulmaktadır. Dolayısıyla fidanlık yönetimlerinin bunda yeterli rolü ve etkisi bulunmamaktadır. Müdürlerin ifadelerine göre sadece 9 DOFİ (%32.1) kapasitesinin tamamını kullanabilirken; geri kalan 19 DOFİ (%67.9) makine parkı yetersizliği (MAKPAK), fidanlık alanının yetersizliği (FİDAL), materyal ve malzeme (tohum, ilaç, yakıt, vb.) yetersizliği (MATMAL), personel ve kalifiye eleman yetersizliği (PERSONEL), kuruluş yerinden kaynaklanan olumsuz yetişme ortamı koşulları (KURYER), fidana olan talep yetersizliği ve pazarlama sorunları (TALEP) ve diğer (DİĞER) bazı nedenlerle farklı düzeylerde atıl kapasite ile çalışmaktadır. Bu bulgu BYKP (1995) ve Acar vd. (2004) ile benzerlik göstermektedir. Atıl kapasite oluşumunun nedenleri ise Şekil 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Fidanlıklara ilişkin alansal ve fidan üretim bilgileri*

Sıra no	Fid. Müd. Adı	Toplam alan (ha)	Fidan üretim alanı (ha)	Son plana göre kullanılan alan (ha)	Yıllık fidan üretim kapasitesi (000 ad)	Son plana göre üretilen fidan sayısı (000 ad)
1	Adana	117	87	68	17000	8000
2	Sakarya	116	81	14	25000	3000
3	Samsun	167.3	133	118	13000	12540
4	Ankara	157.6	112	80	22000	11000
5	Çankırı	134	96	65	10000	5200
6	Antalya	24.8	18.6	18	8000	6000
7	Balıkesir	172	134	129	18000	13550
8	Bursa	88	65	23	5335	1400
9	Denizli	51	36.7	19	13000	5800
10	Eskişehir	172	117	75.2	30000	13100
11	Afyonkarahisar	40	38	38	5000	5000
12	Elazığ	204.5	132.6	85	35000	14680
13	Erzurum	192	182	180.4	15000	14100
14	Ordu	29.5	22	10	5500	1915
15	Eğirdir	42.7	30.8	16.2	20000	7500
16	İstanbul	90.7	72.5	40.8	5000	3000
17	Lüleburgaz	148	122.8	83.2	10000	4500
18	Torbalı	63.5	56.7	46.5	10260	7533
19	Muradiye	125	112	54.5	7564	3315
20	Serinyol	82.3	61.7	44.5	25500	13801
21	Sivas	76	59	39	29300	14935
22	Konya	100	94	82	11000	9000
23	Mersin	57	45	38	15000	10000
24	Muğla	109	102	102	6000	5650
25	Diyarbakır	196	168	73.5	20000	7500
26	Birecik	48	40	37	5500	4200
27	Trabzon	105.2	93.6	80	10000	4000
28	Gökçebey	88	77.4	40	5000	2250

* OGM'nin 2018 yılı faaliyet raporlarından uyarlanmıştır.



Şekil 1. Atıl kapasite oluşma nedenleri

Şekil 1'de görüldüğü gibi en önemli etmen fidan talebi yetersizliği, ikinci etmen ise personel ve kalifiye eleman yetersizliği olarak belirtilmiştir. Diğer etmenlerin oranları ise oldukça düşük düzeydedir. Daha evvel belirtildiği gibi politika ve stratejilerdeki belirsizlik talep belirsizliğine yol açmakta bu da kapasite kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir. Bununla birlikte fidanlıklarda yeterli daimi personelin olmaması da üretim sürecini ve kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bunların yanı sıra yeşil gübre uygulamaları, dinlendirme alanları ve parseller de uzun yıllar boylandırmaya bırakılan repikajlı fidanlar nedeniyle 5 yıllık olarak hazırlanan rotasyon planları da fidanlık alanının tamamının fidan üretimi için kullanımını engellemektedir.

DOFİ'lerin diğer önemli sorunlarından birisi de kuruluş yeri sorunlarıdır (Saatçioğlu, 1976). En uygun kuruluş yerinin seçimi, önemli ve zor bir karardır. Çünkü seçilen kuruluş yeri öyle bir yer olmalıdır ki, üretim faktörleri istenilen nitelikte, uygun fiyatta ve sürekli biçimde tedarik edilebilsin; kaliteli ve ekonomik üretim yapılabilsin; üretilen ürün ve/veya hizmetler pazara ekonomik olarak ulaştırılabilsin; üretim ve tüketim açısından gelişme olanakları bulunsun (Mucuk, 2005). DOFİ'ler kuruluş yerlerine bağlı olarak pazara uzak olma, hammaddeye uzak olma, kalifiye eleman bulma güçlüğü, vb. pek çok sorunla yüz yüze gelebilmektedir. Bununla birlikte bu işletmeler için en önemli unsurlardan biri olan toprak önemli bir üretim faktörü olduğu kadar aynı zamanda da yetişme ortamıdır (Geray, 1998). Dolayısıyla DOFİ'lerin kurulmuş oldukları yerin başta toprak ve iklim olmak üzere ekolojik değişkenler bakımından yapısı kaliteli ve uygun maliyetli fidan yetiştirilebilmesini en çok etkileyen husustur. Birçok DOFİ'de drenaj, sulama ve gübreleme sorunları nedeniyle bir taraftan kaliteli fidan üretimi zorlaşırken, diğer taraftan da maliyetler artabilmektedir (Gürlevik vd., 2014, Gürlevik ve Mercan, 2017; Gürlevik ve Kurtaran, 2018). Bu bağlamda fidanlık müdürlerinin konuya ilişkin görüşleri sorgulanmış ve elde edilen bulgular Çizelge 6'da

Çizelge 8. Başarıya etki eden faktörlere yönelik görüşler

Önergeler	Hiç katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Tamamen katılıyorum
Makine parkı yetersizliği veya arızaları başarımızı etkilemektedir	7.1	32.1	0.0	35.7	25.0
Tesislerimizin yetersizliği kurum başarımızı olumsuz etkilemektedir.	3.6	25.0	7.1	39.3	25.0
Nitelikli personel-işgücü yetersizliği başarımızı olumsuz etkilemektedir	0.0	7.1	0.0	42.9	50.0
Talep yetersizliği ya da belirsizliği başarımızı olumsuz etkilemektedir	3.6	21.4	10.7	32.1	32.1
Enflasyon, vb. makro etmenler başarımızı olumsuz etkilemektedir	0.0	46.4	17.9	32.1	3.6
Aşırı merkezîyetçilik başarımızı olumsuz etkilemektedir	0.0	35.7	10.7	32.1	21.4
Finansman sorunları başarımızı olumsuz etkilemektedir	0.0	39.3	10.7	42.9	7.1
Maliyet problemleri başarımızı olumsuz yönde etkilemektedir	0.0	39.3	17.9	32.1	10.7
Kalite problemleri kurumumuzun başarısını olumsuz etkilemektedir	0.0	10.7	25.0	50.0	14.3
Kuruluş yeri sorunlarımız başarımızı olumsuz etkilemektedir	3.6	39.3	17.9	35.7	3.6
Pazarlama odaklı sorunlar başarımızı olumsuz yönde etkilemektedir	0.0	25.0	14.3	42.9	17.9

sunulmuştur. Buna göre müdürlerin genel olarak kuruluş yeri ölçütleri bakımından DOFİ'lerin orta derecede uygun şartlara sahip olduğu görüşünde olduğu söylenebilir.

İşletmeler karlılık, toplumsal fayda üretimi ve süreklilik olmak üzere 3 ana amaçla kurulurlar. DOFİ'lerin kamu işletmesi olması hasebiyle zaman zaman karlılığı geri plana itebildiği, hatta zararına faaliyet gösterdiği bilinmektedir. Aslında DOFİ'lerin muhasebe sistemlerindeki, yetersizlikler nedeniyle gerçekten zarar mı ettikleri, yoksa söz konusu zararların transfer fiyatı kullanılmaması ve muhasebeleştirme hatalarından mı kaynaklandığı tam olarak kestirilememektedir. Bilindiği gibi fidanlık işletmeleri AGM ve OGM ye bağlı kuruluşlara verdiği fidanları (ki bunlar neredeyse fidanların tamamını alan kuruluşlardır) ya bedelsiz ya da maliyet bedeli üzerinden vermektedir. Gerçekte bu kurum ve kuruluşlara verilen fidanlar için bir transfer fiyatlaması yapılması işletmelerin zarar durumunu azaltacaktır. Öz bir ifadeyle bedelsiz fidan dağıtımlarının mutlaka muhasebeleştirilmesi gerekmektedir. Bu araştırmada fidanlık müdürlüklerinin ekonomik başarısı fidanlık işletmelerinin fidanlık mühendisliği ve müdürlükleri oldukları dönemler için ayrı ayrı değerlendirilmiştir (Çizelge 7). Buna göre DOFİ'lerin karlılık durumlarının oldukça düşük olduğu söylenebilir. Bununla birlikte karlılık durumları işletmelerin müdürlük oldukları dönemlerde artmıştır. Bunun temel nedenlerinden biri DOFİ'lerin İl Çevre ve Orman Müdürlüğüne bağlı fidanlık mühendisliği oldukları dönemlerde AGM ve OGM ye bağlı kuruluşlardan fidan bedelleri tahsilatının düşük olmasıdır.

Başarıyı etkileyen etmenlere ilişkin önermelere yönelik görüşler ise Çizelge 8'deki gibidir.

Çizelge 6. Fidanlık müdürlerinin kuruluş yeri sorunlarına ilişkin görüşleri

	Hiç uygun değil (%)	Uygun değil (%)	Orta derecede uygun (%)	Uygun (%)	Çok uygun (%)
Toprak ve iklim	0.0	0.0	42.9	46.4	10.7
Personel ve iş gücü	0.0	10.7	57.1	28.6	3.6
Hammadde malzeme	0.0	0.0	17.9	67.9	14.3
Pazarlama olanakları	0.0	3.6	21.4	60.7	10.7

Çizelge 7. İşletmelerin kar & zarar durumları

Ekonomik durum	Fidanlık Mühendisliği		Fidanlık Müdürlüğü	
	Sayı	%	Sayı	%
Kar	8	28.6	14	50.0
Zarar	20	71.4	14	50.0

Nitelikli işgücü, üretim sürecinin sorunsuz bir şekilde devam ettirilmesi, iş verimliliği, işlem maliyetleri, vb. birçok husus bakımından hayati öneme sahiptir. Çizelge 8 dikkate alındığında en önemli etmenin nitelikli işgücü yetersizliği olduğu söylenebilir. Yetişmiş ve tecrübeli elemanların, gerek personele uygulanan rotasyon taylorları, gerekse yaş haddini dolduranların ayrılması nedeniyle yerlerinin boşalması büyük sorun oluşturmaya başlamıştır (Acar ve Eker, 2001a, Acar ve Eker, 2001b). Üretimin daimi işçiler yerine toplum yararı çalışma programı kapsamında istihdam edilen işçilerle veya farklı yollarla yapılması başarı üzerinde olumsuz etki yaratabilmektedir (Alkan ve Divrik, 2019).

DOFİ'ler OGM ye bağlı fidanlık mühendisliklerinden müdürlüklere dönüştürüldükten sonra makine-ekipman alımları ve yeni tesis yatırımları artmıştır.

DOFİ'ler yeterince rekabetçi olmamaları ve aşırı merkeziyetçi yönetim anlayışları nedeniyle, kalite ve maliyet yönetimi gibi hususlara gereken önemi verememektedir. Nitekim müdürlerin %50'si de kalite problemini başarısızlıklarının nedenlerinden biri olarak görmektedir.

3.3. Tedarik (satın alma) ile ilgili hususlar

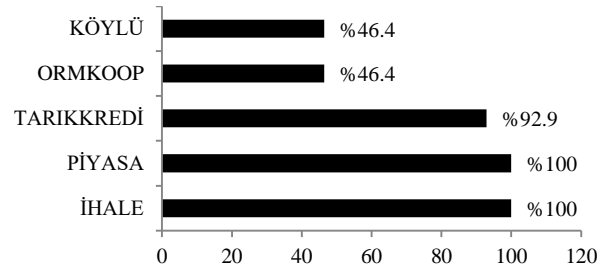
Genel itibariyle orman fidanlıklarında kullanılan malzeme, ekipman ve materyaller 4734 sayılı ihale kanununa göre (İHALE), piyasadan doğrudan temin yöntemiyle (PİYASA), tarım kredi kooperatiflerinden (TARIMKREDİ), 6831 sayılı orman kanununun 40. Maddesi kapsamında orman kooperatiflerinden (ORMKOOP) ve köylülerinden (KÖYLÜ) temin edilmektedir. Müdürlerin bu temin yerlerini tercih etme yüzdeleri Şekil 2'deki gibidir.

“Fidanlıkta kullanılmak üzere yapılan alışverişte aşağıdaki gruplardan hangileri ile sorun yaşıyorsunuz? Birden fazla seçenek işaretleyiniz.” Sorusuna fidanlık müdürlerince verilen cevaplar ise Şekil 3'de gösterilmiştir.

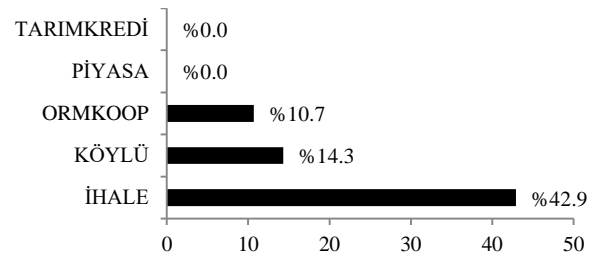
Müdürlere hammadde temini (HAMMADDE), üretim (ÜRETİM), fidan satışı öncesi (FİDSATÖN) ve fidan satışı sonrası (FİDSATSON) aşamalarından hangilerinde kalite kontrol çalışması yaptıkları sorulmuş ve alınan cevaplara göre de Şekil 4 oluşturulmuştur. Buna göre fidan üretiminden önceki malzeme teminine yönelik bazı aşamalarda kalite kontrolünün yapıldığı, üretimden sonra ise kalite kontrolüne yönelik bir çalışmanın yapılmadığı görülmektedir. Devlet işletmelerinde mal alımı ölçütleri ve teknik şartnameleri yönetmeliklerle belirlendiği için ihaleli alımlarda ve piyasadan diğer alım şekillerinde bunlara uyulması dolayısıyla iyi kötü bir kalite kontrolünün yapılması zorunludur. Bununla birlikte üretilen fidanların da satış öncesi kalite kontrolüne tabi tutulması gerekmektedir. DOFİ'lerde üretilen fidanların kalitesini belirlemeye yönelik muayene amaçlı bazı bilimsel araştırmalardan (Eler vd., 1993; Özpınar, 1993; Tosun vd., 1993; Kızmaz, 1993; Yılmaz, 1995; Deligöz, 2007; Yahyaoğlu ve Genç, 2007) yararlanılarak fidanlıklarda arzulanan seviyede kaliteli fidan üretilmediği söylenebilir. Kalitesiz fidan üretimi silvikültürel ve iktisadi başarının otomatik olarak düşeceğinin göstergesidir. Çünkü fidanlıklarda kalite kontrol çalışmasının yapılması durumunda Türk Standartları Enstitüsü (TSE) standartlarına göre 1. ve 2. sınıfa giremeyen fidanların ıskarta fidan olarak ayrılması ve ağaçlandırma

sahalarına gönderilmemesi gerekmektedir. Bu durum birim fidan maliyetlerinin artacağı anlamına gelmektedir. Bazı araştırmalar göstermektedir ki fidanlıklarda 1. ve 2. sınıfa giremeyen fidanların oranı oldukça yüksek olabilmektedir. Diğer yandan fidanlıklarda kalite kontrol çalışmasının yapılmaması durumunda ise TSE standartlarına göre ağaçlandırmalarda kullanılmasına izin verilmeyen fidanlar ağaçlandırmalarda kullanılacak bu yüzden de yaşama yüzdeleri düştüğü gibi saha bakım masrafları da artacaktır (Alkan, 2002).

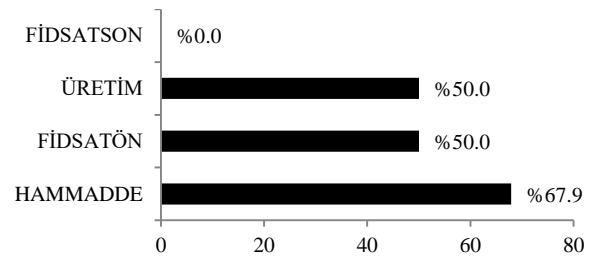
“Satın almayı nasıl gerçekleştiriyorsunuz?” şeklinde sorulan soruda ihtiyaç duyulduğunda (İHTİYACA GÖRE), piyasada fırsatlar oluştuğunda (PİYASA FIRSATI) ve önceden saptanmış belirli zamanlarda (BELİRLİ ZAMANLARDA) seçenekleri sunulmuş ve alınan cevaplara göre Şekil 5 oluşturulmuştur. Fidanlıklar kullandıkları malzemeleri çoğunlukla ihtiyaç duyunca almaktadır. Piyasada oluşan fırsatlar ihtiyaç hasıl olmadıkça malzeme alımını etkilememektedir. Oysa tüp poşeti, telis, turba, fidan ambalaj çantası vb. gibi son kullanım tarihli olmayan tüketim ömrü uzun, stoklanabilecek ürünler önceden tespit edilip uygun fiyatlara alınmış olsa üretim maliyetlerinin düşürülmesi mümkün olacaktır. Bu ürünlerin alımı sırasında zaman kaybı da olmayacak fidan üretim çalışmaları daha hızlı yapılabilecektir. Ayrıca daha planlı çalışmayı sağlayarak uygun bütçeler hazırlanabilecektir.



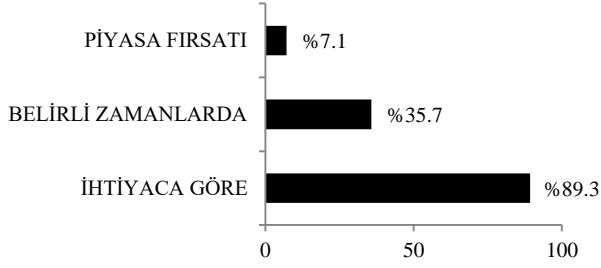
Şekil 2. Malzeme temin yeri tercihleri



Şekil 3. Alışverişte sorun yaşanan birimler



Şekil 4. Kalite kontrol aşamaları



Şekil 5. Satın alma şekilleri

3.4. Üretim şekilleri

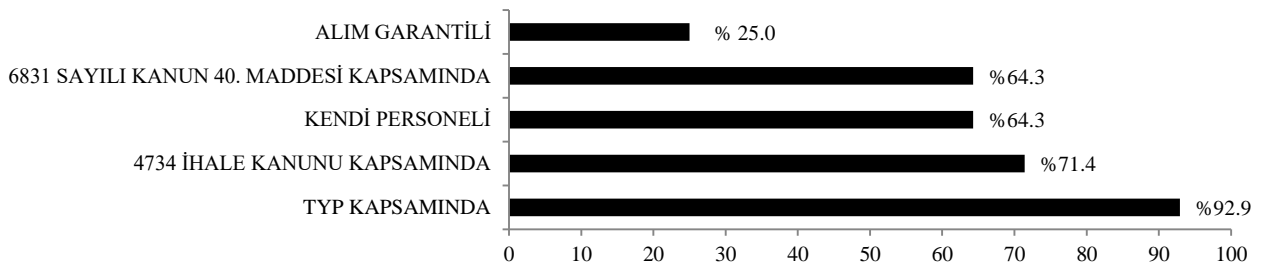
Fidan üretimi DOFİ'lerde farklı yollarla gerçekleştirilebilmektedir. Bunlar;

- Toplum Yararı Programı kapsamında istihdam edilen işçilerle yapılan üretim (TYP KAPSAMINDA),
- 4734 sayılı kamu ihale kanunu kapsamında yapılan ihale ile üretim (4734 İHALE KANUNU KAPSAMINDA),
- DOFİ'nin kadrolu ve geçici nitelikteki işçileriyle yapılan üretim (KENDİ PERSONELİ),
- 6831 sayılı orman kanununun 40. maddesi kapsamında orman köylüleri ve kooperatiflerine OGM birim fiyatları üzerinden yaptırılan üretim (6831 SAYILI KANUN 40. MADDESİ KAPSAMINDA) ve
- Alım garantili sözleşmeli fidan üretimi (ALIM GARANTİLİ) şeklindedir.

Müdürlerden alınan bilgilere göre mevcut üretimlerinin bu üretim biçimlerine dağılımı Şekil 6'daki gibidir.

Fidanlık Müdürlerinin tercihleri ise Şekil 6'dakinden oldukça farklı bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Müdürlerin tercihlerine göre sıralama büyükten küçüğe 40. madde kapsamında üretim, TYP işçileriyle üretim, kendi personeli ile üretim, 4734 sayılı kamu ihale kanunu kapsamında üretim şeklinde sıralanmaktadır. Müdürler alım garantili fidan üretimini ise hiç tercih etmediklerini belirtmişlerdir. Araştırma kapsamında müdürlere süs bitkisi üretimine ilişkin görüşleri de sorulmuştur (Çizelge 9).

Piyasa talebinin yoğun olduğu yerlerde, süs bitkisi üretimi şartlarının olduğu seraları olan fidanlıklarda ve iklim şartlarının uygun ve vejetasyon döneminin uzun olduğu bölgelerdeki fidanlıklarda peyzaj amaçlı süs bitkileri yetiştirilmektedir. Son yıllarda bakanlık olarak DOFİ'lerde süs bitkisi altlıkları üretiminin artırılması hedeflenmiştir. Bundaki amaç özel sektörün çelikten ve tohumdan üretilmiş küçük fidan (altlık fidan) ihtiyacını karşılayarak sektörün piyasada yerinin korunmasını ve artmasını sağlamaktır.



Şekil 6. Üretim şekilleri

3.5. Pazarlama ile ilgili hususlar

“Fidanlık Müdürlüğünüzün Fidan pazarındaki konumu nedir?” sorusuyla fidanlık müdürlerinin fidan pazarı ve bu pazardaki işletmelerinin konumlandırılması istenmiştir (Çizelge 10). Buna göre fidanlık müdürlüklerinin buldukları konum ve bölge itibarıyla değişiklik göstermekle birlikte hem süs bitkisi hem de orman ağacı fidanı üretiminde rakipleri olabilmektedir. DOFİ'ler ile rekabet eden özel fidanlıklar, süs bitkisi fidanı üretimine daha fazla önem veren ve karlılığın ön planda tutulduğu işletmelerdir. Ülkemizde özel girişimcilik ve dolayısıyla bu işletmeler devlet tarafından teşvik edilmekte ve özel sektör fidanlık işletmelerinin kurulması özendirilmektedir. Örneğin, özel fidan üreticilerinin yoğun olduğu Sakarya'da Orman Fidanlık Müdürlüğünde ‘Fidan Borsası’ oluşturulmuştur. Böylelikle yurt dışından fidan ithalini azaltarak ülkemizde üretilen fidanların pazarlanması sağlanmış ve sektöre can verilmiştir. OGM faaliyet raporlarına göre ülkemizde 156 adet özel orman fidanlığı bulunmaktadır (OGM, 2018).

Müdürlerin “Fidanlık Müdürlüğü olarak fuar, sergi, çeşitli bilimsel etkinlikler, vb. katılım sağlıyor musunuz?” sorusuna vermiş oldukları cevaplar ise Çizelge 11'deki gibidir.

Çizelge 9. Süs bitkisi üretimine yönelik görüşler

Görüşler	Sayı	%
Her fidanlık üretmelidir	13	46.4
Sadece talep olan yerlerde üretim yapılmalıdır	13	46.4
Orman fidanlıklarında böyle bir üretim yapılmamalıdır	2	7.1

Çizelge 10. Fidanlık müdürlüğünün fidan pazarındaki konumu

	Sayı	%
Hem orman fidanı hem de süs bitkisi alanında rakipsiz	2	7.1
Orman fidanı üretimi alanında tekeli; ancak süs bitkisi alanında ciddi rakiplerimiz var	19	67.9
Hem orman fidanı hem de süs bitkisi alanında rakiplerimiz var	7	25.0

Çizelge 11. Çeşitli bilimsel etkinliklere katılım sağlanması

Fidanlık Müdürlüğü olarak fuar, sergi, çeşitli bilimsel etkinlikler, vb. katılım durumu	Sayı	%
Katılıyor	12	42.9
Katılmıyor	16	57.1

Bununla birlikte müdürlerin tamamı fırsat sağlandığı taktirde fuar, sergi, çeşitli bilimsel etkinliklere katılımı yararlı ve gerekli bulmaktadır. DOFİ'lerin %42.9'unun facebook, twitter vb. sosyal paylaşım sitelerinde tanıtım ve paylaşım sayfaları bulunmaktadır. Müdürlerin %89.3'ü bu sosyal paylaşım sitelerindeki sayfaların tanıtıma olumlu katkı sağladığı fikrine katılmaktadır. DOFİ'lerin sadece birinin (%3.6) sürekli güncellenen ve kendisine ait bir web sitesi bulunmaktadır. Müdürlerin tamamı müşteri düşüncelerinin önemsenmesi gerektiği ve bunun da araştırılmasının yararlı olacağını düşünmektedir. Bununla birlikte DOFİ'ler müşterilerinin ürünleri hakkındaki düşüncelerine yönelik bilgileri genellikle müşterilerin fidehanlığı ziyareti sırasında öğrenmektedir.

Bitki pasaportu sistemine kayıt olmanın amacı ve kapsamı; orman ağaç, ağaççık ve florasına ait tohumlukları standartlara uygun olarak kayıt altına almaktır. Fidan ve tohum üreten, satışını yapan, gerçek veya tüzel kişilerin yetkilendirilmesi, denetlenmesi ve orman bitki pasaportuna ilişkin usul ve esaslar OGM Fidanlık ve Tohum İşleri Dairesi Başkanlığının 306 nolu tebliğinde yayınlanmıştır (OGM, 2017). Fidehanlıkların %39.3'ü bitki pasaportu sistemine kayıtlı iken; %60.7'si kayıtlı değildir. "Bitki pasaportu sistemini gerekli görüyor musunuz?" şeklinde sorulan soruya müdürlerin %82.1'i evet, %17.9'u ise hayır cevabı vermiştir. Müdürlerin yarısı bu sistemin DOFİ'lerde sorunsuzca uygulanabileceğine inanırken, diğer yarısı ise aksini düşünmektedir.

Halkla ilişkiler özellikle kamu kurum ve kuruluşları için önemli tutundurma araçlarından birisi kabul edilmektedir. Müdürlere "Fidehanlığımızda halkla ilişkilerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmakta mıdır?" şeklinde sorulan soruya %57.1'lik kesim evet cevabı verirken; %42.9'luk kesim ise hayır demiştir. DOFİ'ler yılbaşı, milli ve dini bayramlar ve ormancılık haftaları gibi vb. özel günlerde bedava fidan dağıtımı yaparak halka ağaç ve orman sevgisini aşılamaktadır. Ayrıca fidan üretim çalışmalarını kamu spotları hazırlayarak anlatmaktadır. Bu tür faaliyetler tanıtım ve halkla ilişkilerin geliştirilmesi için önemlidir.

Çizelge 12. Örgüt yapısındaki değişikliklere yönelik görüşler

Görüşler	Sayı	%
Dünya değişiyor bu yüzden sıklıkla örgüt yapıları da değişmelidir	1	3.6
Sıklıkla yapılan değişiklikler örgüt kültüründe olumsuzluklara neden olmakta işlerin aksamasına neden olduğu gibi personelinde memnuniyetsizliğine neden olmaktadır	27	96.4

Çizelge 13. Fidehanlıklar hangisiyle daha verimli çalışmaktadır

	Sayı	%
Mühendislikten daha verimli	0	0
Müdürlükten daha verimli	26	92.6
Her ikisi arasında fark yok	2	7.1

Çizelge 14. Katılımcı karar vermeye ilişkin görüşler

Önermeler	Sayı	%
Sorunların çözümünde önemli olan başkalarının görüşleri değil; benim görüşlerimdir. Her zaman en uygun karar alternatifini bulabileceğime inanırım.	0	0.0
Sorunların çözümünde önemli olan başkalarının görüşleri değil; benim görüşlerimdir. Ancak, karar vermem için gerekli olan bilgileri astlarımdan alırım.	1	3.6
Karar vermeden önce astlarımla teker teker görüşür onların görüşlerini de alırım. Onların görüşlerini de değerlendirir kararımı veririm.	5	17.9
Karar verirken astlarımla grup halinde toplar, görüşlerini alır ve kararımı veririm.	9	32.1
Karar verirken astlarımla bir grup halinde toplar, onlarla beraber tartışırım. Kararımı bir toplantı yöneticisi olarak, kendi görüşlerimi empoze etmeden veririm.	13	46.4

3.6. Yönetimle ilgili hususlar

Müdürlerin zaman zaman örgüt yapısının değiştirilmesine ilişkin görüşleri Çizelge 12'de verilmiştir. Buna göre çoğunluk örgüt yapısında sıklıkla meydana gelen değişiklikleri olumsuz karşılamaktadır. Çünkü bu durum hem üretim miktarının değişmesine hem de yetişmiş elemanların kaybına sebep olabilmektedir.

Müdürlerin "Sizce fidehanlıklar bir önceki düzenlemede olduğu gibi mühendislik şeklindeymi mi, yoksa şimdi olduğu gibi OGM ye bağlı müdürlük iken mi daha verimli çalışmaktadır?" sorusuna vermiş oldukları cevaplar ise Çizelge 13'deki gibidir.

Müdürlerin %92.6'sı DOFİ'lerin müdürlük olarak çalışmalarının daha verimli olacağını düşünmektedir. Nitekim daha önce de belirtildiği gibi DOFİ'lerin mühendislik olarak çalıştığı dönemde daha fazla zarar ettiği görülmüştür. Müdürlük kuruluşlarında fidehanlıkların kendilerine ait döner sermaye ve özel bütçeleri oluşturulmaktadır. Döner sermaye saymanlığı kurularak harcamalarını ve gelirlerini düzenli olarak takip edebilmektedir. Ayrıca müdürlük kuruluşlarında karar verme mekanizması daha hızlı işlemektedir. Fidehanlıklar gibi zamanlamanın önemli olduğu kuruluşlarda bu önemlidir. Son yapılan düzenlemelerle fidehanlık mühendisliklerinin müdürlüklere dönüşmesiyle her bir işletmenin kendi muhasebe ve döner sermaye sistemi oluşmuştur.

Örgütlerde katılımcı karar verme aidiyet duygusunun ve işletme başarısının sağlanmasında önemlidir. Yöneticilere sorulan "Karar alma süreci ile ilgili olarak aşağıda verilen yönetim anlayışı yaklaşımlarından sizce en uygun olanı hangisidir?" sorusuna verilen cevaplar Çizelge 14'deki gibidir. Buna göre müdürlerinin karar alma sürecinde astlarının görüşlerini önemseydiği söylenebilir. Fidan ve tohum üretim çalışmaları bir ekip işidir. Doğal olarak yıllarca bu işi yapan çalışanlarla bilgi alış verişinde bulunarak çalışmak fidehanlık müdürünün başarısını artıracaktır.

3.7. İnsan kaynakları ile ilgili hususlar

Müdürlerin %53.6'sı DOFİ'lerdeki orman mühendisi sayısını yetersiz görürken; %46.4'ü yeterli görmektedir. Yetersiz görme yüzdesi tekniker için (%85.7) daha da artmaktadır. Sadece 4 fidanlıkta yeterli tekniker bulunmaktadır. Müdürlerin %85.7'si daimi işçi sayısını yetersiz bulmakta; bu oran mevsimlik işçi için %89.3 olarak ortaya çıkmaktadır. Müdürlerin %60.7'si büro personelini de yetersiz bulmaktadır.

Müdürlerden fidanlıklarda çalışan teknikerle orman muhafaza memurlarını karşılaştırılması istendiğinde Çizelge 15'deki gibi bir durum ortaya çıkmaktadır.

Fidanlık müdürlükleri 2011 yılında OGM'ye bağlı olarak tekrar kurulunca norm kadrolar oluşturulmuştur. Bu kurumsal kadrolarda orman muhafaza memuru kaldırılmış, yerine 2 yıllık ormancılık meslek yüksekökol mezunu olan tekniker kadrosu verilmiştir. Ormancı kadrosunda olan personelin çoğunluğu orman işletme müdürlüklerine tayin olmuştur. Bir kısım ormancılar da fidanlıkta kalabilmek için kadro değiştirmişlerdir. Bu da fidanlıkları olumsuz etkilemiştir. Zira tekniker kadrosunda fidanlıklara alınan yeni personelin fidanlık tecrübesi kazanması zaman almıştır.

Müdürlere "Sizce kurumunuz tarafından sağlanan personel eğitimi yeterli midir?" şeklinde sorulan soruda sadece üçte birlik kısımdan evet cevabı alınabilmıştır.

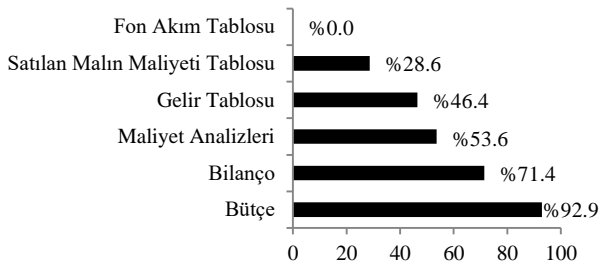
3.8. Muhasebe-finansmanla ilgili hususlar

Müdürlerinin tamamına yakını (%96.4'ü) karar verirken muhasebe bilgilerinden yararlandığını ifade etmiştir. Karar sürecinde kullanılan muhasebe araçları ve sıralaması ise Şekil 7'deki gibidir.

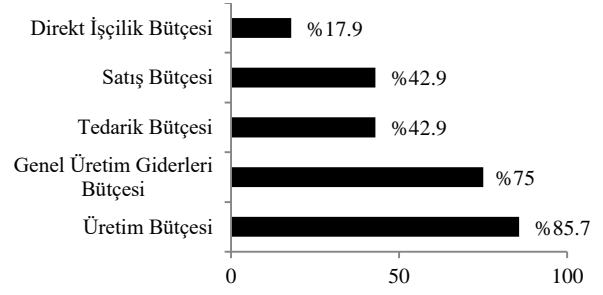
Şekil 7'de görüldüğü gibi en yaygın kullanılan araç bütçelerdir. Bunu sırasıyla bilanço, maliyet analizi, gelir tablosu ve satılan malın maliyeti tablosu izlemektedir. "İleriki faaliyet dönemi için bütçe hazırlıyor musunuz?" sorusuna ise %89.3 evet cevabı alınmıştır. Hazırlanan bütçe çeşitleri ise Şekil 8'de gösterilmiştir.

Çizelge 15. Orman muhafaza memurları ve teknikerlerin karşılaştırılması

	Sayı	%
Cevapsız	5	17.9
Muhafaza memurlarının yerlerini dolduramadılar	18	64.3
Muhafaza memurlarına göre daha faydalı oldular	3	10.7
Bir değişiklik söz konusu olmadı	2	7.1



Şekil 7. Karar sürecinde kullanılan muhasebe araçları



Şekil 8. Hazırlanan bütçe çeşitleri

"Fidan maliyeti hesaplıyor musunuz?" şeklinde sorulan soruya ise %67.9 evet ve %32.1 hayır cevabı alınmıştır. Bununla birlikte fidan maliyetlerinin sağlıklı bir şekilde ortaya koyulamadığı da bugüne kadar yapılan çalışmalarla belirlenmiş durumdadır (Alkan, 1999; Alkan, 2003; Acar vd., 2004; Alkan, 2006).

4. Sonuç ve öneriler

Tarım ve Orman Bakanlığı ve ilgili birimleri ile toplumun her kesiminin tohum ve fidan ihtiyacını karşılayan ve bir kamu sektörü işletmesi olan DOFİ'leri bağlantı oranı yüksek olan işletmelerdir. Ormanlarımızın geliştirilmesi ve sürekliliğinin sağlanmasında stratejik öneme sahip olan ve 1925 yılından günümüze kadar olan süreçte varlıklarını sürdürme başarısı göstermiş olan bu işletmeler ilgili mevzuat gereği kamu işletmeciliği kurallarına tabi olsalar da sürekliliklerini sağlayabilmek ve fidancılık sektöründeki lider işletme pozisyonlarını koruyabilmek için işletme ekonomisi kurallarına da uymak zorundadır. Bu işletmelerin sürekliliklerinin sağlanabilmesi için sorunlarının tespiti ve bu sorunların çözümüne yönelik önlemlerin alınması gerekmektedir. Bu çalışmada orman fidanlık işletmelerin fonksiyonları ve bu fonksiyonlar bakımından yaşanan olumsuzluklar müdürlerden alınan bilgi ve görüşler perspektifinde ele alınmıştır. DOFİ'lerin kamu sektörü işletmesi olması nedeniyle zaman zaman görev zararına maruz kalmaları kabul edilebilir. Bununla birlikte araştırma bulgularına göre DOFİ'lerin yaklaşık yarısı zararına faaliyet gösterir durumdadır ki bu durum sürdürülebilirlik ilkesi ile taban tabana zıt düşmektedir. Bulgular bölümünde belirtildiği gibi bu zararın ne kadarının gerçek zarar olduğu ne kadarının ise yeterli bir muhasebe sistemi olmamasına bağlı olarak ortaya çıkan hesaplama hatalarından kaynaklandığını kestirmek güçtür. Bu yüzden bir an önce bu işletmelerin muhasebe sistemleri sorgulanmalı ve muhasebe sistemi rutin olmayan işletme kararlarında kullanılabilecek düzeye getirilmelidir.

Örgütsel yapıda sıklıkla meydana gelen değişiklikler genel itibari bu işletmeleri örgüt kültürü, personel durumu, makine parkı, bütçe ve mali olanaklar, vb. birçok açılardan olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Özellikle müdürlüklerin yerine mühendisliklerin tesis edildiği dönemde bu olumsuz etki daha fazla görülmüştür. Son örgüt yapısı ise genel itibariyle müdürlerce olumlu bulunmaktadır.

DOFİ'lerin başarısı üzerinde etkili unsurlardan birisi de beşeri sermayedir. Son yıllarda fidanlıkların kendi personeli ile yapılan geleneksel üretime alternatif olarak ortaya çıkan TYP kapsamında üretim, 4734 sayılı kanun kapsamında yaptırılan üretim, 40. Madde kapsamında yapılan üretim,

alım garantili fidan üretimi gibi üretim şekilleri nedeniyle fidanlılardaki daimi işçi sayısı her geçen gün azalmaktadır. Daimi işçilerin azalmasının sigorta masraflarının azalması, iş güvenliği ile ilgili olarak yöneticilerin daha rahat olmaları vb. olumlu yönleri olmakla birlikte fidan üretim sürecinin bilgi, devamlılık ve tecrübe gerektiren bir iş olması nedeniyle daimi işçilerle yapılan üretimin tercih edilmesi gerektiği açıktır. DOFİ'lerde üretim sonrası yeterli kalite denetiminin yapılmadığı da dikkate alındığında üretim süreci sorumluluğunu üstlenmeyecek olan işçilerle üretime devam edilmesi doğru değildir. Nitekim fidanlık müdürleri de toplum yararına çalışma programı kapsamında yapılan istihdamdan ve bu yolla yapılan üretimden fazlaca memnun değildir. İnsan kaynakları bakımından yaşanan olumsuzluklardan bir diğeri de 2011 yılından itibaren orman muhafaza memurlarının görevinin 2 yıllık ormancılık meslek yüksekökol mezunu teknikerlere verilmiş olmasıdır. Fidanlık müdürleri muhafaza memurlarının işi sahiplenmesinin daha fazla olduğu bu yüzden de daha başarılı olduğunu ifade etmektedir. Orman fidanlık işletmelerine mümkün olduğunca orman mühendisi bakımından da takviye yapılmalıdır. Bununla birlikte yönetici atamalarında orman mühendisliği tecrübesinin yanında fidanlık geçmişi ve deneyiminin olmasına da daha fazla özen gösterilmelidir. Konuya ilişkin bir diğer husus ise hizmet içi eğitimidir. Fidanlık müdürleri merkezi yönetimce sağlanan eğitimlerin artırılması gerektiğini düşünmektedir.

DOFİ'lerin başarı durumunda etkili olabilecek en önemli etmenlerden birisi de kalite & maliyet yönetimine verilen önemdir. Her iki bakımdan da DOFİ'lerin iyi durumda olmadığı açıktır. Daha önce belirtildiği gibi yeterli muhasebe sistemi olmaması nedeniyle işletmenin ekonomik durumu sağlıklı bir şekilde ortaya konulamamakta, fidan maliyetleri muhasebe sistemi üzerinden değil; iş zaman analizleri yardımıyla yapılabilmektedir. Kamu İhale Kanunu ve diğer mevzuat gereği her ne kadar hammadde ve malzeme temini sırasında biçimsel bir kalite denetimi yapılıyor ise de fidan üretimi ve sonrasında bu denetim yapılamamaktadır. Bu nedenle fidanlıklarda mutlaka kalite birimleri oluşturulmalı ve buralarda uzman personeller istihdam edilerek, düzenli, bir şekilde fidan kaliteleri TSE standartlarına göre belirlenmelidir. DOFİ'lerin her ne kadar tedarik fonksiyonu (kaliteli hammadde malzeme temini) bakımından sorunu olmasa da satın alma zamanları ve şekilleri bakımından bazı sorunlar yaşanabilmektedir. Çünkü bu işletmeler kullandıkları malzemeleri çoğunlukla ihtiyaç duyunca almakta; piyasa fiyatları takip edilmemektedir. Oysa son kullanım tarihli olmayan, tüketim ömrü uzun ve stoklanabilecek hammadde ve malzemenin önceden ve uygun fiyatlarla alınması maliyetlerinin düşürülebilmesini mümkün kılacaktır. Bu husus bütçelerin de daha sağlıklı hazırlanabilmesine olanak sağlayacaktır.

Fidanlık mühendisliklerinden müdürlüklerine geçişle birlikte fidanlık tesisleri ve makine parkı yönünden olumlu bir gelişme yaşanmış olmakla birlikte, bazı durumlarda amortisman süresini doldurmuş araçlarla çalışma zorunluluğu hem iş verimini azaltmakta, hem de maliyetleri olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu yüzden fidanlıklarda standart ve modernize edilmiş bir makine parkı oluşturulması yararlı olacaktır.

Önceleri fidan pazarında tekel durumda olan DOFİ'ler son yıllarda, özel fidanlıkların açılması, ihracat ve ithalatın serbest bırakılması, vb. nedenlerle yavaş yavaş rekabet

ortamına sürüklenmekte; bu ise beraberinde pazarlama odaklı sorunları getirmektedir. Artık orman fidanlık işletmelerinin “*Biz kamu sektörü işletmesiyiz ve tekeliz. Pazarlama fonksiyonuna önem vermemize gerek yok.*” deme lüksü bulunmamaktadır. Son yıllarda bitki pasaportu sistemine kayıt, milli ve dini bayramlar ve ormancılık haftaları gibi vb. özel günlerde bedava fidan dağıtımı, fuarlara katılım, sosyal paylaşım sitelerini kullanma, vb. yönlerden olumlu gelişmeler yaşansa da hala önemli eksiklikler bulunmaktadır. Örneğin, sadece 1 fidanlık müdürlüğünün kendisine ait olan ve sürekli güncellenen bir web sitesi bulunmaktadır.

DOFİ'lerin önemli sorunlarından birisi de kapasite kullanımınıdır. Fidanlık alanlarının fidan üretimine ayrılmış kısımları dikkate alındığında alansal kapasite kullanım oranı bakımından AB normlarından uzak olduğu görülmektedir. Üretim kapasitesi olarak da DOFİ'ler arzulanandan oldukça uzaktır. DOFİ'lerin tam kapasite çalışmamasının asıl nedeni ağaçlandırma politika ve plan-programlarındaki belirsizlik ve azalmalardır. Fidanlık işletmelerinin ağaçlandırma politika ve programlarına müdahale şansı bulunmamaktadır. Bununla birlikte kendi çaplarında bazı önlemlerle kapasite kullanım oranları artırılabilir. Örneğin, boşta bulunan parsellerde boylu ve formlu fidan üretimi (özellikle süs bitkisi) yapılmak yoluyla belediyeler, oteller, vb. pazarlara fidan sağlanabilir. Ayrıca boş parseller materyal bahçeleri olarak da değerlendirilebilir. Bu sayede gerek devlet fidanlıklarının gerekse özel sektörün çelik, aşu kalemi, tohum, vb. ihtiyaçları karşılanabilir. Atıl olarak bekleyen parseller ve fidan üretimine katkı sağlayacak diğer alanlar ile makine parkı özel sektöre kiralanma yoluyla değerlendirilebilir.

Açıklama

Bu makalede Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanan “Orman Ağacı Fidan Üretimine Yönelik Sosyo-Ekonomik Çözümler” başlıklı yüksek lisans tezinin verilerinden yararlanılmıştır.

Kaynaklar

- Acar, D., Tolunay, A., Alkan, H., 2004. Devlet orman fidanlık işletmelerinde maliyet yönetim tekniklerinin kullanım düzeyini belirlemeye yönelik bir araştırma. DEÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19(1): 151-160.
- Acar, H.H., Eker, M., 2001a. The women forest workers during the nursery operations in Turkey. Seminar Proceedings Women in Forestry-Strategies to Increase Women's Participation in The Forestry Sector in Europe & North America, 2-6 April, Viseu, Portugal, pp. 277-286.
- Acar, H.H., Eker, M., 2001b. Orman fidanlık ve depo işçilerinde ergonomik açıdan antropometrik özelliklerin araştırılması. 8. Ulusal Ergonomi Kongresi, 25-26 Ekim, İzmir, s. 229-239.
- Alkan, H., 1999. Eğirdir orman fidanlığında fidan maliyeti analizleri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Alkan, H., 2002. Kalitesizliğin önemli bir boyutu: Maliyet artışı (Orman ağacı fidanı üretimine ilişkin bir değerlendirme). SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 2: 97-118.
- Alkan, H., 2003. Maliyet yönetim aracı olarak hedef maliyetleme ve devlet orman fidanlık işletmelerinde uygulanabilirliği. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.

- Alkan, H., 2005. Çözüm elden çıkarmak mı? Orman ve Av Dergisi, 6: 16-21.
- Alkan, H., 2006. Devlet orman fidanlık işletmelerinin kapatılması ve özelleştirilmesi çabalarına ilişkin bir değerlendirme. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1: 62-71.
- Alkan, H., Tolunay, A., Korkmaz, M., Akyol, A., 2007. Devlet orman fidanlık işletmelerinde pazarlama etkinlikleri: Mevcut durum, darboğazlar ve çözüm önerileri. Proceedings of International Symposium Bottlenecks, Solutions, and Priorities in the Context of Functions of Forest Resources, October 17-19, İstanbul, pp. 524-53.
- Alkan, H., Divrik, A., 2019. Devlet orman fidanlık işletmelerinde toplum yararına çalışma programı kapsamında yaptırılan üretime ilişkin irdelemeler. Türkiye Ormancılık Dergisi, 20(2): 110-115.
- OBY, 1973. Fidan Üretim Hizmetleri. Cumhuriyetin 50. Yılında Ormancılığımız. T.C. Orman Bakanlığı Yayınları (OBY), Seri No:145, Ankara.
- BYKP, 1995. Tohum, Ağaç Islahı, Fidan Üretimi, Toprak ve Ekoloji. 7.BYKP, Ö.İ.K. Raporu, Ankara.
- Çınar, M., 2018. Çalışanın memnuniyetini etkileyen faktörler: Bursa örneği. Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11(1): 39-62.
- Deligöz, A., 2007. Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *Pallasiana* (Lamb.) Holmboe] fidanlarına ait bazı temel morfolojik ve eko-fizyolojik özelliklerin dikim başarısına etkisi. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Eler, Ü., Keskin, S., Örtel, E. 1993. Toros Sediri Fidanlarında Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. OAE Yayınları, Teknik Bülten No. 238-241, Ankara.
- Genç, M., 1992. Ağaçlandırma potansiyelimiz, AGM'yi bekleyen sorunlar, fidanlık ve ağaçlandırma çalışmalarına ilişkin bazı öneriler. Orm. Mühendisliği Dergisi, 10: 29-31.
- Geray, A.U., 1998. Ekonomi. İÜ Orman Fakültesi Yayınları, Rektörlük No: 3870, FYN:430, İstanbul.
- Gürlevik, N., Deligöz, A., Yıldız, D., 2014. Effects of irrigation and fertilization on the growth of juniper seedlings. Austrian Journal of Forest Science, 131(3): 171-190.
- Gürlevik, N., Mercan, M., 2017. Azotlu ve kükürlü gübrelemenin çıplak köklü Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarının gelişimi üzerine etkileri. Turkish Journal of Forestry, 18(1): 21-29.
- Gürlevik, N., Kurtaran, A., 2018. Çıplak köklü Toros sediri fidanlarının beslenmesi ve gelişimi üzerine azot ve mikroelement gübrelerinin etkileri. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(1): 353-363.
- Karalar, R., 1996. Yönetmelik Ekonomisi. Ant Matbaacılık-Yayıncılık, Eskişehir.
- Kızmaz, M., 1993. Karaçam Fidanlarının Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. OAE Yayınları, Teknik Bülten No. 238-241, Ankara.
- Mucuk, İ., 2005. Modern İşletmecilik (15. Baskı). Türkmen Kitabevi, İstanbul.
- OGM, 2017. Orman bitkisi tohumlukları piyasasında yetkilendirme, denetleme ve orman bitki pasaportu uygulama usul ve esasları. Fidanlık ve Tohum İşleri Dairesi Başkanlığı, Tebliğ no:306, Ankara, s.63.
- OGM, 2018. Orman Genel Müdürlüğü idare faaliyet raporu. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/FaaliyetRaporu/Orman%20Genel%20M%C3%BCd%C3%BCr%C3%BCl%C4%9F%C3%BC%202017%20Y%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.pdf>, Erişim: 05.01.2019.
- Özdamar, K., 2004. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Özpay, Z., Tosun, S., 1993. Kayın Fidanlarının Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. OAE Yayınları, Teknik Bülten No. 238-241, Ankara.
- Saatçioğlu, F., 1976. Fidanlık Tekniği. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, ÜYN:2188, İstanbul.
- Tosun, S., Özpay, Z., Tetik, M., 1993. Sarıçam Fidanlarının Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. OAE Yayınları, Teknik Bülten No. 238-241, Ankara.
- Yahyaoğlu, Z., Genç, M., 2007. Kalite Sınıflaması Çalışmaları ve Türkiye İçin Öneriler, Fidan Standardizasyonu, (Ed., Yahyaoğlu, Z. ve Genç, M.), SDÜ Basım Evi, YN :75, Isparta, s: 467-491.
- Yılmaz, M., 1995. Karaçam Fidanlarının Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. OAE Yayınları, Teknik Bülten No:238-241, Ankara.

Türkiye’de bazı odun dışı orman ürünlerinin dış ticaretine yönelik değerlendirmeler

Mehmet Korkmaz^{a,*} , Emine Aybüke Duman^b 

Özet: Bu makalede bazı bitkisel kaynaklı odun dışı orman ürünlerinin dış ticareti incelenmiştir. Makale kapsamında ilk olarak Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yayınlanan “dış ticaret istatistikleri” kullanılarak odun dışı orman ürünlerinden kestane, kekik, defne yaprağı ve çam fıstığının 1998-2017 yılları arasında kapsayan on yıllık dönemdeki ihracat ve ithalat miktar ve değerlerindeki değişimler incelenmiştir. Daha sonra kekik ve defne yaprağının 1990-2017 yılları arasındaki ihracat miktar ve gelirleri kullanılarak geleceğe yönelik projeksiyonlar yapılmıştır. Projeksiyonlar için hareketli ortalamalar, üssel düzeltme, doğrusal ve üstel trend fonksiyonlarına göre tahmini değerler elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre 2019-2023 yıllarını kapsayan dönemde kekik ve defne yaprağının ihracat miktarları ve gelirlerinin artacağı tahmin edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Dış ticaret, Odun dışı orman ürünleri, Trend analizi

Assessments about foreign trade of some non-wood forest products in Turkey

Abstract: In this study, the foreign trade of some plant based non-wood forest products are investigated. Firstly, the changes in the export and import values of chestnut, thyme, bay leaf and pine nuts, which are non-wood forest products, have been examined in the last ten years (1998-2017) using "external trade statistics published by the Turkey Statistical Institute. Afterwards, the amount and revenue projections of thyme and bay leaves were made by using export amounts and export revenues between 1990 and 2017. Estimated values were obtained for projections based on moving averages, exponential smoothing, linear and exponential trend. According to the results of the study, it is estimated that the export quantities and revenues of thyme and bay leaf will increase in 2019-2023.

Keywords: Foreign trade, Non-wood forest products, Trend analysis

1. Giriş

Orman Genel Müdürlüğü (OGM)’nin kuruluşundan 2011 yılına kadar kurumsal düzeyde odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) tali ürün olarak değerlendirilmiştir. Bu anlayış ormanların asli (birincil) ürününün “odun hammaddesi” olarak kabul edilmesinden kaynaklanmaktadır. Son yıllarda dünya çapında sosyoekonomik, ekolojik ve kültürel değişimlerden ormancılık sektörü de etkilenmiştir. Yakın bir zamana kadar orman kaynakları yöneticileri odun üretimine odaklanmış durumdayken bugün diğer ekonomik, ekolojik ve sosyal işlevlerin sunduğu ürün ve hizmetlerin de önemi artmıştır. Orman amenajman planlarında bu ürün ve hizmetlerin bir arada ele alındığı ve sürdürülebilirliklerinin sağlanmaya çalışıldığı kararlar alınmaktadır (Harrison vd., 2002; Schmithuesen, 2004). Bu anlayış değişiminin bir sonucu olarak 2011 yılında OGM bünyesinde Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı kurulmuştur.

Yararlanma düzeyinin son yıllarda artması ile birlikte, ODOÜ’nün bazı ülkelerde odun ürünlerinden daha çok katkı sağladığı görülmektedir (DPT, 2001). Bazı ülkelerde ise bu ürünlerin dış ticarete önemli gelir kaynakları arasında bulunduğu gözlenmektedir. Türkiye coğrafi konumu, iklim türü ve topoğrafik özellikleri nedeniyle zengin bir floraya

sahiptir. Bugüne kadar tespit edilen bitki türü sayısı 10000 civarındadır. Bunlardan yaklaşık %33’ü ise endemiktir (Davis, 1965-1985; Davis vd., 1988). Bu özelliği ile Türkiye; Avrupa, Kuzey Afrika, Orta Doğu ve Orta Asya’daki ülkeler içerisinde bitki tür çeşitliliği ve endemizm olarak en zengin kaynaklara sahiptir (DPT, 2001). Ülkemizde doğadan toplanarak ticareti yapılan toplam 346 bitki ürününün 112’si ihraç edilmektedir (Balçı, 2011). Bu ürünlerden tıbbi-aromatik, kozmetik ve süsleme gibi birçok alanda faydalanılmaktadır (Korkmaz ve Alkan, 2014; Ok vd., 2014; Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011).

ODOÜ’nün dış ticaretinin analizi ve değerlendirilmesine yönelik farklı dönemlerde çalışmalar yapılmıştır. 1990-1999 yıllarını kapsayan dönemde ODOÜ’nün toplam orman ürünleri ihracat gelirleri arasındaki payı %36’dır (Koç vd., 2000). Karayılmazlar (2005) tarafından yapılan bir çalışmaya göre ise 1990-2000 yılları arasında toplam orman ürünleri ihracatı içerisinde ODOÜ’nün payının yaklaşık %98, elde edilen gelirin yaklaşık 100 milyon \$/yıl düzeyinde olduğu belirlenmiştir. 1989-2011 yılları arasındaki ODOÜ dış ticaret verileri kullanılarak sonraki 6 yılda ihracat gelirlerinin artacağı tahmin edilmiştir (Yıldırım vd., 2014). 2010-2024 yılları kapsayan döneme ilişkin yapılan tahminlerde de kekik, defne yaprağı, adaçayı ve çam fıstığı ihracat miktarlarının artacağı tahmin edilmiştir (Kurt

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

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

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.08.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 23.10.2019



Citation (Atıf): Korkmaz, M., Duman, E.A., 2019. Türkiye’de bazı odun dışı orman ürünlerinin dış ticaretine yönelik değerlendirmeler. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 401-410.
DOI: [10.18182/tjf.600146](https://doi.org/10.18182/tjf.600146)

vd., 2016a). Kurt vd. (2016b) tarafından yapılan bir çalışmaya göre 1995-2014 yılları arasında kekik (%376,5), defne yaprağı (%327), çam fıstığı (%109,4) ve kestane (%38,3) ihracat miktarları artmıştır. Yine aynı çalışmada çam fıstığı (%1165), defne (%494), kestane (%349) ve kekik (%336) ihracat gelirlerinin arttığı belirlenmiştir. İhracat gelirleri açısından ODOÜ gelirleri, yuvarlak oduna oranla daha fazladır (Kurt vd., 2011a). Ayrıca kimyon, kekik ve defne yaprağından elde edilen gelirlerin toplam baharat ihracatının %75'inden fazlasını oluşturduğu görülmektedir (Kurt vd., 2011b).

Bu makalede ülkemiz açısından önemli olan bitkisel kaynaklı odun dışı orman ürünlerinden kestane, kekik, defne yaprağı ve çam fıstığının dış ticareti incelenmiş, defne yaprağı ve kekiğin 2019-2023 yıllarını kapsayan döneme yönelik ihracat miktar ve gelir tahminleri yapılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Araştırmanın ana materyalini Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayınlanan "Dış Ticaret İstatistikleri"nden (TÜİK, 2018) elde edilen veriler oluşturmaktadır. Dış ticaret istatistikleri kapsamında bitkisel kökenli odun dışı orman ürünlerinden kestane, kekik, defne yaprağı ve çam fıstığının geçmiş on yıllık (2008-2017) ihracat ve ithalat miktarları ve değerleri incelenmiştir. Ardından ODOÜ kapsamında önemli ürünler olan kekik ve defne yaprağının 1990-2017 yılları arasındaki ihracat miktarları ve ihracat gelirleri kullanılarak geleceğe yönelik miktar ve gelir projeksiyonları yapılmıştır.

2.2. Yöntem

Kekik ve defne yaprağının geleceğe yönelik miktar ve gelir tahminlerinin yapılabilmesi için öncelikle hareketli ortalamalar, üssel düzeltme, doğrusal ve üstel trend fonksiyonlarına göre tahmini değerler elde edilmiştir. Bu yöntemler ile ilgili matematiksel gösterimler ve açıklamalar aşağıda verilmiştir;

Hareketli ortalamalara göre tahminde, tahminin yapıldığı yıldan önceki 3 yılın ortalamaları (1) esas alınmıştır.

$$\hat{y}_t = y_{t-1} + y_{t-2} + y_{t-3}/3 \quad (1)$$

Burada,

\hat{y}_t : t yılı için tahmini değeri,

y_{t-1} : t-1 yılı için gerçek değeri göstermektedir.

Üssel düzeltme yöntemi ile tahmin aşağıdaki ilişki (2) yardımıyla hesaplanmıştır (Yağimli ve Ergin, 2017).

$$\hat{y}_t = \hat{y}_{t-1} + \alpha(y_{t-1} - \hat{y}_{t-1}) \quad \text{veya} \quad \hat{y}_t = \alpha y_{t-1} + (1 - \alpha)\hat{y}_{t-1} \quad (2)$$

Burada,

y_{t-1} : t-1 yılı için gerçek değeri,

\hat{y}_t : t yılı için tahmini değeri,

\hat{y}_{t-1} : t-1 yılı için tahmini değeri,

α : düzeltme sabitini göstermektedir. Düzeltme sabiti α ; 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır (Bu çalışmada $\alpha = 0,3$ olarak alınmıştır).

Doğrusal trend analizi için aşağıdaki denklem (3) kullanılmıştır.

$$\hat{y}_t = a + bt \quad (3)$$

Üstel trend (exponential growth model) analizi için (4) nolu denklem kullanılmıştır.

$$\hat{y}_t = a \times b^t \quad (4)$$

Hareketli ortalama, üssel düzeltme, doğrusal ve üstel trend analizleri için Minitab 18 paket programı kullanılmıştır. Hangi yöntemin tahmin performansının daha iyi olduğunu belirlemek üzere aşağıda belirtilen karşılaştırma ölçütleri kullanılmıştır (Roy vd., 2018; Willmott ve Matsuura, 2005).

Hata Kareleri Ortalamasının Karekökü (Root Mean Squared Error) (5);

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2} \quad (5)$$

Mutlak Hata Yüzdeleri Ortalaması (Mean Absolute Percentage Error) (6);

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \quad (6)$$

Burada;

y_t : t yılı için gerçek değerleri

\hat{y}_t : t yılı için tahmini değerleri

n : veri sayısını göstermektedir.

3. Bulgular

3.1. Kestane ihracat ve ithalati

2008-2017 yıllarını kapsayan on yıllık dönemde kestane dış ticaretine yönelik değişimler Şekil 1 ve 2'de gösterilmiştir. On yıllık ortalamalara göre yıllık ihracat miktarı 5.918.825 kg ve elde edilen gelir 17.633.983 \$ olarak gerçekleşmiştir. Yıllık ortalama ithalat miktarı ise 363.163,7 kg ile düşük düzeyde olup ödenen döviz değeri 436.538,8 \$'dır.

Yıllar itibariyle ihracat miktarları dalgalı bir seyir izlese de, 2008 yılından 2012 yılına kadar artan kestane ihracat miktarları, 2013'te biraz azalmıştır. 2014 yılı ise en dikkat çeken yıldır. Çünkü kestane ihracatı 2014 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık iki kat artmış, devam eden yıl ise yine yarı yarıya azalmıştır. 2016 yılında artmaya başlayan ihracat miktarı, bu artış seyrini 2017 yılında da devam ettirmiştir. İthalat miktarı ise düşük düzeydedir. Son on yıllık süreçte ithalat miktarında en dikkat çeken yıl 2016'dır. Belirtilen yılda ithalat miktarı yaklaşık 75 ton civarına kadar gerilemiştir (Şekil 1).

İhracat gelirleri yıllar itibariyle büyük oranda ihracat miktarındaki değişimle benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte 2013 yılında ihracat miktarının bir önceki yıla nazaran azalmasına rağmen, ihracat gelirlerinin arttığı görülmüştür (Şekil 2). Bunun nedeni kestane ihracat birim fiyatlarının 2012 yılında yaklaşık 3 \$/kg düzeyinde iken, sonraki yıl 3,57\$/kg'ye yükselmiş olmasıdır. Son on yıllık

dönemde en düşük fiyat 2009 yılına (1,69\$/kg), en yüksek fiyat ise 2017 yılına (3,74\$/kg) aittir.

3.2. Kekik ihracat ve ithalatı

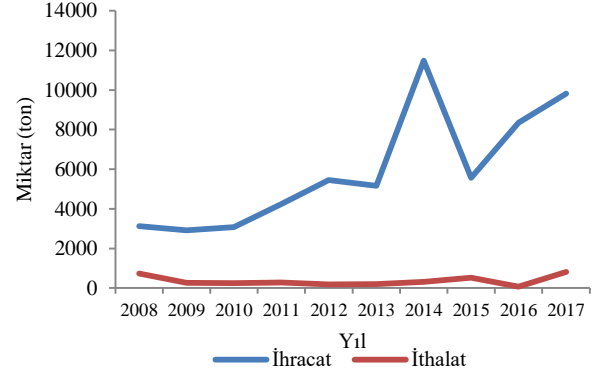
On yıllık dönemde (2008-2017) kekik dış ticaretine yönelik değişimler Şekil 3 ve 4'de gösterilmiştir. On yıllık dönem ortalamalarına göre yıllık ortalama ihracat miktarı 14.103.895 kg olarak gerçekleşirken, elde edilen gelir 45.720.185 \$ olmuştur. Yıllık ortalama ithalat miktarı ise 1.247.499 kg olup ödenen döviz değeri 3.157.246 \$ ile düşük düzeydedir. Yıllar itibariyle ihracat miktarları 2015 yılı hariç olmak üzere sürekli artmıştır. Yıllara göre en fazla artış 2009 yılında %19 düzeyindedir. 2015 yılındaki düşüştüen sonraki yıllarda artış devam etmiştir. İthalat miktarlarının değişimi incelediğinde ise geçen 10 yıl süresince dalgalı bir seyir görülmektedir. Örneğin, 2009 yılında bir önceki yıla göre yarı yarıya azalan ithalat miktarı, sonraki yılda (2010) yaklaşık iki kat artmıştır (Şekil 3).

İhracat kapsamında elde edilen gelirlerin, yıllar itibariyle miktarlardaki değişimle benzerlik göstermediği görülmektedir. Bunun nedeni yıllara göre kekik kg fiyatındaki değişikliklerdir. Örneğin 2008 yılında 4,43\$/kg düzeyinde olan kekik fiyatı, 2010 yılında 2,16\$/kg'ye gerilemiş, 2014 yılında 3,85 \$/kg düzeyine yükselmiştir. 2017 yılında ise kekik fiyatı 3,21 \$/kg olmuştur. İthalat fiyatları incelediğinde ise yıllara göre fiyatların çok fazla değişmediği ve ortalama olarak 2,53\$/kg düzeyinde olduğu görülmektedir (Şekil 4).

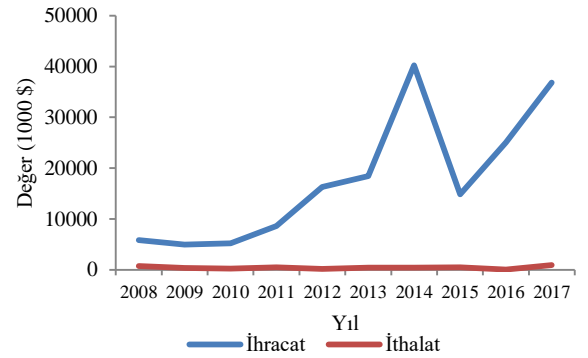
3.3. Defne yaprağı ihracat ve ithalatı

Defne yaprağı ülkemiz ormanlarından üretilen en önemli ODOÜ'den birisidir. On yıllık dönemde (2008-2017) defne yaprağı dış ticaretine yönelik değişimler Şekil 5 ve 6'da gösterilmiştir. On yıllık dönem ortalamalarına göre yıllık ortalama ihracat miktarı 10.715.327 kg olarak gerçekleşirken, elde edilen gelir 30.600.464 \$'dır. Yıllık ortalama ithalat miktarı ise 886.263,5 kg olup ödenen döviz tutarı 1.320.048 \$'dır. Yıllar itibariyle genel olarak ihracat miktarları artış eğilimindedir. Ancak 2017 yılında %10'luk bir düşüş olmuştur. Benzer bir düşüş, 2010 yılında da yaşanmıştır. Yıllara göre en fazla artış %30 ile 2009 yılında gerçekleşmiştir. İthalat miktarlarının değişimi incelediğinde ise geçen 10 yıl süresince dalgalı bir seyir görülmektedir. Örneğin, 2010 yılında 150 ton civarında gerçekleşen ithalat miktarı, 2015 yılında 1872 ton düzeyine yükselmiştir. 2015 yılından itibaren ise ithalat miktarları azalmıştır (Şekil 5).

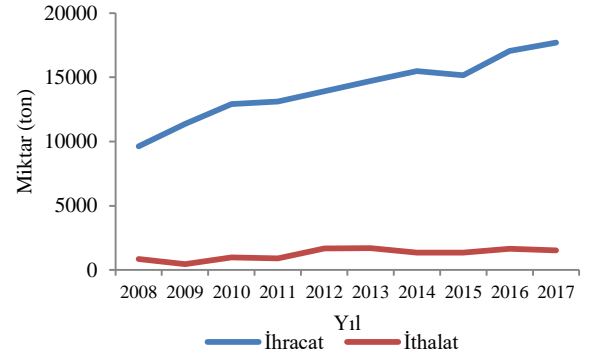
İhracat kapsamında elde edilen gelirlerin, yıllar itibariyle büyük oranda miktarlardaki değişimle benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bunun en önemli nedeni incelenen diğer ürünlere nazaran defne yaprağı kg fiyatlarının yıllara göre çok fazla değişiklik göstermemesidir. On yıllık ortalamalara göre defne yaprağı fiyatı 2,85 \$/kg düzeyinde olmuş, En düşük fiyat 2009 yılında 2,68 \$/kg iken, en yüksek fiyat 3,02 \$/kg'dir. İthalat fiyatlarında ise bir düşüş eğilimi görülmektedir. Yani başlangıç yılı olan 2008 yılında 2,71 \$/kg düzeyinde olan defne yaprağı fiyatı, 2016 yılında 1,12 \$/kg düzeyine gerilemiştir. 10 yıllık ortalama fiyat 1,73 \$/kg olarak gerçekleşmiştir (Şekil 6).



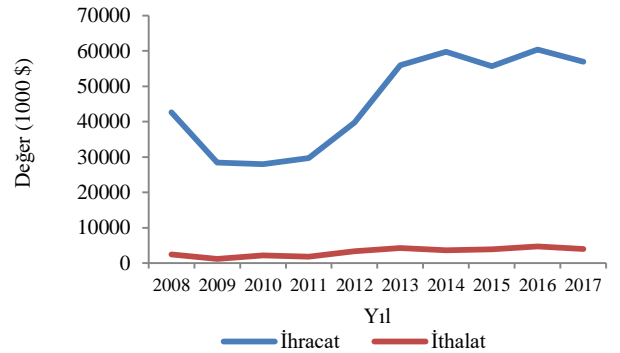
Şekil 1. 2008-2017 yılları arası kestane ihracat ve ithalat miktarı



Şekil 2. 2008-2017 yılları arası kestane ihracat ve ithalat değerleri



Şekil 3. 2008-2017 yılları arası kekik ihracat ve ithalat miktarı



Şekil 4. 2008-2017 yılları arası kekik ihracat ve ithalat değerleri

3.4. Çam fıstığı ihracat ve ithalatı

Çam fıstığı da ülkemiz ormanlarından üretilen en önemli ODOÜ'den birisidir. Son yıllarda fıstık çamlarında yaşanan sorunlardan dolayı üretim miktarının düşüşü nedeniyle bu ürünler, ormancılık kamuoyunu en fazla ilgilendiren konular arasına girmiştir. Bu düşüş ihracat miktarlarına da yansımıştır. On yıllık dönemde (2008-2017) çam fıstığı dış ticaretine yönelik değişimler Şekil 7 ve 8'de gösterilmiştir. On yıllık dönem ortalamalarına göre yıllık ortalama ihracat miktarı 1.154.737 kg olarak gerçekleşirken, elde edilen gelir ortalama 37.101.859 \$'dır. Yıllık ortalama ithalat miktarı ise 245.792,6 kg olup ödenen döviz tutarı, 2.083.191 \$'dır. Yıllar itibariyle ihracat miktarları azalış eğilimindedir. Ancak 2015 yılında bir önceki yıla göre bir artış olmuştur. 2017 yılında ise yine düşüş eğilimi yaşanmıştır. İthalat miktarlarının değişimi incelendiğinde ise benzer şekilde 10 yıl süresince azalış görülmektedir (Şekil 7).

İhracat kapsamında elde edilen gelirler, yıllar itibariyle miktarlardaki değişimle benzerlik göstermekle birlikte bazı yıllarda (örneğin 2016 yılı) ihracat miktarı artarken elde edilen ihracat gelirleri düşmüştür. Bunun en önemli nedeni yıllar itibariyle fıstık çamı fiyatlarındaki değişkenliklerdir. On yılın ortalamasına göre fıstık çamı fiyatı 35,72 \$/kg düzeyindedir. Bu değer 2009 yılında 22,98 \$/kg düzeyinde iken 2014 yılında 51,11 \$/kg'ye yükselmiş, ancak 2016 yılında 26,41 \$/kg düzeyine gerilemiştir (Şekil 8). Genel olarak değerlendirildiğinde fıstık çamı ihracat gelirleri azalmaktadır.

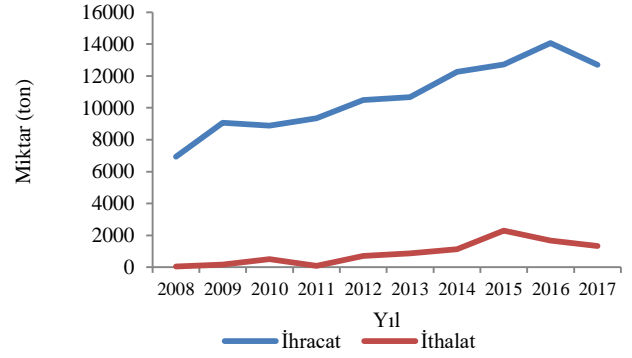
İthalat birim fiyatları incelendiğinde yıllar itibariyle benzer şekilde dalgalı bir seyir dikkati çekmektedir. On yıllık ortalamalara göre çam fıstığı fiyatı 9,65 \$/kg düzeyindedir. Bu değer, 2009 yılında 14,69 \$/kg iken, 2012 yılında 20,06 \$/kg'a yükselmiştir. On yıllık süre içerisinde en düşük fiyat 2014 yılında 2,34 \$/kg olarak gerçekleşmiştir. 2017 yılındaki fiyat ise 6,9 \$/kg'dır.

3.5. Defne yaprağı ihracat miktarı ve gelirlerine yönelik projeksiyonlar

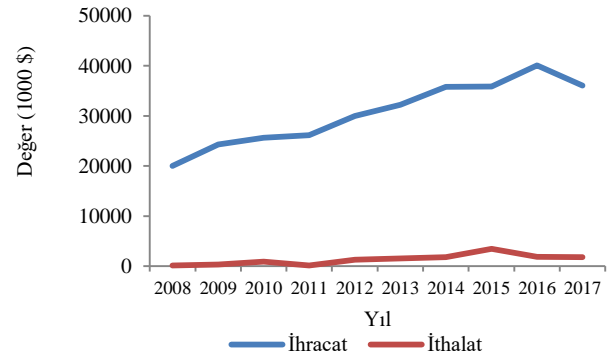
3.5.1. Farklı tahmin yöntemlerinin performansı

Defne yaprağı ihracat miktarları ve gelirlerine yönelik olarak daha önce de belirtildiği üzere, hareketli ortalamalar, üssel düzeltme doğrusal trend ve üstel trendin tahmin performansları karşılaştırılarak, en uygun tahmin modeli belirlenmiştir. Bu bağlamda 1990-2017 yılları arası ihracat miktarları ve gelirleri veri olarak kullanılmıştır.

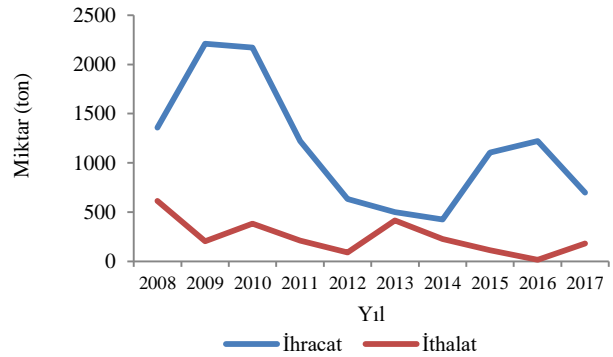
Hareketli ortalamalara göre elde edilen tahmini değerler ile gerçek değerler incelendiğinde birçok yılda sapmalar yüksek bulunmuştur (Şekil 9). Benzer şekilde üssel düzeltme yöntemine göre de tahmini değerlerin gerçek değerlerin altında seyrettiği ve aradaki farkın özellikle son yıllarda arttığı görülmektedir (Şekil 9).



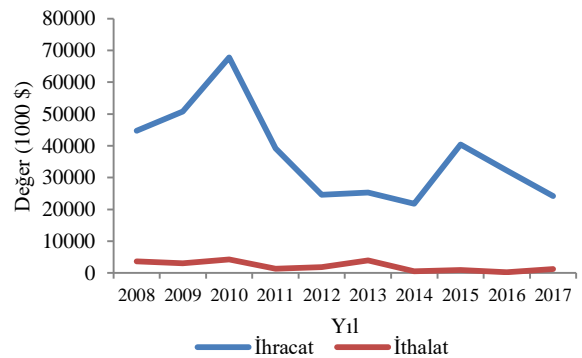
Şekil 5. 2008-2017 yılları arası defne yaprağı ihracat ve ithalat miktarı



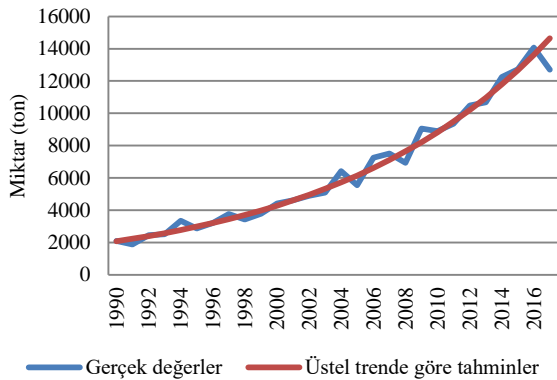
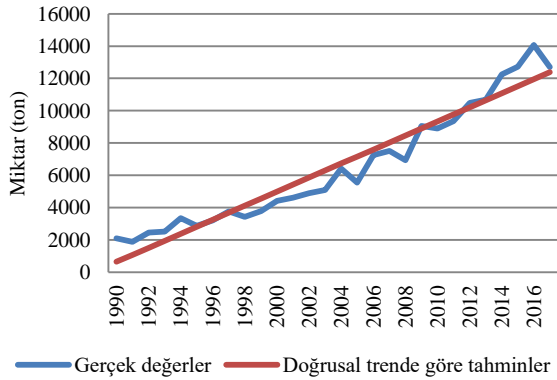
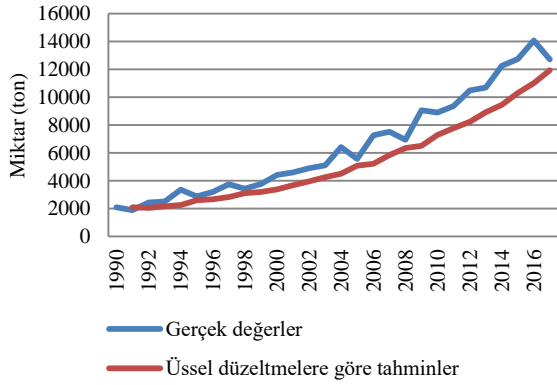
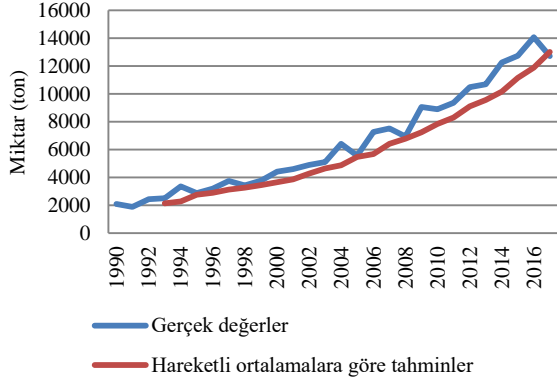
Şekil 6. 2008-2017 yılları arası defne yaprağı ihracat ve ithalat değerleri



Şekil 7. 2008-2017 yılları arası çam fıstığı ihracat ve ithalat miktarı



Şekil 8. 2008-2017 yılları arası çam fıstığı ihracat ve ithalat değerleri



Defne yaprağı ihracat miktarının tahminine yönelik doğrusal trend denklemi aşağıdaki şekilde elde edilmiştir (7). Bu denkleme göre hesaplanan tahmini değerler ile gerçek değerler Şekil 9'da görülmektedir. Tahmini değerler, bazı yıllarda gerçek değerlerin altında bazı yıllarda ise üstünde yer almıştır.

$$\hat{y}_t = -3281 + 1360,5xt \quad (7)$$

Defne yaprağı ihracat miktarının tahminine yönelik elde edilen üstel trend denklemi aşağıda gösterilmiştir (8). Üstel trend denklemine göre hesaplanan tahmini değerler ile gerçek değerler karşılaştırıldığında (Şekil 9), büyük oranda farklılıkların diğer tahmin yöntemlerine göre daha az olduğu görülmektedir.

$$\hat{y}_t = 3435,40 \times 1,09376^t \quad (8)$$

Hareketli ortalamalar, üssel düzeltme, doğrusal trend ve üstel trende göre belirlenen tahmini değerler ile gerçek değerlere göre hesaplanan RMSE, MAPE ve belirlilik katsayısı (R^2) değerleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. MAPE'nin %10'un altında olduğu modeller tahmin performansı olarak çok iyi, %10-20 arasında olan modeller iyi, %20-50 arasındaki modeller kabul edilebilir ve %50'nin üzerinde olan modeller ise kötü olarak değerlendirilmektedir (Lewis, 1982). Buna göre defne yaprağı ihracat miktarının tahminine yönelik olarak hareketli ortalamalar, üssel düzeltme ve doğrusal trendin tahmin performansının "iyi" olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Üstel trend ise tahmin performansı en iyi olan modeldir. Aynı zamanda hem RMSE değerleri hem de belirlilik katsayısı (R^2) açısından da en iyi model, üstel trenddir.

Defne yaprağı ihracat gelirlerinin tahminine yönelik olarak hareketli ortalamalara göre elde edilen tahmini değerler ile gerçek değerler incelendiğinde 2003 yılından itibaren sapmalar daha yüksek düzeydedir (Şekil 10). Benzer şekilde üssel düzeltme yöntemine göre de 2003 yılından itibaren tahmini değerler ile gerçek değerler arasındaki farkın arttığı görülmektedir (Şekil 10).

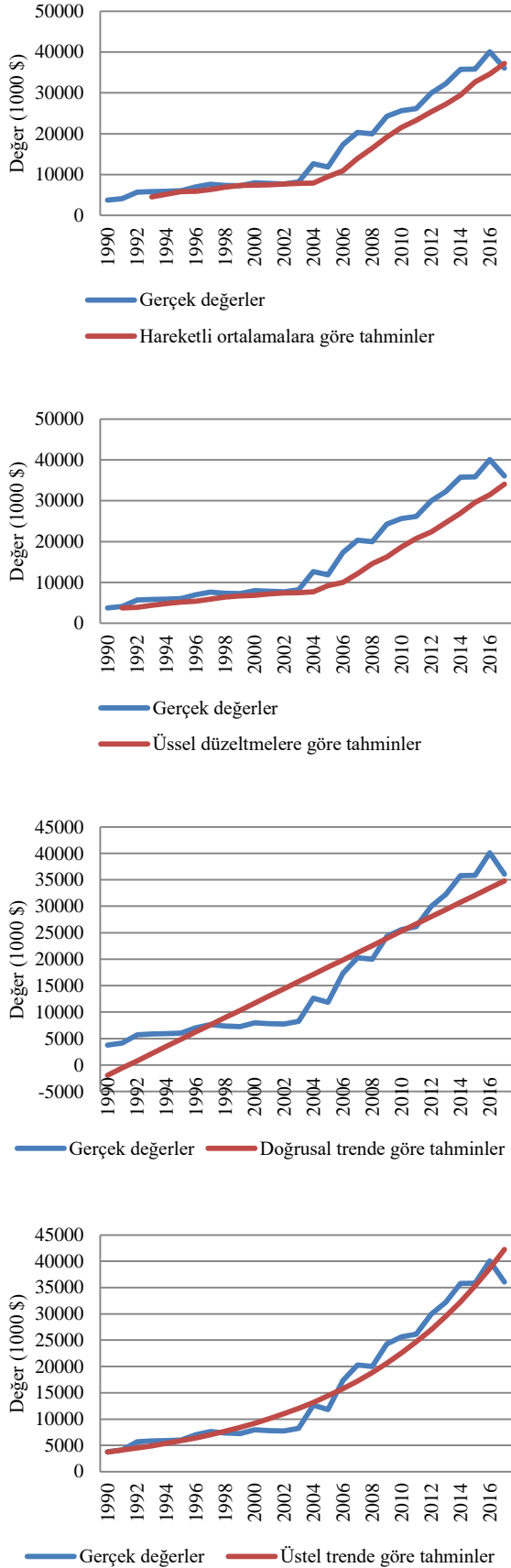
Defne yaprağı ihracat değerinin tahminine yönelik doğrusal trend denklemi aşağıda görülmektedir (9). Doğrusal trend denklemine göre hesaplanan tahmini değerler ile gerçek değerler Şekil 10'da görülmektedir. Tahmini değerler, bazı yıllarda gerçek değerlerin altında bazı yıllarda ise üstünde yer almıştır. Hatta ilk yıllarda tahmini değerler negatiftir.

$$\hat{y}_t = 210 + 434,5xt \quad (9)$$

Çizelge 1. Defne ihracat miktarı için farklı tahmin yöntemleri için sapma değerleri

Tahmin yöntemleri	RMSE	MAPE (%)	R^2
Hareketli ortalamalar	1098,028	12,86	0,971
Üssel düzeltme	1508,791	18,42	0,971
Doğrusal trend	901,458	15,71	0,938
Üstel trend	526,115	5,81	0,980

Şekil 9. Defne ihracat miktarları için gerçek ve tahmini değerlerin karşılaştırılması



Şekil 10. Defne ihracat gelirleri için gerçek ve tahmini değerlerin karşılaştırılması

Defne yaprağı ihracat değerinin tahminine yönelik elde edilen üstel trend denklemi aşağıda görülmektedir (10). Üstel trend denkleminde hesaplanan tahmini değerler ile gerçek değerler karşılaştırıldığında (Şekil 10), büyük oranda farklılıkların diğer tahmin yöntemlerine göre daha az olduğu görülmektedir.

$$\hat{y}_t = 1936,84 \times 1,07490^t \quad (10)$$

Farklı tahmin yöntemlerine göre belirlenen tahmini değerler ile gerçek değerlere göre hesaplanan RMSE, MAPE ve R^2 değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Defne yaprağı ihracat gelirlerinin tahminine yönelik olarak, hareketli ortalamaların tahmin performansının "iyi", üssel düzeltme ve doğrusal trendin "kabul edilebilir" olduğu sonucuna belirlenmiştir. Üstel trend ise tahmin performansı en iyi olan modeldir. Aynı zamanda RMSE değerleri açısından da en iyi model üstel trenddir. R^2 , hareketli ortalamalar, üssel düzeltme ve üstel trend için birbirilerine yakın değerlere sahiptir.

3.5.2. 2019-2023 yılları tahmini değerler

Daha önce de belirtildiği üzere defne yaprağı ihracat miktar ve gelirlerine yönelik uygulanan tahmin yöntemleri arasında en iyi performansı üstel trend göstermiştir. İhracat miktarı için $\hat{y}_t = 3435,40 \times 1,09376^t$ denklemi ve ihracat gelirleri için $\hat{y}_t = 1936,84 \times 1,07490^t$ denklemi kullanılarak önümüzdeki beş yıl (2019-2023) için tahmini değerler hesaplanmış ve Çizelge 3'de gösterilmiştir. Görüldüğü üzere önümüzdeki yıllarda defne yaprağı ihracat miktarları ve gelirlerinin artacağı tahmin edilmektedir. 2019 yılında yaklaşık 17.000 ton olarak gerçekleşmesi tahmin edilen ihracat miktarı, 2023 yılında 22.600 ton düzeyine ulaşabilecektir. Gelirlere ilişkin tahmini değerler de Çizelge 3'te görülmektedir.

3.6. Kekik ihracat miktar ve gelirlerine yönelik projeksiyonlar

3.6.1. Farklı tahmin yöntemlerinin performansı

Kekik ihracat miktarları ve gelirlerine yönelik olarak defne yaprağında olduğu gibi, hareketli ortalamalar, üssel düzeltme doğrusal trend ve üstel trendin tahmin performansları karşılaştırılarak, en uygun tahmin modeli belirlenmiştir.

Çizelge 2. Defne ihracat gelirleri için farklı tahmin yöntemleri için sapma değerleri

Tahmin yöntemleri	RMSE	MAPE (%)	R^2
Hareketli ortalamalar	3497,718	14,35	0,967
Üssel düzeltme	4907,606	20,99	0,962
Doğrusal trend	3917,475	36,71	0,887
Üstel trend	2319,960	12,81	0,962

Çizelge 3. 2019-2023 Yıllarında Defne ihracat miktar ve gelir tahminleri

Yıl	İhracat miktarı (ton)	İhracat Geliri (1000 \$)
2019	16909,69	50540,37
2020	18176,23	55279,03
2021	19537,62	60462,00
2022	21000,99	66130,91
2023	22573,97	72331,35

Hareketli ortalamalara göre elde edilen tahmini değerler ile gerçek değerler incelendiğinde (Şekil 11) birçok yılda hesaplanan tahmini değerler, gerçek değerlerin altında bulunmuştur. Benzer şekilde üssel düzeltme yöntemine göre de tahmini değerlerin gerçek değerlerin altında seyrettiği ve aradaki farkın özellikle son yıllarda daha fazla arttığı görülmektedir (Şekil 11).

İhracat miktarının tahminine yönelik doğrusal trend denklemi aşağıdaki şekilde elde edilmiştir (11). Doğrusal trend denklemine göre hesaplanan tahmini değerler ile gerçek değerler Şekil 11’de görülmektedir.

$$\hat{y}_t = 2843 + 481,2xt \quad (11)$$

Kekik ihracat miktarının tahminine yönelik elde edilen üstel trend denklemi aşağıda verilmiştir (12). Üstel trend denklemine göre hesaplanan tahmini değerler ile gerçek değerler karşılaştırıldığında (Şekil 11), büyük oranda farklılıkların diğer tahmin yöntemlerine göre daha az olduğu görülmektedir. Sapmaların en yüksek olduğu yıllar 2006-2008 yılları arasındadır.

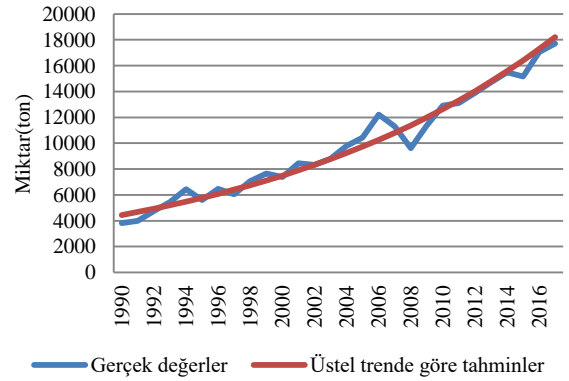
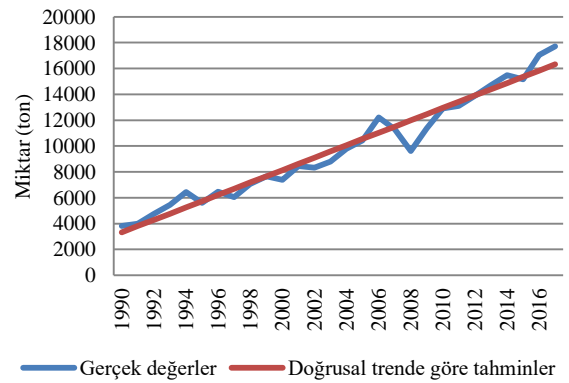
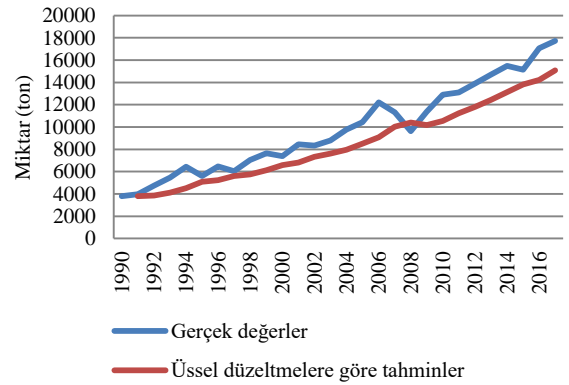
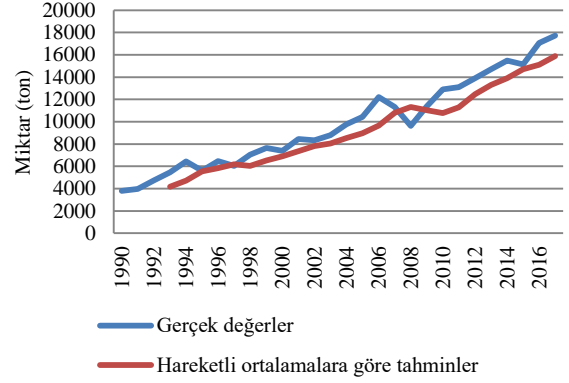
$$\hat{y}_t = 4214,87 \times 1,05367^t \quad (12)$$

Belirlenen tahmini değerler ile gerçek değerlere göre hesaplanan RMSE, MAPE ve R² değerleri Çizelge 4’de gösterilmiştir. Kekik ihracat miktarının tahminine yönelik olarak, doğrusal trend ve üstel trendin “çok iyi”, hareketli ortalamalar ve üssel düzeltme yöntemlerinin ise “iyi” olduğu görülmektedir. Üstel trend ise tahmin performansı en iyi olan modeldir. Çünkü MAPE değeri en düşük olan modeldir. Aynı zaman hem RMSE değerleri hem de R² açısından da en iyi model üstel trenddir.

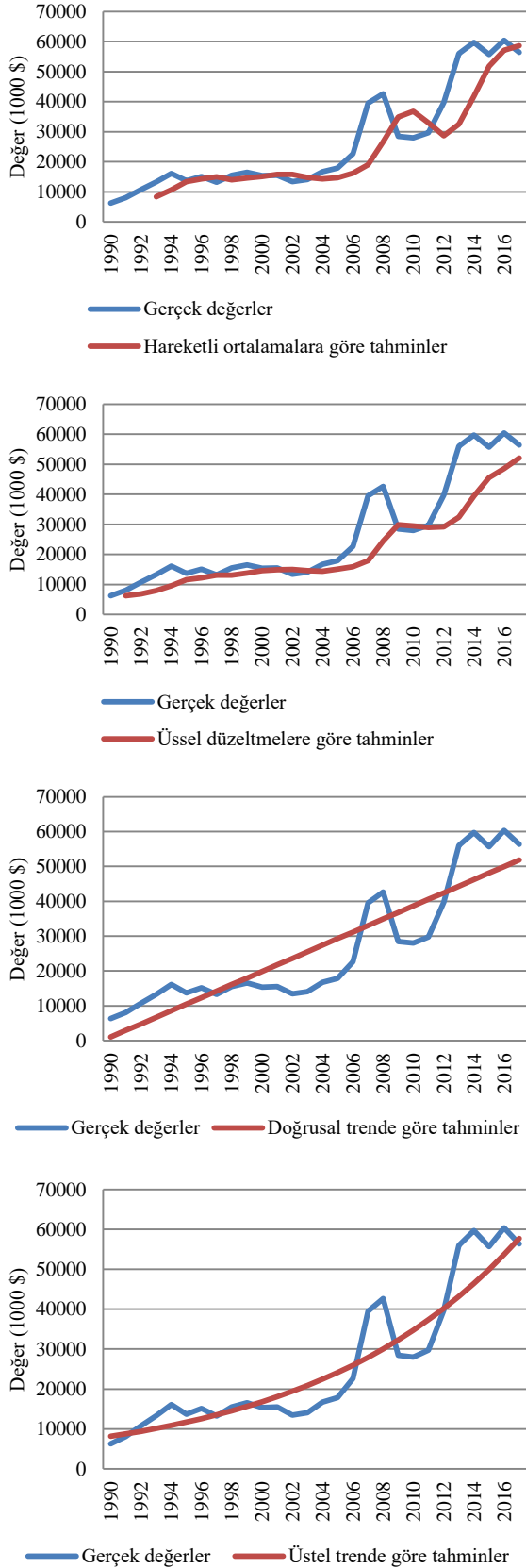
Kekik ihracat gelirlerinin tahminine yönelik olarak hareketli ortalamalara göre elde edilen tahmini değerler ile gerçek değerler incelendiğinde, yıllar itibariyle dalgalı bir seyir izleyen tahmini değerlerin, 2003 yılından itibaren büyük oranda gerçek değerlerin altında olduğu görülmektedir (Şekil 12). Benzer şekilde üssel düzeltme yöntemine göre de kekik ihracat gelirlerine yönelik 2003 yılından itibaren tahmini değerler ile gerçek değerler arasındaki farkın arttığı görülmektedir (Şekil 12).

Çizelge 4. Kekik ihracat miktarları için farklı tahmin yöntemleri için sapma değerleri

Tahmin yöntemleri	RMSE	MAPE (%)	R ²
Hareketli ortalamalar	1334,141	11,35	0,947
Üssel düzeltme	1712,834	15,44	0,965
Doğrusal trend	780,480	6,50	0,961
Üstel trend	689,982	5,98	0,971



Şekil 11. Kekik ihracat miktarları için gerçek ve tahmini değerlerin karşılaştırılması



Şekil 12. Kekik ihracat gelirleri için gerçek ve tahmini değerlerin karşılaştırılması

Kekik ihracat gelirlerinin tahminine yönelik doğrusal trend denklemi aşağıdaki şekilde elde edilmiştir (13). Bu denkleme göre hesaplanan tahmini değerler ile gerçek değerler Şekil 12’de görülmektedir. Tahmini değerler, bazı yıllarda gerçek değerlerin altında bazı yıllarda ise üstünde yer almıştır. Sapma değerlerinin diğer yöntemlere göre daha yüksek düzeyde olduğu görülmektedir.

$$\hat{y}_t = -846 + 1882xt \quad (13)$$

Kekik ihracat gelirlerinin tahminine yönelik elde edilen üstel trend denklemi aşağıda gösterilmiştir (14). Üstel trend denkleminde göre hesaplanan tahmini değerler ile gerçek değerler karşılaştırıldığında (Şekil 12), büyük oranda farklılıkların diğer tahmin yöntemlerine göre daha az olduğu görülmektedir.

$$\hat{y}_t = 7563,17 \times 1,07528^t \quad (14)$$

Farklı tahmin yöntemlerine göre belirlenen tahmini değerler ile gerçek değerlere göre hesaplanan RMSE, MAPE ve R^2 değerleri Çizelge 5’de gösterilmiştir. Kekik ihracat gelirlerinin tahminine yönelik olarak, hareketli ortalamalar ve üstel trendin tahmin performansının “iyi”, üssel düzeltme ve doğrusal trendin “kabul edilebilir” olduğu sonucuna belirlenmiştir. RMSE değerleri açısından en iyi model üstel trenddir. Ayrıca R^2 açısından da en iyi modelin üstel trend olduğu görülmektedir.

3.6.2. 2019-2023 yılları tahmini değerler

Kekik ihracat miktar ve gelirlerine yönelik uygulanan tahmin yöntemleri arasında en iyi performansı üstel trend göstermiştir. İhracat miktarı için $\hat{y}_t = 4214,87 \times 1,05367^t$ denklemi ve ihracat gelirleri için $\hat{y}_t = 7563,17 \times 1,07528^t$ denklemi kullanılarak önümüzdeki beş yıl (2019-2023) için tahmini değerler hesaplanmış ve Çizelge 6’da gösterilmiştir. Görüldüğü üzere önümüzdeki yıllarda kekik ihracat miktarları ve gelirlerinin artacağı tahmin edilmektedir. 2019 yılında 20.226,59 ton olarak gerçekleşmesi tahmin edilen ihracat miktarı, 2023 yılında yaklaşık 25.000 ton düzeyine ulaşabilecektir. Gelir tahminleri de Çizelge 6’dan izlenebilmektedir.

Çizelge 5. Kekik ihracat gelirleri için farklı tahmin yöntemleri için sapma değerleri

Tahmin yöntemleri	RMSE	MAPE (%)	R^2
Hareketli ortalamalar	8836,277	18,76	0,778
Üssel düzeltme	9261,006	20,29	0,848
Doğrusal trend	7875,281	35,03	0,788
Üstel trend	6157,032	19,56	0,881

Çizelge 6. 2019-2023 yıllarında kekik ihracat miktar ve gelir tahminleri

Yıl	İhracat miktarı (ton)	İhracat Geliri (1000 \$)
2019	20226,59	66734,58
2020	21312,15	71758,35
2021	22455,97	77160,32
2022	23661,18	82968,95
2023	24931,08	89214,86

4. Tartışma ve sonuç

Ülkemizde odun dışı orman ürünlerinden üretim, ihracat ve ithalatında bazı ürünler ön plana çıkmaktadır. Bu ürünlerin başında kestane, kekik, defne yaprağı ve çam fıstığı gelmektedir.

Dünyada üretiminde Çin Halk Cumhuriyeti'nin ardından ülkemizin ikinci sırada olduğu (Kurt vd., 2016b) kestanenin 2008-2017 yılları arasında yıllık ortalama ihracat miktarı 6 bin ton iken elde edilen gelir 17,5 milyon \$'dır. Yine aynı dönemde kekik ihracatı 14 bin ton olarak gerçekleşirken elde edilen gelir 45,7 milyon \$'dır. Yıllar itibariyle kekik ihracat miktarı genel olarak artmıştır.

Kekik ihracat miktarları ve gelirlerine yönelik 1990-2017 yılları arasındaki ihracat miktar ve gelirlerine bağlı olarak 2019-2023 yıllarını kapsayan dönem için kekik ihracat miktarları ve gelirlerinin artacağı tahmin edilmektedir. 2019 yılında tahmin edilen ihracat miktarı 20,2 bin ton iken elde edilecek gelir ise 66,7 milyon \$ olarak hesaplanmıştır. 2023 yılında ise tahmin edilen ihracat miktarı 24,9 bin ton iken elde edilecek gelirin ise 89,2 milyon \$ olacağı öngörülmüştür.

Defne yaprağı, ülkemiz ormanlarından üretilen en önemli odun dışı orman ürünlerinden birisidir. Dünya defne yaprağı (kuru) ihtiyacının yaklaşık %95'i ülkemizden karşılanmaktadır (Kurt vd., 2016b). 2008-2017 yılları arasında yıllık ortalama ihracat miktarı 10,7 bin ton olup elde edilen gelir ise 30,6 milyon \$'dır. Yıllar itibariyle ihracat miktarı artış eğilimindedir. İhracatın yapıldığı en önemli ülkeler; İngiltere, İsviçre, Romanya, ABD, Rusya, Kanada, Almanya ve Hollanda'dır (Kurt vd., 2016b).

Defne yaprağının ihracat miktarı ve gelirlerine yönelik, 2019-2023 yıllarını kapsayan beş yıllık dönemde ihracat miktarları ve gelirlerinin artacağı tahmin edilmiştir. 2019 yılında tahmin edilen ihracat miktarı 16,9 bin ton ve elde edilecek gelir 50,5 milyon \$ iken, 2023'te ihracat miktarının 22,6 bin ton, elde edilecek gelirin ise 72,3 milyon \$'a ulaşacağı öngörülmüştür. Defne yaprağı ihracatının artışı öngörüsü üretimin de artacağına işaret etmektedir. Örneğin Türkoğlu vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada da Muğla Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan defne alanlarında yapılan üretim miktarının yıllar itibariyle artacağı tahmin edilmiştir.

2008-2017 yılları arasında yıllık ortalama çam fıstığı ihracat miktarı 1,1 bin ton/yıl olarak gerçekleştirilirken elde edilen gelir ise 37,1 milyon \$'dır. Yıllar itibariyle üretim miktarının düşmesine bağlı olarak ihracat miktarları azalış eğilimindedir. Çam fıstığı üretim miktarının özellikle son yıllarda düşmesinin nedeni fıstık çamı kozalaklarının içinde yeterli tohum bulunmaması, yani kozalak veriminin azalmasıdır (Öztürk ve Küçükerdem, 2017). Kozalak veriminin düşüşü ile ilgili ormancılık araştırma enstitü müdürlüklerinde çalışmalar yapılmış olup verim düşüklüğünün nedeni tam olarak tespit edilememiştir (Polat, 2017). 2019 yılında OGM tarafından konunun tüm boyutları ile araştırılarak, sorunun çözümlenmesine yönelik bir proje geliştirilmiş olup çalışmalar devam etmektedir (OGM, 2019). Ayrıca Türkiye Ormanlılar Derneği tarafından İzmir Bergama-Kozak Bölgesindeki çam fıstığı üretiminin azalmasına yönelik sorunların belirlenmesi ve verimin artırılması için çözüm yollarının araştırılması için İzmir Büyükşehir Belediye Başkanlığı ile protokol imzalanmış ve çalışmalara başlanmıştır (TOD, 2019).

OGM bünyesinde Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığının 2011 yılında kurulması ile birlikte bu ürünler kurumsal düzeyde daha önemli hale gelmiş, bazı ürünler ile ilgili eylem planları yapılmıştır. Bu eylem planlarına; Reçine, Defne, Maviyemiş, Sakız, Salep ve Trüf Eylem Planları örnek olarak verilebilir. Yapılan bir araştırmada, bu eylem planlarının kurum çalışanları tarafından bilindiği, ancak uygulamadaki etkinlik düzeylerinin zayıf olduğu belirlenmiştir (Tolunay vd., 2017). Eylem planlarının uygulamadaki etkinliğinin artması, sürdürülebilir üretimi ve dolayısıyla da sürdürülebilir ticareti etkileyeceği için önem arz etmektedir. Bu bağlamda, planlar hazırlanırken ilgi gruplarının tamamının planlama sürecine dahil edilmesi önem arz etmektedir (Korkmaz, 2013). Ayrıca mevcut 302 sayılı "Odun Dışı Orman Ürünlerinin Envanter ve Planlaması ile Üretim ve Satış Esasları" tebliğinin bu ürünlerin sürdürülebilirliğini sağlayacak planlama yaklaşımlarından çok yıllık hasadın düzenlemesine odaklandığı ve bu nedenle yeniden gözden geçirilmesi önem arz etmektedir (Ok ve Koç, 2018).

OGM istatistiklerine göre ODOÜ üretim miktarları incelendiğinde, 2003-2017 yılları arasında odun dışı orman ürünü satış gelirin yıllık ortalama oransal artışı %15,8 olup Devlet ormanlarında üretilen ODOÜ'nün 2022 yılında ulaşacağı üretim miktarının 1 milyon tonu aşacağı, OGM'nin 12,5 milyon TL satış geliri elde edileceği tahmin edilmektedir (Göksu ve Adanacioğlu, 2018). Üretim artışı ile birlikte ODOÜ'nün sürdürülebilir planlama ve yönetiminin sağlanması daha önemli hale gelmektedir. Bu konuda ülkemizde yapılan uygulamalar özellikle türler bazında yeterli değildir (Ok ve Tengiz, 2018). Bu bağlamda planlama sorunların aşılması aşamasında orman amenajman planlarına bütünleşik planlama modelleri geliştirilmelidir.

Bazı ürünlerin ihracat fiyatlarının istikrarlı olmadığı görülmektedir. Bu bağlamda fiyat istikrarının sağlanamaması üretim miktarının düşmesine neden olabileceği için bu konuya yönelik önlemler alınmalıdır. Bunun yanında sürdürülebilir üretimin sağlanması için pazarlama sorunları bulunan türler için (Alkan vd., 2006) pazarlama karması kapsamında çözüm önerileri geliştirilmelidir.

Açıklama

Bu makale, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanan "Odun Dışı Orman Ürünlerinin Dış Ticareti ve Geleceğe Yönelik Projeksiyonlar" isimli yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

Kaynaklar

- Alkan, H., Tolunay, A., Korkmaz, M., 2006. Isparta ili'nde kekik yetiştiriciliğinin geliştirilmesine yönelik çalışmalarının değerlendirilmesi. 1st International Non-Wood Forest Product Symposium, 1-4 November, Trabzon, Turkey, pp. 34-41.
- Balcı, Ö., 2011. Odun dışı bitkisel ürünler. <https://ormuh.org.tr/uploads/docs/Odun%20Disi%20Bitkisel%20Urunler.pdf>, Erişim: 30.05.2019.
- Davis, P.H., 1965-1985. Flora of Turkey and the Aegean Islands. Vol. :I-IX, Edinburgh Univ. Press., London.
- Davis, P.H., Tan, K., Mill, R., 1988. Flora of Turkey and the Aegean Islands. Vol. :X (supplement), Edinburgh University Press, London.
- DPT, 2001. VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı (BYKP) Ormançılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. DPT Yayın No: 2531, ÖİK Yayın No: 547, Ankara.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M., 2011. Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 11(1): 52-67.
- Göksu, E., Adanacioğlu, H., 2018. Türkiye'de odun dışı orman ürünlerinde doğrudan pazarlama. Turkish Journal of Forestry, 19(2): 210-218.
- Harrison, S., Herbohn, J., Niskanen, A., 2002. Non-industrial, smallholder, small-scale and family forestry: what's in a name? Small-scale Forest economics, Management and Policy, 1 (1): 1-11.
- Karayılmazlar, S., 2005. Analysis of Turkey's foreign trade in non-wood forest products. Forest Products Society, 55(4): 78-87.
- Koç, H., Aksu, B., Kurtuluş, A., 2000. Turkey's foreign trade in non-wood forest products. Harvesting of Non-Wood Forest Products Seminar Proceedings, 2-8 October, İzmir-Turkey, pp. 361-372.
- Korkmaz, M., 2013. Odun dışı bitkisel ürünlerin planlanmasına yönelik değerlendirmeler. 2023'e Doğru 2. Doğa ve Ormançılık Sempozyumu, 31 Ekim-3 Kasım, Antalya, s. 225-236.
- Korkmaz, M., Alkan, H., 2014. İhraç ürünü olarak odun dışı orman ürünlerinden çelenk üretimi ve yöre ekonomisine katkıları (Burdur-Bucak ilçesi örneği. Orman Mühendisliği 51(10-11-12): 21-24.
- Kurt, R., Karayılmazlar, S., Çabuk, Y., 2016a. Important non-wood forest products in Turkey: An econometric analysis. Engineering, Technology & Applied Science Research, 6(6): 1245-1248.
- Kurt, R., Karayılmazlar, S., İmren, E., Çabuk, Y., 2016b. Türkiye ormancılık sektöründe odun dışı orman ürünleri: İhracat analizi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 18(2):158-167.
- Kurt, R., Çabuk, Y., Karayılmazlar, S., 2011a. Türkiye ve dünya odun ve odun dışı orman ürünlerinin üretim, dış ticaret ve ekonomik potansiyel analizi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13(20): 1-9.
- Kurt, R., Çabuk, Y., Karayılmazlar, S., 2011b. Foreign trade analysis of spices and spices derivatives as non-wood forest products of Turkey. 2nd. International Non-Wood Forest Products Symposium, 8-10 September, Isparta, Turkey, pp.23-31.
- Lewis, C.D., 1982. Industrial and Business Forecasting Methods. Butterworths Publishing, London.
- OGM, 2019. Fıstıkçamı ve Diğer İbrelilerde Kozalak ve Tohum Verimindeki Azalmaların Sebepleri ve Kontrol Olanakları Entegre Projesi. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ok, K., Koç, M., 2018. Türkiye'de odun dışı orman ürünlerinin planlanmasında yöntem ve yaklaşım sorunu. Turkish Journal of Forestry, 19(4): 391-402 .
- Ok, K., Tengiz, Y., 2018. Türkiye'de odun dışı orman ürünlerinin yönetimi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 21(3): 457-471.
- Ok, K., Alagöz, G.Ö., Atıcı, E., Çoban, S., Şenyurt, M., 2014. Süsleme Amaçlı Kullanılan Odun Dışı Orman Ürünlerinin Sürdürülebilir Yönetimi. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Öztürk, H.H., Küçükerdem, H.K., 2017. Problems and solution proposals of pine nut production farms in Bergama Kozak Plateau. IV. International Multidisciplinary Congress of Eurasia, 23-25 August, Rome, Italy, pp. 219-240.
- Polat, S., 2017. Fıstıkçamı kozalak verimindeki düşüşün nedeni hakkında rapor. <https://doa.ogm.gov.tr/SiteAssets/Sayfalar/Teknik%20Rapor%202017/12.pdf>, Erişim: 15.05.2019.
- Roy, S.S., Roy, R., Balas, V.E., 2018. Estimating heating load in buildings using multivariate adaptive regression splines, extreme learning machine, a hybrid model of MARS and ELM. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 82(3): 4256-4268.
- Schmithuesen, F.J., 2004. Forest policy developments in changing societies-political trends and challenges to research. Towards the sustainable use of Europe's forests: Forest ecosystems and landscape research, European Forest Institute, Proc., Joensuu, Finland, 49: 87-99.
- TOD, 2019. Fıstık çamı için protokol imzalandı. https://www.ormancilarderneği.org/icerik_detay.asp?Icerik=1612, Erişim: 15.05.2019.
- Tolunay, A., Balcı, Ö., Türkoğlu, T., 2017. Evaluation of opinions about strategic action plans related forestry and their efficiency in application. Turkish Journal of Forestry, 18(4): 295-301.
- TÜİK, 2018. Dış ticaret istatistikleri, Türkiye istatistik kurumu. http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1046, Erişim: 15.09.2018.
- Türkoğlu, T., Büyüksakallı, H., Ulusoy, H., Yıldıztekin, M., 2014. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü odun dışı orman ürünleri üretiminin zaman serileri analizi ile öngörüsü. III. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu 8-10 Mayıs, Kahramanmaraş, Türkiye s. 199-208.
- Willmott, C.J., Matsuura, K., 2005. Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance. Climate Research, 30: 79-82.
- Yağmırlı, M., Ergin, H., 2017. Türkiye'de iş kazalarının üstel düzeltme metodu ile tahmin edilmesi. Marmara Fen Bilimleri Dergisi, 2017(4): 118-123.
- Yıldırım, I., Özşahin, S., Okan, O.T., 2014. Prediction of Non-wood Forest Products Trade Using Artificial Neural Networks. Journal of Agricultural Science and Technology, 16: 1493-1504.

Motorlu tırpana montajlı kabuk soyma aracının (motosoyar) geliştirilmesi ve denenmesi

Mehmet Eker^{a,*} , Metin Şefik^b 

Özet: Odun hammaddesi üretimi, uzun süreçleri içeren ve çoğunlukla emek yoğun çalışmayı gerektiren bir uğraşı alanıdır. Kesim alt sürecinde, özellikle ibrelili ağaç tomruklarının üretim bloklarının içinde soyulması, hem üretim süresinin uzamasına hem de maliyetlerin artmasına neden olmaktadır. Manuel ya da motor-manuel teknolojiye dayalı gerçekleşen bu işlerde işgücü ağırlıklı çalışılmaktadır. Buna bağlı olarak da iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin tehlike ve risklerle de karşılaşmaktadır. Kabuk soyma işlerinin kolaylaştırılması ve konforunun çalışan lehine artırılması düşüncesiyle; bu çalışmada, halihazırda motorlu testereye monte edilen kabuk soyma aparatı, motorlu tırpana monte edilerek motosoyar adı verilen bir araç geliştirilmiştir. Amaç, varolan teknolojinin transferi ile daha ergonomik bir kabuk soyma aracının geliştirilmesi ve bunun fizibil olup olmadığının denetlenmesidir. Yerel sanayi koşullarında, Orac BG520 marka ve modeldeki motorlu tırpan ve Baseh marka kabuk soyma ekipmanı birleştirilerek motosoyar geliştirilebilmiştir. Toplam yatırım bedeli 1600 TL civarında olan bir harcama ile imal edilen bu aracın kızılçam tomruklarının kabuklarının soyulmasındaki iş verimi; 2.83 m³/saat olarak ölçülmüştür. Gaz, toz, gürültü, vücut postürü vb. açıdan işçi sağlığı ve iş güvenliği lehine avantajlara sahip olan bu araç, iş tekniği ve verimlilik açısından bazı iyileştirmelerin yapılmasıyla daha kullanılabilir hale getirilebilecek kapasitededir.

Anahtar kelimeler: Motosoyar, Kabuk soyma, Motorlu tırpan, Kabuk soyma aparatı, İş analizi, Zaman etüdü, Verimlilik

Developing and testing of a debarking tool (moto-debarker) mounted to brushcutter

Abstract: Wood raw material harvesting is a field of occupation involving long processes and often requiring labor intensive works. In the cutting sub-process, especially the debarking of coniferous tree logs inside the harvesting blocks causes both the increasing of production time to be prolonged and the costs. Therefore, manual or motor-manual technology-based harvesting works are mainly performed by physical workforce. Consequently, there are negative effects on occupational health and safety of the workers. With the idea of facilitating debarking and increasing work comfort; in this study, a tool called motosoyar (moto-debarker) was developed by assembling the log debarking apparatus, which is already mounted on a chainsaw, to a motorized scythe (brushcutter). The aim of the study was to develop a more ergonomic peeling tool with the transfer of existing technology and to check whether it is feasible or not. In local industrial conditions, Orac BG520 brand and model motor scythe and Baseh brand debarking equipment was used to develop the motosoyar. It has been determined that the work efficiency of the debarking of the brutian pine logs with the motosoyar, which was produced with a total investment cost of 1600 TL, were 2.83 m³/hour. It has been shown that this vehicle has advantages in terms of gas, dust, noise, body posture in favor of occupational health and safety, but it requires improvement studies in terms of efficiency.

Keywords: Moto-debarker, Debarking, Brushcutters, Log Debarker, Work study, Time analysis, Productivity

1. Giriş

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de odun hammaddesi tedarik etmek amacıyla ağaç hasadına devam edilmektedir. Son resmi istatistiklere göre Türkiye’de odun hammaddesi üretimi miktarının 20 milyon metreküpü aştığı (OGM, 2018) ve gelecek dönem stratejileri açısından da bu miktarın 25 milyon metreküpe erişeceği (OGM, 2019) öngörülmektedir.

Odun hammaddesi üretimi; kesim (ağaçların kesilip devrilmesi, uç-tepe ve dallarının budanması, tomruklanması, ibrelili türlerin kabuklarının soyulması), bölmeden çıkarma ve yükleme-taşıma süreçlerinden oluşur (Erdaş, 1987). Bu

süreçlerde gerçekleşen faaliyetlerin yeri, zamanı ve sırası; üretilen emvalin satış tipine, piyasa koşullarına, topoğrafik yapıya, çalışanların işi kolaylaştırma yöntemlerine, yol ağının durumuna ve mevcut mekanizasyon imkânlarına göre değişebilmektedir. Örneğin, son yıllarda, çeşitli satış yöntemine göre tomruk satın alan firmalar ibrelili tomrukların kabuklarının soyulmadan depo veya fabrikalara nakledilmesini tercih edebilmektedirler.

Üretim operasyonları hem zaman alıcı hem de yüksek maliyetlerle ve güç çalışma koşulları altında gerçekleşebilmektedir. Mevzuat gereği, ormanlık işlerini, orman köylülerinin yapacak olması ve çoğunluk ağır ormanlık işlerinin bedensel güç-emek kullanarak

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, 32260, Isparta

^b Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 32260, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 22.09.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 17.12.2019



Citation (Atıf): Eker, M., Şefik, M., 2019. Motorlu tırpana montajlı kabuk soyma aracının (motosoyar) geliştirilmesi ve denenmesi. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 411-420. DOI: [10.18182/tjf.609571](https://doi.org/10.18182/tjf.609571)

yapılması operasyon süresini uzatmaktadır. Öte yandan, orman köylülerinin veya kurdukları kooperatiflerin üyelerinin ya da öteden beri bu işte ustalaşmış kesim işçilerinin (Tahtacılar) daha az maliyetle yüksek kazanç-kar sağlama tercihleri, topoğrafik faktörler, ülkenin teknoloji geliştirme ve üretme potansiyelinin ormancılık alanındaki eksikliği, akaryakıt giderlerinin yüksekliği ve birim alan başına elde edilen hasılanın düşüklüğü, uygulamada mekanizasyon seviyesinin yükselmesini engellemektedir.

Türkiye ormancılığında, çoğunlukla tomruk üretim metodu/yöntemi (Erdaş vd., 2014) uygulanmaktadır. Bu yöntemin klasik olarak uygulanışında; kabuklar, tomruğun bulunduğu bölme içinde çeşitli teknik ve araçlarla soyulmaktadır. Tomruk üretim yönteminin birbirine bağlı bu ardışık yapısı da farklı gerekliliklerden kaynaklanan beklemelere neden olduğundan genel olarak üretim süreci uzun zamana (1-2 ay) yayılabilmektedir. Bu durum, işgücüne dayalı üretim veriminin düşüklüğü anlamına da gelebilmektedir. Üretim işlerinde, düşük iş verimliliği ve uzun çalışma süreleri, parça başına yansıyan birim fiyatın yükselmesine neden olmaktadır. Üretim süreci içindeki iş adımlarından en kritiğinin (standart çalışma zamanı içinde en yüksek paya sahip olmasından dolayı) kabuk soyma aşaması olduğu söylenebilir (Eker vd., 2011).

Kabuk soyma; kesilmiş ağaçlarda kabuğun gövdeden ayrılıp uzaklaştırılması işidir (Gürtan, 1969). Kabuk soyma, ağacın kütüğü dibinde, sürütme veya orman yolunda, depoda ya da fabrikada yapılabilir (Erdaş, 1987; Yıldırım, 1989; Bayoğlu, 1996). Kabuk soymanın ağacın kütüğü dibinde veya orman içinde yapılmasının amacı ve nedeni; odunun hızlı kurumasını sağlayarak ağırlığını azaltmak, sürtünme katsayısını azaltmak (kabuk soyulması ile odun hızla kuruyarak %35-40 oranında ağırlık kaybedebilir), sürütme ve nakliye mesafeleri boyunca taşıma işlemini kolaylaştırmak, kabuk böceklerinden kaynaklanacak zararları önlemek ve orman sağlığını korumak, depolama kusurlarını azaltmak, kabukları orman içinde bırakarak organik madde ihtiyacına katkıda bulunmak ve fabrikalarda odunun işlenmesini kolaylaştırıp kabuk imha maliyetlerini azaltmaktır (Gürtan, 1969; Grammel, 1988). Kabuk soyma işleminin yeri, sırası ve zamanı; ağacın türüne, yaşına, yetişme ortamı özelliklerine ve soyma tekniğine göre değişkenlik gösterebilmektedir (Eker vd., 2011; Eker ve Özer, 2015).

Kabuk soyma; 1) el aletleri kullanılarak insan gücüyle (balta, kabuk soyma/yontma demiri, kabuk yontma bıçağı, kabuk yontma kaşığı), 2) motor gücüyle çalışan makinelerle (kabuk soyma makineleri), 3) kimyasal madde yardımıyla, 4) su tazyiki veya sürtünme tekniği gibi yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir (Gürtan, 1969). Son yıllarda, Türkiye’de ibrelî ağaçların kabuklarının soyulmasında motorlu testereye monteli kabuk soyma aparatı (mKSA) kullanılmaya başlanmıştır (Eker, 2004). Örneğin, Akdeniz ormanlarında, orman zararlıları ile mücadele kapsamında, kabukların hızla soyulup böcek popülasyonunun en aza indirilmesi için orman idareleri tarafından kabuk soyma aparatı kullanımının önemine dikkat çekilmiştir (OGM, 2010a). mKSA, başkaca ülkelerde de kabuk böcekleriyle mücadelede kullanılmaktadır (McAvoy, 2004; Michele, 2010). Bununla birlikte, Türkiye’de kayın gibi geniş yapraklı ağaç türleri için elle tutulup yönlendirilen pnömatik güçle hareket eden kabuk soyma demirleri de kabuk soyma işinde kullanılmaya başlanmıştır (Arıcak vd., 2010; OGM, 2010b).

Kabukların soyulması süreci, odun üretiminin en zaman alıcı aşamalarından biridir. Ülkemizde kabukların soyulmasında genellikle basit (manuel) ve ara (motor-manuel) teknoloji tercih edilmektedir (Engür, 1996) ve çoğunlukla balta (nacac gibi çeşitli yöresel isimlerle anılabilir) ve bu iş için imal edilmiş kabuk soyma demiri (kabuk soyma kaşığı, kabuk soyma bıçağı gibi adlarla da anılabilir) kullanılmaktadır. Balta ile çalışmada, tomruğun bulunduğu arazinin yapısına bağlı olarak belden kıvrık vücut pozisyonu ile eğilerek ve kısmen sabit durarak baltayı tomruğa tatbik etmek suretiyle çalışma gerçekleştirilmektedir. Bu durumda yarı statik vücut postürü ile çalışılmaktadır. Kabuk soyma demirinde, vücudun itme kuvvetinden yararlanılmaktadır ve vücut, ekipmanın uzun sapından dolayı balta ile çalışmada olduğu kadar eğilmeye gereksinim duymamaktadır. Bununla birlikte, kullanılan baltaların sapları genellikle çalışan işçinin antropometrisine uymamaktadır. Kullanılan kabuk soyucu baltanın işe tatbikinde; işçi ve alet arasındaki uyumsuzluktan dolayı vücut, yanlış pozisyonlarda çalıştırılmaktadır. Bunun sonucu olarak ve çoğunlukla eğilerek çalışmaktan dolayı sırt ve bel ağrıları ile baş ağrısı ve dönmelerine rastlanmaktadır (Acar ve Eker, 2001).

Kabuk soymada, motorlu testereye monteli kabuk soyma (mKSA) ekipmanının kullanımı; teknolojinin ormancılığa adaptasyonu, iş verimini artırılması, iş yükünün azaltılması, işlerin kısa zamanında bitirilmesi vb. açısından oldukça önemli yararlar sağlamıştır. Buna rağmen teknolojik yeniliklerin veya başka alanda kullanılan teknolojilerin ormancılığa transferi kapsamında, birtakım iyileştirmelerin de devam etmesi gerekmektedir. mKSA verimli bir araç olarak kabuk soyma işlerinde kullanılmasına rağmen; işçilerin eğik ve kıvrık vücut pozisyonunda çalışması, motorlu testerenin gaz, toz, titreşim ve gürültüden kaynaklı etkileri; ergonomik açıdan konforlu çalışmayı engellediği bilinmektedir (Eker ve Acar, 2004; Eker vd., 2011; Eker ve Özer, 2015; Enez ve Nalbantoğlu, 2019). Bu olumsuzluklarla birlikte fiziksel ve fizyolojik iş yükünün azaltılması ve iş sağlığı ve de güvenliğinin artırılması açısından yeni çözümlerin aranması düşünülmüştür.

Bu kapsamda, sırtta taşınan ve vücudun dik pozisyonunda tutularak kullanılan motorlu çalı tırpanının güç kaynağı olarak kullanılabilmesi düşünülmüştür. Bu güç kaynağına da kabuk soyma ekipmanının montajlanarak gücün aktarılabilmesi varsayılmıştır. Böylelikle yeni bir kabuk soyma aracının imal edilebileceğini ve bunun da işçinin ayakta dik durarak kabukları soyabileceğini, toz ve titreşim ile kesici uçlardan da uzak durabileceği öngörülmüştür. Bunların sonucunda da işçilere hem ergonomik hem de iş sağlığı ve güvenliği açısından avantajlar sunabilecek yeni bir aracın ortaya konulabileceği savı geliştirilmiştir.

Çalışmanın amacı; ormancılıkta odun hammaddesi üretim işlerinde, özellikle ibrelî ağaç tomruklarının kabuklarının soyulması için; motorlu çalı tırpanı ile hâlihazırda motorlu testereye monte edilerek kullanılan kabuk soyma ekipmanını birleştirerek yeni bir kabuk soyma aracının (motosayar; motorlu tırpana montajlı kabuk soyma aracı) geliştirilmesidir. Geliştirilen aracın kullanılabilir olup olmadığını test etmek ve çalışma prensiplerini, avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymak; verim ve maliyet değerleri hakkında veri toplamak çalışmanın genel hedefleridir.

2. Materyal ve yöntem

Bu araştırmanın yürütülmesinde izlenen genel metodoloji;

- Motorlu tırpanın seçimi ve kabuk soyma ekipmanı ile birlikte temini,
- Tırpana montajlı kabuk soyma aracının (Motosoyar) tasarımı ve yapımı,
- Motosoyarın çalışabilirliğinin sağlanması,
- Kabuk soyma işinde motosoyarın test edilmesi,
- Test alanında iş-zaman analizinin yapılması (veri toplanması),
- Verim ve maliyet analizi,
- Motosoyarın kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi, şeklindedir.

2.1. Materyal

Motorlu çalı tırpanı (güç-marka-model vb. teknik özellikler bakımından kıyaslama yapılmaksızın ekonomik ve teknik açıdan uygun olabilecek bir marka-modelde), kabuk soyma ekipmanı ve yeni kesilmiş (henüz nem içeriğini tamamen kaybetmemiş) ağaç gövdesinden imal edilen tomruklar, bu çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Motorlu tırpanın ve kabuk soyma ekipmanının birleştirilmesiyle elde edilen ve "motosoyar" olarak adlandırılan kabuk soyma aracı ise çalışmanın ana objesidir. Motosoyarın imal edilmesi için "Orac" marka ve "BG520" modelinde (Şekil 1) sırtta taşınabilir motorlu tırpan kullanılmıştır. Motorlu tırpanının özellikleri aşağıda, Çizelge 1' de özetlenmiştir. Orac BG520 özel kaporta dizaynı, ayarlanabilir gidon bağlantısı, dayanıklı şaft-redüktör aksamları bulunan çoğunlukla ot biçme işine uygun olarak üretilmiş; çeşitli kısımlardan oluşan bütünleşik bir makinedir (Şekil 2).

Motorlu tırpan genel olarak 5 bölümden oluşmuştur (Şekil 2);

- 1) Şasi ve sırtlık (15-16)
- 2) Motor (depo, şasi ve dağıtım bağlantı aksamı) bölümü (1, 2, 3, 4, 5),
- 3) Güç aktarma organları (spiral şaft ve gaz kolu; 11, 12, 13, 14),
- 4) Teçhizat borusu (tahrik şaftı ve elcik; 9, 10) ve
- 5) Başlık (6, 7, 8).

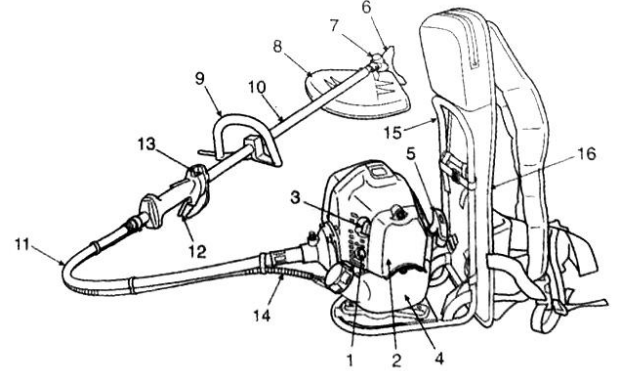
Motosoyarın oluşturulabilmesi için motorlu tırpanın ucuna, kabuklar soyulabilsin diye bir BASEH firması tarafından üretilen bir kabuk soyma ekipmanı monte edilmiştir (Şekil 3). Bu ekipman bir güç kaynağından yararlanarak çalışır. Ormancılıkta, kabuk soyma işlerinde halihazırda bu ekipman, motorlu testerinin kampana dişlisine bağlanan bir kayış yardımıyla veya motorlu testerinin levhasına/palasına bağlanarak zincir yardımıyla güç aktarılarak çalıştırılıp kullanılmaktadır. Kabukların soyulması, aracın bağlantı gövdesine şaşırtmalı olarak vidalanan ve yüksek kaliteli çelikten imal edilmiş 4 adet kesici bıçağın hızla dönmesiyle gerçekleştirilir (BASEH, 2018).

Geliştirilen motosoyarın kullanılabilirlik denemeleri ve performans analizi; Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, Mersin Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez Orman İşletme

Şeflikleri sınırları içerisinde yer alan üretim çalışmaları sırasında gerçekleştirilmiştir. Motosoyar, Merkez İşletme Şefliği'nde, 226 no.lu bölmede, gençleştirme çalışmalarının gerçekleştirildiği sahada Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) tomrukları üzerinde denenmiştir. Bu kapsamdaki iş ve zaman ölçümlerinde, Eker (2015) tarafından geliştirilen "Asli Orman Ürünlerinin (Odun Hammaddesinin) Üretiminde, İş-Zaman Ölçümünde Veri Toplama" yönteminden yararlanılmıştır (Çizelge 2). İş ölçümünün yapılması sırasında kabukları soyulan tomrukların orta çapını ölçmek için bir çap ölçerden ve tomruk boylarını ölçmek için de 5 metrelik bir şerit metreden yararlanılmıştır. Arazi çalışmalarının tümünde; iş tecrübesi benimsenmiş, ağaç kesme ve boylama operatörü (AKBO) eğitimi almış ve çalışmaya yatkın işçi ile çalışılmıştır.



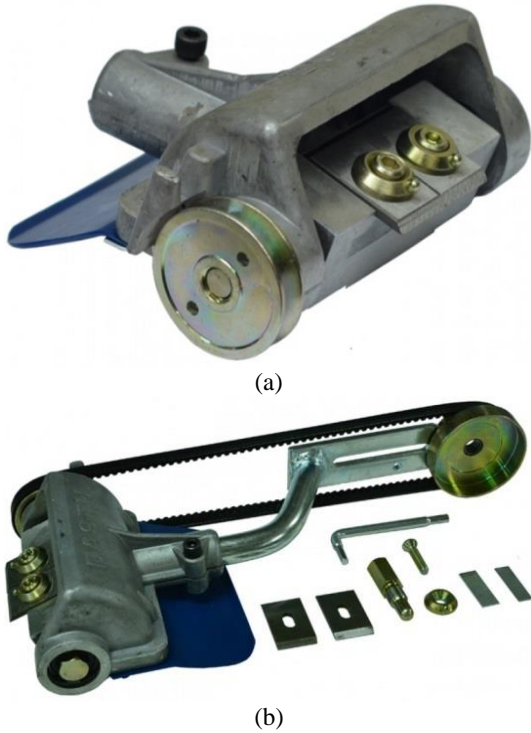
Şekil 1. Orac BG520 Motorlu (Sırt Tipi) tırpan (çalı kesme başlıklı)



Şekil 2. Motorlu tırpanın bileşenleri (1.Yakıt emme-basma pompası, 2.Hava filtresi kapağı, 3.Jigle kolu, 4.Yakıt deposu, 5.Çalıştırma elciği, 6.Bıçak, 7.Dişli kutusu; 8.Koruma kapağı, 9.Elcik, 10.Tahrik şaftı, 11.Spiral şaft, 12.Gaz kolu, 13.Çalıştırma bağı, 14.Gaz halatı, 15.Şasi, 16.Sırtlık)

Çizelge 1. Orac BG520 motorlu tırpanın teknik özellikleri

Özellik	Açıklama
Tipi	Sırt/Pilot kol
Silindir hacmi	51.7 cc
Motor gücü	1.9 Hp
Motor tipi	2 zamanlı
Şaft çıkış devir hızı	6500 d/dak
Tetik tertibatı	Pilot kol
Şaft tipi / çapı	Düz / 26 mm
Karburatör	Diyaframlı
Yakıt depo hacmi	43 cm
Benzin depo hacmi	0,65 Litre
Yakıt türü	Benzin (Kurşunsuz) + yağ
Ağırlık	8,2 kg
Balata tipi	Pabuçlu, otomatik santrifüj
Çalıştırma tipi	İpli manuel



Şekil 3. Kabuk soyma ekipmanı (a) ve montaj elemanları (b) (BASEH, 2018)

2.2. Yöntem

Kabuk soyma aracının geliştirilmesi için aşağıdaki iş adımları izlenmiştir:

1. Kabuk soyma teknik ve araçlarına ilişkin literatür taranmıştır. Bu araçların çalışma felsefeleri, kullanım özellikleri, avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir.
2. Halihazırda motorlu testereye monte edilerek kullanılmakta olan kabuk soyma ekipmanının bileşenleri ve çalışma özellikleri ile başkaca güç kaynağına bağlanıp bağlanamayacağı incelenmiştir. Yerel sanayideki torna ve makine ustaları ile bu ekipmana güç aktarımının başkaca nasıl sağlanabileceği görüşülmüştür. Sırtta asılarak çalıştırılan motorlu tırpanın, bu kabuk soyma ekipmanını çalıştırıp çalıştıramayacağına ilişkin de bir öngörü toplandıktan sonra motosoyanın geliştirilmesine karar verilmiştir.
3. BASEH firması tarafından geliştirilen ve doğrudan motorlu testereye bağlanan kabuk soyma ekipmanı temin edilerek, bileşenlerine ayrılmıştır. Kampana, V

4. Kabuk soyma ekipmanına güç iletiminin sağlanabilmesi için motorlu tırpanın şaftının ucuna kayış aktarması yapabilen 67 mm ölçüsünde bir çevirme kasnağı takılmıştır.
5. Kabuk soyma ekipmanının bağlanabilmesi için aparatın kafa bağlantı kısmına kare şeklinde bir demir tabla kaynaklanmıştır.
6. Soyma ekipmanı ile tırpanın borusu arasında bağlantı yapılmış ve sabitlenmiştir.
7. Güç aktarımının sağlanması açısından soyma ekipmanını ile tırpan ucu arasında 45 derecelik açılı bir bağlantı sağlanmıştır.
8. Bu durumda, 9,5x400 mm. lik kayış bağlanarak ekipmanın dönmesi için tırpanın gücü, soyucu aksama, aktarılabilmektedir.
9. Tırpan sırt askısı ile sırtta yüklenip çalıştırılabilmiş ve güç iletimi gerçekleştirildiği ve soyucu bıçakların döndüğü görülünce, motosoyarla kabuk soyma denemeleri gerçekleştirilmiştir.

Motosoyanın imalat süreci tamamlanır tamamlanmaz kabuk soyma işlevini yerine getirip getiremediği, daha önceden tedarik edilen ve imalathanede hazır bulunan tomruklar üzerinde test edilmiştir. Makine bağlantılarının doğruluğu ve sağlamlığı, tomruğa göre operatörün konumu, soyma aparatının tomruğa uygulanma açısı, operatörün vücudunun pozisyonu, vb. özellikler bu aşamada tecrübe edinilmiştir. Motosoyanın, kabuk soyma işinde çalışabilir olduğuna kanaat getirildikten sonra saha denemelerine başlanmıştır.

Saha denemelerinde, kabuğu soyulacak tomruklar için bir çap sınıflaması yapılmaksızın mümkün oldukça, göreceli olarak farklı kabuk kalınlığına sahip ve farklı çaptaki tomruklar üzerinde motosoyar ile kabuk soyma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu denemelerde, motosoyanın avantaj ve dezavantajları hakkında doğrudan gözlem yoluyla bilgi edinilmiştir. Motosoyarla kabuk soyma işinde; iş akışı, çalışma tekniği, verim ve maliyet analizi için gereken veriyi toplayabilmek amacıyla da iş-zaman etütleri (Yıldırım, 1989) gerçekleştirilmiştir. Zaman ölçümü yapılacak faaliyetlerin hangi sürelerinin ölçüleceği hem gözlem zamanı ve aralığı hem de analiz ve değerlendirme açısından önem arz ettiğinden, bu çalışmadaki ilgili verinin toplanmasında yalnızca temel (elementel) zamanın (ana ve yan faaliyet zamanları) (Magagnotti ve Spinelli, 2012) ölçümüne yönelik bir gözlem gerçekleştirilmiştir. İş ve zaman analizi; hem önceden hazırlanmış veri formlarıyla doğrudan ve hem de video kayıt sistemiyle dolaylı gözlem metodu üzerinden yapılmıştır. Dolaylı gözlem yönteminde kümülatif zaman ölçme tekniği (Yıldırım, 1989) uygulanarak zaman etüt formları doldurulmuştur.

Çizelge 2. Kabuk soyma iş dilimleri ve ölçme noktaları

İş akışı	İş ögesi (Akış dilimi)	Ölçme noktası		
		Başlangıç anı		Bitiş anı
Kabuk soyma	Hazırlık (ve tomruğa yürüme/yönelme)	Kabuk soyma işlemi için yapılacak hazırlıkların başlaması ile başlar.		Kabuk soyma işlemi için kullanılacak aracın/aletin ele alınıp tomruğa/gövdeye yönelmeyle ve/veya aracın kabuk soymak için çalıştırılmasıyla biter
	Soyma	Kabuk soymada kullanılacak aletin ya da aracın ele alınıp (veya çalıştırılıp) tomruğa yönelip temas ettirilmesiyle başlar		Kabuğu soyulması gerekli olan tomruklardan en sonuncusunun yüzeyi tamamen soyulup alet ya da araç tomruktan uzaklaşınca iş biter
	Çevirme	Çevirmeyi sağlayacak şekilde aletle ya da elle tomruğa temasla başlar		Tomruğun kendi eksenine etrafında dönüp sabitlenmesiyle son bulur

Kabuk soymada yapılan iş miktarının ölçü birimi olarak; tomruk sayısı (adedi), tomruk hacmi (m^3) ve soyma yüzeyi alanı (m^2) kullanılmıştır (Eker vd., 2011). Tomruk çapı ve boyu üzerinden bu ölçülerin elde edilmesi mümkün olduğundan ve uygulamada da genellikle hacim ölçüsünün tercih edilmesinden dolayı, kıymetlendirmede de tomruk hacmi kullanılmıştır. Tomrukların orta çapları ile tomruk boyu uzunluğu kullanılarak Huber formülüne (1) (Carus, 2002) göre tomruk hacimleri hesaplanmıştır.

$$V=[(\pi/4)*(d_{0,5}^2)] * L \quad (1)$$

V=Tomruk hacmi (m^3),
 $d_{0,5}$ = Tomruk orta çapı (cm),
 L= Tomruk Boyu (m)

Tomruk çapı ve boyu yardımıyla Geray (1978) ve Karaman (1997) tarafından da kullanılan yöntem (2) göre kabuklu soyma yüzeyi alanı hesaplanmıştır.

$$S= c*L \quad (2)$$

S= Kabuklu soyma yüzeyi alanı (m^2)
 c= Kabuklu tomruk çevresi (m)
 L= Tomruk Boyu (m)

Motosoyarın verimliliğinin değerlendirmesinde; öncelikle genel ortalamalar üzerinden bir verim değeri saptandıktan sonra; çalışma zamanı ile çap veya çap-boy (hacim) arasında bir ilişki olup olmadığı istatistik yöntemlerle analiz edilmiştir. Motosoyarın imalat süreci, bu süreçteki zorluklar, fırsatları vb. ortaya konulmuştur. Motosoyarın maliyetleri, Eker (2015) tarafından geliştirilen analiz yöntemine göre hesap edilerek saatlik ya da çap-boy (birim hacim) bileşeni başına maliyeti bulunmuştur.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Motosoyarın geliştirilmesi ve kullanılabilirliği

Ot ve çalı biçmede kullanılan sırtta taşınabilir tipteki motorlu tırpanın gücünden, aktarma organlarından ve yapısından yararlanılarak; teçhizat (şaft) borusunun ucundaki kesme başlıkları çıkarılıp yerine kabuk soyma ekipmanının monte edilmesiyle yeni bir kabuk soyucu araç-motosoyar (Şekil 4) türetilmiştir.



Şekil 4. Motosoyarın genel (üstten) görünümü

Motosoyarın geliştirilmesi sırasında; motor, spiral şaft ve tahrik şaftı üzerinde yapısal herhangi bir değişiklik yapılmadığından motorun olağan çalışmasına ilişkin bir farklılıkla (tekleme, boğulma, durma, vb.) karşılaşılması beklenmemiştir. Tahrik şaftının ucundan kabuk soyma ekipmanının kasnaklarının çalıştırılması için yapılan güç aktarma bağlantısı ve yine bu ekipmanın sabit durmasını sağlayacak bir bağlantı ile motosoyar çalışır duruma getirilmiştir. İlk çalıştırılmasıyla kabuk soyucu bıçakların dönmesi, imalat sürecinin başarılı olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Motosoyarı geliştirmek için özgün bir makine ve tasarım mühendisliği bilgisi kullanılmadığından güç aktarımının sağlanması, kabuk soyma ekipmanının sabitlenmesi ve aracın çalışır hale getirilmesi arzu edildiğinden; soyma ekipmanının şaft borusuna bağlantısı, aktarım kayışlarının rahatça çalışabilmesi bakımından düz değil, açılı şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). Böylelikle, özellikle ibrelili ağaç gövdelerinden elde edilen tomrukların kabuklarının soyulması için halihazırda kullanılmakta olan manuel (balta/nacak, kabuk soyma demiri) (Gürtan, 1969) ve motor-manuel (motorlu testereye monteli kabuk soyma aparatı) teknolojiye ilaveten, yine motor-manuel teknoloji seviyesinde (Eker, 2004) yeni bir kabuk soyma aracı-motosoyar geliştirilebilmiştir.

Öncelikle atölyede, motosoyarın makine-ekipman sisteminin çalışıp çalışmadığı test edildikten sonra sahada; uygulanabilirliği, sunduğu kolaylıklar ve kullanım sırasında karşılaşılan zorluklar tespit edilmiştir. Buna göre motosoyarın kullanılabilirlik açısından olumlu ve olumsuz yönleri aşağıda özetlenmiştir.

Olumlu yönleri:

- + Motorlu tırpana monte edilmiş kabuk soyma ekipmanı çalışabilmekte, kabuk soyucu bıçaklar tahrik gücünün etkisiyle dönebilmekte ve devrilmemiş ağaç gövdesi-tomruklar üzerindeki kabukları soyabilme işlevini yürütebilmektedir. Böylelikle, motosoyarın tomruk kabuğunu soymada, kullanılabilir bir araç olduğu ortaya çıkarılmıştır.
- + Toplam ağırlığı (benzin deposu dolu ve kabuk soyma ekipmanı da dahil) 11 kilogramdan daha azdır. Sırtta askıda taşınan (yaklaşık 7 kilogramlık kısmı) ve sağ ya da sol yandan tutularak tomruğa tatbik edilen bu aracın kullanım sırasındaki ağırlığı dik duran vücuda dağıtılmış olduğundan fiziksel ve fizyolojik iş yükünün operatör lehine dengelendiği söylenebilir (Şekil 6).



Şekil 5. Kabuk soyma ekipmanının şafta bağlanma açısı ve şekli



Şekil 6. Motosoyarla tomruk soymada operatörün çalışma postürü

- + Motosoyarı kullanan operatör, kabuk soyma ekipmanını hem ileri doğru iterek hem de geri doğru çekerek şeritler halinde soyma işlemini gerçekleştirebilir. Operatör, kabuğu soyulan tomruğun (yerde durmakta olan) boy eksenine paralel olacak şekilde, tomruğun her iki tarafında durarak kendine en uygun yönde çalışma imkanına sahiptir. Kabuk soyma sırasında, arazi eğiminden dolayı veya soyulmayan yüzeyin çevrilmesi sırasında tomruğun yuvarlanmasına bağlı, genellikle iş kazası riskleri mevcuttur (Eker vd., 2011). Motosoyarlı çalışma tekniğinde ise, operatörün kendini tehlike kaynağından uzaklaştırması mümkündür.
 - + Motosoyarın tahrik şaft borusunun uzunluğu (soyma ekipmanından gaz kabzasına kadarki) 130 cm civarındadır. Bundan dolayı, soyma işlemi sırasında, kabuk soyan bıçakların tomruk kabuk yüzeyine temas ettirilmeleri ve ileri-geri hareket ettirilmeleri için operatörün eğilmesine, vücudunu öne doğru eğip yana doğru da burkmasına gerek kalmamaktadır. Operatörün tomruğu iki ayağının arasına alarak çalışması halinde de motosoyarla birlikte ileri ya da geri doğru hareket etmesiyle vücudun neredeyse hiç torsiyon (kıvrılma) yapmasına gerek kalmamaktadır. Bu yönüyle vücut postürü düz, dik ya da bunlara yakın vaziyette tutulduğundan işçi sağlığı ve iş güvenliği gereklilikleri bakımından bu aracın ergonomik bir avantaj sunduğu görülmektedir.
 - + Kabuk soyma işlerinde, ağaç türüne bakılmaksızın kabuk soyma ekipmanı kullanılması (motorlu testereye monteli) halinde, soyulan kabuk talaş ve tozlarının operatöre zarar vermesi söz konusu iken; motosoyar kullanımında operatörün tomruk yüzeyine ve kabuk artıklarına olan uzaklığı en az 1 m' den fazla olduğu için operatörün tozdan, talaş ve yongadan etkilenme riski oldukça düşüktür.
 - + Kabuk soyma işlemini gerçekleştiren ve aparatın ucunda takılı duran soyucu bıçaklar, operatörden ortalama 130-140 cm arasında uzakta çalıştığından bunların operatörün ayağına ya da başkaca uzuvlarına zarar verme riski düşüktür.
 - + Kabuk soyma ekipmanı üzerinde, yeni geliştirilen bu motosoyara özgün herhangi bir değişiklik yapılmadığından dolayı, kabuk soyma ekipmanının tüm avantajları (yüksek verimlilik) bu araç için de geçerliliğini sürdürmektedir.
 - + Şaft borusu üzerinde yer alan tutma kolu (elcik) sayesinde, motosoyarı kullanmak, yönlendirmek ve manevra yapmak oldukça kolaydır. Çünkü toplam makine ağırlığının 2/3' lük kısmı sırta bindirilmiş olduğundan ve sağ ya da sol elle çalıştırma düğmesinin yer aldığı kabzadan, diğer elle de tutma kolundan tutularak aracın çalıştırılması sağlandığından, kullanma kolaylığı ortaya çıkmaktadır.
- Olumsuz yönleri:**
- Tırpan, deposu boş ve çalışmaz durumda olsa dahi operatörün sırtına 6-7 kilogram ağırlığında yük binmektedir. Fiziksel-fizyolojik iş yükünün (Sylvester, 1950) orta derecede olduğu bu tür motor-manual çalışmada verimli çalışma süresinin 4/8 saat olduğu düşünüldüğünde; iş yükü maruziyetinin göreceli olarak yüksek olduğu söylenebilir. Ancak yükün vücuda dağılımı ve taşıma şeklinin avantajlarını da dikkate almak gereklidir.
 - Motosoyarın kullanılabilmesi için sırt askısından gelen spiral aktarıcı ve bunun ucuna bağlı şaft borusunun ucuna montajlı kabuk soyma ekipmanının, zemine paralel uzanan farklı çaptaki ve silindirik bir yüzeye sahip tomruğa, boy eksenine doğrultusunda ileri-geri hareket şeklinde uygulanması gerekmektedir. Kabuk soyma ekipmanının ağırlığı yalın halde 3.25 kg civarındadır. Güç aktarımı sağlanıp, bıçakların hızla döndürülmesi ve bunların tomruk kabuk yüzeyine temas ettirilmesi için bir ağırlık-baskı uygulanması gereklidir. Yaklaşık 130 cm uzunluğundaki alüminyum şaft borusuna baskı/ağırlık yapılarak dönen bıçaklı soyma kafasının tomruk yüzeyine uygulanması sonucu geri sekme/tepme riski bulunmaktadır. Bu nedenle operatörün çalışma sırasında, bir eli ile kabza civarından kavarken diğer eliyle şaft borusu üzerindeki elcikten (tutma kolundan) hem taşıma ve yönlendirme hem de kısmen baskı/ağırlık uygulaması gereklidir. Bu da operatör açısından hem fiziksel hem de zihinsel (bu hususu unutmadan dikkatli şekilde çalışması bakımından) iş yükünü kısmen de olsa artırmaktadır.
 - Kabuğun soyulması sırasında, bıçakların yüzeye değme ve yüzeyden tepme etkisi ile birlikte, dişlilerin şafttan güç aktarımını eksiksiz yapabilmesi için tasarımdan kaynaklı çapraz bağlantıdan dolayı, tırpana bağlı kabuk soyma ekipmanı sağa sola kaymakta/yalpalamaktadır. Bu da kabuk soyma verimini ve iş tekniğini aksatmaktadır.
 - Çapraz bağlantı ile güç aktarımı yapılmasından ve ilk defa böyle bir imalat gerçekleştirilmesinden dolayı güç aktarıcı kayışların gergi balataları; bıçakların sert kabuk ya da budaklara saplanması neticesinde, boşta kalmakta ve çoğu zaman yeniden sıkıştırma yapmayı (ikmal, onarım) gerektirmektedir. Bu durum, operasyon süresinin uzaması anlamına gelmektedir.
 - Bununla birlikte, alüminyum bazlı malzemeden imal edilmiş şaft borusunun hafifliği ve ucundaki yaklaşık 3.5 kg ağırlığındaki dönel aparat ve aksamından dolayı; şaft borusunun eğilme, yamulma ve hatta kırılma riski bulunmaktadır.
 - Sırtta asılı duran tırpanın motoru, çalışanın sırt/bel bölgesi seviyesinde kalmaktadır. Motorun egzoz gazı, motor henüz yeni çalıştırıldığında ve ısınana kadar, çalışanın şaft borusunu soluna ya da sağına almasına göre değişkenlik

göstermesine de bağlı olarak, çalışanın solunum organlarına yönelik rahatsız etme riski bulunmakta (Şekil 7) ve çalışma konforunu ve kalitesini düşürebilme riski taşımaktadır.

- Bununla birlikte, sırttaki bir taşıyıcı sehpaye monte edilmiş motorun titreşimi ve gürültüsünden kaynaklanan ergonomik olumsuzluklara, operatörün doğrudan maruz kalması da söz konusudur. Ancak KKD kullanımı ile gürültü ve gaz maruziyetini azaltmak mümkündür (ÇSGB, 2019). Titreşim için de sırt montaj aparatında yapılacak iyileştirmelerle minimizasyon sağlanması mümkün olabilir.

3.2. Motosoyarla kabuk soymada zaman ve maliyet analizleri

Motosoyarın çalışabilirliği ve kullanılabilirliği (teknik açıdan) test edildikten sonra bu aracın sürdürülebilir şekilde uygulanabilir olup olmadığı yani ekonomik olup olmadığını denetlemek için kızılçam (Çz) tomrukları üzerinde yapılan iş ve zaman etütlerinde Çizelge 3. deki bulgulara erişilmiştir.

Kızılçam tomruklarının motosoyar ile soyulmasında; tomruk başına harcanan ortalama toplam sürenin 158.38 sn olduğu belirlenmiştir. Ortalama tomruk çapı 24.1 cm ve tomruk boyu da 2.40 m' dir. Tomruk boylarının sabit olması yanında, tomruk orta çaplarının en küçük değeri 20 cm ve en büyük değeri de 30 cm' dir. Buna karşılık ortalama tomruk hacminin 0.11 m³ ve ortalama kabuk yüzey alanının da 3.64 m² olduğu hesaplanmıştır. Kızılçam tomruklarının kabuklarının soyulmasında, 1 m³ hacme sahip tomruğun soyulması için 24 dakikalık sürenin gerektiği ve buna bağlı olarak da motosoyarın iş veriminin 2.83 m³/saat olduğu belirlenmiştir. Bu verim değeri; temel ve yan faaliyet sürelerine dayanan, verimli çalışma süresi (productive machine hours; PMH (Eker vd., 2011)) üzerinden elde edilmiştir. Toplam süre içinde, çevirme süresinin ortalama % 18' lik paya sahip olduğu belirlenmiştir.

Motosoyarla yapılan kabuk soyma işleminde iş verimini ve çalışma süresini etkileyen faktörleri belirlemek için yapılan korelasyon analizinde; saatlik iş verimi ile çap, boy veya bunların fonksiyonu olduğu tomruk hacmi ve yüzey alanı arasında anlamlı herhangi bir korelasyona rastlanmamıştır. Ancak toplam soyma (motosoyarın çalışma zamanı) süresi üzerinde tomruk hacminin (R=0.741;

p<0.01) ve dolayısıyla tomruk çapının (R=0.720; p<0.01) ve de soyma-kabuk yüzey alanının (R=0.720; p<0.01) etkili (bağımsız) değişkenler olduğu görülmektedir. Tomruk boyları aynı büyüklükte olduğundan burada etkili faktör gibi görünmese de tomruk hacmi ve tomruk soyma yüzeyi alanının bileşeni olduğu unutulmamalıdır. Bununla birlikte, tomruk başına toplam soyma süresi (ortalama 2.64 dakika) ile bu süreyi oluşturan bağımsız değişkenlerden aktif soyma süresi (motosoyarın tomruk yüzeyine temas süresi) arasında pozitif yönlü (R=0.967; p<0.01), anlamlı ve güçlü bir korelasyon görülmüştür. Çevirme süresinin (motosoyarın hareketsiz halde bekletildiği süre) de pozitif yönlü ancak kuvvetli olmayan bir bağıntı (R=0.587; p<0.05) gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4).

Toplam soyma süresini etkileyen bağımsız değişkenlerden çap ile toplam soyma süresi arasındaki regresyon analizi sonucunda; Şekil 8. deki gibi bir denklemle karşılaşılmaktadır. Kızılçam tomruklarının motorlu tirpanla soyulması için harcanacak sürenin tahmin edilmesinde orta çap değerlerini kullanarak grafik içeriğindeki polinomial formülden yararlanmak mümkündür. Bu çalışmada, tomruk boylarının çeşitliliğine dikkat edilmediği için tomruk boyu ve çapı kullanılarak oluşturulan tomruk hacmi değerleri ile toplam soyma süresi arasında da aynı değerde bir bağıntı elde edildiğinden yalnızca çap değerine bağlı bir tahminleme yapmak mümkündür.



Şekil 7. Motosoyarla çalışma sırasında egzoz dumanı yayılımı

Çizelge 3. Motosoyarla tomruklarının soyulmasındaki tanımlayıcı istatistikler

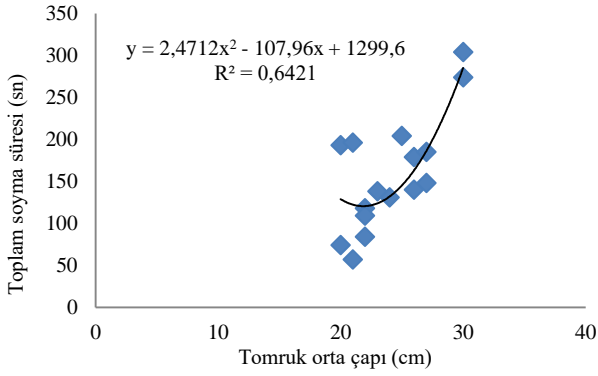
Ağaç türü	Özellik	Orta çap cm	Boy m	Hacim m ³	Soyma alanı m ²	Çevirme süresi sn	Soyma süresi sn	Toplam süre dk	Verim m ³ /saat
Çz	Ort.	24.1	2.40	0.11	3.64	29.19	129.19	158.38	2.83
	Min.	20.0	2.40	0.08	3.02	4.00	53.00	57.00	1.41
	Max.	30.0	2.40	0.17	4.52	67.00	278.00	304.00	5.25
	Std. S.	3.28	0.00	0.03	0.49	18.65	58.83	67.83	1.13

Çz: Kızılçam, Ort.:Ortalama, Min:Minimum, Max.:Maksimum, Std.S.:Standart Sapma

Çizelge 4. Kızılçamda motosoyarla kabuk soymada korelasyon analizi sonuçları

Değişkenler	Katsayı	Orta çap	Tomruk hacmi	Soyma alanı	Çevirme	Soyma	Toplam süre
Çevirme	R	.361	.347	.361	1	.361	.588(*)
	p	.169	.188	.170		.170	.017
Soyma	R	.716(**)	.745(**)	.715(**)	.361	1	.967(**)
	p	.002	.001	.002	.170		.000
Toplam süre	R	.720(**)	.741(**)	.720(**)	.588(*)	.967(**)	1
	p	.002	.001	.002	.017	.000	
Verim	R	-.236	-.247	-.236	-.653(**)	-.679(**)	-.769(**)
	p	.380	.357	.380	.006	.004	.001

**p<0.01 düzeyinde anlamlı korelasyon. * p<0.05 düzeyinde anlamlı korelasyon.



Şekil 8. Tomruk orta çapı ile toplam soyma süresi arasındaki bağıntı

Motosoyarla kabuk soymada iş veriminin göreceli olarak kabul edilebilir nitelikte olması yanında; motosoyarın sürdürülebilir şekilde tercih edilebilir bir araç olup olmadığını ortaya koymak için maliyet analizi sonuçlarına bakmak gereksinilmiştir. İş-zaman etütleri sırasında, yakıt sarfiyatı ile birlikte değişken giderlere konu olacak harcamalar kaydedilmiş ve Eker vd. (2018) tarafından kullanılan maliyet hesaplama modülüne göre analizi yapılmıştır. Motosoyar; motorlu tırpan ve kabuk soyma ekipmanından oluşan yatırım bedeli ile birlikte, imalat maliyetini de içermektedir (Çizelge 5). Buna göre, tüm giderler ölçeğinde, motosoyarın operatör tarafından 1 saat çalıştırılmasının maliyeti 19.85 TL/saat olarak hesap edilmiştir. Prototip formundaki ve herhangi verimlilik artırıcı iyileştirme yapılmaksızın yapılan denemeler sonucunda elde edilen verim (toplam paylar-dağılım zamanları eklenmeksizin) değeri dikkate alındığında ise motosoyarın birim fiyatının 1.71 TL/m³ olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Motosoyar maliyet analizi sonuçları (özet)

<i>Temel Girdiler</i>	
Yatırım maliyetleri (Toplam) (YaM, TL) =	1600
Motor gücü (MG, hp) =	1.9
Servis ömrü (S, yıl) =	5
Yakıt tüketimi (YT, litre/saat) =	0.5
<i>Hesaplananlar</i>	
Hurda değeri (HD, TL) =	160
Yıllık amortisman (A, TL/yıl) =	288
Ortalama yıllık yatırım (OYY, TL) =	1024
Yıllık kullanım süresi (YKS, saat/yıl) =	1000
<i>Sabit Giderler</i>	
Faiz gideri (FG, TL/yıl) =	102
Yıllık sabit gider (YSG, TL/yıl) =	390
Saatlik sabit gider (SSG; TL/saat) =	0.39
<i>Değişken Giderleri</i>	
Yakıt gideri (YakG, TL/saat) =	3.50
Yağ, vb. gideri (LG, TL/saat) =	0.53
Tamir ve bakım gideri (TBG, TL/saat) =	0.43
İşçilik (Operatör) gideri (Toplam) (TISG, TL/saat) =	15.00
Saatlik değişken giderler (SDG, TL/saat) =	19.46
Toplam işletim gideri (Saatlik Maliyeti, TL/saat) =	19.85
Toplam işletim gideri (Operatör Gideri Hariç) (TL/saat) =	4.85
Ortalama verim (m ³ /saat)	2.83
Birim fiyat (TL /m ³)	1.71

Bu çalışma kapsamında geliştirilen motosoyar, genel olarak değerlendirildiğinde, balta ile ve motorlu testereye monteli kabuk soyma aparatı ile yapılan iş ve işlemlere benzer teknikte çalışabilir olduğu belirlenmiştir. Literatür bilgisine göre; manuel şekilde balta ile yapılan kabuk soyma işlerinde hem fizyolojik yorgunluğun hem iş kazası risklerinin hem de fiziksel risk faktörlerinin bir arada bulunduğu; motorlu testere bazlı kabuk soyma işlerinde bunlara ilaveten kimyasal risk faktörlerinin de ortaya çıktığı görülmektedir (Gürtan, 1969; Johansson ve Strehlke, 1996; ILO, 1996; Eker vd., 2011; Eker ve Özer, 2015). En azından fizyolojik iş yükünün azaltılması ve bazı fiziksel risk etmenlerinin bertaraf edilmesi için kabuk soyma işlerinde yeni bir çözüm yolunun aranması ve teknoloji transferi ya da mevcut teknolojinin devşirilmesiyle pratik çözümlerin üretilmesine bağlamında, bazı ergonomik iyileştirmeler gerektirmesine rağmen motosoyarın alternatif bir kabuk soyma aracı olarak kullanılabilirliği iddia edilebilir.

Öte yandan motosoyarın sürdürülebilir şekilde kullanılabilirliği, iş verimine ve maliyete bağlı olduğundan motosoyarın verimine ilişkin elde edilen öncül bulguların; motosoyarın baltayla kabuk soymaya (Gürtan, 1969; Geray, 1978; Eker, 2004; Önal, 2013) göre ortalama 3 kat daha verimli olduğunu göstermektedir. Kabuk soyma demiri (kaşığı) (Gürtan, 1969) ile de karşılaştırıldığında, motosoyarın daha verimli olduğu belirlenmiştir. Ancak motorlu testere monteli kabuk soyma aparatı (Eker ve Acar, 2004; Eker vd., 2011; Abbak vd., 2018) ile karşılaştırıldığında ise motosoyarın veriminin en az 2 kat daha düşük olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık birim maliyet ve birim fiyatın katlanabilir ve görece olarak düşük olduğunu söylemek mümkündür.

4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada odun hammaddesi üretim işlerinde kesim sürecinin önemli bir adımını oluşturan kabuk soyma operasyonlarında kullanılacak olan ve daha önce Türkiye’de hiç denenmemiş olan motorlu çalı tırpanına monteli kabuk soyma aracının geliştirilmesi sağlanmış, çalışabilir olduğu ispatlanmış ve de bu araçla verim ve maliyetler hakkında bir bilgi üretilebilmiştir.

Odun üretim sürecinde özellikle ibrelili ağaçlardan imal edilen endüstriyel emvalin kabuklarının bölme içinde, yol kenarında ya da fabrikalarda soyulması gerçekleştirilmektedir. Kabuk soyma sürecinin genel üretim süreci içindeki zamansal payı ve buna bağlı maliyet payının yüksek olması, üretimin etkenliği açısından olumsuz bir durum olarak algılanmaktadır. Hatta son zamanlarda tam mekanize kabuk soyma araçlarının orman içine sokularak mümkünse bölme içinde ya da yol kenarında kabuk soyulması arzu edilmektedir. Bu bakımdan kabuk soymada, iş hızı, zaman ve enerji tüketimi, iş kalitesi ve toplam verimlilik halihazırda gündemini koruyan bir konudur.

Gelenekselleşmiş tomruk metoduyla odun hammaddesi üretiminde, kabuk soyma işleri balta (nacak) ve son 10-15 yılda da motorlu testereye montajlı kabuk soyma ekipmanı ile gerçekleştirilmektedir. Ancak motorlu testereden kaynaklanan iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin risk faktörlerinden dolayı, bu riskleri azaltmak ve daha konforlu ve daha ekonomik şekilde kabuk soyma işlemi yapmak için yeni bir teknoloji bileşimi ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmada, var olan ve farklı işlerde kullanılan iki farklı araç

birleştirilerek yeni bir araç olan motosoyar türetilmiştir. Böylelikle kabuk soyma işleri için yeni bir prototip elde edilmiştir. Bu aracın, bu çalışma kapsamında fizibilitesinin de yapılmış olmasından dolayı, motosoyarın kullanılabilirliği belirlenmiştir.

Ayrıca, geliştirilen bu araçla yapılan deneme bulgularına bağlı olarak;

- Kabuk soyma işinde bazı teknolojik iyileştirmeler sağlanmıştır.
- Kabuk soyma işinde uygulanacak olan ergonomik çalışma koşullarına ve işçi antropometrisi açısından uygun çalışma yöntemine yaklaşılmaya çalışılmıştır.
- İş kalitesi açısından, bazı iyileştirmeleri gerektirmesine rağmen, bu aracın uygun olabileceği ortaya konulmuştur.
- İş veriminin göreceli olarak yüksek olduğu; satın alma bedelinin ve sabit giderlerin düşük olduğu, imalat sürecinin basit olduğu ve ergonomik açıdan önemli üstünlüklere sahip olduğu belirlenmiştir.
- İş sağlığı ve iş güvenliğine yönelik mevzuat kapsamında, vücut postürü, fizyolojik ve fiziksel iş yükü gibi iş sağlığı ve iş güvenliğini ön planda tutan bir iyileştirme gerçekleştirilebilmiştir.
- Motosoyar ile yapılan iş-zaman analizleri ve bunlara ilişkin bulgular; baltayla ve motorlu testereye monteli kabuk soyma aparatı ile karşılaştırma yapmaya imkân sunacak verinin-bilginin üretilmesini sağlamıştır.

Motosoyarın iyileştirilmesi ve iş verimin artırılıp kullanım imkanlarının yaygınlaştırılması için bundan sonraki aşamalarda;

- Bu aracın, seri üretimle, endüstriyelendirilebilirliği araştırılmalıdır. AR-GE kapsamında değerlendirilebilirliği ve ticarileştirme imkanlarına sahip olup olmadığı da araştırılmalıdır.
- Halihazırda motosoyar prototipini oluşturma süreci takip edilerek bu aracın yeniden üretilmesi mümkün olabilir.
- Bu araç, ormanda seri üretim işlerine katılan çalışanlara, kurum ve kuruluşlara tanıtılmalı ve kabuk soyma zamanı konusunda problem yaşanan bölgelerde uygulanması sağlanarak sürdürülebilirliği sınanmalıdır.

Açıklama

Bu makale, Prof. Dr. Mehmet EKER danışmanlığında, SDÜ Fen Bilimleri (ISUBÜ Lisansüstü Eğitim) Enstitüsü'nde Metin ŞEFİK tarafından hazırlanan Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir. İlgililere teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Abbak, A., Şafak, İ., Eker, M., Yılmaz, A.R., Erdem, B., Gençoğlu, F., Özalp, A., Akbaş, A., 2018. Kızılcım ve Karaçam Üretim İşlerinde Birim Zaman Analizi. Orman Genel Müdürlüğü. Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu. Proje No: 20.5316/2015-2018, Tarsus.
- Acar, H.H., Eker, M., 2001. The Women forest worker during in the nursery operations in Turkey. Joint FAO/ECE/ILO Seminar Proceedings Women in Forestry, 2-6 April 2001, Viseu, Portugal, pp. 277 – 287.
- Arıcak, B., Enez, K., Genç, A., 2010. Odun üretiminin kabuk soyma aşamasında yeni yaklaşım: SCRAP' AIR. 16. Ulusal Ergonomi Kongresi, 03-05 Aralık, Çorum, s. 517-530.

- BASEH, 2018. Ağaç kabuk soyma aparatları. Bahtiyar Motor Industry, İzmir, www.baseh.com.tr Erişim: 11.09.2018.
- Bayoğlu, S., 1996. Orman Nakliyatının Planlanması. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, No: 3941, İstanbul.
- Carus, S., 2002. Bazı hacim formüllerinin seksiyon, gövde ve bağlı uzunluklara göre kıyaslanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1):101-114.
- ÇSGB, 2019. Kişisel koruyucu donanımlar. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Piyasa Gözetimi ve Denetim Daire Başkanlığı, 192s., http://kkd.isggm.gov.tr/media/1023/kkd_kitabi.pdf, Erişim: 24.04.2019.
- Eker, M., 2004. Ormanlıkta odun hammaddesi üretiminde operasyonel planlama modelinin geliştirilmesi. Doktora Tezi Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Eker, M., Acar, H.H., 2004. Motorlu testereye monteli kabuk soyma ekipmanlarının orman işçiliği açısından değerlendirilmesi. 10. Uluslararası Katılımlı Ergonomi Kongresi, Uludağ Üniversitesi, 08-10 Ekim, Bursa. Bildiriler Kitabı, s. 50-58.
- Eker, M., Çoban, H.O., Acar, H.H., 2011. Time study and productivity analysis of chainsaw mounted log debarker in southern pine forests of Turkey. African Journal of Agricultural Research, 6(10): 2146-2156.
- Eker, M., Özer, D., 2015. Üretim işlerinde hassas ormancılık yaklaşımı. Türkiye Ormanlık Dergisi, 16(2): 183-194.
- Eker, M., 2015. Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerinde İş-Zaman Analizlerinin Yapılması ve Standart Zamanların Hesaplanması. Orman Genel Müdürlüğü Üretim İşlerinde İş-Zaman Analizleri Projesi (Yayınlanmamış), 43s., Isparta.
- Eker, M., Spinelli, R., Gürlevik, N., 2018. Determining the quantity and quality of biomass obtained from the thinning of Turkish red pine stands. Biofuels Bioproducts & Biorefining, 12: 12-21.
- Enez, K., Nalbantoğlu, S.S., 2019. Comparison of ergonomic risk assessment outputs from OWAS and REBA in forestry timber harvesting. International Journal of Industrial Ergonomics, 70: 51-57.
- Engür, M.O., 1996. Orman ürünlerinin hasadında teknoloji seçimi ve mekanizasyon olanakları. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erdaş, O., 1987. Uygulama açısından Türkiye'de odun hammaddesi üretim ve orman yollarında transport ilişkileri. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 10(1-2): 51-63.
- Erdaş, O., Acar, H.H., Eker, M., 2014. Orman Ürünleri Transport Teknikleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi KTÜ Matbaası, Trabzon.
- Geray, A.U., 1978. Ormanlıkta Gerçek Tarife Bedeli ve Bunun İşletmenin Entansitesini Tayin Hususunda Bir Kriter Olarak Kullanılması Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Gürtan, H., 1969. Değişik Tipli Balta ve Kabuk Yontma Demirlerinin İş Verimleri. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Ekonomi ve İşbilgisi Şubesi Müdürü, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 38, Ankara.
- Grammel, R., 1988. Holzernte und Holztransport. Verlag Paul PareyHamburg und Berlin.
- ILO, 1996. Improving working conditions and increasing profits in forestry –sectoral activities programme. Working Paper, ILO-Industrial Activities Branch, Geneva.
- Johansson, K., Strehlke, B., 1996. Improving Working Conditions and Increasing Profits in Forestry. International Labour Office, Geneva. ISBN 92-2-109757-9.
- Karaman, A., 1997. Doğu Karadeniz yöresinde farklı çalışma koşullarında kesim ve sürütme işlerinde iş güclüğü kriterlerinin araştırılması ve verim üzerine etkisinin belirlenmesi. Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- McAvoy, D., 2004. The Log Wizard: Another Tool For Bark Beetle Control. <http://extension.usu.edu/forestry> Erişim: 18.11.2018.
- Magagnotti, N., Spinelli, R., 2012. Good Practice Guidelines for Biomass Production Studies. European Cooperation in Science and Technology, COST Action FP-0902, ISBN 978-88-901660-4-4, 50 p., Italy.
- Michele, A., 2010. How to debark pine trees infested with mountain pine beetle. <http://www.ehow.com> Erişim:19.11.2018.
- OGM, 2010a. Written report of meeting decisions no:2010/10. Regional Directorate of Forestry in Adana. <http://www.ogm.gov.tr>. Erişim: 10.07.2010.
- OGM, 2010b. Kompresörler iş başında. Orman Genel Müdürlüğü, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Ankara. <http://www.ogm.gov.tr>, Erişim:07.01.2010.
- OGM, 2018. Ormancılık İstatistikleri, İşlenmemiş Odun Üretimi 2000-2018. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara. <http://www.ogm.gov.tr>, Erişim: 11.12.2018.
- OGM, 2019. Kurumsal mali durum ve beklentiler raporu. Orman Genel Müdürlüğü. Ankara. <http://www.ogm.gov.tr>, Erişim: 11.03.2019.
- Önal, Y.E., 2013. Odun hammaddesi üretim operasyonlarında kullanılan teknolojinin enerji tüketimi, emisyon ve gürültü etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Sylvester, L.A., 1950. The Handbook of Advanced Time-Motion Study. Funk&Wagnalls Company, NY, USA.
- Yıldırım, M., 1989. Ormancılık İş Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Esmer çürüklük mantarına karşı ısıtılmış ve yoğunlaştırılmış kavak odununun biyolojik dayanımının araştırılması

Gonca Düzkale Sözbir^{a,*}, İbrahim Bektaş^b

Özet: Kavak odunu örnekleri, çevre ve insan sağlığına herhangi bir zararı olmaması nedeniyle önce ısıtılma sonrada basınç altında yoğunlaştırma işlemine tabi tutulmuştur. Kavak odunu (*Populus usbekistanica*) örneklerine 120, 160 ve 200 °C sıcaklıklarda 60 ve 180 dakika olarak iki farklı süre ile ısıtılma uygulanmış ve ısıtılma gören örneklerin yarısının sıcak pres altında basınç ile yoğunluğu arttırılmıştır. Daha sonra, ısıtılma uygulanan ve yoğunlaştırılan örneklerin, AWP A E10-12 standardı ve EN113 standardı modifiye edilerek petri kaplarında, esmer çürüklük mantarına karşı dayanımı araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, örneklerde sıcaklık ve zaman arttıkça kütle kaybının arttığı, en fazla kütle kaybının 200 °C'de süre artışına paralel olarak meydana geldiği tespit edilmiştir. Yoğunluğun, kütle kaybına bağlı olarak artan ısıtılma sıcaklığıyla birlikte azaldığı, basınç işleminin yoğunluğu arttırdığı belirlenmiştir. ısıtılma uygulandıktan sonra yoğunlaştırılan örneklerde, kütle kaybına bağlı olarak artan sıcaklıkla birlikte yoğunluk azalmaları görülmüştür. Öte yandan, AWP A standardına göre test edilen örnekler, *Postia placenta* mantarına karşı yoğunlaştırma işleminin, tek başına uygulanan ısıtılma ile karşılaştırıldığında dayanımı arttırdığı, ayrıca *Neolentinus lepideus* mantarına karşı dayanımda ise, ısıtılma işleminin daha etkili olduğu anlaşılmıştır. Modifiye edilen EN 113 standardına göre petri kaplarında test edilen örneklerde, *Coniophera puteana* mantarına karşı yoğunlaştırma işlemi dayanımı artırırken, *Neolentinus lepideus* mantarına karşı ise ısıtılma işleminin daha etkili olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: ısıtılma, Yoğunlaştırma, Esmer çürüklük mantarı, Kavak odunu

Investigation of biological durability of heat treated and densified poplar wood against brown rot fungi

Abstract: Poplar wood samples were subjected to heat treatment first and then densification under pressure since there was no harm to the environment and human health. Poplar wood (*Populus usbekistanica*) samples were heat treated at 120, 160 and 200 °C for 60 and 180 minutes for two different periods and the density of half of the heat treated samples was increased under hot press. Then, the heat treated and densified samples, AWP A E10-12 standard and EN113 standard was modified, resistance to brown rot fungi was investigated. As a result of the study, it was determined that as the temperature and time increases, the mass loss increases and the maximum mass loss occurs in parallel with the increase in time at 200 °C. It has been determined that the density decreases with increasing heat treatment temperature due to the mass loss and the pressure treatment increases the density. Densified samples after heat treatment showed density decreases with increasing temperature due to mass loss. On the other hand, the samples tested according to the AWP A standard showed that the densification process against *Postia placenta* fungus increased the resistance compared to the heat treatment applied alone, and that heat treatment was more effective in resistance against *Neolentinus lepideus* fungus. In the samples tested in petri dishes according to the modified EN 113 standard, the densification process against *Coniophera puteana* fungus increased the resistance, while the heat treatment against *Neolentinus lepideus* fungus was found to be more effective.

Keywords: Heat modification, Densification, Brown rot fungi, Poplar wood

1. Giriş

Dünya nüfusunun her geçen gün artmasıyla birlikte, doğal odun kaynakları ihtiyacı karşılayamamakta, bu nedenle, artan talebi karşılayabilmek için mevcut kaynakların yeterli ve uzun süreli kullanımı önem kazanmaktadır. Ahşaba duyulan talep artışına cevap verebilmek için geçmişten bugüne çok çeşitli odun koruma yöntemleri geliştirilmektedir. Bunların içerisinde en yaygın uygulananı emprenye işlemi olmuştur. Ancak, bu yöntem uzun süre kullanılmış olmasına rağmen, uygulama sırasında

kullanılan kimyasalların içeriklerinde değişen oranlarda çevre ve canlı sağlığına olan zararlı etkilerinden dolayı, ısıtılma modifikasyonu ve odunun yoğunluğunun artırılması (Yoğunlaştırma) işlemlerinin de aralarında bulunduğu diğer çevre dostu yöntemlerin geliştiği hız kazanmıştır (Kartal vd., 2006; Demirel ve Temiz, 2015).

ısıtılma işlemi, Boonstra (2008) ve Rowell vd. (2009) tarafından, hücre çeperi bileşiklerinin (selüloz, hemiselüloz, lignin vb.) kimyasal içeriklerinde kalıcı değişimlerle sonuçlanan fiziksel bir proses olarak tanımlanmıştır. ısıtılma işlemi, odunun yapısının modifiye edilmesine neden

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

^b Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kahramanmaraş.

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 23.10.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 25.11.2019



Citation (Atıf): Düzkale Sözbir, G., Bektaş, İ., 2019. Esmer çürüklük mantarına karşı ısıtılma işlemi görmüş ve yoğunlaştırılmış kavak odununun biyolojik dayanımının araştırılması. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 421-426. DOI: [10.18182/tjf.636671](https://doi.org/10.18182/tjf.636671)

olduğundan performansını arttırmaktadır. Isıl işlem uygulamasıyla ahşap malzemede, mantar ve böceklerle karşı biyolojik dayanıklılık, düşük denge rutubet içeriği, odunun çalışmasındaki azalmaya bağlı olarak artan boyutsal stabilite, dış hava şartlarına dayanıklılıkta artma, dekoratif renk çeşitliliği ve kullanım süresinde uzama gibi birçok avantaj sağlanmaktadır (Wikberg, 2004; Jones ve Enjily, 2006).

Ağaç malzemenin yoğunluğunun artırılması ile ilgili çalışmalar, özellikle hızlı büyüyen düşük yoğunluklu ağaç türlerinin bu prosesle yoğunluğu artırılarak kullanımıyla başlamıştır (Wang vd., 2000). Yoğunlaştırma, termal basınç işlemi ile yapılmakta ve ağaç malzemenin, boyutsal stabilitesini, higroskopisitesini, dayanıklılığını, yüzey kalitesini ve mekanik özelliklerini etkilemektedir (Welzbacher vd., 2008; Unsal ve Candan, 2008).

Yukarıdaki değerlendirmelerin ışığı altında planlanan bu çalışma ile ısıl işlem ve yoğunlaştırma uygulanan kavak odunu örnekleri, esmer çürüklük mantarlarına maruz bırakılarak, sıcaklık, basınç ve işlem süresi faktörlerine bağlı olarak biyolojik dayanımları araştırılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Çalışmada test materyali olarak, Kahramanmaraş (Türkiye) yöresinden temin edilen kavak odunu (*Populus usbekistanica*) numuneleri kullanılmıştır. Örnekler öncelikle laboratuvar tipi fırında, 120, 160 ve 200 °C sıcaklıklarda 60 ve 180 dk olarak 2 farklı sürede ısıl işleme tabi tutulmuştur (Çizelge 1). Isıl işlem sırasında, örnekler içerisinde 100 ml su bulunan fırında 100 °C sıcaklığa gelinceye kadar tutulmuş ve elde edilen buhar sayesinde örneklerin çatlaması önlenmiştir. 100 °C'ye ulaştıktan sonra, su ortamdan uzaklaştırılmış ve arzu edilen sıcaklığa (120, 160 ve 200 °C) gelinceye kadar sıcaklık artırılmıştır. Isıl işlem tamamlandıktan sonra her bir sıcaklık için örnekler 2 gruba ayrılmış ve ısıl işlem görmüş örneklerin yarısına basınçla yoğunlaştırma işlemi uygulanmıştır. Yoğunlaştırma işlemi laboratuvar tipi sıcak pres kullanılarak yapılmıştır. Örnekler, 120 °C pres sıcaklığında, 5MPa pres basıncı altında 30 dk

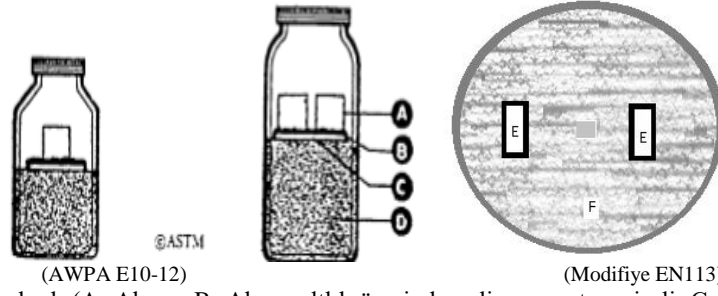
bekletilmek sureti ile yoğunlaştırma işlemine tabi tutulmuştur (Çizelge 1).

AWPA E10-12 standardı ve EN 113 standardı modifiye edilerek kolle kültür kapları yerine petri kaplarında test edilen örnekler, uygulanacak işleme göre Çizelge 1'de görülen 14 farklı gruba ayrılmış ve her grup deneme için 16'şar adet örnek üzerinde biyolojik dayanım testleri gerçekleştirilmiştir. AWPA E10-12 standardına göre hazırlanan 14×18×26 mm boyutlarındaki örnekler *Neolentinus lepideus* ve *Postia placenta*, modifiyeli EN113 standardına uygun 9×14×26 mm boyutlarında hazırlanan örnekler ise *Neolentinus lepideus* ve *Coniophora puteana* esmer çürüklük mantarlarının tasallutuna maruz bırakılmıştır (Şekil 1). Test örneklerinin 20 °C sıcaklık ve %65 bağıl nemde yeterli süre klimatize edilerek %12 rutubet derecesine ulaşmaları sağlanmıştır. İklimlendirme dolabında yaklaşık 4 hafta sonunda ağırlığı değişmez hale gelen örnekler, otoklavda 121 °C de 90 dakika bekletilerek sterilize edilmiştir. Sterilizasyon işleminin ardından, örneklerin soğuması ve mantar misellerinin aşılması için, laminar flow kabine alınarak bekletilmiştir. AWPA E10-12 standardı uygulanacak örnekler için, öncesinde toprak ve toprak üstü altlığı sterilize edilmiş ve toprak üstü altlığına daha önceden misel aşılansak geliştirilmiştir. Misel gelişimi sağlanan altlık etrafına, sterilize edilen test örnekleri yerleştirilerek yaklaşık 16 hafta mantara maruz bırakılmıştır. Mantar arızı tamamlanan örnekler şişelerinden çıkartılıp artık miselleri temizlenmiş ve örnekler fırın içerisinde kurutularak ağırlık kayıpları belirlenmiştir (Denklem 2). Modifiye edilen EN 113 standardı testi için örnekler test edilmeden önce malt agar besi yeri ortamları hazırlanmış, petri kaplarının merkezine misel aşılması yapılarak petri kapları içerisinde misel gelişimi sağlanmıştır. Misel gelişimi yaklaşık 3 hafta sürmüş ve ardından sterilize edilen test örnekleri petri içerisine yerleştirilerek mantar arızına bırakılmıştır. 16 hafta sonunda örnekler petri kaplarından çıkartılarak, örnekler üzerindeki miseller temizlenmiş ve ardından fırın içerisine yerleştirilerek tam kuru ağırlıkları hesaplanmış ardından ağırlık kayıpları belirlenmiştir (Denklem 2).

Çizelge 1. Test örneklerine uygulanan işlemler

Parametreler	Isıl işlem sıcaklığı (°C)	Isıl işlem süresi (dk)	Basınç miktarı (Mpa)	Basınç sıcaklığı (°C)	Basınç süresi (dk)
MK	-	-	-	-	-
M1	120	60	-	-	-
M2	120	180	-	-	-
M3	160	60	-	-	-
M4	160	180	-	-	-
M5	200	60	-	-	-
M6	200	180	-	-	-
BK	-	-	5	120	30
B1	120	60	5	120	30
B2	120	180	5	120	30
B3	160	60	5	120	30
B4	160	180	5	120	30
B5	200	60	5	120	30
B6	200	180	5	120	30

MK: Kontrol numunesi, BK: Basınç kontrol numunesi



Şekil 1. AWPA E10-12 standardı (A: Ahşap, B: Ahşap altlık üzerinde gelişen mantar miseli, C: Odun altlık, D: Toprak) ve Modifiye edilmiş EN113 standardı (E: Ahşap, F: Malt agar besi ortamında gelişen mantar miseli) uygulanan örneklerin genel görünümü

Testler sırasında hesaplanan, fırın kuru yoğunluk (FKY) ve denge rutubeti (DRM), TS2471'e göre belirlenmiştir. Isıl işleme bağlı kütle kaybı (IML) aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır (Denklem 1);

$$IML(\%) = [(Mi - Ms) / Mi] \times 100 \quad (1)$$

Burada; IML: Isıl işlem sonrası kütle kaybı (%), Mi: Isıl işlem uygulanmadan önceki 103 ± 2 °C deki tam kuru ağırlığı (g), Ms: Isıl işlem uygulandıktan sonraki 103 ± 2 °C deki tam kuru ağırlığı (g)'dir.

Aynı şekilde, mantar arızına bağlı kütle kaybı (DML) aşağıdaki yolla hesaplanmıştır (Denklem 2);

$$DML(\%) = [(DMi - DMs) / DMi] \times 100 \quad (2)$$

Burada; DML: Mantar degradasyonundan sonraki ağırlık kaybı (%), DMi: Proses uygulanmış örneklerin mantar degradasyonuna uğratılmadan önceki 103 ± 2 °C deki tam kuru ağırlığı (g), DMs: mantar degradasyonuna uğratıldıktan sonraki 103 ± 2 °C deki tam kuru ağırlıkları (g)'dir.

3. Bulgular ve tartışma

AWPA E10-12 standardı uygulanmış örneklerin ısıl işlem sonrası ve ısıl işlem uygulanan örneklerin basınçla yoğunlaştırılması sonucu elde edilen ağırlık kayıpları, tam kuru yoğunlukları ve denge rutubeti yüzdeleri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. AWPA E10-12 standardı uygulanan örneklerde ölçülen ağırlık kaybı, tam kuru yoğunluk ve denge rutubeti miktarları

Parametreler	Ağırlık kaybı (%)	Tam kuru yoğunluk (g/cm ³)	Denge rutubeti (%)
MK	-	0.334b	10.52c
M1	0.37a ^(*)	0.332b	10.32bc
M2	0.59a	0.33b	9.84b
M3	0.87a	0.328b	9.78b
M4	1.63a	0.327b	9.63b
M5	5.14b	0.313a	8.47ab
M6	13.41d	0.306a	7.58a
BK	-	0.950e	10.45bc
B1	0.60a	0.944de	10.05bc
B2	0.71a	0.884d	9.82b
B3	1.14a	0.878d	9.74b
B4	1.63a	0.869cd	9.56b
B5	4.32b	0.859cd	8.37ab
B6	9.80c	0.668c	7.43a
ANOVA	($\rho < 0.001$)	($\rho < 0.001$)	($\rho < 0.001$)

(*)Duncan'ın testi sonuçlarına göre, aynı küçük harfle temsil edilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

Kavak odununa uygulanan ısıl işlem sonucunda, sıcaklık ve süreye bağlı olarak, test örneklerinin ağırlık kaybı yüzdelerinde (%0.37-13.41 aralığında) bir artış olduğu Çizelge 2'de gösterilmiştir. Farklı proseslerin neden olduğu kütle kayıpları arasındaki farklılıkların, istatistiki analiz sonuçlarına göre $\rho < 0.001$ düzeyinde anlamlı olduğu aynı tablodan anlaşılmaktadır. Ancak, 120 ve 160 °C sıcaklıkta ısıl işlem uygulanan örneklerden elde edilen kütle kayıpları arasında Duncan testi sonuçlarına göre M1, M2, M3, M4 grupları arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. En fazla kütle kayıpları ise 200 °C sıcaklık ve 180 dk süre ile ısıl işlem uygulanan M6 (%13.41) ve B6 (%9.80) grubu örneklerde ortaya çıkmıştır.

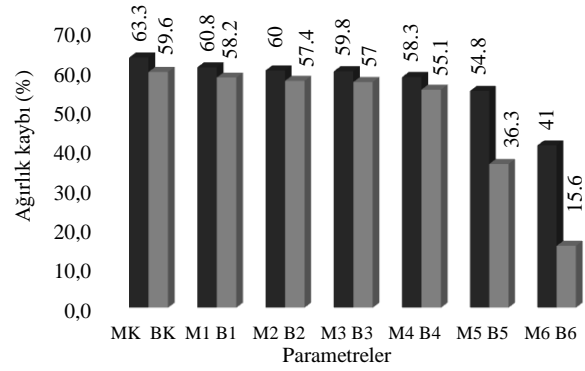
Basınç uygulanarak yoğunlaştırma işleminde kullanılan pres sıcaklığı (120 °C) herhangi bir kütle kaybına neden olmamıştır. Kütle kaybındaki azalmaya bağlı olarak odunun denge rutubetinde doğru orantılı olarak azalma görülmüştür. Uygulanan ısıl işlemde sıcaklık ve sürenin artmasıyla, tam kuru yoğunluk değerinde bir miktar azalma görülmüştür (Çizelge 2). Bu durum kütle kaybının azalması ile açıklanabilir. Ayrıca basınç ile yoğunlaştırma işlemi, örneklerin yoğunluğunda ortalama 3 katı kadar bir artışa neden olmuştur. Isıl işlemin ardından uygulanan yoğunlaştırma işlemi, artan yoğunlukla birlikte, uygulanan ısıl işlem sıcaklığının artmasıyla, yoğunlukta azalmalara neden olmuştur. En yüksek yoğunluk artışı basınç kontrol örneklerinde (BK: 0.950 g/cm³), en düşük yoğunluk değeri ise 200 °C ve 180 dk süre ile ısıl işlem uygulanan kavak örneklerinde (M6: 0.306 g/cm³) elde edilmiştir. Metsa-Kortelainen ve Viitanen (2011) yaptıkları bir çalışmada, 200 °C ve üzerinde yapılan ısıl işlemin, hemiselülozu degradasyona uğratmasından dolayı, odunda yoğunluk kayıpları oluştuğunu ortaya koymuştur. Diğer bir kaynakta (Korkut ve Budakçı, 2010) ise üvez ağacı odununu 120, 150 ve 180 °C sıcaklıklarda ve belirli sürelerde (2, 6, 10 sa) ısıl işleme tabi tutulduktan sonra, odunun tam kuru yoğunluk değerlerinde, sıcaklık ve sürenin artmasıyla birlikte azalma meydana geldiğini belirlemişlerdir. Yine, Bal ve Bektaş (2012) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmanın sonuçları, okalptüs odunun 120, 150 ve 180 °C sıcaklıklarda 4, 6, 8 sa sürelerle ısıl işleme maruz bırakılması ile artan sıcaklık ve zamana bağlı olarak örneklerde kütle kaybının arttığını göstermiştir. Ayrıca Sözbir vd. (2019) yaptığı bir çalışmada, kavak odunu örneklerini ısıl işleme tabi tutarak mekanik özellikleri üzerine etkisini incelemişler ve örneklere uygulanan ısıl işlem sıcaklığı arttıkça, kütle kaybının da arttığını tespit etmişlerdir.

Şekil 2'de görüldüğü üzere, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında, *Postia placenta* mantarına karşı en yüksek direnç değerleri, 200 °C 'de 180 dk ısıl işlem

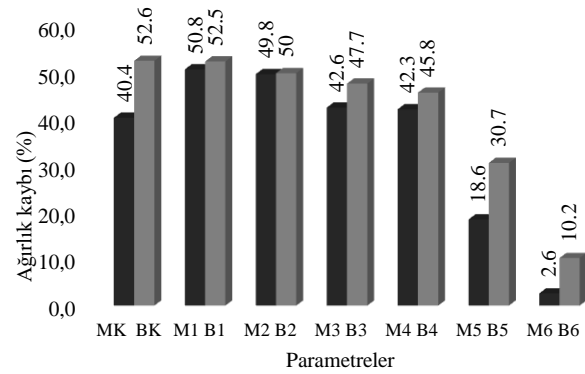
uygulanan ve yoğunlaştırılan kavak odunu örneklerinde (B5 ve B6) tespit edilmiştir. Yani, ısıtma işlemi uygulaması ve yoğunlaştırma, *P.placenta* mantarına karşı dayanımı kontrol örneğine göre arttırmaktadır. Şekil 2'deki grafik, ısıtma işleminden sonra uygulanan yoğunlaştırma işleminin, süre, basınç ve sıcaklığa bağlı olarak kavak örneklerinde değişen oranlarda ağırlık kaybını azaltıp bunun sonucu olarak biyolojik dayanımı arttırdığı söylenebilir. En yüksek ağırlık kaybı, kontrol örneğinde (MK) %63.3 olarak hesaplanırken, en düşük ağırlık kaybı %15.6 ile 200 °C ısıtma işlemi gördükten sonra yoğunlaştırılan (B6) örneklerde tespit edilmiştir. Isıtma işlemi uygulanan M grubu örneklerin tamamında, yoğunlaştırılmış B grubu örneklerle karşılaştırıldığında, yoğunlaştırılmış B grubu örneklerde daha fazla ağırlık kayıpları oluşmuştur. Ünsal vd., (2009) tarafından, çam odunu örnekleri, 5 Mpa ve 7 Mpa basınçla 120 ve 150 °C sıcaklıkta 60 dk süre ile yoğunlaştırma işlemine tabi tutularak *Trametes versicolor* esmer çürüklük mantarına karşı AWA E10-06 standardına göre dayanımı araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, kontrol örneğinde %40 ağırlık kaybı görülürken, yoğunlaştırılmış odunun ağırlık kaybının %35 olduğu belirlenmiştir. Skyba vd., (2009) benzer bir çalışmada, kayın ve göknar odunu örnekleri, basınçla ve sıcak basınç işlemi ile yoğunlaştırma işlemine tabi tutularak *T.Versicolor* mantarına karşı dayanımını araştırmış ve her iki proseste de kontrol numunelerine göre örneklerde mantara bağlı daha az kütle kaybının olduğunu görmüştür. Yine aynı çalışmada, sıcak basınçla yoğunlaştırılan odun örneklerinin, sadece basınçla yoğunlaştırılanlara göre daha yüksek dayanım gösterdiği ortaya konmuştur.

Yapılan kütle kaybı ölçümlerinde *Neolentinus lepideus* mantarının örneklerde oluşturduğu tahribata karşı koymada kontrol örneklerinin kütle kaybına (%40.4) nazaran, en yüksek dayanımı 200 °C de ısıtma işlemi görmüş (M6: %2.6) ve ısıtma işlemi yaparak yoğunlaştırılmış (B6: %10.2) örneklerin sağladığı Şekil 3'teki grafikten belirlenmiştir. Öte yandan, ısıtma işlemde ölçülen kütle kayıpları (Ortalama %34), ısıtma işlemi yaparak yoğunlaştırılmış örneklerle karşılaştırıldığında (Ortalama %40), sadece ısıtma işlemi uygulandığı örneklerin *N.lepideus* mantarına karşı %6 daha dayanıklı olduğu söylenebilir. MK ve BK prosesi sırasında ortaya çıkan bu fark, basınç işlemiyle yoğunlaştırılan odun örneklerinin yayılma (spring back) etkisi göstermesi ile izah edilebilir. Benzer etkiyi, Sözbir ve Bektaş (2017), Heger vd. (2004) ve Kamke (2006) yaptıkları çalışmalarda tespit etmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada (Lesar vd., 2013) da, 170 °C'de 5.5 Mpa'da 3 farklı şekilde yoğunlaştırma işlemine tabi tutulan hibrit kavak odunu örneklerinin biyolojik dirençlerinin, kontrol örneğinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çizelge 3'de EN113 standardı uygulanan örneklerde analiz sonucunda tespit edilen ağırlık kaybı, tam kuru yoğunluk ve denge rutubeti ortalama değerleri ve analiz sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde, ısıtma işlemi ve ısıtma işlemi+yoğunlaştırma örneklerin kütle kaybı yüzdelerinde $\rho < 0.001$ düzeyinde anlamlı farklılıklar oluşturduğu saptanmıştır. Aynı tablodan, yapılan ısıtma işlemi sıcaklığı ve süresi arttıkça, örneklerin kütle kaybının da arttığı anlaşılmıştır. En fazla kütle kaybı, 200 °C ve 3 saat süre ile ısıtma işlemi uygulanan (M6 ve B6) grubu örneklerde tespit edilmiştir. Aynı zamanda, tam kuru yoğunluk değerleri, kütle kaybına bağlı olarak artan sıcaklık ve süre ile azalmıştır.



Şekil 2. AWA E10-12 standardına göre parametrelerin *Postia placenta* mantarına karşı degradasyonunun karşılaştırılması



Şekil 3. AWA E10-12 standardına göre parametrelerin *Neolentinus lepideus* mantarına karşı degradasyonunun karşılaştırılması

Çizelge 3. Modifiye edilerek EN113 standardı uygulanan örnekler için hesaplanan ağırlık kayıpları

Parametreler	Ağırlık kaybı (%)	Tam kuru yoğunluk (g/cm ³)	Denge rutubeti (%)
MK	-	0.353b	10.71c
M1	0.09a	0.349ab	10.26bc
M2	0.79ab	0.347ab	9.86b
M3	0.92b	0.343ab	9.62b
M4	1.40b	0.341ab	9.64b
M5	2.35c	0.335ab	8.66ab
M6	5.84d	0.315a	7.58a
BK	-	0.941e	10.51c
B1	0.62ab	0.937e	10.08bc
B2	0.98b	0.918de	9.84b
B3	1.30b	0.900de	9.6b
B4	1.38b	0.840cd	9.55b
B5	2.61c	0.812c	8.43ab
B6	6.74e	0.801c	7.39a
ANOVA	($\rho < 0.001$)	($\rho < 0.001$)	($\rho < 0.001$)

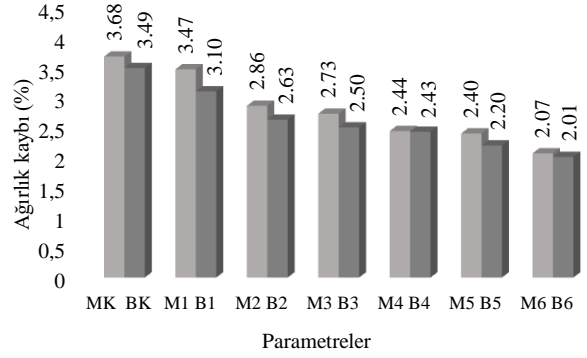
* Duncan testi sonuçlarına göre aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur

Uygulanan sıcak presle yoğunlaştırma işlemi yoğunluğu arttırmakta, fakat yüksek sıcaklığın neden olduğu kütle kaybından dolayı, sıcaklık arttıkça yoğunlaştırılma sonucu yoğunluğu artmış olan örneklerin yoğunluklarında B1(0.937 g/cm³)'den B6 (0.801 g/cm³)'a doğru kısmi bir azalma görülmüştür. Bu arada, test örneklerinin denge rutubet miktarları, artan sıcaklık ve süre ile orantılı olarak azaldığı saptanmıştır. Bu durumun nedeni olarak literatürde (Korkut ve Kocafe, 2009), uygulanan yüksek sıcaklıkla birlikte ortaya çıkan kimyasal bozunmaların sonucunda bağlı OH

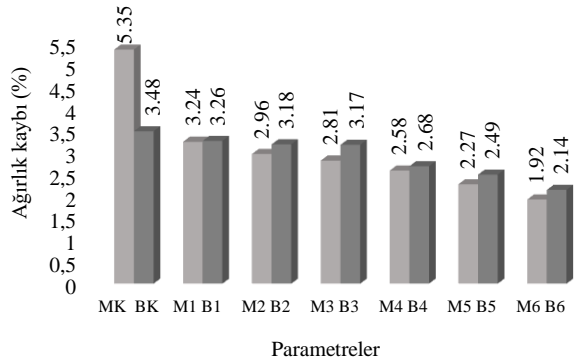
gruplarında oluşan azalmalar gösterilmiştir. Hakkou vd. (2006) yaptıkları bir çalışmada, kayın odunu örneklerine kademeli sıcaklık uygulaması sonucu, özellikle 160 °C den sonra önemli miktarlarda kütle kayıpları tespit etmiştir. Benzer bir çalışmada (Güller, 2012) da, çam odunu örneklerine 190, 200, 212 ve 225 °C sıcaklıklarda 1, 2 ve 3 saat sürelerle ısıtım uygulandığında, kontrol örneğine göre, artan sıcaklık ve süreyle orantılı olarak, yoğunluklarının azaldığı belirlenmiştir.

Isıl işlem uygulanmış ve ısıl işlem uygulanarak yoğunlaştırılan kavak odunu örneklerinin *Coniophera puteana* mantarına karşı biyolojik dayanımı Şekil 4'teki grafikte gösterilmiştir. Şekil 4'e göre, kontrol örneği (MK) ile karşılaştırıldığında (% 3.68), *Coniophera puteana* mantarına karşı en yüksek dayanımı, 200 °C de ısıl işleme tabi tutulan M6 grubu örnekleri (% 2.07) ve ısıl işlemden sonra yoğunlaştırılan B6 örnekleri (% 2.01) göstermiştir. Yine, basınçla yoğunlaştırılan B grubu odun örneklerinde (% 2.66), sadece ısıl işleme tabi tutulan M grubu örneklerine (% 2.48) göre, ortalama olarak % 0.18 daha az ağırlık (kütle) kaybı ölçülmüştür. Az da olsa bu farklılığın, literatürde (Bami ve Mohebbi, 2011), basınçla yoğunlaştırma işleminin, hücre lümenini küçültmesi ve hücre duvarı mikro porlarını azaltması sonucu mantar enzim aktivitesinin azalmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Bami ve Mohebbi (2011) yaptıkları testlerde, 120, 150 ve 180 °C sıcaklıklarda ısıl işlem uygulanan ve ardından 160 ve 180 °C'lerde sıcak prese maruz bırakılarak yoğunlaştırılan kavak odunu örneklerinin, esmer ve yumuşak çürüklük mantarına karşı dayanımda, ısıl işlemlili basınçla yoğunlaştırma işleminin sadece ısıl işlem uygulananlara göre daha yüksek biyolojik direnç gösterdiklerini ortaya koymuştur.

Şekil 5'te görüldüğü üzere, ısıl işlemin süresi ve sıcaklığı arttıkça, odunun *Neolentinus lepideus* mantarına karşı biyolojik dayanımı artmaktadır. Sadece yoğunlaştırılan basınç kontrol örneğinin (BK) ağırlık kaybının (%3.5), MK kontrol örneğinde ölçülen değere (%5.4) göre % 2 daha düşük olduğu görülmüştür. Aynı grafikten, ısıl işlem uygulandıktan sonra yoğunlaştırılan örneklerde ölçülen ağırlık kayıpları toplamının (%2.8), yalnızca ısıl işlem gören örneklerde hesaplanan toplama (%2.6) göre % 0.2 kadar daha yüksek olduğu söylenebilir. Çok az da olsa bu farklılığa, ısıl işlem gören örneklerin daha fazla spring back etkisi ile örnek yüzey alanını artırması ve bunun sonucunda mantar aktivitesini artırmasının neden olduğu söylenebilir. Yılgör ve Kartal (2010), 180 ve 220 °C sıcaklıklarda 2 ve 4 saat sürelerde EN 113 standardına göre ısıl işlem uygulanan huş odunu örneklerinde *Trametes versicolor* mantarına karşı biyolojik direncin arttığını ve 200 °C'nin üzerinde ısıl işlemin esmer çürüklük mantarıyla karşılaştırıldığında, beyaz çürüklük mantarına karşı daha etkili olduğunu rapor etmiştir. Skyba vd. (2008) tarafından yapılan benzer bir çalışmada da, ladin ve kayın odun örneklerinin sıcak basınçla yoğunlaştırılması sonucunda, yumuşak çürüklük mantarına karşı bu yöntemin ladin ağacının biyolojik direncini arttırdığı, fakat kayınınkini azalttığı ortaya konmuştur.



Şekil 4. Modifiye edilen EN 113 standardına göre parametrelerin *Coniophera puteana* mantarına karşı degradasyonunun karşılaştırılması



Şekil 5. Modifiye edilen EN 113 standardına göre parametrelerin *Neolentinus lepideus* mantarına karşı degradasyonunun karşılaştırılması

4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, kavak odunu (*Populus usbekistanica*) örneklerine 120, 160 ve 200 °C'de 60 ve 180 dakika olarak iki farklı süre ile ısıl işlem uygulanmış ve ısıl işlem gören örneklerin yarısı sıcak pres altında yoğunlaştırıldıktan sonra, ısıl işlem uygulanan ve yoğunlaştırılan örneklerin iki farklı standarda (AWPA E10-12 ve modifiye edilen EN 113) göre esmer çürüklük mantarına karşı dayanımı araştırılmıştır.

Test örneklerinde, meydana gelen kütle kaybına bağlı olarak sıcaklık ve süre arttıkça odunun tam kuru yoğunluk miktarı azalmıştır. Isıl işleme tabi tutularak sıcak pres altında yoğunlaştırılan kavak odunu örneklerinde 3 kata kadar bir yoğunluk artışı oluşmuştur, fakat ısıl işlem sıcaklıklarının artmasıyla bu oran azalmıştır. Isıl işleme tabi tutularak yoğunlaşan örneklerin yoğunluğunda artma saptanmış ancak oluşan kütle kaybına bağlı olarak sıcaklık ve süre arttıkça yoğunlaşan odunun tam kuru yoğunluğu azalmıştır.

AWPA E10-12 standardı uygulanan örneklerde, *Postia placenta* mantarına karşı ısıl işlemin sıcaklığı arttıkça mantara karşı dayanımının arttığı, ayrıca yoğunlaştırılan örneklerin yalnızca ısıl işlem uygulanan örneklere göre daha yüksek dayanım sergilediği tespit edilmiştir. *Neolentinus lepideus* mantarına karşı en iyi dayanımın 200 °C de ısıl işlem gören örneklerde sağlandığı ve yoğunlaştırma işleminin bu mantara karşı dayanımda pek etkili olmadığı anlaşılmıştır.

Modifiye edilen EN 113 standardına göre dayanımı belirlenen kavak odunu örneklerinde, *Coniophera puteana* mantarına karşı ısıl işlemin sıcaklık ve süresi arttıkça dayanımın arttığı ve yoğunlaştırma işleminin de mantara karşı dayanımı arttırdığı görülmüştür. *Neolentinus lepideus* mantarına karşı ısıl işlemin sıcaklık ve süresi arttıkça dayanımının arttığı, ancak ısıl işlemde sonra uygulanan yoğunlaştırma işleminin bu mantara karşı dayanımda etkili olmadığı belirlenmiştir. Isıl işlem uygulanmaksızın yoğunlaştırma işleminin, diğer yoğunlaştırma parametreleri ile karşılaştırıldığında, bu mantara karşı kavak odununda daha etkili olduğu söylenebilir.

Nihayet, bu çalışma ile esmer çürüklük mantarına karşı uygulanan prosesin etkinliği araştırılmıştır. Gelecekte yapılacak çalışmalarla, bu proses kullanılarak daha farklı mantar türleri denenebilir ve daha farklı test teknikleri uygulanabilir. Bu şekilde uygulanan sistemin mantar türlerine karşı davranışları ortaya konabilir. Ayrıca bu proses farklı ağaç türlerinde denenebilir ve onlara özel sistem geliştirilebilir.

Kaynaklar

- Bal, B.C., Bektaş, İ., 2012. The effect of heat treatment on the physical properties of juvenile wood and mature wood of *Eucalyptus grandis*. *Bioresources*, 7(4): 5117-5127.
- Bami, L.K., Mohebbi, B., 2011. Bioresistance of poplar wood compressed by combined hidro-thermo-mechanical wood modification(CHTM): Soft rot and brown-rot. *Biodeterioration and Biodegradation*, 65: 866-870.
- Boonstra, M.J., 2008. A two-stage thermal modification of wood. Ph.D. dissertation, in cosupervision Ghent University and Université Henry Poincaré – Nancy, 1, 297, ISBN 978-90-5989-210-1.
- Demirel, G.K., Temiz, A., 2015. Ahşap korumada çevre dostu modifikasyon yöntemleri. *Selçuk Teknik Dergisi*, Özel sayı (1): 1016-1032.
- Düzkale Sözbir, G., Bektaş, İ., Kılıç Ak, A., 2019. Influence of combined heat treatment and densification on mechanical properties of poplar wood. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 21(4): 481 – 492. DOI: 10.4067/S0718-221X2019005000405.
- Düzkale Sözbir, G., Bektaş, İ., 2017. The effect of heat modification and densification on physical properties of poplar wood. *Drvna Industrija*, 68(4): 315-321.
- E 10-12, *Standard Method Of Testing Wood Preservatives By Laboratory Soil-Block Cultures*, American Wood Protection Association Standard, 2012
- EN 113, *Determination of the Toxic Values Against Wood Destroying Basidiomycetes Cultured on Agar Medium*, European Standard, 1994.
- Jones, D. and Enjily, V. (2006) The potential for modified materials in the panel products industry – Properties and availability. In Proceedings of the COST Action E44-E49 Conference in Valencia on Wood Resources and Panel Properties, pp. 23–30, Spain.
- Güller, B., 2012. Effects of heat treatment on density, dimensional stability and color of *Pinus nigra* wood. *African Journal of Biotechnology*, 11(9): 2204-2209.
- Hakkou, M., Petrissans, M., Gerardin, P., Zoulalian, A., 2006. Investigations of the reasons for fungal durability of heat-treated beech wood. *Polymer Degredation and Stability*, 91: 393-397.
- Heger F, Groux M, Girardet F, Welzbacher C, Rapp AO, Navi P (2004) Mechanical and durability performance of THM-densified wood. Final workshop COST action E22, pp. 30-33, Lisbon, Portugal
- Kamke, F. A. (2006). “Densified radiata pine for structural composites,” *Maderas. Ciencia y Tecnología* 8(2), 83-92. DOI: 10.4067/S0718-221X2006000200002.
- Kartal, S.N., Engür, M.O., Köse, C., 2006. Emprenye maddeleri ve emprenye edilmiş ağaç malzeme ile ilgili çevre problemleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 56(1): 17-23.
- Korkut, S., Budakçı, M., 2010. The effects of high-temperature heat-treatment on physical properties and surface roughness of rowan (*Sorbus Aucuparia* L.) wood. *Wood Research*, 55(1): 67-78.
- Korkut, S., Kocaefe, D., 2009. Isıl işlemin odun özellikleri üzerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, 5(2): 11-34.
- Lesar, B., Humar, M., Kamke, F.A., Kutnar, A., 2013. Influence of the thermo-hydro-mechanical treatments of wood on the performance against wood-degrading fungi. *Wood Science and Technology*, 47: 977–992. DOI 10.1007/s00226-013-0553-8.
- Metsa-Kortelainen, S., Viitanen, H., 2011. Wettability of sapwood and heartwood of thermally modified Norway spruce and Scots pine. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70(1-3): 135-139.
- Rowell, R., Ibach, E.E., McSweeney, J., Nilsson, T., 2009. Understanding decay resistance, dimensional stability and strength changes in heat treated and acetylated wood. *Proceedings of 4th European conference on wood modification*, April 27-29, Stockholm, pp. 489-502.
- Skyba, O., Niemz, P., Schwarze, F.W.M.R., 2008. Degradation of thermo-hygro-mechanically (THM) densified wood by soft-rot fungi. *Holzforschung*, 62(3): 277–283.
- Skyba, O., Niemz, P., Schwarze, F.W.M.R., 2009. Resistance of thermo-hydro-mechanically (THM) densified wood to degradation by white rot fungi. *Holzforschung*, 63: 639-646.
- TS 2471, 1976: Wood, determination of moisture content for physical and mechanical tests. TSE (Turkish Standard Institution), Ankara, Turkey
- Unsal, O., Candan, Z., 2008. Moisture content, vertical density profile and janka hardness of thermally compressed pine wood panels as a function of press pressure and temperature. *Drying Technology*, 26(9): 1165–1169. DOI: 10.1080/07373930802266306.
- Unsal, O., Kartal, N., Candan, Z., Arango, R.A., Clausen, C.A., Green, F., 2009. Decay and termite resistance water absorption and swelling of thermally compressed wood panels. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 63(5): 548-552.
- Wang, J.M., Zhao, G.J., Lida, I., 2000. Effect of oxidation on heat fixation compressed wood of China fir. *Forestry Studies In China*, 2: 73-79.
- Welzbacher, C.R., Wehsener, J., Rapp, A.O., Haller, P., 2008. Thermo-mechanical densification combined with thermal modification of Norway spruce in industrial scale- dimensional stability and durability aspects. *Holz. als Roh-und Werkstoff*, 66: 39-49.
- Wikberg, H., 2004. Advanced solid state NMR spectroscopic techniques in the study of thermally modified wood. Academic Dissertation, University of Helsinki, Department of Chemistry, Laboratory of Polymer Chemistry, Helsinki- Finland.
- Yıldırım, N., Kartal, S.N., 2010. Heat modification of wood: Chemical properties and resistance to mold and decay fungi. *Forest Products Journal*, 60(4): 357-361. DOI: 10.13073/0015-7473-60.4.357.

Kavala ağaç türünün farklı tutkallar ile yapıştırılmış ahşap boy birleştirmelerde kavala çekme direncine etkisi

Abdurrahman Karaman^{a,*}, Mehmet Nuri Yıldırım^b, Esra Uslu^c

Özet: Bu çalışmada, dişbudak (*Fraxinus excelsior* Lipsky), kestane (*Castanea sativa* Mill) ve Sapsız meşe (*Quercus petraea* Lieble) odunlarından üretilen kavelalar kullanılarak hazırlanmış ahşap boy birleştirmelerin kavala çekme direnci değerleri araştırılmıştır. Dene örnekleri, Doğu kayını odunundan hazırlanmıştır. Yapıştırıcı olarak ise poliüretan (PU-D4) ve polivinilasetat (PVAc-D4) tutkalları kullanılmıştır. Denemelerde 2 tutkal çeşidi, 3 kavala ağaç türü ve her örnekten 10 adet olmak üzere toplam 60 adet dene örneği hazırlanmıştır. Deneyler BSI 6948 standartlarına göre statik yük altında gerçekleştirilmiştir. Dene sonuçlarına göre, en yüksek kavala çekme direnci değeri dişbudak kavala ile polivinilasetat (PVAc-D4) tutkalı kullanılarak hazırlanan dene örneklerinde, en düşük kavala çekme direnci değeri ise kestane kavala ile poliüretan (PU-D4) tutkalı kullanılarak hazırlanan dene örneklerinde elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Boy birleştirmeler, Masif malzeme, Kavala, Tutkal, Kavala çekme direnci

Effect of dowel wood species on dowel tensile strength in wooden length joints bonded with different adhesives

Abstract: In this study, dowel tensile strength values of wooden length joints prepared using dowels obtained from ash (*Fraxinus excelsior* Lipsky), chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and oak (*Quercus petraea* Lieble) were investigated. Experimental samples were prepared from Eastern beech wood. Polyurethane (PU-D4) and polyvinyl acetate (PVAc-D4) glues were used as adhesives. In the experiments, 2 types of glue, 3 species of dowel wood and a total of 60 test samples were prepared from 10 pieces of each sample. The tests were carried out under static load according to BSI 6948 standards. According to the test results, the highest dowel tensile strength value was obtained in the test specimens prepared with ash dowel and polyvinyl acetate (PVAc-D4) glue, the lowest dowel tensile strength value was obtained in the test specimens prepared using polyurethane (PU-D4) glue with chestnut dowel.

Keywords: Length joints, Wood material, Dowel, Glue, Dowel tensile strength

1. Giriş

Konstrüksiyon tasarımı açısından mobilya kutu, çerçeve ve kombine tipi olarak üç yapı grubunda incelenmektedir. Çerçeve tipi konstrüksiyonların mekanik davranış özellikleri, çerçeve kayıtları ile bu elemanları birbirini bağlamada uygulanan birleştirme tekniklerine bağlıdır. Çerçeve konstrüksiyonlu mobilyalarda genellikle boy, en ve "T" birleştirmeler uygulanmaktadır (Efe, 1998a).

Boy birleştirmeler mobilya endüstrisinde teknik ve ekonomik açıdan uygun ölçü ve stabiliteye sahip ahşap yapı elemanları elde etmek için kullanılır. Ayrıca pencere ve kapı üretiminde kullanılacak ahşap malzemenin kusurlu kısımlar kesilerek kısa parçaların eklenmesi sonucu kayıtların biçim değiştirmesi önlediği gibi ve fire oranı büyük ölçüde azaltılmaktadır. Merdiven korkuluklarında kullanılan küpeşteler de boy birleştirmenin en çok kullanıldığı yerler arasındadır. En çok kullanılan boy birleştirme tipleri;

kavelalı, zıvanalı, kertmeli (lambalı), parmak ve kırılgaçkuyruğu birleştirmelerdir (Zorlu, 1991).

I-tipi ahşap boy birleştirmelerin çeşitli yükler altındaki mukavemet özellikleri ile ilgili birçok çalışmaya rastlanmaktadır. Bunlardan bazıları; farklı boy ve çaplarda, düz ve yivli gövdeli kayın kavelaların, meşe, kayın ve sarıçam odunları üzerindeki çekme dirençleri araştırılmıştır. Sonuç olarak boy birleştirmelerde en yüksek çekme mukavemetinin meşede 8 mm çap ve 36 mm boyundaki kavelalar ile elde edildiği bildirilmiştir (Efe, 1998b). Ağaç türü ve zıvana uzunluğunun zıvanalı boy birleştirmede eğilme direncine etkileri adlı çalışma yapılmıştır. Dene sonuçlarına göre; en yüksek eğilme direncinin Doğu kayını dene örneklerde tespit edildiği belirtilmiştir (Uysal, 1998). Kestane, kavak, göknar odunları ile PVAc tutkalı kullanılarak birleştirilen boy birleştirmelerin çekme ve eğilme dirençleri belirlenmiştir. En yüksek çekme ve eğilme direnci kestane odununda tam zıvanalı boy birleştirme test örneklerinde elde edilmiştir (Demir, 1999). Farklı

^a Uşak Üniversitesi, Banaz Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Uşak.

^b Karabük Üniversitesi, Safranbolu Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, Karabük.

^c Karabük Üniversitesi, Safranbolu Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Karabük.

* **Corresponding author** (İletişim yazarı): abdurrahman.karaman@usak.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 12.07.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 08.11.2019



Citation (Atıf): Karaman, A., Yıldırım, M.N., Uslu, E., 2019. Kavala ağaç türünün farklı tutkallar ile yapıştırılmış ahşap boy birleştirmelerde kavala çekme direncine etkisi. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 427-432. DOI: [10.18182/tjf.591404](https://doi.org/10.18182/tjf.591404)

birleştirme teknikleri kullanılarak yapılmış boy birleştirmelerde çeşitli tutkal kullanımının çekme direncine etkisinin belirlendiği çalışma sonucunda tutkal çeşidi bakımından en iyi mukavemeti PVAc tutkalında elde edildiği bildirilmiştir (Yılmaz, 2001; Efe vd., 2012). Tutkallı olarak kullanılan çerçeve konstrüksiyonlu masif mobilya kavelalı boy, en ve "T" birleştirmelerin çekme dirençleri araştırılmıştır. Deney sonuçlarına göre boy birleştirmelerde ladin odunu ile Klebit 303 tutkalı kullanılarak hazırlanan deney örnekleri en yüksek çekme direncini vermiştir (Bilge, 2002). Ahşap yapılarda kullanılan (ardıç, sarıçam ve göknar) odunları kullanılarak hazırlanan değişik boy birleştirmelerin çekme mukavemetleri araştırılmıştır. Sonuç olarak, en yüksek çekme direnci değeri sarıçam odununda elde edilmiştir (Şen ve Yeşilkaya, 2005). Literatürde Doğu kayını kavela kullanılarak hazırlanan ahşap boy birleştirmelerin çekme mukavemetleri ile ilgili yapılan çalışmalar bulunmasına rağmen (Zhang ve Eckelman, 1993; Jensen vd., 2001; Efe vd., 2002; Efe vd., 2012; Podlena vd., 2018), farklı ağaç türlerinden elde edilen kavelalar kullanılarak hazırlanan ahşap boy birleştirmelerin çekme direnci ile ilgili yeterli düzeyde araştırma yapılmadığı ve literatür açısından bir eksiklik bulunduğu görülmektedir. Bu açıdan araştırma bulgularının ilgili literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, ahşap yapı elemanların kavelalı boy birleştirmelerde kavela ağaç türünün kavela çekme direncine etkisini belirlemektir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç malzeme

Deneylerde mobilya endüstrisinde kullanılan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), dişbudak (*Fraxinus excelsior* Lipsky), sapsız meşe (*Quercus petraea* Lieble) ve kestane (*Castanea sativa* Mill) temin edilmiştir. Kerestelerin seçiminde; keresteler böcek ve mantar zararına uğramamış olması, lif kıvrıklığının olmaması, kuru, doğal renkli, sağlam ve liflerinin birbirine paralel olması gibi faktörler göz önünde bulundurulmuştur.

2.1.2. Tutkal

Kronen Holzleim D4 polivinilasetat tutkalı, kokusuz ve yanmaz, kolay sürülebilir, çabuk sertleşen, soğuk olarak uygulanan, D4 özellikli bir tutkaldır. Kullanılan bu tutkalın özellikleri pres basıncı 0.1-0.8 N/mm², pH değeri 3.5, viskozitesi (20°C) 16000-15000 mPas, yoğunluğu 1.08 g/cm³ olarak belirlenmiş ve ağaç yapıştırma süresi 20°C'deki 35-40 dakika olarak üretici firma tarafından belirlenmiştir (Kronen, 2019). Romabond poliüretan tutkalı ise, tek komponentli, hızlı kürleşen, poliüretan bazlı ahşap yapıştırıcıdır (Romabond, 2019). Kolay uygulanabilen, düşük viskoziteye ve yüksek yapışma gücüne sahip, D4-DIN EN204 standardına göre suya dayanıklı, 15-20 dk. pres süresine ve 5-10 dk. yüzey kuruma süresine sahip olup şeffaf renkte bir yapıştırıcıdır (Romabond, 2019).

2.1.3. Kavela

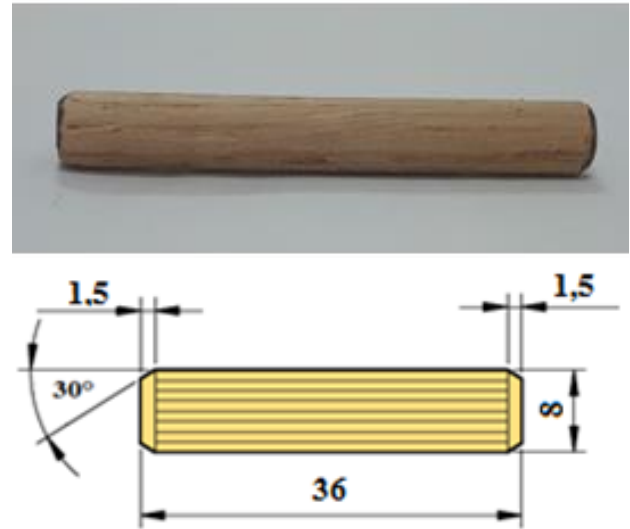
Deneylerde (TS 4539, 1985) esaslarına uygun, gövde yüzeyi düz yivli dişbudak, kestane ve sapsız meşe odunlarından üretilmiş kavelalar kullanılmıştır (Şekil 1).

2.2. Yöntem

2.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan ahşap malzemelerin yoğunluk, rutubet, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ilişkin veriler Çizelge 1'de verilmiştir.

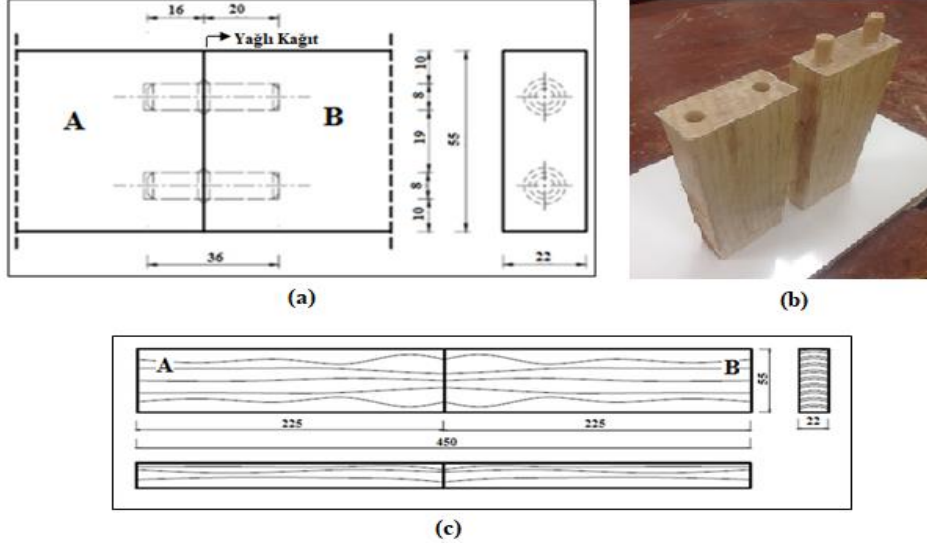
Her bir deney örneği 18 mm kalınlığındaki masif malzemeden 225x55 mm (A) ve 225x55 (B) mm ölçülerinde hazırlanmıştır. Kavelalı boy birleştirmede, iki eleman birbirlerine iki adet kavela ile bağlanmıştır. Kavela delik makinelerinden yararlanılarak A elamanının makt kısmına simetrik olacak şekilde cumbalardan merkezleri 10 mm içeride, parça kalınlığının ortasından geçecek şekilde 8 mm çapında ve 16 mm derinliğinde iki adet, B elamanının makt kısmına simetrik olacak şekilde cumbalardan merkezleri 10 mm içeride, parça kalınlığının ortasından geçecek şekilde 8 mm çapında ve 20 mm derinliğinde kavela delikleri açılmıştır. Kavelalar yapıştırılmadan önce kavela delikleri kompresör yardımıyla temizlendi. Çalışmada kavelanın çekme direnci araştırıldığı için birleşme arakesit yüzeylerine yağlı kâğıt yapıştırılarak sadece kavela yüzeylerin yapışması sağlanmıştır. Sadece kavela deliklerine ve kavela yüzeylerine firma önerileri doğrultusunda 150 g/m² tutkal sürülmüştür. Daha sonra örneklere işkence yardımıyla eşit sayıda döndürme yapılarak basınç sağlanmış ve bu şekilde yaklaşık iki saat kurumaya bırakılmıştır. Şekil 2'de kavelalı boy birleştirme deney örneği gösterilmiştir. Deney örnekleri, sıcaklığı 20±2°C ve bağıl nemi % 65±5 olan iklimlendirme dolabında 3 hafta değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir.



Şekil 1. Deneylerde kullanılan kavela boyutları (mm)

Çizelge 1. Ahşap malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri

Ağaç Türü	Rutubet (%)	Tam kuru yoğunluk (g/cm ³)	Hava kuru yoğunluk (g/cm ³)	Eğilme direnci (N/mm ²)	Elastikiyet modülü (N/mm ²)	Kaynakça
Kestane	8.35	0.46	0.48	70.10	6768.60	(Efe ve Çağatay, 2011)
Sapsız Meşe	8.43	0.74	0.76	118.50	12161.30	
Doğu Kayını	8.44	0.69	0.71	122.90	12462.60	
Dişbudak	8.45	0.65	0.67	120.00	13400	(As vd., 2001)



Şekil 2. Kavelalı boy birleştirme deney örneği (a), Kavelalı birleştirme elemanların genel görünüşü (b), Kavelalı I-tipi deney örneklerinin görünüşü ve ölçüleri (c)

2.2.2. Deneylerin yapılışı

Deney örneklerin çekme direnci deneyleri, Karabük Üniversitesi Safranbolu Meslek Yüksekokulu Ahşap Kültürünü Araştırma ve Uygulama Merkezi Laboratuvarındaki 5 ton kapasiteli universal test cihazında BSI 6948'de belirtilen esaslara uyularak ve statik yük altında yükleme hızı 5 mm/dak olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Çekme deney düzeneği Şekil 3'de gösterilmiştir.

2.2.3. Gerilme analizi

Denemeler sonunda ölçülen F_{max} kuvveti kaydedilmiş ve kuvvetin tesir ettiği alanına (A) bölünerek kavela çekme direnci değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$\sigma_c = \frac{F_{max}(N)}{A(mm^2)} = \frac{F_{max}}{n \times 2\pi \times r \times h} = \frac{F_{max}}{n \times 2\pi \times \left(\frac{D}{2}\right) \times h} = \frac{F_{max}}{n \times \pi \times D \times h} \quad (1)$$

Burada;

σ_c : Kavela çekme direnci(N/mm²), F_{max} : Defleksiyon anındaki maksimum kuvvet (N)

n: Kavela sayısı, D: Kavela çapı (mm), h: Kavela etkili boyu (mm)



Şekil 3. Deney örneklerin çekme direnci deney düzeneği

2.2.4. Verilerin değerlendirilmesi

Deneylerden elde edilen veriler SPSS 20.0 paket programında değerlendirilmiştir. Kavelalı boy birleştirmede tutkal çeşidi, kavela malzeme türü ve bu faktörlerin ikili etkileşimlerinin kavela çekme direncine etkisi çoklu varyans analizi ile belirlenmiş, farklılıkların $p < 0.05$ 'e göre istatistiksel anlamda farklı çıkması halinde bu farklılıkların gruplar arasındaki önemi için Duncan testi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

3.1 I-Tipi kavelalı birleştirmelerde boyuna çekme direncine ait bulgular

Tutkal çeşidi ve kavela ağaç türüne göre kavela çekme direncine ait istatistikler Çizelge 2'de ve bunlara ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde I- tipi kavelalı ahşap boy birleştirmelerinde tutkal çeşidi ve kavela ağaç türü bakımından en yüksek performans; sapsız meşe kavela ile polivinilasetat (PVAc-D4) tutkalı kullanılarak hazırlanan deney örneklerinde elde edilmiştir. En düşük performans ise kestane kavela ile poliüretan (PU-D4) tutkalı kullanılarak üretilen deney örneklerinde bulunmuştur. Kavela çekme direncini etkileyen faktörler; malzemeye açılan kavela deliği duvarlarının yüzey düzgünlüğü ve pürüzlülüğü, kavelanın

malzeme içerisindeki yapışma yüzey alanı, kullanılan malzemenin yoğunluğu ve sertliğidir.

Tablodan görüleceği üzere ahşap boy birleştirmelerde tutkal çeşidinin ve kavela ağaç türünün kavela çekme direncine etkileri 0.05 hata payı ile anlamlı iken, tutkal çeşidi ve kavela ağaç türü ikili etkileşimi ise 0.05 hata payı anlamsız bulunmuştur. Tutkal çeşidinin kavela çekme direnci değerleri üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan karşılaştırma Duncan homojenlik testi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Deneyler sonucunda, polivinilasetat tutkalı ile yapılan birleştirmede kavela çekme direnci poliüretan (PU-D4) tutkalı ile yapılan birleştirmeye göre daha yüksektir.

Polivinilasetat tutkalın (PVAc-D4), kavelalı birleşme yerlerinde ahşap malzemenin derinliklerine nüfuz ederek spesifik yapışmaya ilave olarak poliüretan tutkalına göre daha iyi bir mekanik yapışma kurabilmesinden kaynaklanmış olabilir. Ortamdaki nem ile küreşen poliüretan tutkalı (PU-D4), rutubetin yüksek olduğu mekanlarda daha iyi sonuçlar vermektedir.

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde değişik tutkallar ile doğu kayını kavelalar kullanılarak hazırlanan deney örneklerinin kavela çekme direncinin en yüksek PVAc tutkalı ile birleştirilmiş örneklerde elde edilmiştir (Efe vd., 2012; Örs vd., 1999; Çağatay vd., 2013).

Kavela ağaç türünün boyuna çekme direnci değerleri üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan karşılaştırmalı Duncan homojenlik testi sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deney örneklerinin kavela çekme direncine ilişkin istatistiksel veriler

Tutkal Çeşidi	Kavela ağaç türü	X_{min} (N/mm ²)	X_{max} (N/mm ²)	X_{ort} (N/mm ²)	SD
Poliüretan (PU-D4)	Kestane	3.78	4.32	4.05	0.281
	Dişbudak	4.51	5.03	4.78	0.132
	Sapsız Meşe	6.76	7.31	7.04	0.140
Polivinilasetat (PVAc-D4)	Kestane	4.62	5.17	4.89	0.331
	Dişbudak	5.48	6.03	5.75	0.926
	Sapsız Meşe	7.43	7.98	7.70	0.150

X_{min} : Minimum değer, X_{ort} : Ortalama değer, X_{max} : Maksimum değer, SD: Standart sapma

Çizelge 3. Çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Hata ihtimali P<0.05
Tutkal çeşidi	10.267	1	10.267	55.786	0.000
Kavela ağaç türü	89.645	2	44.822	243.539	0.000
TÇ xKAT	0.236	2	0.118	0.640	0.531
Hata	9.938	54	0.184		
Toplam	2061.539	60			

R=0.910, TÇ: Tutkal çeşidi, KAT: Kavela ağaç türü

Çizelge 4. Tutkal çeşidine göre çekme direnci değerleri ve homojenlik grupları

Tutkal çeşidi	Çekme direnci (N/mm ²)	
	X_{ort}	HG
Polivinilasetat tutkalı (PVAc-D4)	6.12	A
Poliüretan tutkalı (PU-D4)	5.29	B

X_{ort} : Ortalama Değer, HG: Homojenlik grubu

Çizelge 5. Kavela ağaç türüne göre boyuna çekme direnci değerleri ve homojenlik grupları

Kavela malzeme türü	Çekme direnci (N/mm ²)	
	X_{ort}	HG
Sapsız Meşe	7.37	A
Dişbudak	5.27	B
Kestane	4.47	C

X_{ort} : Ortalama Değer, HG: Homojenlik grubu

Çizelge 5’de görüldüğü üzere, kavela ağaç türüne göre en yüksek çekme direnci Sapsız meşede, en düşük ise kestanede elde edilmiştir. Boyuna çekme direnci Sapsız meşede, dişbudaktan %40, kestaneden ise %65 daha yüksek çıkmıştır.

Kontrplak ve yonga levha malzemeleri ile kavela bağlantı elemanın performansını belirlemeye yönelik yapılan bir çalışmada, meşe kavelanın kontrplak birleşmesinde yüksek değer gösterdiği belirtilmiştir (Zhang vd., 2001).

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde yoğunluğu yüksek olan ahşap malzemelerin kavela çekme dirençlerinin yüksek olduğu görülmektedir (Örs vd., 1999; Kasal, 2007; Kasal, 2008; Çağatay vd., 2013).

3.2 Deformasyon özellikleri

Doğrusal kuvvetin uygulanmaya başlamasıyla birlikte birleşme alanları doğrusal çekmeye maruz bırakılmıştır. Kavelaların çekme dayanımı 120-160 saniyelerde son bulmuştur. PVAc tutkallı numunelerde zorlama neticesinde yüksek ses, poliüretan tutkallı numunelerde ise daha düşük zorlama sesi tespit edilmiştir. Doğrusal çekme neticesinde kavelaların kırılması ve parça yüzeylerinde kopmalar görülmüştür. Çalışmanın deformasyon karakteristikleri Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 4. Deformasyon özellikleri

4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, farklı ağaç türlerinden elde edilen kavelalar kullanılarak hazırlanmış ahşap boy birleştirmelerin kavela çekme direnci değerleri araştırılmıştır.

Tutkal çeşidine göre boyuna çekme direnci kıyaslandığında polivinilasetat tutkalı (PVAc-D4) poliüretan tutkalına (PU-D4) göre daha başarılı olduğu görülmektedir. Deney koşullarındaki rutubet derecesinin, poliüretan (PU-D4) tutkalın gerçek performansını göstermesine olanak sağlamadığı düşünülmektedir. PVAc-D4 tutkalın montaj tutkalı olarak iç mekânlarda kullanılması önerilebilir.

Kavela ağaç türüne göre, boyuna çekme direnci en yüksek sapsız meşede, en düşük ise kestanede elde edilmiştir.

Tutkal çeşidi-kavela ağaç türü etkileşimine göre en yüksek çekme direnci, sapsız meşe kavelada polivinilasetat (PVAc-D4) tutkalı ile elde edilmiştir. Kestane kavelada poliüretan (PU-D4) en düşük çekme direnci vermiştir.

Sonuç olarak, Sapsız meşe kavela ve polivinilasetat (PVAc-D4) tutkal çeşidi kombinasyonunun ahşap boy birleştirme konstrüksiyonlarında kullanımı optimum direnç özelliklerinin sağlanması açısından uygundur.

Masif ağaç malzemelerden üretilen mobilya elemanlarının birleştirilmesinde Sapsız meşe kavela ile polivinilasetat (PVAc-D4) tutkalı kullanılması önerilebilir. Ayrıca çerçeve konstrüksiyonlu masif mobilyalarla ilgili olarak, boy, en ve çerçeve tipi köşe birleştirmelerde, farklı ahşap kompozit malzemeler kullanılarak benzeri çalışmalar yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- As, N., Koç, H., Doğu, D., Atik, C., Aksu, B., Erdinler, S., 2001. Türkiye’de yetişen endüstriyel öneme sahip ağaçların anatomik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 51(1): 71-88.
- Bilge, T., 2002. Çerçeve konstrüksiyonlu masif mobilya kavelalı boy, en, ve “T” birleştirmelerin çekme direnci. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- BSI, 6948., 1989. Mechanically Fastened Joints in Timber And Wood-Based Materials, BSI (United Kingdom).
- Çağatay, K., Efe, H., Kesik, H.İ., 2013. Farklı ağaç malzemelerde çekme yönü ve tutkal çeşidinin kavela çekme direncine etkilerinin belirlenmesi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13(2): 182-191.
- Demir, Ö., 1999. Ahşap yapı elemanlarında farklı boy birleştirmelerin eğilme ve çekme mukavemetinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Efe, H., 1998a. Çerçeve konstrüksiyonlu mobilya “T” birleştirmelerinde farklı kavela türlerinin mekanik davranış özellikleri. Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi, 6(6): 123-131.

- Efe, H., 1998b. Çerçeve konstrüksiyonlu mobilya boy birleştirmelerinde farklı kavela türlerinin mekanik davranış özellikleri. Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi, 1(1/2): 65-74.
- Efe, H., Demirci, S., Gürleyen, L., 2002. Kavelalı boy birleştirmelerinde ağaç malzeme rutubet oranının kavela çekme direncine etkisi. Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi, 10: 137-146.
- Efe, H., Çağatay, K., 2011. Çeşitli masif ağaç malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi, 14(1): 55-61.
- Efe, H., Kasal, A., Çağatay, K., Kuşkun, T., 2012. Ahşap boy birleştirmelerde farklı bağlantı tekniklerinin çekme mukavemetlerinin karşılaştırılması. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12(1): 80-89.
- Jensen, J.L., Koizumi, A., Sasaki, T., Tamura, Y., Lijima, Y., 2001. Axially loaded glued-in hardwood dowels. Wood Science and Technology, 35: 73-83.
- Kasal, A., 2007. Bazı masif ve kompozit ağaç malzemelerin kavela tutma performanslarının belirlenmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22(3): 387-397.
- Kasal, A., 2008. Farklı ölçülerde köşe destek elemanı kullanılmış T-tipi kavelalı mobilya birleştirmelerinin moment ve kesme kuvveti taşıma kapasiteleri. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(2): 273-282.
- Kronen, 2019. PVA D4 Beyaz Tutkal. İzmir, <http://www.kronen.com.tr/pva-d4-beyaz-tutkal>, Erişim: 14.10.2019.
- Örs, Y., Atar, M., Özçifçi, A., 1999. Farklı ağaç türleri ile yonga ve lif levhalarda PVAc veya desmodur-vtka tutkalı kullanılarak uygulanan kavelalarda çekme mukavemeti. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23(1): 151-156.
- Podlena, M., Heysek, S., Prochazka, J., Böhm, M., Bomba, J., 2018. Aaxial loading of different single-pin dowels and effect of withdrawal strength. BioResources, 13(3): 5179-5192.
- Romabond, 2019. Endüstriyel tutkallar profesyonel yapıdırma çözümleri. Kocaeli, https://www.romabant.com/admin/files/DownloadMerkezi/Romabond_Brosur.pdf. Erişim:14.10.2019.
- Şen, A., Yeşilkaya, E., 2005. Ahşap yapı elemanlarında farklı boy birleştirmelerin çekme mukavemetlerinin araştırılması. C.B.Ü. Soma MYO Teknik Bilimler Dergisi, 2(4): 1-11.
- TS 4539., 1985. Ahşap birleştirmeler – kavelalı birleştirme kuralları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Uysal, B., 1998. Ağaç türü ve zıvana uzunluğunun zıvanalı boy birleştirmede eğilme direncine etkileri. Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi, 1(3-4): 13-18.
- Yılmaz, B., 2001. Düz zıvanalı ve yabancı zıvanalı boy birleştirmelerde farklı tutkal kullanımının çekme dayanımına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Zhang, J.L., Eckelman, C.A., 1993. The bending moment resistance of single-dowel corner joints in case construction. Forest Products Journal, 43(6): 19-24.
- Zorlu, İ., 1991. Ağaç İşleri Konstrüksiyon Bilgisi Temel Ders Kitabı. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Matbaası, Ankara.
- Zhang, J.L., Quin, F., Tackett, B., 2001. Bending strength and stiffness of two-pin dowel joints constructed of wood and wood composites. Forest Products Journal, 51(2): 29-35.

Murat Dağı (Kütahya-Gediz) Doğal Adaçayı (*Salvia* spp.) taksonlarının yaprak ve çiçek uçucu bileşenlerinin belirlenmesi

İlkay Özdek^{a,*} , Hüseyin Fakir^b 

Özet: Bu çalışmada Kütahya ilinin Gediz ilçesi sınırları içerisinde yer alan Murat Dağı yöresinde doğal olarak yayılış gösteren Adaçayı (*Salvia* L.) taksonlarının yaprak ve çiçek uçucu bileşenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yörede 2016-2017 yılları arasında gerçekleştirilen arazi çalışmaları sonucunda *Salvia verbenaca*, *S. verticillata*, *S. candidissima* subsp. *occidentalis*, *S. virgata*, *S. sclarea*, *S. frigida*, *S. bracteata* taksonlarının yayılış gösterdiği tespit edilmiştir. Uçucu bileşenleri belirlemek amacıyla yaprak ve çiçekler oda sıcaklığında kurutulmuş, HS-SPME/GC-MS analizi ile uçucu bileşenleri belirlenmiştir. Analizler sonucunda, *S. sclarea*'da 34; *S. candidissima* subsp. *occidentalis*'te 27; *S. verticillata*'da 30; *S. virgata*'da 39; *S. frigida*'da 33; *S. verbenaca*'da 31 ve *S. bracteata*'da 38 uçucu bileşen tespit edilmiştir. Temel bileşenler *S. sclarea*'da Linalyl acetate (%84,83), Linalool (%2,47) ve β -Myrcene (%2,27), *S. candidissima* subsp. *occidentalis*'te γ -terpinene (%28,76), Sabinene (%20,26) ve Linalool (%11,26), *S. verticillata*'da Benzofuran-2-one (%40,98), trans-Caryophyllene (%14,42), Geyrene (%8,43) ve Methalactone (%), *S. virgata*'da α -pinene (%37,17), 2 β -pinene (%21,4) ve Limonene (%10,85), *S. frigida*'da Linalyl acetate (%4,09), β -Myrcene (%9,26) ve β -pinene (%7,87), *S. verbenaca*'da Linalyl acetate (%1,70), Linalool (%8,66) ve β -Myrcene (%2,73) ve *S. bracteata*'da Phenethyl alcohol (%9,93), α -Copaene (%8,75) ve Sabinene (%7,03) olarak tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ada Çayı, Uçucu bileşen, Murat Dağı, Kütahya

Determination to leaf and flower volatile components of natural sage taxa (*Salvia* Spp.) of Murat Mountain (Kütahya-Gediz)

Abstract: In this study, it was aimed to determine volatile components in leaves and flowers in different collecting periods of sage (*Salvia* L.) taxa that have natural distribution in Mount Murat in Gediz district in Kütahya province. As result of field studies which were performed between 2016-2017, it was identified to distribution of *Salvia verbenaca*, *Salvia verticillata*, *Salvia candidissima* subsp. *occidentalis*, *Salvia virgata*, *Salvia sclarea*, *Salvia frigida*, *Salvia bracteata* taxa in this district. The aim of determining to volatile components, leaves and flowers were dried at room temperature and volatile components were detected by GC-MS equipment. In the end of analyses, 34 volatile components were detected for *S. sclarea*; 27 for *S. candidissima* subsp. *occidentalis*; 30 for *S. verticillata*; 39 for *S. virgata*; 33 for *S. frigida*; 31 for *S. verbenaca* and also 38 for *S. bracteata*. Main components were Linalyl acetate (%84,83), Linalool (%2,47) and β -Myrcene (%2,27) for *S. sclarea*, γ -terpinene (%28,76), Sabinene (%20,26) and Linalool (%11,26) for *S. candidissima* subsp. *occidentalis*, Benzofuran-2-one (%40,98), trans-Caryophyllene (%14,42), Geyrene (%8,43) and Methalactone (%) for *S. verticillata*, α -Pinene (%37,17), 2 β -Pinene (%21,4) and Limonene (%10,85) for *S. virgata*, Linalyl acetate (%44,09), β -Myrcene (%9,26) and β -pinene (%7,87) for *S. frigida*, Linalyl acetate (%81,70), Linalool (%8,66) and β -Myrcene (%2,73) for *S. verbenaca*, Phenethyl alcohol (%39,93), α -Copaene (%8,75) and Sabinene (%7,03) for *S. bracteata*.

Keyword: Sage, Volatile components, Murat Mountain, Kütahya

1. Giriş

Doğadaki tüm canlılar yüzyıllardır süregelen çarkın birer parçasıdır. Tarih öncesi çağlarda dahi bitkiler tanrıların insanlara verdiği en değerli hazine olarak mitolojide yerini almıştır. Dünyanın oluşumundan itibaren süregelen bitkiler, insanlığın hizmetindedir ve insanoğlunun varoluşuyla birlikte bu ilişki güçlenip gelişmiştir (Gezgin, 2006). Yapılan kazılar ve arkeolojik incelemeler de göstermektedir ki insanoğlu en temel ihtiyaçlarından biri olan beslenme ve sağlık gibi problemlerine karşı çözüm bulmak için bitkilerden faydalanmıştır (Koçyiğit, 2005).

Günümüzde tıbbi ve aromatik bitkilerin hem halk arasında hem de çeşitli sektörlerde kullanımı oldukça fazladır. Bu yüzden tıbbi ve aromatik bitkilerin uçucu yağ içeriklerinin araştırılması bilimsel ve ekonomik yönden oldukça önem taşımaktadır. Geçmişten günümüze kadar bilinen bütün antibiyotiklere karşı mikroorganizmaların dirençliliğini arttırabilmek için çeşitli bitkilerin ve bunların hücre içerisindeki etkilerinin araştırılması zorunlu bir hale gelmiştir. Kullanılan pek çok ilaç içerisinde bulunan selüloz, pektin, şeker vb. gibi etken maddelerin yanı sıra uçucu yağlardan elde edilen esansların da etken madde olarak ilaçlarda bulunması ve bu uçucu yağ esanslarının önemli bir farmakolojik etkiye sahip oldukları bilinmektedir.

✉ ^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta.

^b Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta.

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): ilkayozdek19@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 29.05.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 24.10.2019



Citation (Atf): Özdek, İ., Fakir, H., 2019. Murat Dağı (Kütahya-Gediz) Doğal Adaçayı (*Salvia* spp.) taksonlarının yaprak ve çiçek uçucu bileşenlerinin belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 433-439.
DOI: [10.18182/tjf.571536](https://doi.org/10.18182/tjf.571536)

Bitkilerden veya bitkisel droglardan elde edilen uçucu yağların hücre membranından kolaylıkla geçebildiği, deriden ve akciğerlerden kolaylıkla emilebildiği gözlemlenmiştir. Tüm bunların dışında insan vücuduna doğrudan ilaç veya gıda katkı maddesi olarak alınan uçucu yağların genotoksik potansiyelleri hakkında yeterli bir bilgi bulunmamaktadır (Kılıç, 2005). Bitkilerden elde edilen bu doğal bileşenler, kanserin de dahil olduğu birçok hastalığın tedavisinde geniş bir kullanım alanına sahiptirler (Sotto vd., 2008).

Bitkilerden elde edilen uçucu yağlar içeriğindeki doğal esanslar sebebiyle farmakolojik özelliklere sahiptir. Bu sebepten dolayı uçucu yağlar antiromatizmal, öksürük kesici, idrar söktürücü, iltihap azaltan, dezenfektan gibi birçok özelliğe sahiptirler ve yaygın olarak da kullanılmaktadırlar. Son zamanlarda tıbbin bir dalı olarak görülmeye başlayan aromaterapiye karşı duyulan yoğun ilgi uçucu yağların kullanımını da oldukça arttırmıştır. Uçucu yağlar (eterik yağlar) kullanım alanı olarak çok geniş bir alana hitap etmektedir. Başlıca; terapilerde uygulanan masajlarda, koku ve tat endüstrilerinde, ilaçların koku ve tatlarını düzeltmek amacıyla ve ev temizlik ürünlerinde vb. kullanım alanları mevcuttur. Uçucu yağların tüm bu kullanım alanlarının dışında analjezik (ağrı dindiren), antiseptik (mikropların üremesini engelleyen), sedatif (sakinleştirici), stimülan (uyarıcı), antioksidan gibi işlevlerinin olması ilaç sanayisindeki önemini daha da çok arttırmaktadır (Lee vd., 2011).

Türkiye'de doğal olarak yayılış gösteren 11466 bitki taksonundan yaklaşık 3649 tanesi endemik olarak yayılış göstermektedir. Türkiye'de doğal olarak yetişen endemik türler de dahil olmak üzere binlerce bitkinin tıbbi ve aromatik olarak kullanım değeri oldukça yüksektir (Güner, 2012). Ülkemizde aromatik bitkiler başta çay endüstrisi olmak üzere baharat, çeşni ve uçucu yağ kaynağı olarak pek çok alanda kullanılmaktadır. Uçucu yağlar (eterik yağlar, esanslar) ve aromatik ekstraherler; gıda katkıları, temizlik ürünleri, kozmetik ve ilaçların yapımında, koku ve tat endüstrileri tarafından parfüm, aroma kimyasalların kaynağı olarak ya da doğala özde ve yarı sentetik yararlı aroma kimyasalların sentez başlangıç maddesi olarak da geniş bir kullanım alanına sahiptir (Başer, 2000; Yaşar vd., 2017). Uçucu yağ bileşenleri açısından zengin olan familyalar başta *Labiatae (Lamiaceae)* olmak üzere *Asteraceae (Compositae)*, *Rosaceae*, *Rutaceae*, *Iridaceae*, *Umbelliferae (Apiaceae)*, *Lauraceae*, *Zingiberaceae* ve *Pinaceae* familyalarıdır (Pişkin, 2007).

Lamiaceae familyası tıbbi ve aromatik bitkiler bakımından zengin bir familya olup içerisinde 160 cins ve yaklaşık 3000 kadar türü barındıran, özellikle eterik yağ taşıyan şifalı bitkilerce zengin ve ekonomik değeri olan büyük bir familyadır. Bu familya dünya üzerinde subtropik bölgelerin yüksek dağlık kesimlerinde ve özellikle de Akdeniz bölgesinde pek çok çeşitli türle temsil edilmektedir (Yalırık ve Efe, 1989). *Lamiaceae* familyası içerisinde bulunan türlerin yüksek biyolojik ve farmakolojik özellikleri yıllardır bilinmektedir. Bu bitkilerin fitoterapik özellikleri içeriğinde bulunan temel yağlardan ileri gelmektedir (Bozin vd., 2006).

Bitkilerde uçucu yağlar bitkinin belirli organlarında örneğin taç yaprakları, yaprak, meyve, kabuk, meyve sapı, odunu dokularında ya da tüm organlarında bazen ise bir organın belirli dokularında bulunabilmektedir. Bu yağlar bitkilerin buldukları familyalara göre değişiklik

göstererek salgı tüyü, salgı cebi, salgı kanalı ve salgı hücrelerinde bulunabilmektedir (Ceylan, 1987).

Adaçayı yaprakları % 0,5-2.5 oranında uçucu yağ barındırmaktadır (Ceylan, 1996). Tıbbi olarak kabul edilen yağda α , β -thujon, kafur, borneol, boril asetat bulunmaktadır. Bazı uçucu yağların içerisinde thymol ve carvacrol da taşındığı bildirilmektedir (Zeybek ve Zeybek, 2002). Uçucu yağında thujan oranı % 30-50, cineol oranı % 15, borneol oranı % 10 olarak belirtilmektedir (Baytop, 1999).

Eski dönemlerden beri Anadolu'da yaşayan, halk arasında diyabet, egzama gibi cilt hastalıkları, soğuk algınlığı, mide ağrıları ve yara tedavisi gibi durumlarda yaygın bir biçimde faydalanılan ve ticari öneme sahip bir tür olan *Salvia tomentosa* Miller.'nın yaprak ve çiçeklerinin uçucu bileşenleri tespit edilmiş olup, α -pinen (%27,40), borneol (%22,83) ve cis-3-Hexene-1-ol (%15,26) ana bileşenler olarak bulunmuştur (Sarıkaya, 2019).

Gıda sektörü, parfüm ve kozmetik sektörü, farmakoloji gibi çeşitli alanlarda kullanılan uçucu yağlar geçmişten günümüze kadar farklı şekillerde elde edilmiştir. Destilasyon, özellikle su destilasyonu (HD), ekstraksiyon ve presleme yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Süperkritik sıvı ekstraksiyonu (SFE), mikrodalga ekstraksiyonu (MWE) ve katı-faz mikroekstraksiyon (SPME) vb. yöntemleri ise son yıllarda kullanılan modern yöntemlerdir (Kılıç, 2008).

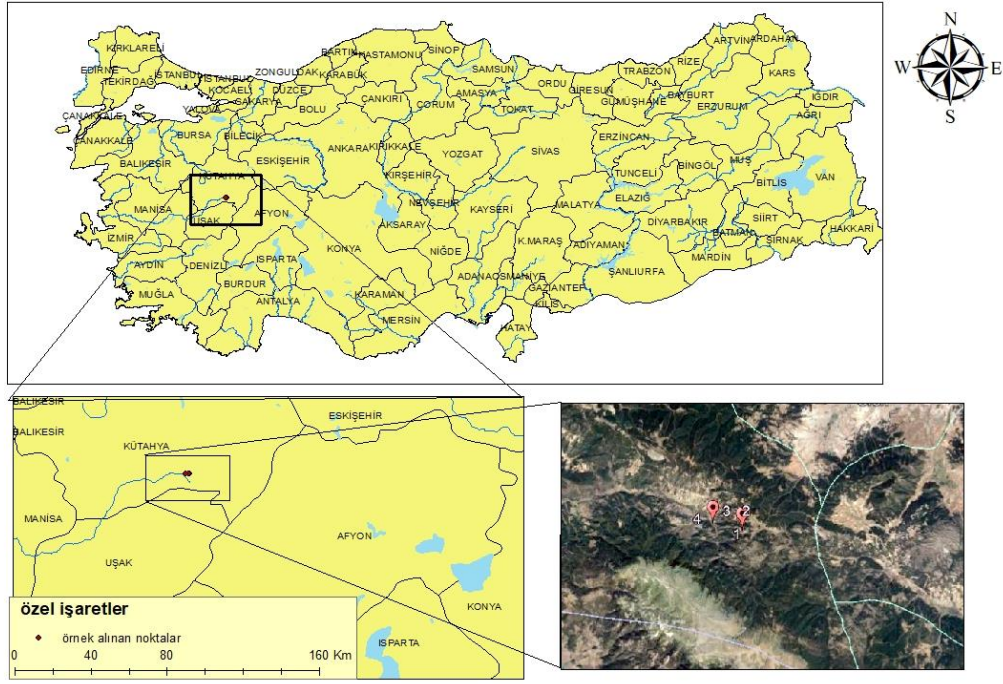
Bu çalışmada uçucu bileşen elde etmek için kullanılan katı-faz mikroekstraksiyon (SPME) yöntemi örnek hazırlama kademesine oldukça başarılı yeni bir yaklaşım getirmiştir. SPME, örnek hazırlama, ekstraksiyon ve yoğunlaştırma aşamalarını çözücü içermeyen tek bir aşamada birleştirmiştir. Bu yöntem ile işlem süresi ve maliyetlerde önemli kazançlar sağlanmış, teşhiste de iyileşmeler gözlenmiştir. SPME, GC veya GC-MS yöntemleri ile birlikte özellikle biyoloji, çevre ve gıda örneklerindeki uçucu ve yarı uçucu organik bileşiklerin ekstraksiyonunda kullanılmaktadır (Vas vd., 2004).

Kütahya iline bağlı Gediz ilçesi sınırları içerisinde yer alan Murat Dağı gerek doğal bitki türleri gerekse endemik bitki türlerini bünyesinde barındırmasından dolayı dikkat çeken önemli bir flora merkezimizdir. Kütahya ilinin Gediz ilçesinde yürütülen bu çalışmada *S. sclarea* L., *S. verbenaca* L., *S. brechteate* Bank & Sol., *S. virgata* Jacq., *S. candidissima* Vahl. subsp. *occidentalis* Hedge, *S. verticillata* L. ve *S. frigida* Boiss. tespit edilen Ada çayı taksonlarıdır. Bu çalışma ile Gediz Murat Dağı ve çevresinde yayılış gösteren Adaçayı (*Salvia*) taksonlarının uçucu bileşenleri belirlenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Araştırma materyali 2016-2017 yılları arasında Kütahya Gediz ilçesinde bulunan Murat Dağı'ndan toplanmıştır. Gerçekleştirmiş olduğumuz bu çalışma Kütahya Gediz Çukürören köyü mevki ve çevresi ile Uşak Banaz Gürlek köyü mevki ve çevresini kapsamaktadır (Şekil 1). Toplanan bitkilerin teşhisi sonucunda yörede *S. sclarea* L., *S. verbenaca* L., *S. brechteate* Bank & Sol., *S. virgata* Jacq., *S. candidissima* Vahl. subsp. *occidentalis* Hedge, *S. verticillata* L. ve *S. frigida* Boiss. olmak üzere 7 adet takson olduğu saptanmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının mevki haritası ve örnek alınan noktalar

2.2. Yaprak ve çiçek uçucu bileşenlerinin HS-SPME/GC-MS analizi ile belirlenmesi

Çalışmamızda vejetasyon döneminde *Salvia* türlerinin yayılış gösterdiği alanlara gidilerek yaprak, çiçek örnekleri toplanmıştır. Toplanan yaprak ve çiçek örnekleri ambalajlara konularak hiç bekletilmeden ve güneş ışığına maruz bırakılmadan aynı gün içerisinde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Herbariumuna getirilmiştir. Toplanan bitki materyalleri sabit ağırlığa gelene kadar oda sıcaklığında (25°C) kurutulmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Laboratuvarında *Salvia* L. türlerinin hazırlanması

Çiçek ve yaprakların floral koku bileşenleri gaz kromatografisi/kütle spektrometresi (GC-MS) ile kombine edilmiş Tepe Boşluğu Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (HS-SPME) tekniği ile tespit edilmiştir. Katı faz mikro ekstraksiyon (SPME, Supelco, Germany) yöntemi esas alınarak, 10 mL vial içine konulan 2 g çiçek ve yaprak numuneleri 30 dakika kadar 60°C'de tutulduktan sonra 75 µm inceliğinde Carbokzen/Polidimetilsiloksan (CAR/PDMS) kaplı fused silica fiber ile tepe boşluğundan uçucu bileşenler absorbe edilmiş ve hemen arkasından HS-SPME uyumlu GC-MS (Shimadzu 2010 PLUS) cihazının kapiler kolonuna (Restek Rx-5 Sil MS 30 m x 0.25 mm, 0.25 µm) enjekte edilmiştir. Fırın sıcaklığı 40°C'de 2 dakika bekledikten sonra 250°C'ye dakikada 4°C'lik artışla ulaşılacak şekilde programlanmıştır. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları 250°C olarak ayarlanmıştır. İyonlaştırma türü olarak EI (70 eV) ve taşıyıcı gaz olarak Helyum (1.61 mL/dakika) kullanılmıştır. Uçucu bileşenlerinin tanımlanmasında Wiley, Nist, Tutor, FFNSC kütüphanesinden yararlanılmıştır. LRI (Linear Retention Indices) değerleri, bir seri C₇-C₃₀ doymuş n-alkan standartları (Sigma-Aldrich Chemical Co. USA) yardımıyla hesaplanmıştır.

3. Bulgular

Bu çalışmada Kütahya Gediz Murat Dağı'nda doğal olarak yayılış gösteren *S. sclarea*, *S. verbenaca*, *S. bracteata*, *S. virgata*, *S. candidissima* subsp. *occidentalis*, *S. verticillata* ve *S. frigida* türlerinin uçucu bileşenleri SPME (katı tabanlı mikro ekstraksiyon yöntemi) analizi ile belirlenmiştir. Belirlenen uçucu bileşenleri çizelge halinde verilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. *Salvia* türlerinin uçucu bileşen analiz sonuçları

Bileşen Adı	<i>Salvia verbenaca</i> (%)	<i>Salvia verticillata</i> (%)	<i>Salvia candidissima</i> subsp. <i>Occidentalis</i> (%)	<i>Salvia virgata</i> (%)	<i>Salvia sclarea</i> (%)	<i>Salvia frigida</i> (%)	<i>Salvia bracteata</i> (%)
3-methylbutanal	0,12	-	-	-	0,44	-	-
2-methylbutanal	0,09	-	-	-	0,24	-	-
1-pentene-3-ol	0,25	-	-	-	0,74	-	0,12
<i>n</i> -pentanal	0,42	0,25	0,05	0,07	1,09	0,185	0,23
3-penten-2-one	0,04	-	-	-	-	-	-
hexanal	0,34	-	-	-	0,68	-	-
2-hexenal	0,04	-	-	0,05	0,07	-	-
α -pinene	0,34	-	-	37,17	0,25	-	1,27
camphene	0,07	-	0,07	4,16	-	1,3	0,16
sabinene	0,08	0,26	20,26	2,36	-	1,84	7,03
β -pinene	0,31	-	0,33	21,4	0,12	7,87	0,53
1-okten-3-ol	0,06	0,48	-	0,06	-	-	0,14
1-octanone	-	-	-	0,14	-	-	-
6-methyl-5-hepten-2-one	0,17	-	-	-	0,2	-	-
β -myrcene	2,73	0,59	11,25	9,01	2,27	9,26	-
<i>p</i> -cymene	0,21	0,27	7,68	0,42	0,44	6,83	6,53
limonene	1,14	0,79	2,85	10,85	0,92	5,11	1,81
cis-ocimene	0,31	0,30	0,32	0,61	0,39	1,2	-
β -ocimene	0,39	0,69	1,20	0,15	0,4	2,64	0,13
1,4cyclohexadiene	0,03	-	-	-	-	0,96	1,67
α -terpinolene	0,06	-	1,16	0,21	-	0,34	-
linalool	8,66	0,17	11,26	-	2,47	3,59	0,41
6-methyl-3,5-heptadien-2-one	0,15	-	-	-	-	0,46	-
1- octen-3 yl acetate	0,29	-	-	-	-	-	-
cis- <i>p</i> -menta-2,8-dien-1-ol	0,11	-	-	-	-	-	-
limonene oxide	0,22	-	-	-	0,26	-	-
neryl acetate	0,15	-	-	-	-	-	-
copaene	0,14	2,79	-	-	-	-	-
β -bourbonene	0,07	0,47	-	0,33	-	-	0,23
trans-caryophyllene	0,32	14,42	2,58	1,88	0,89	0,63	-
butanoic acid	-	0,50	-	-	-	-	-
<i>n</i> -hexanal	-	0,38	0,04	-	-	0,15	0,30
ethyl Isovalerate	-	0,17	-	-	-	-	-
amyl ethyl ketone	-	0,60	-	-	-	-	-
eucalyptol (1,8-cineole)	-	0,21	-	3,9	0,26	5,13	1,82
pyrene	-	8,43	-	-	-	-	-
pregeijeren	-	0,57	-	-	-	-	-
α -cubebene	-	0,13	-	0,05	-	-	1,01
menthalaktone	-	40,98	-	-	-	-	-
α -humulene	-	1,17	0,09	0,07	-	-	-
sesquithujene	-	0,50	-	-	-	-	-
β -bisabolene	-	6,86	-	-	-	-	-
γ -cadinene	-	0,46	-	0,19	-	-	0,66
Δ -cadinen	-	1,36	-	-	-	-	0,95
β -sesquiphellandrene	-	3,15	-	-	-	-	-
caryophyllene oxide	-	0,23	-	0,16	0,23	0,14	-
cycloheptatriene	-	-	0,01	-	-	-	-
3-hexene	-	-	0,06	-	-	-	-
α -thujene	-	-	5,86	0,67	-	0,64	0,54
pseudolimonene	-	-	0,03	-	-	-	-
1-phellandrene	-	-	0,35	-	-	-	-
3-carene	-	-	0,19	-	0,11	-	-
α -terpinene	-	-	3,62	0,14	-	0,19	0,59
γ -terpinene	-	-	28,76	-	-	-	-
trans-sabinene hydrate	-	-	0,26	0,1	-	0,21	-
1-methyl-4-isopropenylbenzene	-	-	0,08	-	-	-	-
4-terpineol	-	-	0,12	-	-	-	-
β -fenchyl alcohol	-	-	0,14	-	-	-	-
ascaridole	-	-	0,15	-	-	-	-
tricyclene	-	-	-	0,26	-	-	-
germacrene-D	-	-	-	0,09	-	-	-
β -pinenoxid	-	-	-	0,08	-	0,13	-
1,6-octadien-3-ol	-	-	-	0,11	-	-	-
α -campholene aldehyde	-	-	-	0,15	-	-	-
trans-pinocarveol	-	-	-	0,16	-	-	-
camphor	-	-	-	0,3	-	1,89	-
endo-borneol	-	-	-	2,49	-	-	-
4-terpineol mtalcohol	-	-	-	0,18	-	-	-

Çizelge 1. *Salvia* türlerinin uçucu bileşen analiz sonuçları (devamı)

Bileşen Adı	<i>Salvia verbenaca</i> (%)	<i>Salvia verticillata</i> (%)	<i>Salvia candidissima</i> subsp. <i>occidentalis</i> (%)	<i>Salvia virgata</i> (%)	<i>Salvia sclarea</i> (%)	<i>Salvia frigida</i> (%)	<i>Salvia bracteata</i> (%)
α - terpineol mtaalool	-	-	-	0,41	-	-	-
linalyl acetate	81,97	-	-	0,21	84,83	44,09	1,02
α -fenchyl acetate	-	-	-	0,54	-	-	1,04
myrtenyl acetate	-	-	-	0,05	-	-	-
α -copaene	-	-	-	0,24	0,31	0,13	8,75
izobütanal	-	-	-	-	0,12	-	-
2-methylpropenal	-	-	-	-	0,08	-	-
acetic acid	-	-	-	-	0,72	-	-
4-pentenal	-	-	-	-	0,08	-	-
2-penten-1-ol	-	-	-	-	0,11	-	-
benzaldehyde	-	-	-	-	0,08	-	-
hex-3-enyl acetate	-	-	-	-	0,24	-	-
2,4-heptadienal	-	-	-	-	0,07	-	-
3,5-octadien-2-one	-	-	-	-	0,17	-	-
carveol	-	-	-	-	0,12	-	-
neryl acetate	-	-	-	-	0,20	0,18	-
germacrene	0,17	-	-	-	0,07	-	1,85
2-methyl-1-butene	-	-	-	-	-	0,23	-
2-methyl-2-butene	-	-	-	-	-	0,24	-
3-methyl-2-butanone	-	-	-	-	-	0,14	-
phenylmethanal	-	-	-	-	-	0,12	-
3-hexen-1-ol	-	-	-	-	-	0,41	-
benzene	-	-	-	-	-	0,46	-
α -bergamotene	-	-	-	-	-	0,17	-
ar-curcumene	-	-	-	-	-	0,13	-
isoamyl isovalerate	-	-	-	-	-	-	1,03
phenethyl alcohol	-	-	-	-	-	-	39,93
β -citronellol	-	-	-	-	-	-	6,5
methyleugenol	-	-	-	-	-	-	0,26
trans-caryophyllene	-	-	-	-	-	-	0,41
bicyclogermacrene	-	-	-	-	-	-	0,45
α -muurolene	-	-	-	-	-	-	0,17
torreyol	-	-	-	-	-	-	0,21
docosane	-	-	-	-	-	-	0,17
cyclohexane	-	1,14	-	-	-	-	-
hekzanol	-	-	-	-	-	-	2,19
feniletanol	-	-	-	-	-	-	0,14
myrcene	-	-	-	-	-	-	5,61
proponic acid	-	-	-	-	-	-	0,12
benzyl alcool	-	-	-	-	-	-	0,32
Toplam	99,45	89,02	98,77	99,53	96,67	96,995	96,30

SPME analizleri sonucunda *S. frigida* 'da 33 uçucu bileşen, bu bileşenler içerisinde en yüksek oranda; β -pinene (%7,87), β -Mircene (%9,26) ve linalyl acetate (%44,09), *S. virgata* 'da 39 uçucu bileşen, bu bileşenler içerisinde en yüksek oranda; α -pinene, (%37,17), 2 β -pinene (%21,4) ve Limonen (%10,85), *S. verticillata* 'da 30 uçucu bileşen, bu bileşenler içerisinde en yüksek oranda; Pirene (%8,43), Menthalakton (%40,98) ve trans- Karyofillen (%14,42), *S. candidissima* subsp. *occidentalis* 'da 27 uçucu bileşen, bu bileşenler içerisinde en yüksek oranda; Sabinene (%20,26), γ Terpinene (%28,76) ve Lineol (%11,26), *S. sclarea* 'da 34 uçucu bileşen, bu bileşenler içerisinde en yüksek oranda; β -Myrcene (%2,27), linalyl acetate (%84,83) ve Linalool (%2,47), *S. verbenaca* 'da 31 uçucu bileşen, bu bileşenler içerisinde en yüksek oranda; linalyl acetate (%81,97), β -Myrcene (%2,73) ve Linalool (%8,66), *S. bracteata* 'da 38 uçucu bileşen, bu bileşenler içerisinde en yüksek oranda; Sabinene (%7,03), fenchyl alcool (%39,93) ve α -copaen (%8,75) bileşenleri tespit edilmiştir.

4. Tartışma ve sonuç

Kütahya ili Murat Dağı'nda gerçekleştirilen bu çalışmada 7 farklı *Salvia* L. taksonları toplanmıştır. Örnek

alanlardan toplanan 7 farklı *Salvia* L. cinsinin yaprak ve çiçeklerinden elde edilen analiz sonuçlarına göre *S. frigida* 'da β - Myrcene %9,26 olarak bulunmuştur. Aynı analiz sonucunda β - Myrcene *S. sclarea* 'da %2,27 olarak belirlenmiştir. *S. sclarea* ve *S. frigida* 'da bulunan β -Myrcene değerleri birbirine benzerlik göstermektedir. *S. sclarea* ve *S. candidissima* subsp. *occidentalis* türlerinde en etkili ana bileşenler arasında linalool ortak uçucu bileşeni yapılan analizler sonucu tespit edilmiştir. Bu uçucu bileşen oranı *S. sclarea* 'da %2,47 iken *S. candidissima* subsp. *occidentalis* 'te %11,26 olarak bulunmuştur.

S. sclarea, *S. frigida* ve *S. verbenaca* türlerinin analiz sonuçlarına göre belirlenen linalyl acetate bileşeni en etkili ana bileşenleri arasındadır. linalyl acetate uçucu bileşeni oranları *S. sclarea* 'da %84,83, *S. frigida* 'da %44,09 ve *S. verbenaca* 'da %81,97 olarak belirlenmiş. *S. sclarea* ve *S. verbenaca* 'da belirlenen oranlar birbirine benzerlik göstermektedir. Ancak *S. frigida* 'da tespit edilen oran ile diğerleri arasında büyük farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

S. candidissima subsp. *occidentalis* ve *S. bracteata* 'nın yapılan analiz sonucu belirlenen ana bileşenleri içerisinde Sabinene uçucu bileşeni ortak ana bileşen olarak tespit edilmiştir. Sabinene uçucu bileşeni *S. candidissima* subsp. *occidentalis* 'te %20,26, *S. bracteata* 'da %7,03 olarak

belirlenmiştir. Oranlar arasında önemli bir farklılık bulunmaktadır.

Pitarokili vd. (2006), çalışmaya göre *S. verbenaca* türünde β - Felandren %30,03, 6-Oktadesenoik asidin metil esteri %15,0 ve Kariofilen %16,1 bileşenleri en etken ana bileşen olarak belirlenmiştir. Yaptığımız analiz sonucu *S. verbenaca*'da en etken ana bileşenler Linalool %8,66, linalyl acetate %81,70 ve β -mirsen %2,73 olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışma sonucu *S. verbenaca* türü için bu çalışma ile farklılık göstermektedir.

Dzumayev vd. (1995), Özbekistan'ın güneyinde *S. sclarea*'nın farklı organlarından elde etmiş oldukları uçucu yağ oranlarını GS ve GC-MS yöntemini kullanarak belirlemişlerdir. *S. sclarea*'nın ana bileşenlerini Linalool (%19,0-44,0), linalil asetat (%3,6-40,0) ve seskiterpen (%23) olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda *S. sclarea*'nın ana bileşenleri β - Myrcene %2,27, Linalool %2,47 ve linalyl acetate %84,49 olarak tespit edilmiştir. Her iki çalışmada ortak olarak bulunan Linalool bileşen oranları arasında yüksek bir fark bulunmaktadır. Çalışmamızda bulunan diğer ana bileşenler Dzumayev vd. (1995) yapmış olduğu çalışma sonucu ile farklılık göstermektedir.

Göger, (2006), *Lamiaceae* familyasından *S. virgata* ve *S. halophila* türlerinin toprak üstü kısımlarından elde edilmiş farklı bileşenlerin antioksidan aktiviteleri ve kimyasal bileşimlerini incelemiştir. *S. verbenaca* türünün GC/MS analizi sonucu belirlenen ana etken bileşenleri Fitol %15,94, Heptakoson %10,436 ve Hekzadekanoik asit %21,696 olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda ise *S. virgata*'nın ana etken bileşenleri α -pinene %37,17, β -pinene %21,4 ve Limonen %10,85 olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışma sonucu çalışmamızla ile farklılık göstermektedir.

Yumrutaş, (2007), Sivas'ta *S. verticillata* (subsp. *amasiaca* ve subsp. *verticillata*) ve *S. euphratica* (var. *euphratica* var. *leocalycina*)'dan elde edilen özütlerin ve uçucu yağların antioksidan aktivitelerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Çalışmamızda ise *Salvia verticillata*'nın en etken ana maddeleri Pyrene %8,43, trans-Caryophyllene %14,42 ve Menthalactone; Benzofuron-2-one %40,98 olarak tespit edilmiştir.

Murat Dağı'nda doğal olarak yayılış gösteren *S. sclarea*, *S. candidissima* subsp. *occidentalis*, *S. verticillata*, *S. virgata*, *S. frigida*, *S. verbenaca* ve *S. bracteata* türlerinin yaprak ve çiçek uçucu bileşenleri ve yüzdeleri tespit edilmiştir. Bu çalışma ile adaçayının yayılış gösterdiği yörelerde doğal bitki çayı olarak tüketilen türlerin bilinçli bir şekilde kullanılmasının sağlanmasında ve bu tür bitkilerin ekonomik değerlerinin ortaya konulmasında önemli bir alt yapı oluşturulmuştur.

Halk arasında özellikle adaçayının yoğun olarak bulunduğu bölgelerde iştah açıcı, gaz giderici, öksürük kesici, genel yorgunluk, astım, terlemeyi önleyici, romatizma ağrısı, ateş düşürücü, yara iyileştirici olarak kullanılmaktadır. *Salvia* L. türlerinin daha bilinçli bir şekilde tüketiminin sağlanması için bu ve benzeri çalışmaların sayısı artırılmalıdır. Bitkilerin ilaç, kozmetik, temizlik ve gıda endüstrisinde ham madde, doğal koruyucu madde ve aroma kimyasalların sentez başlangıç maddesi olarak kullanılabilirliğini göstermek için bu tür çalışmalar önem arz etmektedir.

Açıklama

Çalışmamızı maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz (Proje No: 5082-YL1-17).

Kaynaklar

- Başer, K.H.C., 2000. Uçucu Yağların Parlak Geleceği. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bülteni Sayı:15, Anadolu Üniversitesi Tıbbi ve Aromatik Bitki ve İlaç Araştırma Merkezi, Eskişehir.
- Baytop, T., 1999. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi Geçmişte ve Bugün (II. Basım). Nobel Tıp Kitabevleri.
- Bozin, B., Mimika-Dukic, N., Simin, N., Anackov, G., 2006. Characterization of the volatile composition of essential oils of some *Lamiaceae* Species and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. Journal Agricultural and Food Chemistry, 54:1822-182.Ceylan, A., (1996). Tıbbi Bitkiler II (Uçucu Yağ Bitkileri) Ege Üniv. Zir. Fak.Yay. No: 481, Bornova.
- Ceylan, A., 1987. Tıbbi Bitkiler (Uçucu Yağ İçerenler), Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, s.481.
- Dzumayev, K.K., Tsubulskaia, I.A., Zen Kevich, I.G., Tkachenko, K.G., Satzyperovbir, I.F., 1995. Essential oils from *Salvia sclarea* L. produced from plants grown in Southern Uzbekistan. Journal of Essential Oil Research, 7:579-604.
- Gezgin, D., 2006. Bitki Mitosları. Sel Yayıncılık, İstanbul.
- Güner, A., 2012. Türkiye Bitkileri Listesi, Damarlı Bitkiler. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, 1290. syf. İstanbul.
- Göger, F., 2006. *Salvia virgata* Jack. ve *Salvia halophila* Hedge'nin antioksidan etkilerinin ve bileşimlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir
- Kılıç, A., 2005. "Bitkisel Kaynaklı Bazı Uçucu Yağ ve Monoterpenlerin Olası Genotoksik Etkilerinin Araştırılması," Anadolu Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s.33.
- Kılıç, A., 2008. Uçucu Yağ Elde Etme Yöntemleri, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:10, Sayı:13, s.37.
- Koçyiğit, M., 2005. Yalova ilinde etnobotanik bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lee, S. H., Kim, Y. S., Lee, S. J., Lee, B. C. (2011). The protective effect of *Salvia miltiorrhiza* in an animal model of early experimentally induced diabetic nephropathy. Journal of ethnopharmacology, 137(3), 1409-1414.
- Pitarokili, D., Tzakou, O., Loukis, A. (2006). Essential oil composition of *Salvia verticillata*, *S. verbenaca*, *S. glutinosa* and *S. candidissima* growing wild in Greece. Flavour and fragrance journal, 21(4), 670-673.
- Pişkin, Ç., 2007. *Lamiaceae* familyasına mensup bazı baharat bitkilerinin antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Sarıkaya, A., 2019. Determination of volatile components of *Salvia tomentosa* Miller in Eğirdir province of Isparta Turkey. International Congress on Agriculture and Forestry Research (AGRIFOR), 8-10 April, Marmaris, Turkey, pp.1041.
- Sigma-Aldrich, B., Region, P.S.A. (2016). SIG MA-Aldrich. Sigma, 302(H311), H331.
- Sotto, A.D., Evandri, M.G., Mazzonti, G., 2008. Antimutagenic and mutagenic activities of some terpenes in the bacterial reverse mutation assay. Mutation Research, 653(1-2): 130-133.
- Vas, G., Vekey, K., 2004. Solid-Phase microextraction: A powerful sample preparation tool prior to mass spectrometric analysis. Journal of Mass Spectrometry, 39:233-254.
- Yaltırık, F., Efe, A., 1989. Otsu Bitkiler Sistematiği Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, İstanbul.

- Yaşar, S., Güler, G., Beram, A., Coşkun, D., Ozansoy, D., 2017. Acı yavşan otu (*Artemisia absinthium* L.) yaprak uçucu bileşenleri. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8:148-152.
- Yumrutaş, Ö., 2007. *Salvia verticillata* (subsp. *amasiaca* ve subsp. *verticillata*) ve *Salvia euphratica* var. *euphratica* ve var. *leiocalycina*'dan elde edilen özütlerin ve uçucu yağların antioksidan aktivitelerinin karşılaştırılması olarak değerlendirilmesi. Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Zeybek, U., Zeybek, N., 2002. Farmasötik Botanik [Kapalı Tohumlu Bitkiler (Angiospermae) Sistematığı ve Önemli Maddeleri]. Eskişehir Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, Eskişehir.

İzmir’de yetişen gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odununun bazı mekanik ve fiziksel özellikleri ile yüzey özelliklerinin belirlenmesi

Vedat Çavuş^a 

Özet: Bu çalışmada, İzmir yöresinde yetişen gülibrişim (*Albizia julibrissin*) ağaç türüne ait odunda bazı mekanik ve fiziksel özellikler ile yüzey özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç ile gülibrişim odununda eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, statik sertlik, renk ve parlaklık ölçümü, hava kurusu yoğunluk, hava kurusu rutubet değeri ve genişleme (radyal, teğet ve boyuna) lif doygunluğu noktası tespit edilmiştir. Yapılan testlere ait sonuçlara göre; ışıklılık (L^*) değeri 73,80, kırmızı renk (a^*) tonu değeri 5,65, sarı renk (b^*) tonu değeri 20,93 ve 60° ’de yapılan liflere dik (\perp) ve paralel (\parallel) parlaklık değerleri sırasıyla 2,69 ve 3,50, hava kurusu yoğunluk değeri $570,60 \text{ kg/m}^3$ ve hava kurusu rutubet değeri ise %10,20, statik sertlik değeri ortalama $52,55 \text{ N/mm}^2$, dinamik eğilme (şok) direnci $0,451 \text{ kgm/cm}^2$, eğilme direnci $63,70 \text{ N/mm}^2$ ve eğilmede elastikiyet modülü tayini 5029 N/mm^2 olarak elde edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre bu ağaç türünün endüstriyel yönden önemli özelliklere sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Gülibrişim ağacı, Renk, Parlaklık, Mekanik özellik, Fiziksel özellik

Determination of some mechanical, physical and surface properties of the julibrissin (*Albizia julibrissin*) grown in İzmir City

Abstract : In this study, it was aimed to determine some mechanical, physical and surface properties of wood in the wood species of *Albizia julibrissin* grown in İzmir region. For this purpose, static hardness, elasticity modulus and bending resistance, air dry density, air dry moisture value, color and brightness measurement of fertilizer wood were determined. According to the results of the tests; the brightness (L^*) value is 73.80, the red color (a^*) tone value is 5.65, the yellow color (b^*) tone value is 20.93 and perpendicular (\perp) and parallel (\parallel) to the fibers made at 60° . brightness values are 2.69 and 3.50, air dry density value is 570.60 kg/m^3 and air dry moisture value is 10.20, dynamic bending (shock) resistance is 0.451 kgm/cm^2 , static hardness value is 52.55 N/mm^2 bending resistance is 63.70 N and the modulus of elasticity in bending was determined as 5029 N/mm^2 . It was concluded that this wood species has industrially important properties.

Keywords: Silk tree, Color, Glossiness, Mechanical properties, Physical properties

1. Giriş

Dünyanın hemen hemen tüm kıtalarına yayılmış istilacı yabancı bir ağaç olan Gülibrişim genel olarak çok farklı iklim koşullarına, ekolojik bölgelere, park ve bahçelere adapte olabilmektedir (Weber, 2003). Türkiye’de Gülibrişim, ipekağacı, Persipek ağacı, Pembe Siris, Lenkoran akasya, Mimoza olarak bilinen *Albizia julibrissin*, 6-12 m boyunda çabuk gelişen, kısa ömürlü, kışın belli dönem sonunda yaprak döken dikensiz bir ağaçtır. Gülibrişim; tarla, çayır ve mera alanları, meyve bahçeleri ve bağ alanları gibi çok farklı niteliklere sahip tarım ekosistemlerine gölge bitkisi olarak dikilmektedir. Ayrıca, gülibrişim odununun yoğun ve sert olması ile iyi cila tutması gibi nedenlerle mobilya yapımında kullanılmaktadır (Karaer vd., 2015).

Bu türün küresel dağılımı Kuzey Anadolu, Kuzey İran, Kafkaslar, Sina, Japonya, Kıbrıs, Yugoslavya, Bulgaristan ve Avustralya’dır (Mozaffarian, 2003). Gülibrişimi 1749’da İstanbul’da göreyerek İtalya’ya (Floransa) götüren Filippedel

Albizzi onuruna bitkiye Latince “*Albizia*” adı verilmiştir. “Julibrissin” ise Fars kökenli “Gülibrişim” kelimesinin basitçe bozulması ile üretilmiştir. Buna göre Gülibrişim, Türkiye’de en azından 1749’lı yıllardan itibaren bulunmaktadır. Ülkemizde denize kıyısı olan tüm yerler ile iklimi ılık olan her yerde yetişen Gülibrişim, çok hızlı (filizi bir sezonda 1 m’den fazla) büyüme yeteneğine sahip, elverişli şartlarda çok sayıda tohum vermektedir. Gülibrişim, Doğu Karadeniz bölgesine son derece iyi adapte olmuştur (Chamberlain, 1970). Literatürde gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odununa ait çalışmaların yeterince yapılmadığı görülmektedir. Bu çalışmada uygun saha koşullarında hızla büyüme gösteren 20 yılda ortalama 6 metre boy 25-30 cm çapa ulaşması (Addlestone vd., 1999) ve ülkemizin denize kıyısı olan her yerinde yetişebilmesi nedeni ile gülibrişim (*Albizia julibrissin*) ağacı odunu tercih edilmiştir.

Bu çalışmada, İzmir’de yetişen gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odununun bazı mekanik (statik sertlik, dinamik eğilme (şok) direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve eğilme

✉ ^a İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İzmir.

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): vedat.cavus@ikc.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): xxxxxx, **Accepted** (Kabul tarihi): xxxxxx



Citation (Atıf): Çavuş, V., 2019. İzmir’de yetişen gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odununun bazı mekanik ve fiziksel özellikleri ile yüzey özelliklerinin belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 440-447.
DOI: [10.18182/tjf.611994](https://doi.org/10.18182/tjf.611994)

direnci), fiziksel özellikler (hava kurusu yoğunluk ve hava kurusu rutubet değeri) ve yüzey özellikleri (renk ve parlaklık) belirlenmiştir. Belirlenen bu bilgilerin bu ağaç türüne ait kullanım alanları hakkında önemli bilgiler vereceği düşünülmektedir.

2. Materyal ve metod

2.1. Materyal

Çalışmada, İzmir yöresinde yetişen gülibrişim (*Albizia julibrissin*) ağacına ait odun örnekleri, İzmir ilinde bulunan bir keresteciden satın alınma yöntemi ile temin edilmiştir. Bu çalışma için deney numuneleri hazırlanırken TS 2470 (1976) standardında belirtilen esaslar dikkate alınmıştır. Satın alınan tomruğun çapı 16 cm olduğundan birbirine dik iki çap doğrultusunda iki kısma kesilmiş ve öz kısmı çıkarılarak 40 mm kalınlığında kesilmiştir. Deney numuneleri Lif doğrultusu, uzunluk eksenine paralel başlarında yıllık halkalar iki yüze paralel diğer iki yüze dik olacak şekilde ölçülendirilmiştir. Ölçülendirme işleminde deney numunelerinin; budaksız, düzgün lifli, odun kusuru içermeyen ve çatlaksız, renk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararına uğramamış, diri odun kısımlarından alınmasına özen gösterilmiştir. Deney numuneleri, deneyden önce 20°C ve %65 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar kondisyonlanmıştır. Deney sonrasında, deney numunelerinden rutubet ölçümü için kırılmanın gerçekleştiği yere yakın yerlerden numuneler alınmış ve rutubetler belirlenmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Renk ve parlaklık özelliklerinin belirlenmesi

Deney numunelerinin renk ölçümleri (L*, a* ve b* parametreleri) X Rite Ci62 marka (Regensdor, Switzerland) (dalga boyu çözünürlüğü 10 nm, ölçüm geometrisi D/8°, D65 aydınlatıcı) cihazda (Şekil 1A) (ASTM D 2244-3, 2007) yapılmıştır. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (Commission Internationale de l'Éclairage, CIE) sistemi üç parametre olarak karakterize edilmiştir: L*, a* ve b*. L* eksenini ışıklılık değerini, +a* kırmızıyı, -a* yeşili, +b sarıyı, -b* maviyi ifade etmekte olup, L* 100 (beyaz)'den 0 (siyaha)'a değişir (Zhang vd., 2009, Ayata ve Çavuş 2018). Deney numunelerinin parlaklık ölçümleri ise Meter Poly gloss GL0030 TQC (TQC BV, Neuss, Germany) (Şekil 1B) cihazında 20°, 60° ve 85°'de liflere dik ve paralel yönde ISO 2813 (1994) standardına göre belirlenmiştir.



Şekil 1. Renk ölçüm cihazı (A) ve parlaklık cihazı (B)

2.2.2. Fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

2.2.2.1. Hava kurusu yoğunluğunun belirlenmesi (D_{12})

Deney numunelerinin hava kurusu yoğunluğunun belirlenmesinde, odunda fiziksel ve mekanik deneyler için odunun birim hacim ağırlığının tayini standardında (TS 2472, 1976) belirtilen esaslara uyulmuştur. Buna göre, 20x20x30 mm (radyal x teğet x boy yönde) ölçülerinde 15 adet dikdörtgen prizma şeklinde deney numunesi hazırlanmıştır. Hazırlanan deney numunelerinin 0.01 mm duyarlıklı kumpas ile kalınlık, genişlik ve boyları belirlenmiştir. Ölçüleri belirlenen deney numunelerinin ağırlıkları 0.01 gr duyarlıklı hassas terazide belirlenmiş olup, özgül ağırlığın hesaplanmasında aşağıdaki denklem (1) kullanılmıştır.

$$D_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} (gr/cm^3) \quad (1)$$

Burada;

D_{12} : Hava kurusu yoğunluk (gr/cm^3),

M_{12} : Hava kurusu haldeki ağırlık (gr),

V_{12} : Hava kurusu haldeki hacim (cm^3)

2.2.2.2. Rutubet miktarının belirlenmesi

Deney numunelerinin rutubet miktarının belirlenmesinde, odunda fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini (TS 2471, 1976) standartlarında belirtilen esaslara uyulmuştur. Buna göre, 20x20x30 mm (radyal x teğet x boy yönde) ölçülerinde 15 adet dikdörtgen prizma şeklinde deney numunesi hazırlanmıştır. Hazırlanan deney numunelerinin ağırlıkları, 0,01 kg duyarlılıkta tartabilecek terazi ile tespit edilmiştir. İlk ağırlıkları tespit edilen deney numuneleri 103±2 °C'de değişmez ağırlığa erişinceye kadar kurutulmuştur. 6 saat aralıkla yapılan iki tartı arasındaki fark, deney numunesi ağırlığının %0,5'ine eşit veya daha az olduğunda, değişmez ağırlığa ulaştığı kabul edilmiştir. Deney numuneleri etüvden çıkarılarak desikatörde soğutulduktan sonra rutubet miktarı %0,1'den fazla yükselmeyecek şekilde hemen terazide ağırlıkları tespit edilmiştir. Ağırlıkları tespit edilen deney numunelerinin rutubet miktarının belirlenmesinde aşağıdaki denklem (2) kullanılmıştır.

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100 \quad (2)$$

Burada;

W : Rutubet miktarı

m_1 : Kurutmadan önce deney parçası ağırlığı, gram olarak,

m_2 : Kurutmadan sonra deney parçası ağırlığı, gram olarak

2.2.2.3. Lif doygunluk noktasının (LDN) belirlenmesi

Lif doygunluk noktası (LDN), hücre çeperinin tamamen su ile doygun olması; fakat hücre lümenlerinde suyun hiç bulunmaması durumudur (Bal ve Bektaş, 2018). Deney numunelerinin lif doygunluk noktasının (LDN) belirlenmesinde, aşağıdaki denklem (3) kullanılmıştır.

$$LDN = \frac{\alpha V}{D_o} (\%) \quad (3)$$

Burada;

LDN : Lif doygunluk noktasını (%),

αV : Hacmen genişleme yüzdesini (%),

Do : Tam kuru yoğunluk değerini göstermektedir (g/cm^3).

2.2.2.4. Genişlemenin belirlenmesi

Gülibrişim odununa ait radyal, teğet, boyuna yönlerdeki genişleme TS 4084 (1983)'e göre belirlenmiştir. Ölçümlerin belirlenmesinde 15 adet deney numunesi kullanılmıştır. Radyal, teğet ve boyuna yönlerindeki genişleme için aşağıdaki denklem (4) kullanılmıştır.

$$\alpha R_{max} = \frac{l_{max} - l_{min}}{l_{min}} \times 100 \quad (4)$$

Burada;

l_{min} ; deney parçasının kurutulduktan sonra sırasıyla, radyal ve teğet doğrultularda mm olarak boyutları,

l_{max} ; lif doygunluğunun üzerinde rutubet derecesinde bulunan deney parçasının sırasıyla, radyal ve teğet doğrultularda mm olarak boyutlarıdır. Sonuçlar %0,1 yaklaşımla ifade edilmiştir. Bu denklemle; teğet, radyal ve boyuna yönlerdeki ölçüler kullanılarak, bu yönlerdeki genişleme yüzdeleri tespit edilmiştir.

2.2.3. Mekanik özelliklerinin belirlenmesi

2.2.3.1. Eğilme direncinin belirlenmesi

Deney numunelerinin, eğilme direncinin belirlenmesi için TS 2474 (1976)'e uygun olarak 20x20x300 mm ölçülerinde 15 adet deney numunesi hazırlanmıştır. Deney numunelerinin boyutları 0,01 mm duyarlılıkta ölçülerek belirlenmiştir. Deneyler, KSU Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği bölümündeki test makinesinde yapılmıştır. Deney parçasının yerleştirildiği silindirik mesnetlerin merkezleri arasındaki uzaklık, deney parçasının kalınlığının 13 katı (260 mm) olarak ayarlanmıştır. Yük, deney parçasının yüzeyine değişmez bir hızla yeknesak olarak yüklenmiş ve deney hızı, deney parçaları yüklenmeye başladıktan 1,5 ± 0,5 min. sonra kırılacak şekilde ayarlanmıştır. Kırılma anın-

daki kuvvet (P_{max}) okunup, eğilme direnci (σ_E) aşağıdaki denklemle (5) göre hesaplanmıştır.

$$\sigma_E = \frac{3 \cdot P_{max} \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2} (N/mm^2) \quad (5)$$

Burada,

P_{max} : Kırılma anında uygulanan maksimum yük (N)

L : Silindirik mesnetlerin merkezleri arasındaki uzaklık (mm)

B : Deney parçasının eni (mm)

H : Deney parçasının kalınlığı (mm)

Statik eğilme dayanımının tayini için kullanılan deney numunelerinin şekil ve boyutları ile kullanılan test makinesinin görüntüsü Şekil 2'de gösterilmiştir.

2.2.3.2. Elastikiyet modülünün belirlenmesi

Oduna uygulanan düşük gerilmelerde meydana gelen şekil değişiminin, yük kaldırıldıktan sonra tamamen ortadan kalkması ile şeklin geri kazanılması özelliğini ortaya koyabilmek için eğilmede elastikiyet modülü belirlenmiştir. Eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesinde, eğilme direncinin belirlenmesinde kullanılan deney numuneleri kullanılmıştır. Elastiklik modülü (E), elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı (ΔF) için örnekteki eğilme miktarları farkı (Δf) yardımı ile aşağıdaki denklemle (6) yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$E = \frac{\Delta F \cdot L^3}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot \Delta f} (kg/cm^2) \quad (6)$$

Burada,

ΔF : Elastik deformasyon bölgesinde yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit kuvvet (Kg),

L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm),

Δf : Net eğilme alanındaki sehim, yüklemenin alt ve üst limitlerinde ölçülen sehimlere ait sonuçların aritmetik ortalamaları arasındaki fark (cm),

b : Deney parçasının en kesit genişliği (cm),

h : Deney parçasının en kesit kalınlığı (cm)



Şekil 2. Eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, dinamik eğilme direnci ve statik sertlik tayini direncinin belirlenmesinde kullanılan test makinesi ve deney numunelerinin görünümü.

2.2.3.3. Dinamik eğilme (şok) direnci

Ağaç malzeme; alet sapı, ambalaj, döşeme, spor malzemesi ve bunlar gibi bazı kullanım yerlerinde şok şeklinde etkilere de maruz kalabilmektedir. Bu tür yüklemelere karşı koyma derecesini saptayabilmek için dinamik eğilme direnci araştırılmıştır. Dinamik eğilme (şok) direncinin tayini için TS 2477 (1976)'da belirtilen ölçülere 20x20x300 mm uygun deney numuneleri hazırlanmıştır. Deney numunelerinin 0,01 mm duyarlılıkta ölçüleri belirlenmiştir. Deney numunelerinin dayanakları silindirik mesnetlerin merkezleri arasındaki uzaklık, 240 mm olarak ayarlanmıştır. Hazırlanan deney numuneleri, dinamik eğilme (şok) direnci test makinesine yerleştirilerek deneye başlanmış ve iş miktarı (A) belirlenmiştir. Dinamik eğilme direnci (A_w) aşağıdaki denklemle göre (7) hesaplanmıştır.

$$A_w = \frac{1000 Q}{b.h} (kg/cm^2) \quad (7)$$

Burada;

A_w : Dinamik eğilme direnci (kg/cm^2)

Q : Deney parçasının kırılması için gerekli enerji. 0,1 kgf.m (jul)

b ve h = Deney parçasının radyal ve teğet yönlerdeki boyutları (cm^2)

2.2.3.4. Statik sertlik tayini

Deney numunelerinin statik sertlik tayini için TS 2479 (1976)'da belirtilen standartlara göre 50x50x50 mm ölçülerinde deney numuneleri hazırlanmıştır. 3–6 mm/dk. hızla hareket eden yüklem ucu ile deney parçasının yüzeyine; merkez eksenleri üzerinde, yarımküre ucun yarıçapına (5,64 mm) eşit olan derinlikte bir oyuk açacak şekilde test makinesi ayarlanmıştır. Statik sertlik tayini için kullanılan deney numunelerinin şekil ve boyutları Şekil 2'de gösterilmiştir. Her bir deney parçasının statik sertliği H_{wc} , deney yapılırken rutubet miktarında W alanı $1 cm^2$ ye eşit olan bir iz elde edebilmek için gerekli yük miktarı kgf (Newton) olarak aşağıdaki denklem (8) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$H_{wc} = KP \quad (8)$$

Burada;

P : Yükleme ucunun deney parçasının içerisinde belirli derinliğe girmesi sırasındaki yük kgf (Newton) olarak,

K : Yükleme ucunun 5,64 mm derinliğe girmesi halinde 1'e, 2,82 mm derinliğe girmesi halinde ise 4/3'e eşit olan bir katsayıdır.

2.2.4. İstatistiksel analiz

Deney numunelerinin, belirlenen mekanik, fiziksel ve yüzey özelliklerine ait testlerin verileri kullanılarak SPSS 17 istatistik programında tanımlayıcı istatistik değerleri hesaplanmış ve çizelgeler halinde gösterilmiştir. Liflere dik ve paralel parlaklık ölçümleri ile radyal, teğet ve enine yönlere göre statik sertlik faktör etkileri ve karşılıklı etkileşimlerini belirlemek için varyans analizi uygulanmıştır. Duncan testi

ile kritik değerler karşılaştırmalar yapılarak homojenlik grupları belirlenmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Renk ve parlaklık özellikleri

Gülibrişim odununa ait renk parametreleri Çizelge 1'de gösterilmiştir. Belirlenen bu sonuçlara göre, gülibrişim odununa ait ışıklılık (L^*) değeri 73,80, kırmızı renk (a^*) tonu değeri 5,65, sarı renk (b^*) tonu değeri 20,93 olarak belirlenmiştir. Gülibrişim odununa ait parlaklık değerleri için varyans analizi sonucu Çizelge 2'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, lif yönü (A), ölçüm açısı (B) ve etkileşim (AB) anlamlı elde edilmiştir.

Gülibrişim odununa ait 20°'de yapılan liflere dik (\perp) ve paralel ($//$) parlaklık değerleri sırasıyla 0,97 ve 1,11; 60°'de yapılan liflere dik (\perp) ve paralel ($//$) parlaklık değerleri 2,69 ve 3,50 olup 85°'de yapılan liflere dik (\perp) ve paralel ($//$) parlaklık değerleri için 0,76 ve 1,36 olduğu tespit edilmiştir. Bütün parlaklık derecelerinin ve parlaklık ölçümlerinin ortalaması 1,73 olarak elde edilmiştir. Liflere paralel parlaklık değerlerinin, liflere dik parlaklık değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Parlaklık üzerine yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Ordu ve Sofuoğlu, 2016; Ayata ve Çavuş, 2018). Gülibrişim odununa ait parlaklık değerleri Çizelge 3'te gösterilmiştir

Çizelge 1. Gülibrişim odununun renk parametreleri

Renk parametreleri	N	\bar{x}	S	Min.	Max.	COV.
Işıklılık (L^*)	15	73,80	1,12	71,86	75,63	1,52
Kırmızı renk (a^*) tonu	15	5,65	0,38	5,08	6,34	6,82
Sarı renk (b^*) tonu	15	20,93	1,30	19,18	22,78	6,21

N: Ölçüm Sayısı, \bar{x} : Ortalama, S: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, COV: Varyasyon katsayısı

Çizelge 2. Gülibrişim odununun parlaklık değerleri için varyans analizi sonucu

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kare	F değeri	$p \leq 0,05$
Lif yönü (A)	5,929	1	5,929	224,341	0,000*
Ölçüm açısı (B)	83,783	2	41,891	1585,082	0,000*
Etkileşim (AB)	1,785	2	0,892	33,764	0,000*
Hata	2,220	84	0,026		
Toplam	363,770	90			

*Anlamlı

Çizelge 3. Gülibrişim odununun parlaklık değerleri

Parlaklık	N	\bar{x}	S	Min.	Max.	HG.	COV.
Dik (\perp) ölçüm	15	0,97	0,06	0,90	1,10	E	6,10
Paralel ($//$) ölçüm	15	2,69	0,26	2,30	3,00	B	9,77
Dik (\perp) ölçüm	15	0,76	0,09	0,60	0,90	F	11,98
Paralel ($//$) ölçüm	15	1,11	0,05	1,00	1,20	D	4,14
Dik (\perp) ölçüm	15	3,50	0,16	3,10	3,70	A*	4,45
Paralel ($//$) ölçüm	15	1,36	0,23	1,00	2,00	C	16,63

N: Ölçüm Sayısı, \bar{x} : Ortalama, S: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, HG: Homojenlik Grubu COV: Varyasyon katsayısı, *En yüksek değeri ifade etmektedir.

3.2. Fiziksel özellikler

Gülibrişim odununa ait hava kuru su, hava kuru su rutubet değeri, hava kuru su yoğunluk, tam kuru yoğunluk, teğet yönde genişleme, radyal yönde genişleme, boyuna yönde genişleme, hacmen genişleme, lif doygunluğu noktası, iki hafta sonunda aldığı su miktarı, tam yaş ağırlığı, tam kuru ağırlığı değerleri Çizelge 4'te gösterilmektedir. Çizelge 4 incelendiğinde; gülibrişim odununa ait ortalama hava kuru su rutubet değeri %10,20, hava kuru su yoğunluk 570,64 kg/m³, tam kuru yoğunluk 539,74 kg/m³, teğet yönde genişleme %5,27, radyal yönde genişleme %4,32, boyuna yönde genişleme %0,73, hacmen genişleme %10,31, lif doygunluğu noktası %19,15, iki hafta sonunda aldığı su miktarı %109,90, tam yaş ağırlığı 142,53 ve tam kuru ağırlığı 67,99 olduğu görülmektedir.

Literatürde gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odunu ile ilgili oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda İran'da yetişen gülibrişim ağacının yoğunluğu diri odunda 439 kg/m³, öz odunda 394 kg/m³ (Kiaei ve Farsi, 2016) ve 0,47 kg/m³ (Farvardin vd., 2015) olarak belirlenmiştir. Bazı ağaç türleri ile yapılan çalışmalarda; Kayın 0,60 gr/cm³, Ceviz 0,78 gr/cm³, Gökknar 0,49 gr/cm³, Karaçam 0,43 gr/cm³, Kızılcım 0,46 gr/cm³, Kavak 0,37 gr/cm³ olarak tespit edilmiştir (Örs ve Keskin, 2001; Tunçtaner vd., 2004; Bektaş vd., 2005). Deney numunelerinin rutubet içerikleri incelendiğinde, odun yoğunluğu arttıkça rutubet miktarının azaldığı literatürde belirtilmiştir (Bal ve Bektaş, 2018). Deney numunelerinin ortalama lif doygunluk noktası %19,15 olarak tespit edilmiştir. Bu değer ile gülibrişim odunu literatürde belirtilen sınıflandırmaya göre "lif doygunluk noktası çok düşük olan ağaç türleri" grubundadır (Bozkurt ve Göker, 1996). Çizelgede verilen daralma ve genişlemeye ait değerler incelendiğinde, gülibrişim odununun tüm daralma-genişleme değerleri üzerine etkisinin önceki çalışmalar ve literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir (Pliura vd., 2005; Kord vd., 2010). Ek olarak, deney numunelerinin daralma-genişleme değerleri; radyal yönde, teğet yöne göre daha düşük tespit edilmiştir. Bu durum, literatürde yıllık halkalarda yoğunluğu yüksek olan yaz odunu kısmının teğet yönde uzanması, öz ışınlarının radyal yönde uzanması ve hücre çeperlerinde bulunan ligninin, hücre çeperinin radyal yüzeylerinde daha fazla bulunması ile açıklanabilir (Bozkurt ve Erdin, 1990; Simpson ve Tenwolde, 1999; Bal ve Bektaş, 2018).

3.3. Mekanik özellikler

Gülibrişim odununa ait eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve dinamik eğilme (şok) direnci değerlerine ait sonuçlar Çizelge 5'te gösterilmiştir. Eğilme direnci 63,70 N/mm² olarak elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler daha önce yapılan çalışmalarda uyumludur (Kiaei ve Farsi, 2016). Bazı ağaç türlerinde eğilme direnci değerlerine ait sonuçlar Huş (*Betula pendula*) 135,92 N/mm² (Bal vd., 2018a), Kara servi (*Cupressus sempervirens*) 113,27 N/mm² (Bal vd., 2018b), Yabani kiraz (*Cerasus avium* (L.) Monenich) 95,39 N/mm² (Aytin, 2013), Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill) 82,34 N/mm² (Akpınar, 2012), Kavak (*Populus subsp.*) 62,80 N/mm² (Orhan, 2017) tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre, gülibrişim odununun eğilme direnci değerinin huş, kara servi, yabani kiraz ağaç türlerinden düşük olduğu; Avrupa melezi, monter çamı, kavak ve kızılıcık ağaç türlerinden ise yüksek olduğu görülmektedir (Kiaei ve Farsi, 2016).

Gülibrişim odununa ait eğilmede elastikiyet modülü tayini 5029 N/mm² olarak elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler literatür ile uyumludur (Farvardin vd., 2015; Kiaei ve Farsi, 2016). Deney numunelerinden alınan veriler, başka ağaç türleri ile yapılan çalışmalar ile karşılaştırıldığında Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill) 20045,75 N/mm² (Akpınar, 2012), Huş (*Betula pendula*) 16887,00 N/mm² (Bal vd., 2018a), Kara servi (*Cupressus sempervirens*) 13203,00 N/mm² (Bal vd., 2018b), Yabani kiraz (*Cerasus avium* (L.) Monenich) 12793,80 N/mm² (Aytin, 2013), Kavak (*Populus subsp.*) 4214,20 N/mm² (Orhan, 2017) olarak belirlenmiştir. Bu verilere göre, gülibrişim odununa ait eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Gülibrişim odununa ait dinamik eğilme (şok) direnci 0,451 kgm/cm² olarak tespit edilmiştir. Deney sonuçları, bazı ağaç türleri ile yapılan dinamik eğilme direnci değerleri ile karşılaştırıldığında Kara servi (*Cupressus sempervirens*) 0,280 kgm/cm² (Bal vd., 2018b), Kavak (*Populus subsp.*) 0,528 kgm/cm² (Orhan, 2017), Huş (*Betula pendula*) 0,680 kgm/cm² (Bal vd., 2018a) olarak belirlenmiştir. Deney numunelerinden elde edilen veriler önceki araştırmalardan elde edilen veriler ile karşılaştırıldığında; gülibrişim odununun dinamik eğilme direncinin (Şok), bu türlere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Gülibrişim odununun fiziksel özellikleri

Test	N	\bar{x}	S	Min.	Max.	COV.
Hava kuru su rutubet değeri (M) (%)	15	10,20	0,39	9,57	11,02	3,87
Hava kuru su yoğunluk (D ₁₂) (kg/m ³)	15	570,64	17,23	523,18	592,64	3,02
Tam kuru yoğunluk (D ₀) (kg/m ³)	15	539,74	16,76	502,51	558,25	3,10
Teğet yönde genişleme (α _t) (%)	15	5,27	0,61	4,48	7,09	11,49
Radyal yönde genişleme (α _r) (%)	15	4,32	0,40	3,55	4,93	9,17
Boyuna yönde genişleme (α _b) (%)	15	0,73	0,13	0,43	0,90	17,72
Hacmen genişleme (α _v) (%)	15	10,31	0,66	9,58	11,98	6,42
Lif doygunluğu noktası (LDN) (%)	15	19,15	1,71	17,38	23,85	8,92
İki hafta sonunda aldığı su miktarı	15	109,90	7,98	98,31	126,92	7,26

N: Ölçüm Sayısı, \bar{x} : Ortalama, S: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, COV: Varyasyon katsayısı

Gülibrişim odununa ait statik sertlik değerine ait sonuçlar Çizelge 6'da gösterilmiştir. Deney numunelerinden elde edilen değerlere göre; gülibrişim odununa ait statik sertlik değeri ortalama 52,55 N/mm² olup; değerlerin teğet, radyal ve enine yüzeyler için sırasıyla 48,65 N/mm², 46,50 N/mm² ve 62,48 N/mm² arasında değiştiği tespit edilmiştir. Enine kesit statik sertlik değerleri; radyal ve teğet kesite göre daha yüksek tespit edilmiştir. Teğet kesitte elde edilen sertlik değeri ise radyal kesit sertliğine göre daha fazla tespit edilmiştir. Statik sertlik değeri üzerine yapılan diğer çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Ay ve Uncu, 2004; Ayata vd., 2018; Bal vd., 2018b; Emiroğlu, 2018).

Gülibrişim odununa ait statik sertlik değerleri için varyans analizi sonucu Çizelge 7'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre; Gülibrişim odununa ait statik sertlik değerlerinde test yüzey yönü anlamlı olarak elde edilmiştir.

Çeşitli araştırmacılar tarafından bazı ağaç türlerinde statik sertlik değeri üzerine yapılan çalışmalardan elde edilen değerler sırasıyla; Dut (*Morus Sp.*) 81,55 N/mm² (Ayata vd., 2018), Dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) 79,71 N/mm² (Alioğulları, 2010), Huş (*Betula pendula*) 53,97 N/mm² (Bal vd., 2018a), Doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.) 49,91 N/mm² (Ayata vd., 2018), Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) 49,88 N/mm² (Ünsal, 1998), Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) 48,91 N/mm² (Ayata vd., 2018), Sedir (*Cedrus libani*) 36,35 N/mm² (Ayata vd., 2018), Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) 18,95 N/mm² (Ünsal ve Candan, 2008) olarak verilmiştir. Deney numunelerinden elde edilen veriler bulgular kısmında verilen diğer araştırmalardan elde edilen veriler ile karşılaştırıldığında; gülibrişim odunu huş, doğu çınarı, kayın, kızılçam, sedir, sarıçam ve titrek kavak ağaç türlerinden yüksek statik sertlik değeri verirken; dut, dar yapraklı dişbudak ve huş ağaç türlerinden düşük değer verdiği görülmektedir.

Çizelge 5. Gülibrişim odununun eğilme, eğilmede elastikiyet modülü ve dinamik eğilme direnci

Test	N	\bar{x}	S	Min.	Max.	COV
Eğilme direnci (N/mm ²)	15	63,70	11,90	43,20	80,50	18,60
Eğilmede elastikiyet modülü(kgm/cm ²)	15	0,451	0,074	0,293	0,577	16,386
Dinamik eğilme şok direnci (kgm/cm ²)	15	0,451	0,074	0,293	0,577	16,386

N: Ölçüm Sayısı, \bar{x} : Ortalama, S: Standart Sapma, Min: Minimum, Max: Maksimum, COV: Varyasyon katsayısı

Çizelge 6. Gülibrişim odununun statik sertlik değerleri

Test yüzey yönü	N	\bar{x} (N/mm ²)	S	HG.	Min.	Max.	COV
Teğet (T)	15	48,65	5,23	B	36,32	55,31	10,74
Radyal (R)	15	46,50	2,62	B	41,96	52,44	5,63
Enine (E)	15	62,48	3,59	A*	55,75	67,60	5,74

N: Ölçüm Sayısı, \bar{x} : Ortalama, S: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu Min: Minimum, Max: Maksimum, COV: Varyasyon katsayısı, *En yüksek değeri ifade etmektedir.

Çizelge 7. Gülibrişim odununun statik sertlik değerleri için varyans analizi sonucu

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kare	F değeri	p<0,05
Test yüzey yönü	2256,224	2	1128,112	71,916	0,000*
Hata	658,835	42	15,687		
Toplam	127161,653	45			

*Anlamlı

4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, İzmir yöresinde yetişmiş olan gülibrişim ağaç türüne ait odunda bazı mekanik ve fiziksel özellikler ile yüzey özellikleri tespit edilmiştir. Deney numunelerinden elde edilen sonuçlara göre;

1. Kırmızı renk (a^*) tonu değeri 5,65, ışıklılık (L^*) değeri 73,80, sarı renk (b^*) tonu değeri 20,93 ve 60° de yapılan liflere dik (\perp) ve paralel (\parallel) parlaklık değerleri sırasıyla 2,69 ve 3,50 olarak belirlenmiştir. Hava kurusu rutubet değeri %10,20, hava kurusu yoğunluk 570,64 kg/m³, tam kuru yoğunluk 539,74 kg/m³, teğet yönde genişleme %5,27, radyal yönde genişleme %4,32, boyuna yönde genişleme %0,73, hacmen genişleme %10,31, lif doygunluğu noktası %19,15, iki hafta sonunda aldığı su miktarı %109,90, tam yaş ağırlığı 142,53 ve tam kuru ağırlığı 67,99 olarak belirlenmiştir.
2. Eğilme direnci 63,70 N/mm², statik sertlik değeri ortalama olarak 52,55 N/mm², dinamik eğilme (şok) direnci 0,451 kgm/cm², eğilmede elastikiyet modülü tayini 5029 N/mm² olarak elde edilmiştir.

Belirlenen bu bilgilerin bu ağaç türüne ait kullanım alanları hakkında önemli bilgiler verdiği düşünülmektedir. Bu ağaç türünün odununun mobilya, doğrama ve müzik aletleri yapımında yararlanılabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Addlestone, B.J., Mueller, J.P., Luginbuhl, J.M., 1999. The establishment and early growth of three leguminous tree species for use in silvopastoral systems of the southeastern USA. *Agroforestry Systems*. 44(2/3): 253-265.
- Akpınar, E., 2012. Trabzon-maçka yöresinde yetiştirilmiş Avrupa melezi (*Larix decidua* Mill.) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine gövde yüksekliğinin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Alioğulları, S., 2010. Süleymaniye plantasyonlarında uygulanan dikim aralığının dar yapraklı dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) odununun bazı mekanik özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- ASTM D 2244-3, 2007. Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates. ASTM Standards, USA.
- Ay, N., Uncu, A., 2004. Murgul Bakır İşletmesi Bacalarından Çıkan SO₂ Gazının Sarıçam odununun bazı mekanik özellikleri üzerine etkisi. Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 21:119.
- Ayata, Ü., Çavuş, V., 2018. Amerikan ceviz, Amerikan meşesi ve kırmızı Amerikan meşesi odunlarında renk ve parlaklık üzerine ısı işleminin (ThermoWood Metot) etkisi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(4): 546-553.
- Ayata, Ü., Çavuş, V., Bal, B.C., Efe, F.T., 2018. Dut, doğu çınarı, kızılçam ve sedir ağaç türlerinde janka sertlik değerinin belirlenmesi. 2. Uluslararası Bilimsel Çalışmalarda Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, 30 Kasım - 2 Aralık, Samsun, Türkiye, s. 1490-1494.
- Aytin, A., 2013. Yabani kiraz (*Cerasus avium* (L.) Monench) odununun fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerine yüksek sıcaklık uygulamasının etkisi. Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Bal, B.C., Bektaş, İ., 2018. Kayın ve kavak odunlarında bazı fiziksel özelliklerle yoğunluk ilişkisinin belirlenmesi. *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 1(1): 1-10.

- Bal, B.C., Ayata, Ü., Çavuş, V., Şahin, S., Efe, F.T., Dilik, T., 2018a. Huş (*Betula pendula*) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması. IV. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi (UMTEB), 7-9 Aralık, Erzurum, Türkiye, s. 2104-2113.
- Bal, B.C., Ayata, Ü., Çavuş, V., Şahin, S., Efe, F.T., Dilik, T., 2018b. İzmir’de yetişen kara servi (*Cupressus sempervirens*) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi, IV. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi (UMTEB), 7-9 Aralık, Erzurum, Türkiye, s. 2098-2103.
- Bektaş, İ., Alma, H., Fidan S., 2005. Doğu Çınarı (*Platanus Orientalis*)’nın Lambri Yapımına Uygunluğunun araştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı, PROJE NO: 2003/1-5:17.
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N., 1990. Ticarete Kullanılan Ağaçlarda Fiziksel ve Mekanik Özellikler. İ.Ü Orman Fakültesi Dergisi, 40(1): 6-24.
- Bozkurt, Y., Göker Y., 1996. “Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi”, İ.Ü., Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 3944, İstanbul.
- Chamberlain, D.F., 1970. Albizia Durazz. In: Davis PH (ed.) Flora of Turkey and the East Aegean Islands Edinburgh: Edinburgh University Press, pp. 3-10.
- Emiroğlu, F., 2018. Termo-mekanik yoğunlaştırılmış ahşap malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerine su itici maddelerin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Farvardin, F., Roohnia, M., Lashgari, A., 2015. The effect of extractives on acoustical properties of persian silk wood (*Albizia julibrissin*). Maderas. Ciencia y tecnología, 17(4): 749-758.
- ISO 2813, 1994. Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Karaer, H., Kutbay, G., Terzioğlu, S., 2015. Türkiye İstilacı Bitkiler Kataloğu *A. julibrissin* T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Kiaei, M., Farsi, M., 2016. Vertical variation of density, flexural strength and stiffness of Persian silk wood Madera y Bosques, 22(1): 169-175.
- Kord, B., Kialashaki, A., Kord, B., 2010. The within-tree variation in wood density and shrinkage, and their relationship in *Populus euramericana*. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 34: 1-6.
- Mozaffarian, M., 2003. Trees and shrubs of Iran. Farhang Moaser publication. Iran. 382.
- Ordu, M., Sofuoğlu, S.D., 2016. Çeşitli Ağaç Türlerine Ait Doğal Renk ve Parlaklık Değerlerinin Karşılaştırılması. Electronic Journal of Vocational Colleges, 6(4): 41-51.
- Orhan, H., 2017. Kavak odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine azot gazı varlığında yapılan ısıl işlemin etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Örs, Y., Keskin, H., 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi. KOSGEB. Kale Matbaacılık Ofset, Ankara, s. 89-92.
- Pliura, A., Yu, Q., Zhang, S. Y., Mackay, J., 2005. Variation in wood density and shrinkage and their relationship to growth of selected young poplar hybrid crooes. Agricultural and Environmental Database, 51(5): 472.
- Simpson, W., Tenwolde, A., 1999. Physical properties and moisture relations of wood, wood handbook, Wood as Engineering Material. FPL, GTR, 113, Madison, pp: 3-6.
- TS 2470, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TS 2471, 1976. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2472, 1976. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2474, 1976. Odunun statik eğilme dayanımının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2477, 1976. Odunun çarpmada eğilme dayanımının tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 2479, 1976. Odunun statik sertliğinin tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 4084, 1983. Odunda radyal ve teğet doğrultuda şişmenin tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tunçtaner, K., As, N., Özden, Ö., 2004. Bazı Kavak Klonlarının Büyüme Performansları, Odunlarının Bazı Teknolojik Özellikleri ve Kağıt Üretimine Uygunlukları Üzerine Araştırmalar. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 212 ISSN:1300-395X Müdürlük Yayın No:239 Teknik Bülten No: 196:29, Ankara.
- Ünsal, O., Candan, Z., 2008. Moisture content, vertical density profile and janka hardness of thermally compressed pine wood panels as a function of press pressure and temperature. Drying Technology, 26: 1165-1169.
- Ünsal, Ö., 1998. Buharlanmış ve buharlanmamış kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Weber, E., 2003. Invasive plant species of the world: a reference guide to environmental weeds. Cambridge, MA: CABI Publishing, 548.
- Zhang, J., Kamdem, D.P., Temiz, A., 2009. Weathering of copper-amine treated wood, Applied Surface Science, 256(3): 842-846.

Veri madenciliği algoritmalarına dayalı olarak sosyal medya üzerinden mobilya seçimindeki yönelimlerin belirlenmesi: Twitter örneği

Selman Karayılmazlar^a, Timuçin Bardak^{b,*}, Özkan Avcı^c, Kadir Kayahan^b,
Atakan Süha Karayılmazlar^d, Yıldız Çabuk^a, Rifat Kurt^a, Erol İmren^a

Özet: İnternet kullanımındaki artışa paralel olarak dünyanın farklı noktalarındaki insanlar farklı konulardaki duygu ve düşüncelerini sosyal medyalar aracılığıyla kolay bir şekilde aktarabilmektedirler. Bu sosyal medyalar içerisinde önemli bir yere sahip olan Twitter vasıtasıyla küresel ölçekte her gün çeşitli konularda milyonlarca mesaj yazılmakta ve okunmaktadır. Firmaların rekabet gücünü artırmak açısından tüketici davranışlarını anlamak önemli bir konu iken Twitter gibi büyük veri kaynakları, davranışların analiz edilebilme yöntemlerini çok yönlü ele almaktadır. Aynı zamanda gelişmiş ülkeler güç sahibi olmak için veri madenciliği projelerine önemli kaynaklar ayırmaktadır. Çalışmada veri madenciliği algoritmaları kullanılarak mobilya tercihindeki eğilimleri belirlemek için bir sosyal medya ağı olan Twitter’da yapılan ilgili paylaşımlar değerlendirmeye alınmıştır. Bu kapsamda Rapidminer ve doğal dil işleme yazılımları kullanılarak içinde mobilya geçen popüler tweetler Mayıs 2018-Şubat 2019 tarihleri arasında on ay boyunca toplanmış ve doğal dil işleme yazılımları sayesinde tweetlerin duygu durumları (pozitif ve negatif) belirlenmiştir. Daha sonra pozitif ve negatif tweetlerde geçen anahtar kelimelerin morfolojik analizleri gerçekleştirilmiştir. Son olarak veri madenciliğinde kullanılan karar ağacı ve birliktelik algoritmalarından faydalanarak anlamlı bilgiler elde edilmiştir. Karar ağacı algoritmasına göre pozitif veya negatif duyguların oluşumunda *itiraz*, *kampanya*, *keşfetmek* ve *fikir* gibi kelimelerin baskın olduğu belirlenmiştir. Birliktelik algoritması sonucunda ise en pozitif duyguları uyandıran kelimelerin *sipariş ile yapılmış*, *fırsat* ve *ağaç* gibi ifadeler olduğu tespit edilmiştir. Aynı algoritmada en negatif duyguları uyandıran kelimeler ise *kasvet*, *keyifsiz*, *rahatsız* ve *kumaş* olarak sıralanmıştır.

Anahtar kelimeler: Mobilya, Sosyal medya, Twitter, Veri, Duygu analizi

Determining the orientation in choosing furniture based on social media based on data mining algorithms: Twitter example

Abstract: In parallel with the increase in internet usage, people from different parts of the world can easily convey their thoughts and feelings on social issues through social media. Millions of messages are written and read every day on various topics on a global scale through Twitter, which has an important place in these social media. While it is important to understand consumer behaviors in order to increase the competitiveness of firms, big data sources such as Twitter have multi-faceted the methods of analyzing behaviors. At the same time, developed countries allocate significant resources to data mining projects in order to have power. The use of Twitter and data mining as an alternative data source to identify trends in furniture choice has been proposed. The popular tweets with furniture using the Rapidminer and natural language processing software were gathered for ten months between May 2018 and February 2019, and natural language processing software enabled us to determine the mood of the tweets (positive and negative). Morphological analysis of the keywords in positive and negative tweets was then performed. Finally, meaningful information was obtained by utilizing the decision tree and association algorithms used in data mining. According to the decision tree algorithm, the most dominant words in the formation of positive or negative emotions were the challenge, campaign, discover and idea. As a result of the syntax of association, the most positive emotions were made with the order of words that awaken the emotions, and the opportunity was found as wood. In the same algorithm, the words that awaken the most negative emotions were listed as gloom, seedy, uncomfortable and fabric.

Keywords: Furniture, Social media, Twitter, Data, Sentiment analysis

1. Giriş

Teknolojideki gelişmelerle birlikte internet, güncel yaşantımızın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiş ve yaygın bir kullanım alanı bulmaya başlamıştır. Sadece

iletişim aracı olmaktan çıkan internet, yaşam şekillerini, çalışma koşullarını, alışveriş alışkanlıklarını, sosyal ilişkileri, eğitim ve sağlık sektörlerini çok farklı bir noktaya getiren ve şekillendiren bir duruma gelmiştir. Eskiden tek taraflı olarak okuduğumuz, dinlediğimiz, izlediğimiz

- ✉ ^a Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orman Fakültesi, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye
^b Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, Meslek Yüksek Okulu, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye
^c Pazarlama ve Reklamcılık Bölümü, Meslek Yüksek Okulu, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye
^d Peyzaj Mimarlığı ABD, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 23.08.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 12.12.2019



Citation (Atıf): Karayılmazlar, S., Bardak, T., Avcı, Ö., Kayahan, K., Karayılmazlar, A.S. Çabuk, Y., Kurt, R., İmren, E., 2019. Veri madenciliği algoritmalarına dayalı olarak sosyal medya üzerinden mobilya seçimindeki yönelimlerin belirlenmesi: Twitter örneği. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 447-457. DOI: [10.18182/tjf.609967](https://doi.org/10.18182/tjf.609967)

iletişim araçları günümüzde internet ve sosyal medya dediğimiz Twitter, Facebook, LinkedIn vb. sosyal ağlar vasıtasıyla iletişimi karşılıklı ve daha yaygın hale getirmiştir. Böyle yaygın bir iletişim ağının olduğu alanda firma ve kurumlar da elbette sosyal medyayı kendi lehlerine kullanabilecek yolları keşfetme arayışı içine girmişlerdir. Bu yollardan biri de veri madenciliğidir. Veri madenciliği ile anlık olarak yüz milyonlarca kullanıcı tarafından üretilen büyük miktarlarda veriler, ayırt edici veya tanımlayıcı yeni bilgilere dönüştürülebilmekte ve tüketicilerin davranış ve eğilimleri belirlenebilmektedir. Bu kapsamda orman ürünleri sanayisi içerisinde önemli bir yere sahip olan mobilya sektöründe de tüketici davranışlarının değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Mobilya üzerine sosyal ağlar üzerinden paylaşılan verilerin incelenmesi ile mobilya kullanıcılarının etkileşimleri anlamlı olarak değerlendirilebilmektedir. Küresel ölçekte her gün çeşitli konularda milyonlarca mesaj yazılan ve okunan sosyal medyalardan biri olan Twitter, söz konusu bu verilerin toplanması için önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Bu çalışma ile tüketicilerin duygu durumları temel alınarak mobilya sektörüne yönelik anlamlı bilgiler elde edilmesi ve böylece firmaların tüketici davranışlarını daha doğru tahmin etmelerine, pazarlama faaliyetlerini etkin olarak düzenlemelerine ve farklı stratejiler geliştirmelerine yardımcı olunması hedeflenmektedir.

2. Sosyal medya ve duygu analizi

21. Yüzyılın en önemli özelliklerinden birisi olarak iletişim teknolojileri internet kullanımındaki artış ile birlikte çok ileri seviyelere gelmiştir. İletişim teknolojileri içerisinde internetin öneminin her geçen gün artarak her kesim tarafından çok yoğun bir şekilde kullanılmasından dolayı bireyler artık görüş, fikir ve duygularını sosyal paylaşım siteleri, forum, blog ve mikroblog benzeri birçok ortam aracılığı ile paylaşmaya başlamıştır.

Yeni medya içerisinde yer alan sosyal medya, söz hakkının kullanıcılar arasında olduğu, bireylerin bilgi, kişisel fikir ve deneyim paylaşımında bulunduğu etkileşimli dijital ortamlardan meydana gelmektedir. İletişimin yeni bir türü olarak öne çıkan sosyal medya dünya tarihinde en hızlı büyüyen iletişim ve paylaşım alanı olmuştur (Avcı ve Sürücü, 2018). Sosyal ilişkilerden sağlığa, alışveriş alışkanlıklarından iş yaşamına, eğitimden eğlenceye, dilden ülke savunmasına kadar hayatın her alanında sosyal medya etkisini göstermektedir (Kılınç vd., 2016).

Ortaya çıkan yeni teknolojiler ve sosyal medya alanları ile günümüzde internet blogları, e-ticaret, etkileşimli web siteleri, dijital gazeteler, Facebook, Twitter, çevrimiçi forumlar gibi elektronik platformları bireyler sadece okumakla kalmayıp aynı zamanda görüşlerini ve duygularını da bırakmaktadır (Gözükara ve Özel, 2016). Örneğin 2006 yılında kurularak kayıtlı kullanıcılarının en çok 140 karakterden oluşan kısa mesajlar yani diğer adıyla tweet (civildama) gönderebilmesine olanak tanıyan ve çok popüler bir sosyal ağ sitesi olan Twitter, diğer sosyal medya alanlarından bağımsız olarak düşünüldüğünde günümüzde bir ülke olsaydı eğer kullanıcı sayısı bakımından dünya üzerindeki 3. büyük ülke konumuna yerleşirdi. Ülkeler bazında bakıldığında ise 193 Birleşmiş Milletler üyesi ülkenin %83'ünde Twitter aktif olarak kullanılmaktadır. Ayrıca tüm internet kullanıcılarının %24'ü Twitter kullanırken, tüm internet kadın kullanıcılarının %21'i

Twitter'ı aktif olarak kullanmaktadır. Twitter kullanıcılarının %37'sinin yaşları 18 ile 29 yaşları arasında ve %25'i ise 30 ile 49 yaşları arasındadır (Aslam, 2019). Bu durum günümüzde insanlık tarihi boyunca hiç görmediğimiz bir veri üretimi ve paylaşımına tanıklık ettiğimizi göstermektedir. Veri kelime anlamı olarak, işlenmemiş gerçek veya bilgi parçacığına verilen isimdir. Veriler; ölçüm, sayım, deney, gözlem veya araştırma yoluyla elde edilmektedir. İnternetin hızla yayılması, sosyal mecraların sayısının artması ve mobil cihazların yaygınlaşması, veri miktarının artmasına neden olmuştur. Veri miktarının her 2 yılda bir iki katından fazla arttığı düşünülürse 2013 yılı istatistiklerine göre 4.4 trilyon gigabayt olan dijital evrenin, 2020 yılında 10 katına ulaşacağı (44 trilyon gigabayt) öngörülmektedir (Özmen, 2016).

Büyük veri, günlük hayatın birçok alanına uygulanabilmekte ve doğru şekilde kullanılabilirse her aşamada paraya ve prestije dönüşebilecek muazzam bir güç durumuna gelmektedir. Büyük verinin analiz edilerek işlenmesi, işletme veya kurumların iş uygulamalarını ve iş yapış şekillerini kökünden değiştirecek, mevcut yapılarını da bilgi tabanlı organik bir şekle dönüştürebilecektir. Yaşanılan bu büyük dönüşüm ile verinin farklı taraflarındaki tüm kullanıcılarına yeni perspektifler kazandırarak büyük bir vizyon sunacaktır (Ünal, 2015). Bu vizyon doğrultusunda farklı kurumların karşılaştığı sorunların çözümünde büyük veri, uygun yararlı olan verileri organize ederek, depolama ve analiz etmek için kullanılan bir teknoloji olarak ifade edilmektedir. Büyük veriler "3V" ile karakterize edilmiştir. Bunlar hacim (volume), çeşitlilik (variety) ve hız (velocity)'dir (Mishra, 2018);

Hacim; Verilerin boyutudur. Bugün çok sayıda veri vardır ve bu veriler yaratıcı tüketicilerle birlikte sağlık, kamu sektörü, perakende vb. gibi farklı alanlardan üretilmektedir. Dolayısıyla veri boyutu petabayt (PB) ve eksabayt'ı (EB) geçiyor ve günümüzde yaklaşık 8 zettabayt (ZB) dijital veri dünyasına ulaşılmıştır. Dolayısıyla doğru depolama, gerçek analizin ilk şartı olmuştur.

Çeşitlilik; Verilerin toplanması esnasındaki yayınlar, bloglar, mikrobloglar, sesli kitaplar, görüntüler vs. olarak çeşitli veriler yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olarak üçe ayrılmaktadır. Örneğin veritabanı gibi tanımlanmış bir biçime sahip olan veriler yapılandırılmış verilerdir. Görüntüler, videolar, yapıları veya formları olmayan ses dosyaları ise yapılandırılmamış verilerdir.

Hız; Veri üretme hızının ölçümüdür. Gerçek zaman verilerinin akışı çok hızlı olduğu için bugünün hızında verilerin anlamını bulmak zorlaşmaktadır.

Ayrıca çok miktarda veriyi denetlemek zor olduğu için veri güvenliğinin hayati rolü ön plana çıkmaya başlamış ve büyük veriye iki farklı özellik daha eklenmiştir. Bunlar doğruluk (veracity) ve değer (value)'dir. Verilerin doğruluk kalitesi, istenilen gerçek bilgiyi içermesi ve aynı zamanda konu içeriklerinin değeri önem taşımaktadır (Mishra, 2018). Çünkü verilerin çoğu yanıltıcı olabilmekte ve aynı zamanda veriler gerektiği anda gerektiği zaman aralığında kullanılmazsa artık hiçbir değeri kalmamaktadır. Dolayısıyla değerini yitiren bir verinin depolanması da artık gereksiz olacaktır.

Her geçen gün daha da artan veri sayısı ve boyutu, bu verilerden manuel olarak anlamlı bilgiler çıkartılmasını çok zahmetli ve pahalı bir iş haline getirmektedir (Kaynar vd., 2017). Artık geleneksel yöntemler yardımıyla veri toplamak

ile dijital çağda veri toplamak arasında büyük farklılıklar olduğu kuşkusuzdur. Eskiden kahvehane ve kiraathaneler, pazaryerleri, camiler, çeşme başları, hamamlar, düğünler, şöenler, berber salonları, toplu çamaşır yıkama alanları, ortak fırınlar gibi ortamlar aslında sosyal mecranın ilkel örneklerini oluşturlardı ve veriler geleneksel iletişim araçları yöntemleri ile toplanmaktaydı (Tuncer, 2013). Ancak günümüzde geleneksel araçlar verilerin depolanması ve analiz edilmesi için yeterli değildir. O yüzden günümüzde sesler, videolar ve resimler gibi farklı kaynaklarla donatılmış büyük veriler, dijitalleşmenin etkisi ile mobil ortamlar ve sosyal ağlar vasıtasıyla elde edilmektedir (Mishra, 2018). Bu kapsamda günümüzde sosyal medya, halkın duygularını temsil etmenin hayati bir platformu olarak ortaya çıkmış ve duygu analizi alanındaki veri madenciliği araştırmalarını üst düzeye çıkarmıştır (Pandey vd., 2017).

Çağımızın yeni endüstriyel vizyonu olan dördüncü sanayi çağında (diğer adıyla Endüstri 4.0 olarak isimlendirilen dördüncü sanayi devriminde) veri toplamak için sosyal medya platformları daha çok kullanılmaktadır. Bireylerin sosyal medya platformlarından paylaştığı verilerin duygu içerip içermediği otomatik olarak saptanmakta ve paylaşılan duyguların pozitif veya negatif olma durumunun belirlenmesi ile duygu analizleri yapılmaktadır. Bu bağlamda birçok çağdaş otomasyon sistemini, veri alışverişlerini ve üretim teknolojilerini içeren kolektif bir bileşen olarak veri madenciliği sayesinde bireylerin duygu durumlarına göre hedef kitleleri tarafından hangi ürünlerinin daha çok beğenildiği, hangi konularda şirketlerin kendilerini geliştirmelerinin gerektiği Endüstri 4.0'ın sosyal medyadaki yaratıcı (üreten-paylaşım) bireyleri sayesinde takip edilebilmektedir.

Bu kapsamda bireyler yaşadıkları duygularına göre, deneyim yaşadıkları veya satın aldıkları ürünler hakkında olumlu ya da olumsuz olarak düşüncelerini ifade ederler. Burada önemli olan amaçlanan iletişim doğrultusunda duyguların doğru izlenerek gittiği yönün otomatik olarak belirlenmesidir. Çünkü bireylerin hangi ürünü neden tercih ettiği, rakip firmaların tüketicilerine yaşattıkları olumlu veya olumsuz duyguların neler olduğu, Pazar analizleri, itibar yönetimi, kriz yönetimi gibi konularda strateji belirlenebilmesi için Endüstri 4.0 çağının yeni medya etkileşiminin takip edilmesi ve verilerin anlamlandırılması şart olmuştur. Hatta duygu analizleri sayesinde tüketiciye sunulacak olan reklam ve satın alma kampanyalarında da dikkatli olunacak ve müşterinin yaşadığı olumsuz duygular esnasında firma hiçbir şekilde tanıtım unsurları uygulamayacaktır. Aksine eğer firma olumsuz duyguların yaşadığı anlarda tüketim olarak daha çok tercih edilen bir firma ise olumsuz duyguların tespit edildiği anlarda otomatik olarak devreye girebilecektir.

Bu durumda gerekli olan şey müşteri verilerinin iyi modellenmesi ile bilinmeyenlerin azaltılması ve müşterilerin genel eğilimlerinin ve duygu değişimlerinin erkenden öğrenilerek, şirketlerin de bu doğrultuda gerekli önlemleri almasının sağlanmasıdır. Sosyal mecralarda paylaşılan ve kurumların iç veri kaynakları sayesinde anlamlandırılan çok sayıda verinin doğal sonucu olarak, eski pazarlama evrelerinde popüler olan segmentasyon kavramı da önemini yitirmeye başlamış ve Pazarlama 4.0'ın kişiselleştirme, müşterilerin duyularına hitap edebilme özelliği, anlamlandırılan veriler sayesinde önem kazanmaya başlamıştır (Özmen, 2016).

Burada önemli olan diğer bir konu da mevcut olan büyük verinin kalitesini ve bunun sonucunda ortaya çıkabilecek problemleri daha derin bir anlayışa sahip olabilmektedir. Aksi halde yapılacak araştırmalar ve anlamlandırmalar, muhtemelen önyargılı veya yanlış sonuçlara neden olabilecektir (Liu vd., 2016). Çünkü konular genellikle tek başına anahtar kelimelerle tanımlanabilirken, duygular çok ince bir şekilde ifade edilebilmektedir (Tang vd., 2009). Ayrıca statik analizler yapılırken çok sayıda kelimenin olduğu normal web sayfası metinlerinden farklı olarak, sosyal medya ortamlarında paylaşılan mesajlar çok kısadır ve dil varyasyonları olarak çeşitli kültürel farklılıklardan ötürü kullanıcılar dil bilgisi kurallarına genel itibariyle uymayan düzensiz kelimeler kullanmaya daha çok eğilimlidir (Huang vd., 2017). Bu durum sosyal medya ortamlarının kendine ait bir jargonunun olmasından ve yazım hatalarıyla sıklıkla karşılaşılıyor olmasından da kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla duygu analizlerinde morfolojik çözümler yapılırken dikkatli olunması gerekmektedir (Nizam ve Akın, 2014).

Tüm bunların analizi için sosyal medya aracılığında daha çok duyguların, haberlerin ve fikirlerin paylaşıldığı bir mikroblog ortamı olan Twitter ön plana çıkmaktadır. Çünkü Twitter daha çok bireylerin duygularının ifade edildiği bir yer olarak diğer sosyal medya platformlarından ayrılmaktadır. Günümüzde yaygın bir iletişim platformu haline gelen Twitter'daki zengin veri miktarı, kamuoyunu ve sosyal duyguyu analiz etmek ve yönetmek için yararlı bir ortam olarak dikkatleri üzerine çekmiştir. Geleneksel metinlerden farklı olarak mikroblogging verileri; ifadeler, görüntü vb. gibi çok yönlü verileri içeren çok modlu bir özelliğe sahiptir. Bu yüzden çoğu mevcut duyarlılık ve konu algılama yaklaşımları, benzersiz mikro verileri değerlendirmektedir. Ayrıca Twitter da yer alan fikir zenginliği ve konu odaklı kaynakların artması, hükümetler, işletmeler ve akademik kurumlarca da büyük ilgi görmüştür. Örneğin devlet daireleri, gerçek zamanlı olarak önemli siyasi veya ekonomik olayların kamuoyu görüşlerini izlemek ve hızlı bir şekilde takipçilerine rehberlik etmek istemektedir. Kurumsal satış karar vericileri ise ürün veya hizmetleri ile ilgilenen hedef kullanıcıları tarafından hassas pazarlama stratejisini etkin bir şekilde yürütmek istemektedir. Bu nedenle, duygu durumlarını otomatik olarak saptama yöntemi ile karakterize edilen mikroblogging verilerindeki hisleri keşfetmek değerli bir konuma gelmiştir (Huang vd., 2017). Özetle Twitter'da duygu analizi: potansiyel pozitif, negatif veya sinersel duyguları tanımlamak için tweet'leri sınıflandırmada ve kontrol etmede çok önemli bir rol oynamaktadır (Xiong vd., 2018).

Duygu analizi, veri madenciliği için zor bir çalışma alanıdır. Piyasa değerinin olması ve pratik sonuçlar alınabilmesi hem akademik çalışmaların hem de endüstrinin bu alana ciddi bir şekilde yönelmesini sağlamıştır. Ancak duygu bildiren kaynakları internet üzerinde bulmak ve onlara ulaşım işlemek hâlâ zorlu bir görev olarak karşımızda durmaktadır. Çünkü her biri büyük miktarda duygu barındıran geniş sayıda farklı kaynaklar mevcuttur ve bu kaynakların birçoğunda, duygu uzun metinler içerisinde gizli bir şekilde yer almaktadır. Bir insan için ilgili kaynakları bulmak, o kaynaklardan ilgili duygu içeren kısımları bulup onları özetlemek ve kullanılabilir bir biçimde organize etmek çok zor ve zahmetli bir iştir. Bundan dolayı, otomatik olarak duyguları keşfetmek, analiz

etmek ve özetlemek için özel doğal dil işleme (DDİ) sistemlerine ihtiyaç vardır. Duygu analizi de bu ihtiyaçtan doğmaktadır (Türkmenoğlu, 2015).

Duygu analizleri, sözlüğe dayalı modeller ve makine öğrenmesine dayalı modeller olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Sözlüğe dayalı modellerde, ilk olarak metinlerde hangi duygu durumlarının aranmak istendiği belirlenmektedir. Daha sonra belirlenen duygu durumlarını ifade eden kelimeler ve o kelimelerin anlamdaşları metin içerisinde aranarak her bir kelime için bir sözlük yardımıyla duygu durumu gösteren bir skor değeri elde edilmektedir. Son adımda ise istatistiksel yöntemler ile metnin hangi duygu durumunu ifade ettiği tahmin edilmektedir. Makine öğrenmesine dayalı yöntemlerde ise, ilk olarak metinler etiketlenmekte ve ardından bu metinler çeşitli madenciliği yöntemleri ile temizlenerek ön işlemeden geçirildikten sonra sınıflandırmaya uygun hale getirilmek üzere vektör uzay modelleri oluşturulmaktadır. Ardından bu vektör uzayları alt setlere bölünerek duygu durumu tahminleri yapılmaktadır (Kaynar vd., 2017).

Sonuç olarak duygu analizlerinin yapılacağı ortam olarak seçilen Twitter, kullanıcıların etkin olarak iletişim kurabildikleri, fikirlerini beyan ettikleri sosyal bir platformdur. Twitter ortamında paylaşılan metin mesajları hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar için önemli bir işleve sahiptir. Twitter verileri, güncel olayların belirlenmesinde, yaygın hastalıkların önceden tahmin edilmesinde ve kriz yönetimi gibi birçok farklı alanda uygulama alanı bulabilmektedir. Duygu analizi, doğal dil işleme gibi alanlarda yöntem ve tekniklerin kullanılması ile bireylerin metin içerisinde belirttiği, duygu, görüş, tutum gibi öznel bilgilerin belirlenmesini amaçlayan güncel bir araştırma alanıdır. Twitter mesajları üzerinde duygu analizleri gerçekleştirilerek, pazarlama kararlarına ilişkin stratejik kararlar alınabilmesi, finansal oranların tahmin edilmesi, müşteri kayıp analizi, sektördeki fırsat ve tehdit faktörlerinin belirlenmesi, rakiplerin etkinliklerinin önceden belirlenmesi, pazarlama karar verme sürecinin etkin bir biçimde ele alınabilmesi gibi birçok farklı pazarlama uygulaması olanaklı hale gelmektedir (Onan, 2017).

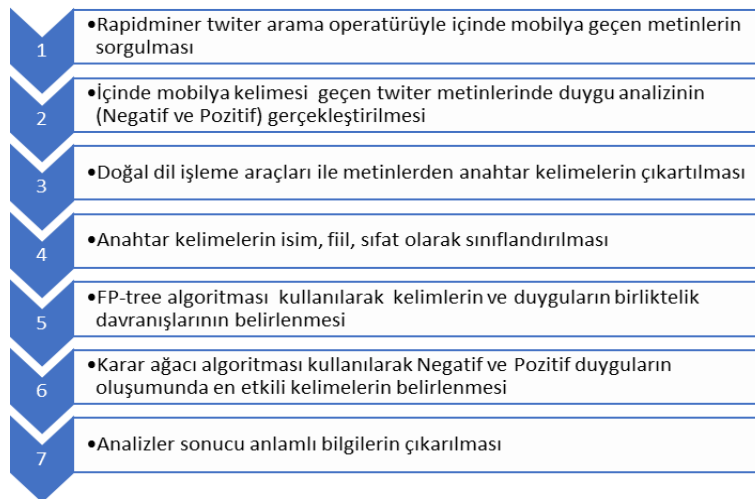
Bu kapsamda şirketler, duygu analizleri sayesinde hedef kitleleri ile çift yönlü iletişim kurarak doğrudan doğruya duygulara hitap eden bir pazarlama anlayışla hareket

edebilmektedir. Böylece tespit edilen duygu dönütleri ve fikirler ile şirketler, ürün ve hizmetlerinin hazırlanışından, tasarımına ve müşteriye ulaşmasında kadar tüm aşamalarda doğru bir şekilde hareket edebilecektir. Dolayısıyla bunların hepsi kurumların ve şirketlerin itibarını da doğrudan etkilemektedir.

Sosyal medya ve veri madenciliği üzerine yapılan bazı bilimsel çalışmalar bu kısımda özetlenmiştir. Ürün ve hizmet üreten şirketlerin promosyonlarını daha büyük kitlelere ulaştırmak için gerçekleştirilen bir bilimsel çalışmada sosyal medya ve veri madenciliği teknikleri kullanılmıştır. Çalışmada Naive Bayes algoritması ile ürün ve hizmetleri takip eden kullanıcılar sınıflandırılmıştır. Aynı zamanda trend kelimeler belirlenmiştir. Çalışma sonucunda sosyal medya madenciliği ile takipçi sayısı %69 oranında artmış olduğu gösterilmiştir (Luke ve Suhajito, 2015). Yapılan bir başka yayında sosyal medya madenciliği ile bisiklet kullanıcılarının duyguları ve motivasyonları anlaşılmasına çalışılmıştır. Bulgular, bisiklet kullanımının hava durumu ve mevsimsel düzen ile ilişkili olduğunu gösterilmiştir. Aynı zamanda bisiklet sürmeye ilişkin genel duyarlılığın olumlu olduğu belirtilmiştir (Das vd., 2019). Halkın aşı konusuna yönelik eğilimlerini belirlemek için sosyal medya madenciliğinden faydalanılmıştır. 10 ay süren bir izleme sonucunda aşlamaya karar verme konusunda kamuoyunu izlemek için sosyal medya veri madenciliğinin düşük maliyetli, gerçek zamanlı ve hızlı bir şekilde kullanılabilmesi gösterilmiştir (D'Andrea vd., 2019).

3. Materyal ve metod

Yapılan çalışmada Rapidminer paket programı kullanılmış ve Twitter API'ı üzerinden bağlantı sağlanarak içinde mobilya geçen popüler tweetler toplanmıştır. Rapidminer; metin incelemesi, makine öğrenimi ve verilerin analizi için ortam sağlayan bir yazılımdır. Rapidminer içindeki doğal dil işleme araçlarından faydalanılarak metinlerin analizi gerçekleştirilmiştir. Son olarak metin analizleri ve veri madenciliği algoritmalarından faydalanarak mobilya seçimindeki yönelimler belirlenmiştir. Şekil 1'de mobilya seçimindeki yönelimleri Twitter datalarına dayalı olarak belirlemek için kullanılan adımlar grafikte gösterilmiştir.



Şekil 1. Mobilya seçimindeki yönelimleri Twitter verilerine bağlı olarak belirlemek için kullanılan adımlar

Rapidminer farklı senaryoların oluşturulabileceği bir veri madenciliği programıdır. İçinde mobilya geçen tweetler, rapidminer programı yardımı ile çekilmiştir. Çalışmada Mayıs 2018-Şubat 2019 tarihleri arasında içinde mobilya kelimesi geçen “14145” adet İngilizce tweet toplanmıştır. Şekil 2’de içinde mobilya geçen popüler tweetlerin çekilmesi gösterilmiştir. Toplanan tweetlerden “29177” anahtar kelime çıkartılmıştır.

Rapidminer içindeki doğal dil işleme eklentileri kullanılarak (Rosette Text Analytics) tweetlerin pozitif veya negatif duygu durumları belirlenmiştir (RTA, 2019). Eklentiler tweeti atan kişinin duygularının pozitif ya da negatif olduğu belirlemede kullanılmaktadır. Şekil 3’te Rapidminer programı ve doğal dil işleme eklentileri ile içinde mobilya geçen tweetlerin toplanması ve duygu durumlarının belirlenmesi gösterilmiştir.

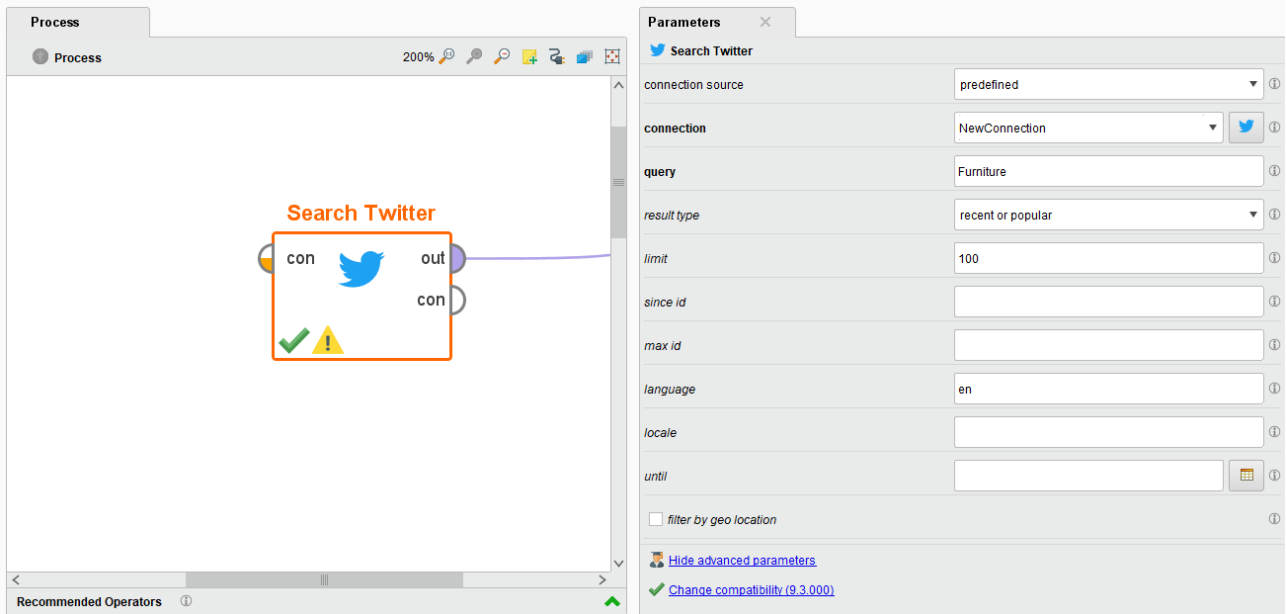
Twitter’da paylaşılan metinler içerisinde kişiler, yerler, ürünler ve kuruluşlar gibi birçok varlıklardan bahsedilmektedir. Buna ek olarak bağlantılar, telefon numaraları, e-posta adresleri, para birimi tutarları, yüzdeler gibi belirli değerler veya önemli sıfatlar, fiiller ve isimler gibi öğeleri de içerebilmektedir. Bu varlıkları ve öğeleri bir metin parçasından çıkarmak için, Rapidminer programında bulunan doğal dil işleme varlık ayıklayıcı operatörü

kullanılmıştır. Bu sayede içinde mobilya geçen tweet metinlerinden anahtar kelimeler çıkartılmıştır. Bu amaç için Aylie Text Analysis (ATA) eklentisi kullanılmıştır (ATA, 2019). Hem önceki adımdaki duygu durumu hem de anahtar kelimeler veri olarak saklanmıştır. Şekil 4’te Rapidminer yazılımı ile anahtar kelimelerin çıkartılması için kullanılan süreç gösterilmiştir.

İçinde mobilya kelimesi geçen bir tweet için rapidminer ile elde edilmiş duygu durumu analizi ve anahtar kelime örneği aşağıda gösterilmiştir;

- This flexible furniture is the ultimate way to save space (Bu esnek mobilyalar yer kazanmak için en mükemmel yoldur) (sentiment (duygu) = positive (pozitif))
- Keywords = flexible, space, ultimate / Anahtar kelimeler = esnek, alan, en mükemmel

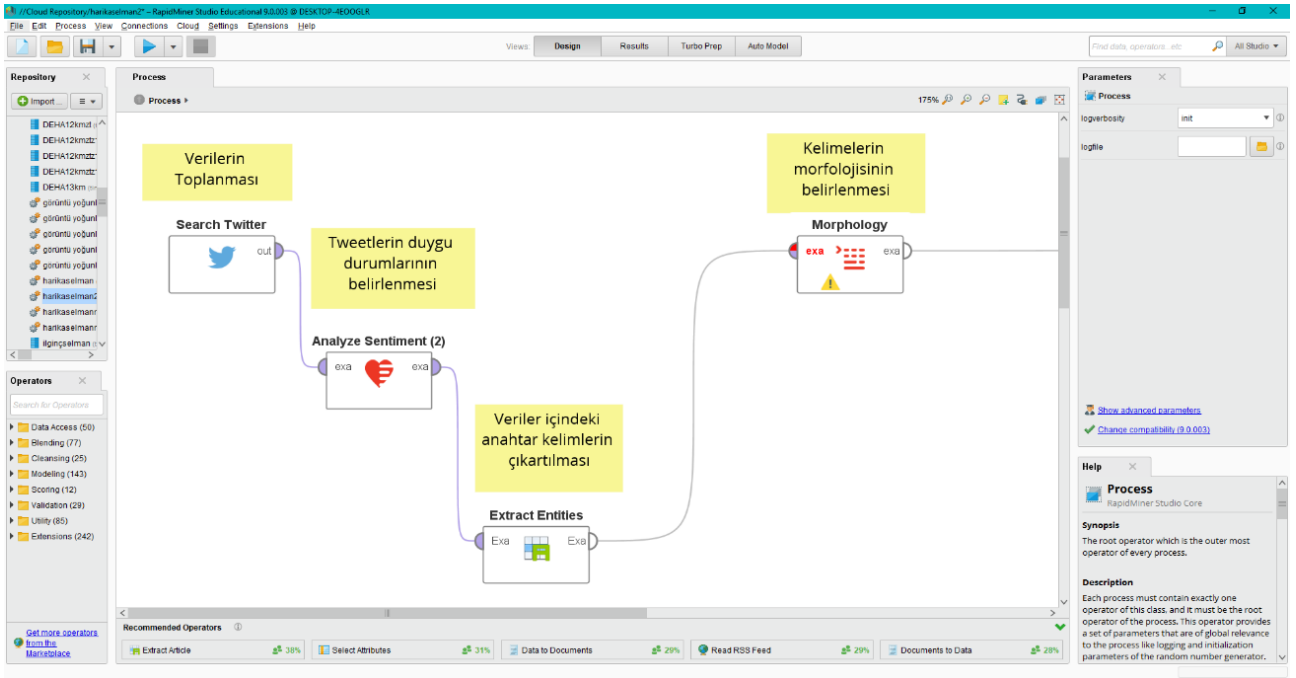
Doğal dil işleme eklentisi ile söz dizimsel işlevlerine uygun olarak bir önceki adımda elde edilen anahtar kelimeler isim, fiil, sıfat ve zarf olarak ayrılmıştır. Veriler toplandıktan sonra veri kümesinde gerekli düzenlemeler ve filtreler yapılmıştır. Şekil 5’te verilerin hazırlanması için oluşturulan süreç gösterilmiştir.



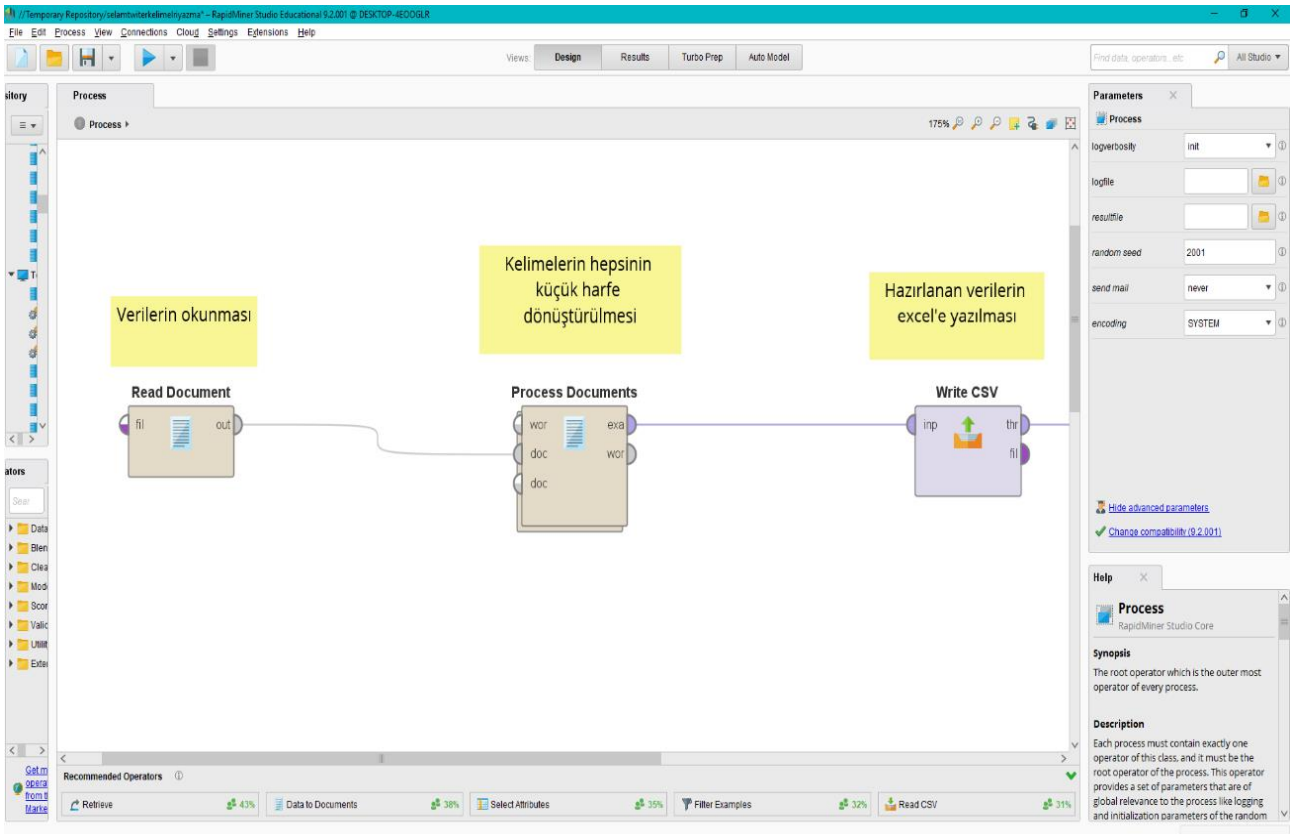
Şekil 2. Rapidminer programı ile içinde mobilya geçen popüler tweetlerin çekilmesi

Row No.	Text	polarity
1	Say hello to Sprinkle! She loves cute furniture and frolicking in the snow. Is she a perfect fit for your campsite?...	positive
2	NO ONE moves furniture quite like @BraunStrowman	negative
3	Federal Customs Officials Seize \$22M Cocaine Shipment Hidden in Furniture - https://t.co/RqFUwzskUc #OA...	neutral
4	If you have ever been curious about image transfers for your painted furniture makeovers or DIY proj https://t.c...	neutral

Şekil 3. Rapidminer programı ve doğal dil işleme eklentileri ile içinde mobilya geçen tweetlerin toplanması ve duygu durumlarının belirlenmesi



Şekil 4. Rapidminer yazılımı ile anahtar kelimelerin çıkartılması



Şekil 5. Verilerin hazırlanması için oluşturulan proses

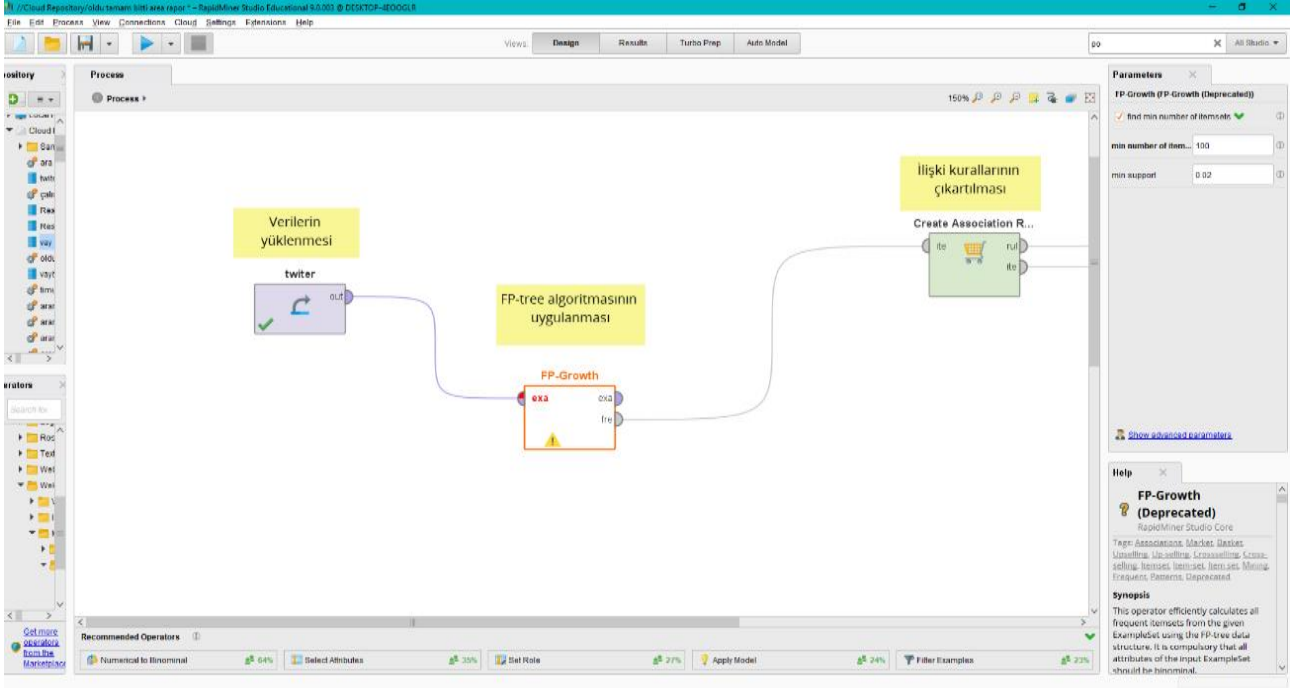
Veri madenciliğinde kullanılan ilk metotlardan birisi birliktelik kurallarıdır. Birliktelik kuralı, geçmiş verilerin analiz edilerek bu veriler içindeki birliktelik davranışlarının tespiti ile geleceğe yönelik çalışmalar yapılmasına yardımcı olmaktadır (Sözen vd., 2017). Duygu durumlarının belirlenmiş kelimelere dönüşümleri uygulanarak veriler hazırlanmıştır. Nominal tipteki veriler binominal (ikili) tipe dönüştürülmüştür. Çalışmada, Twitter verileri ve FP-

Growth algoritması kullanılarak kelimelerin ve duyguların birliktelik davranışları belirlenmiştir. Toplamda 29177 adet veriden faydalanılmıştır. Şekil 6'da Birliktelik kurallarının çıkartılması için hazırlanan proses gösterilmiştir. FP-Growth algoritması büyük veri kümeleri için kullanılan bir birliktelik algoritmasıdır. Veri tabanını algoritma toplamda iki kez taramaktadır. İlk taramada bütün öğelerin destek

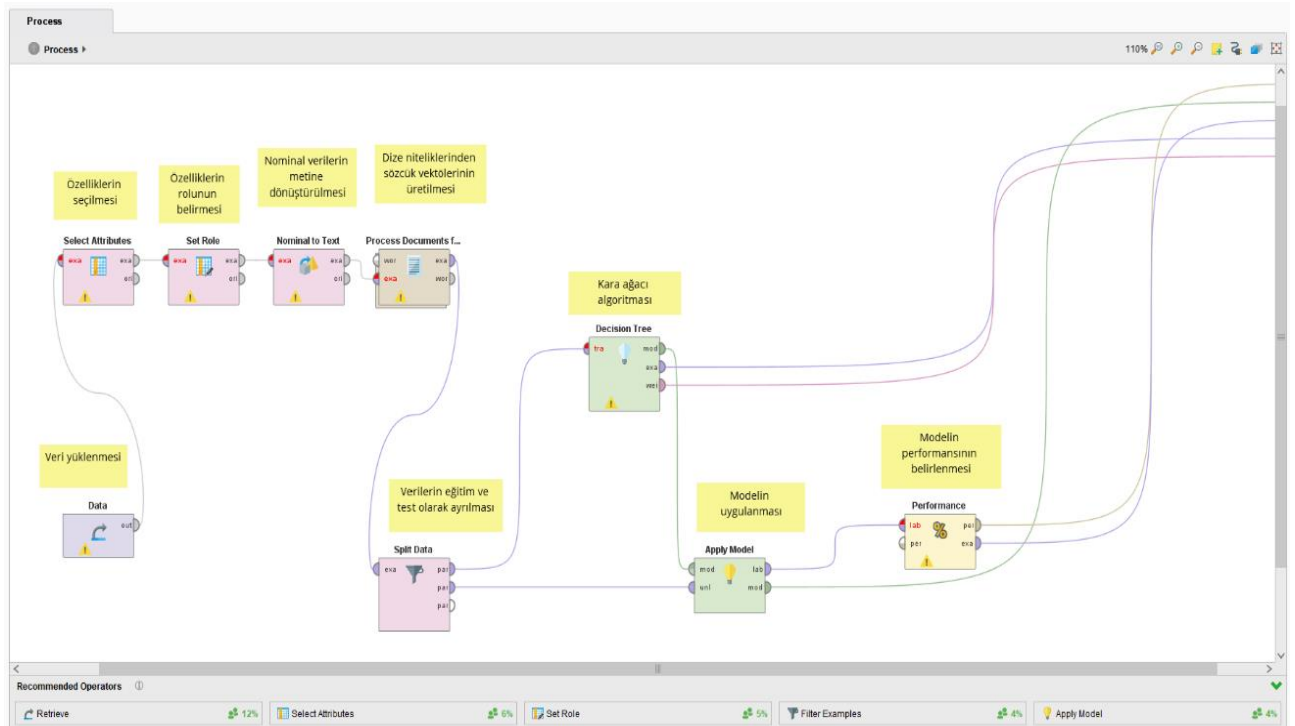
değerini bulunmaktadır. İkinci taramada ise ağaç veri yapısını oluşturulmaktadır.

Karar ağaçları, sınıflandırma için kullanılan parametrik olmayan bir öğrenme yöntemidir. Karar ağaçlarını anlamak ve yorumlamak kolaydır. Bu algoritmalar analizlerde oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Aynı zamanda karar ağaçları aktif olarak araştırılan dinamik bir yöntemdir (Wang vd., 2017). Karar ağaçları veri setindeki en ayırt

edici nitelikleri belirlemektedir. Çalışmada önceki adımlardan elde edilen anahtar kelimeler ve duygu analizlerine dayalı karar ağacı algoritması kullanılarak pozitif ve negatif duyguların oluşumda baskın kelimelerin olup olmadığı belirlenmiştir. Bu sayede mobilya satın alınırken sergilenen müşteri davranışları anlaşılabilir çalışılmıştır. Verilerin analizi için hazırlanan proses Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 6. Birliktelik kurallarının çıkartılması için hazırlanan proses



Şekil 7. Verilerin analizi için hazırlanan proses

Modelde kullanılan verilerin %80 eğitim ve %20 ise test amacı ile kullanılmıştır. Çalışma sonucunda algoritmalar sayesinde mobilya ürününde hangi kelimelerin olumlu ya da olumsuz algılamada baskın olduğu ve hangi kelimelerin daha çok birlikte kullanıldıkları bilgisi elde edilmiştir.

4. Bulgular

Çalışmada duygu durumları, kelime yapıları ve kelimeler ile bir veri kümesi oluşturulmuştur. Daha sonra algoritmalar ile birliktelikler belirlenmiştir. Çalışmada FP-Growth Algoritması sayesinde güvenilirliği yüzde 10 ile 100 arasında değişen 208 adet kural çıkartılmıştır. Pozitif duygular için kuralların grafik halinde gösterimi Şekil 8'de gösterilmiştir.

Şekil 8'de yer alan kurallardan mobilya ile ilgili öne çıkanlar aşağıda gösterilmiştir:

- [kelime = house] --> [duygu = pos, yapı = noun] (confidence: 0.675)
- [kelime = kids] --> [duygu = pos, yapı = noun] (confidence: 0.786)
- [kelime = family] --> [duygu = pos] (confidence: 0.788)
- [kelime = design] --> [duygu = pos] (confidence: 0.818)

- [kelime = wood] --> [duygu = pos, yapı = noun] (confidence: 0.957)
- [kelime = chance] --> [duygu = pos] (confidence: 0.983)
- [duygu = pos, kelime = bespoke] --> [yapı = verb] (confidence: 1.000)

FP-Growth Algoritması kullanılarak elde edilen kurallar incelendiğinde pozitif duygular uyandıran kelimeler güven değerine göre bespoke (sipariş ile yapılmış), chance (fırsat), wood (ahşap), design (dizayn), family (aile), kids (çocuklar), house (ev) olarak sıralanmıştır. Mobilya kelimesi geçen tweetlerde en pozitif duyguları uyandıran kelimelerin "sipariş ile yapılmış ve fırsat" gibi ifadeler olduğu görülmüştür. Çalışma sonuçlarına göre insanlar özel yapım mobilyaları ve fiyatlarda fırsatlar sunan ürünleri daha pozitif bulmaktadır. Aynı zamanda, tüketicilerin mobilyaları ile özdeşleştiklerini ve ailelerin özellikle çocuk mobilyaları ile ilgili konularda daha fazla paylaşım yaptıkları görülmüştür. Bulgular literatür ile uyumludur. Yapılan önceki çalışmalarda insanların mobilya ürününü tercih ederken aile üyelerinden etkilendikleri vurgulanmıştır (Çabuk vd., 2012; Belch vd., 1985).

Son olarak ahşap gibi sıcak malzemelere ve tasarıma insanların önem verdiği ve bunların pozitif duygular hissettirdiği düşünülmektedir. Negatif duygular için kuralların grafik halinde gösterimi ise Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 8. Pozitif duygular için kuralların grafik halinde gösterimi

Şekil 9'da yer alan FP-Growth Algoritması kullanılarak elde edilen kurallar incelendiğinde negatif duygular uyandıran kelimeler ve sistem tarafından atanan yapıları güven değerine göre aşağıda gösterilmiştir:

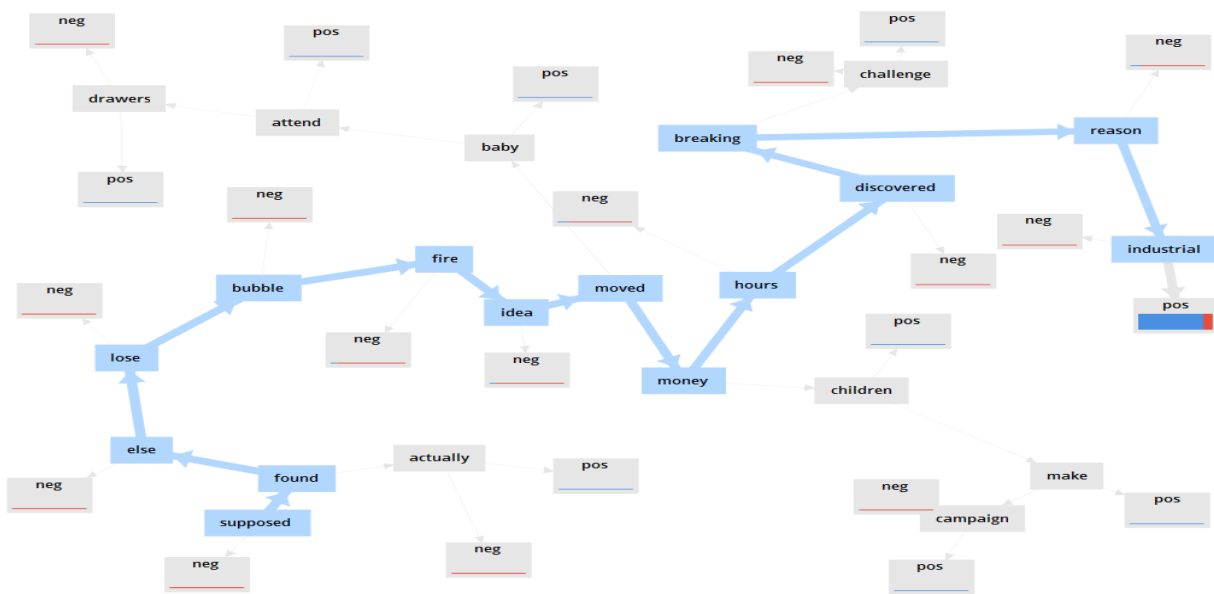
- [kelime = stuff] --> [duygu = neg, yapı = noun] (confidence: 0.876)
- [kelime = sick] --> [duygu = neg, yapı = adj] (confidence: 0.993)
- [kelime = depression] --> [duygu = neg, yapı = verb] (confidence: 1.000)

FP-Growth Algoritması kullanılarak elde edilen kurallar incelendiğinde negatif duygular uyandıran kelimeler güven değerine göre "depression (kasvet), sick (keyifsiz, rahatsız), stuff (kumaş)" olarak sıralanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde mobilya ürünü ve insan psikolojisi arasında bir bağlantı kurulabilmektedir. Örneğin mobilyalarda kullanılan kumaşların uygun olmamasının genel anlamda negatif duyguları uyandırdığı belirlenmiştir.

Karar ağaçları iki aşamadan oluşmaktadır. Bunlardan biri öğrenme aşaması diğeri ise sınıflandırma aşamasıdır. Bu iki aşama sonucunda bir ağaç oluşturulmakta ve veriler görselleştirilmektedir (Healey ve Ramaswamy, 2017). Bu sayede daha kolay anlaşılır bir şekle dönüşmüş olmaktadır (Lan vd., 2018). Şekil 10'da Twitter verilerinin analizi sonucu oluşturulan karar ağacı gösterilmiştir.



Şekil 9. Negatif duygular için kuralların grafik halindeki gösterimi



Şekil 10. Twitter verilerinin analizi sonucu oluşturulan karar ağacı

Karmaşık verilerden anlamlı bilgilerin çıkartılmasında karar ağaçları bize büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Kurulan modelin performansı incelediğinde %87.65 oranında başarı göstermiştir. Bu sonuç birçok çalışmada kabul edilebilir düzeyde ve tatminkârdır (Onan, 2015; Elarabi ve Abdelgalil, 2014; Wadie vd., 2006). Ayrıca model bir duygu (pozitif, negatif) durumunun oluşumunda etkili olan kelimeleri önem derecesine göre sıralayabilmektedir. Çizelge 1’de modeldeki kelimeler ve ağırlıkları gösterilmiştir. Modelde ağırlığı en yüksek olan kelime duygu durumunun oluşmasında en önemli kelimedir.

Sonuçlar incelendiğinde, pozitif ya da negatif duyguların oluşumunda challenge (itiraz), actually (sahi, aslında), campaign (kampanya) gibi kelimelerin daha sık olarak kullanıldığı görülmüştür. Bu durum eldeki verilere göre tüketicilerin yaşadıkları problemleri sosyal medyadan diğer kullanıcılarla paylaştıklarını, vurgulu kelimelere önem verdiklerini ve mobilya pazarlamasında kampanyalara önem verilmesi gerektiğini göstermektedir. Aynı zamanda önem sıralamasında discovered (keşfetmek) ve idea (fikir) kelimelerinin bulunması insanların mobilya seçerken orijinal tasarıma, ağızdan ağıza iletişime ve tavsiyelere önem verdiğini, children (çocuklar) ve baby (bebek) kelimelerinin ağırlıklı olarak bulunması ise ailelerin çocuklarına yönelik mobilya ihtiyaçlarında ve ilgili pazara yönelik kullanıcı görüşlerinde diğer ebeveynlere daha çok geri bildirimde bulduklarını göstermektedir. Bu durum çalışmada önceki algoritmalar ile elde edilen anlamlı bilgilerle de uyumludur. Son olarak money (para), breaking (kıрма) gibi kelimelerin önem listesinde bulunması bize insanların mobilya fiyatlarından, kırılmalarından daha çok şikâyetçi olduklarını göstermektedir. Sonuçlar literatür ile uyumludur. Yapılan bir çalışmada tüketicilerin ürün tercihlerinin kabaca %50’si fiyat, %20’si ürün özelleştirme, %20’si teslimat süresi ve %10’u ürünü müşteri isteği ile değiştirmekten kaynaklandığı belirtilmiştir (Lihra vd., 2012). Karar ağacı algoritmasında öne çıkan kelimeler literatürde belirtilen fiyat ve özgünlük unsurlarını kapsamaktadır.

Çizelge 1. Modeldeki en önemli kelimeler ve ağırlıkları

Öznelik	Ağırlık
Challenge (itiraz)	0.0518
Actually (sahi)	0.0515
Campaign (Kampanya)	0.0508
Drawers (çekmeceler)	0.0504
Make (Yapmak)	0.0488
Attend (hazır bulunmak)	0.0479
Industrial(Sanayi)	0.0453
Reason (neden)	0.0451
Breaking (kıрма)	0.0449
Discovered (keşfetmek)	0.0447
Children (çocuklar)	0.0446
Baby (bebek)	0.0446
Hours (saatler)	0.0444
Money (para)	0.0440
Moved (etkilenmiş)	0.0437
Idea (fikir)	0.0435
Fire (ateş)	0.0432
Bubble (hayal)	0.0430
Lose (kaybetmek)	0.0426
Else (başka)	0.0421
Found (kurmak)	0.0417
Supposed (farzedilmiş)	0.0412

5. Tartışma ve sonuç

Çalışmada mobilya seçimindeki yönelimleri belirlemek için geleneksel veri toplama yöntemlerine alternatif olarak tweet verilerinden faydalanılmıştır. Aynı zamanda bu yöntem ile zaman ve mekân sorunu ortadan kalkmıştır. Veri madenciliği tekniklerinden faydalanarak mobilya endüstrisinde beğenilerin ve memnuniyetsizliklerin oluşmasında etkili olan faktörlere ışık tutulmuştur. Bu kapsamda 14145 adet tweet ve 29177 adet anahtar kelime kullanılmıştır. Elde edilen büyük miktarda veriden anlamlı bilgiler çıkarmak için FP-Growth ve Karar ağacı algoritmalarından faydalanılmıştır. Verilerden elde edilen bilgilere göre mobilya ve aile arasında insanların bir bağlantı kurdukları söylenebilir. Aynı zamanda insan psikolojisi üzerine mobilya ürününün etkili olduğu düşünülmektedir. Veri madenciliği algoritmalarından elde edilen bilgiye göre mobilya ürününde olumlu duyguları tetikleyen en önemli unsurların kampanya, fikirler ve orijinal tasarımlar olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar, literatürde geleneksel yöntemler ile gerçekleştirilen benzer çalışmalar ile uyumludur. Bu durum daha düşük maliyet ve daha az zaman harcayarak sosyal medya madenciliği ile müşterilerin izlenebileceğini göstermektedir. Çalışma, sosyal medya madenciliğinin mobilya ürününde negatif ya da pozitif duyguların oluşum nedenlerinin anlaşılması konusunda bir çerçeve geliştirmekte ve gelecekteki araştırmalar için çeşitli fırsatlar sunmaktadır. Çalışmadan elde edilen bulgular, mobilya üzerine eğilimleri değerlendirmek amacıyla üreticiler için önemli bir kaynak olarak kullanılabilir. Mobilya üreticilerine sosyal medyadaki geri bildirimlerin değerlendirilmesi önerilmektedir. Bu sayede müşterilerin beklentileri daha iyi anlaşılabilir ve doğru müşteriye hızlı bir şekilde ulaşılabilir. Sonuç olarak, bu çalışma Twitter verilerinin müşteri beklentilerini ve şikâyetlerini gerçek zamanlı olarak takip etmek için kullanılabilirliğini göstermiştir.

Açıklama

Bu çalışma Bartın Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje Numarası: 2018-FEN-A-015). Yazarlar, desteklerinden dolayı Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü’ne teşekkür eder.

Kaynaklar

- Aslam, S., 2019 Twitter by the Numbers: Stats, Demographics & Fun Facts. <https://www.omnicoreagency.com/Twitter-statistics/>. Erişim: 15.01.2019.
- ATA, 2019. Aylien Text Analysis, <https://aylien.com/>, Erişim: 05.11.2019.
- Avcı, Ö., Sürücü, Ç., 2018. Üniversite öğrencilerinin sosyal medya etkileşimleri: Bartın üniversitesi örneği. Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergisi, 40: 500-514.
- Belch, G.E., Belch, M.A., Ceresino, G., 1985. Parental and teenage child influences in family decision making. Journal of Business Research, 13(2): 163-176.
- Çabuk, Y., Karayılmazlar, S., Türedi, H., 2012. Mobilya tercihinde tüketici davranışlarının demografik faktörler bakımından incelenmesi (Zonguldak ili örneği). Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 14(21): 1-10.

- D'Andrea, E., Ducange, P., Bechini, A., Renda, A., Marcelloni, F., 2019. Monitoring the public opinion about the vaccination topic from tweets analysis. *Expert Systems with Applications*, 116: 209–226.
- Das, S., Dutta, A., Medina, G., Minjares-Kyle, L., Elgart, Z., 2019. Extracting patterns from Twitter to promote biking. *IATSS Research*, 43(1): 51–59.
- Elarabi, H., Abdelgalil, S.A., 2014. Application of artificial neural network for prediction of Sudan soil profile. *American Journal of Engineering, Technology and Society*, 1(2): 7-10.
- Gözükara, F., Özel, S.A., 2016. Türkçe ve İngilizce yorumların duygu analizinde doküman vektörü hesaplama yöntemleri için bir deneysel inceleme. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(2): 464-482.
- Healey, C., Ramaswamy, S. 2017. Visualizing Twitter Sentiment. https://www.csc2.ncsu.edu/faculty/healey/tweet_viz/, Erişim: 09.11.2017.
- Huang, F., Zhang, S., Zhang, J., Yu, G., 2017. Multimodal learning for topic sentiment analysis in microblogging. *Neurocomputing*, 253: 144-153.
- Kaynar, O., Aydın, Z., Görmez, Y., 2017. Sentiment analizinde öznelik düşürme yöntemlerinin oto kodlayıcı derin öğrenme makinaları ile karşılaştırılması. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(3): 319-326.
- Kılınç, B., Eriş, U., Tarkan, M., 2016. İletişim Bilgisi. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, Türkiye.
- Lan, T., Zhang, Y., Jiang, C., Yang, G, Zhao, Z., 2018. A Automatic identification of Spread F using decision trees. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 179: 389-395.
- Lihra, T., Buehlmann, U., Graf, R., 2012. Customer preferences for customized household furniture. *Journal of Forest Economics*, 18(2): 94–112.
- Liu, J., Li, J., Li, W., Wu, Y., 2016. Rethinking big data: A review on the data quality and usage issues. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 115: 134–142.
- Luke, J., Suharjito, S., 2015. Data mining of automatically promotion Tweet for products and services using Naïve Bayes Algorithm to increase Twitter engagement followers AtPT. Bobobobo. In *Procedia Computer Science*, 59: 254–61.
- Mishra, S., 2018. A review on big data analytics in medical imaging. *International Journal of Computer Engineering and Applications*, 7(1): 31-37.
- Nizam, H., Akın, S.S., 2014. Sosyal medyada makine öğrenmesi ile duygu analizinde dengeli ve dengesiz veri setlerinin performanslarının karşılaştırılması. XIX. Türkiye'de İnternet Konferansı'nda sunuldu, 27-29 Kasım, İzmir, s. 129-136.
- Onan, A., 2015. Şirket iflaslarının tahmin edilmesinde karar ağacı algoritmalarının karşılaştırmalı başarımların analizi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 8(1): 9-19.
- Onan, A., 2017. Twitter mesajları üzerinde makine öğrenmesi yöntemlerine dayalı duygu analizi. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 3(2): 1-14.
- Özmen, U., 2016. İnternet ve Mobil Pazarlamada Veri ve Veri Madenciliği, (Ed., Eriş, U.), Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, Türkiye. s. 104-121.
- Pandey, A.C., Rajpoot, D.S., Saraswat, M., 2017. Twitter sentiment analysis using hybrid cuckoo search method. *Information Processing and Management*, 53: 764-779.
- RTA, 2019. Rosette Text Analytics, <https://www.rosette.com/>, Erişim: 04.11.2019.
- Sözen, E., Bardak, T., Peker, H., Bardak, S., 2017. Apriori algoritması kullanılarak mobilya seçiminde etkili olan faktörlerin analizi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3): 679-684.
- Tang, H., Tan, S., Cheng, X., 2009. A survey on sentiment detection of reviews. *Expert Systems with Applications*, 36: 10760–10773.
- Tuncer, A.S., 2013. Sosyal Medyanın Gelişimi, (Ed. Özata, F., Z.), Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, Türkiye. s. 2-25.
- Türkmenoğlu, C., 2015. Türkçe metinlerde duygu analizi. Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Ünal, F., 2015. Büyük Veri ve Semantik. Abaküs Yayınevi, İstanbul, Türkiye.
- Wadie, B.S., Badawi, A.M., Abdelwahed, M., Elemabay, S.M., 2006. Application of artificial neural network in prediction of bladder outlet obstruction: A model based on objective, noninvasive parameters. *Urology*, 68(6): 1211–1214.
- Wang, Y., Xia, S.T., Wu, J., 2017. A less-greedy two-term Tsallis Entropy Information Metric approach for decision tree classification. *Knowledge-Based Systems*, 120: 34-42.
- Xiong, S., Lv, H., Zhao, W., Ji, D., 2018. Towards Twitter sentiment classification by multi-level sentiment-enriched word embeddings. *Neurocomputing*, 275: 2459-2466.

Doğu ladini ve meşe kabuk taneninin biyotutkal üretiminde kullanılması

Oktay Gönültaş^{a,*}, Mualla Balaban Uçar^b

Özet: Bu çalışmada, biyobazlı tanen tutkalı üretimi yapılmıştır. Biyotutkal sentezinde kullanılan tanenler orman işletmelerinde kesim sonrası ortaya çıkan ladin (*Picea orientalis*) kabuğu ve ahşap levha endüstrisinde üretim sonrası ortaya çıkan atık meşe (*Quercus* spp.) kabuklarından elde edilmiştir. Ekstraksiyon sonrası elde edilen çözeltiler kullanılarak sprey kurutucuda toz tanen üretimi yapılmıştır. Üretilen ladin ve meşe tanenlerinin fenolik bileşimini ortaya koymak için tanen analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonraki aşamada ladin ve meşe taneni kullanılarak biyotutkal sentez denemeleri yapılmıştır. Bu denemelerde sıcaklık, pH, formaldehit tanen molar oranı, viskozite, serbest formaldehit miktarı gibi parametreler optimize edilmiştir. Ardından üretilen tutkalın özellikleri ortaya konmuştur. Son olarak biyotutkalın yapışma performansı lap shear testi ile belirlenmiştir. Biyotutkal üretim denemeleri sonuçlarına göre, formaldehit tanen molar oranının tutkaldaki serbest formaldehit miktarı ve tutkalın raf ömrü üzerinde oldukça etkili olduğu anlaşılmıştır. Sentezlenen biyotutkal formülasyonlarında ladin için en yüksek raf ömrü 72 gün iken meşe için 38 gün olarak gerçekleşmiştir. pH'a bağlı jel zamanı değişimi de incelenmiş, ladin ve meşe sülfid tanenlerinin su taneninden %12 daha yüksek jel zamanına sahip olduğu ortaya konulmuştur. Lap shear testi sonuçlarına göre, ladin tanen tutkalı ticari fenol formaldehit tutkalına benzer yapışma performansına sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Kabuk fenolikleri, Tanen, Biyotutkal, Formaldehit, FTIR

Utilization of bark tannins from oriental spruce and oak in bioadhesive production

Abstract: In this research, bio-based tannin adhesives were developed by using tannins from spruce (*Picea orientalis*) and oak (*Quercus* spp.). The barks were obtained from wood-based panel industry and forest residues. The tannin powders were produced with a spray dryer based on the observations during the extraction process. Chemical analyzes were performed to determine the phenolic content of the spruce and oak tannins. After that bioadhesive synthesis experimentals were carried out using the spruce and oak tannins. In the experimentals, the bioadhesive synthesis parameters such as pH, formaldehyde:tannin molar ratio, viscosity, and free formaldehyde content were optimized. Finally, the adhesion performances of the bioadhesives were determined with the lap shear test. The results obtained in this work clearly showed that the shelf life and free formaldehyde content values of the adhesives were affected by the formaldehyde:tannin molar ratios. As for the maximum shelf life values of the bioadhesives, the spruce tannin adhesive had 72 days shelf life, whereas the oak tannin adhesive had 38 days. The gelation time values related with pH were also examined. The findings demonstrated that the spruce and oak sulfited tannins had 12% higher gelation time values than those of the water tannins. According to the results of the lap shear test, the spruce tannin based bioadhesives had similar adhesion performance as compared with a commercial phenol formaldehyde adhesive.

Keywords: Bark phenolics, Tannin, Bioadhesive, Formaldehyde, FTIR

1. Giriş

Dünya genelinde endüstriyel üretimde kullanılan kimyasal maddelerin önemli bir kısmı petrol ve türevlerinden elde edilmektedir. Petrol ve türevlerinin, işlenmesi ve yanması ile oluşan emisyon probleminin küresel ısınmayı tetikleme yanında insan sağlığı ve çevre üzerinde birçok olumsuz etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Bu sebeplerden dolayı son yıllarda yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyokökenli hammaddelerin endüstriyel uygulamalarda petrol ve türevi kimyasalların yerine kullanımına ilgi artmaktadır (Gönültaş, 2013).

Ahşap kullanan endüstrilerde ve orman işletmelerinde tomruk üretimi sırasında ortaya çıkan kabuk önemli bir

yenilenebilir atıktır. Türe ve yetiştirme koşullarına göre değişmekle birlikte bir ağacın yaklaşık %10-20'si kabuktan oluşmaktadır. (Fengel ve Wegener, 1984). Ülkemizde orman ürünleri endüstrisinde yıllık yaklaşık 2 milyon m³ atık durumunda kabuğun ortaya çıktığı bilinmektedir (Dönmez ve Dönmez, 2013). Atık kabuk endüstriyel işletmelerde genelde yakılarak enerji üretiminde kullanılmasına rağmen önemli bir biyokütle kaynağıdır ve bazı ağaç türü kabuklarından ekstraksiyon ile çeşitli biyobazlı kimyasallar elde etmek mümkündür.

Ahşap endüstrisinde değişik amaçlar için çok çeşitli tutkal tipleri kullanılmaktadır. Bu tip tutkallar formaldehitin üretilmesi, melamin, fenol, rezorsinol ve bunların kombinasyonları ile üretilmektedir. Bu tutkallar ile yapılandırılmış ahşap panellerde formaldehit emisyonunu mümkün olduğunca

✉ ^a Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bursa, Türkiye

^b Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, İstanbul, Türkiye

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): oktay.gonultas@btu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 10.09.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.12.2019



Citation (Atıf): Gönültaş, O., Balaban Uçar, M., 2019. Doğu ladini ve meşe kabuk taneninin biyotutkal üretiminde kullanılması. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 458-465. DOI: [10.18182/tjf.618115](https://doi.org/10.18182/tjf.618115)

düşürmek yada tamamen engellemek ahşap levha endüstrisi için önemli bir konudur (Gönültaş, 2013). Levha üretiminde ve üretilen levhaların kullanım yerinde kanserojen formaldehit salınımının insan sağlığı üzerindeki ciddi olumsuz etkisi bilinmektedir. Tanen bazlı biyotutkallarda formaldehit salınımı oldukça düşük seviyelerdedir. Bu durumun sebebi tanenin formaldehite olan yüksek reaktivitesi ve tanenli biyotutkal formülasyonlarında sentetik emsallerine göre çok düşük miktarlarda formaldehit kullanılmasıdır. (Pizzi ve Mittal, 2003). Bu tip tutkalların yapışma performans özellikleri sentetik muadilleri ile benzerdir. Ancak tanen bazlı biyotutkallara olan ilginin sebebi, yalnızca bu performans özellikleri değil aynı zamanda çevre dostu kimyasal bileşimde olmalarıdır.

Tanenler birçok bitkinin odun, dal, yaprak, kabuk ve meyvelerinde bulunan fenolik yapıdaki doğal biyopolimerlerdir. Tanenler alkoloid, jelatin ve diğer proteinlerle çökelme reaksiyonları verebilirler (Khanbabae ve Ree, 2001). Endüstriyel tanen ekstraktı genellikle poli ve monoflavonoidlerden oluşan bir fenolik karışım ve tanen olmayan materyal olarak adlandırılan basit şekerler ve polimerik karbonhidratlardan oluşur (Gönültaş ve Uçar, 2018).

1970'lerden beri kondanse tanenler ve poliflavonoidlerin biyotutkal üretiminde kullanılabilir olduğu bilinmesine rağmen bu ürüne karşı ilgi son yıllarda oldukça artmıştır. Bu durumun sebebi, biyotutkal alanındaki gelişmeler ışığında sentetik muadilleri ile rekabet edebilecek yeni formülasyonların geliştirilip olmasındadır (Frihart, 2000). Fenolik yapıdaki tanenler de fenolün endüstriyel uygulamalarında formaldehit ile asit, baz ve zayıf bazik ortamda gerçekleşen reaksiyonların benzerini verir. Tanen ile formaldehitin polimerizasyon reaksiyonu flavonoid moleküllerinin reaktif bölgelerinde metilen köprü bağları oluşmasıyla gerçekleşir. (Pizzi ve Mittal, 2003). Tanen formaldehit polimerinde tanen oldukça baskındır, bu durumdan dolayı sadece polimerin sertleşmesi için oldukça az miktarda formaldehit yeterlidir. Tanen tutkallarının bu yüksek reaktivitesi fenol formaldehit tutkalına göre oldukça hızlı jel zamanı ve kısa pres süresine neden olur, biyotutkalın raf ömrü ise kısadır (Pizzi, 1994). Taneni modifiye ederek biyotutkal hazırlamada sülfitleme bilinen en eski ve kullanışlı yöntemlerden biridir. Genellikle sülfitleme ile tanen çözeltisinin viskozitesi düşer ve çözünürlüğü artar (Pizzi, 1983).

Ayla ve Parameswaran (1980) kızılçam (*Pinus brutia*) kabuklarından ekstrakte edilen çam taneninin tanene oranla %5-15 paraformaldehit ve hegzametilentetraamin sertleştiricileri ile tanen tutkalı ve tanen fenol formaldehit tutkalı hazırlamıştır. Bu tutkallar ve kayın kaplamalar kullanılarak üretilen kontrplaklar sıcak su kaynama test (DIN 53254, DIN 68602) değerlerini karşılayan özelliktedir. Şili'de yetişen *Pinus insignis* ve *Pinus radiata* çamlarından elde edilen sülfitlemiş tanen karışımından hızlı sertleşen parmak birleştirme ve glulam tutkalı olarak kullanılmıştır (Leyser, 1990). Radyata çamı kabuk taneni ve pMDI kullanılarak üretilen tutkal ile endüstriyel yonga ve lif levha üretimi yapılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre çam taneni kullanılarak üretilen levhalar mükemmel kalitede, ekonomik ve çok düşük formaldehit emisyonu gibi üstün özelliklere sahiptir (Valenzuela vd., 2012). MDI (4.4'-difenilmetan diizosiyanat) takviyeli sülfitlemiş çam taneni tutkalı üretimi yapan Pizzi vd. (1993) MDI'yi başarı ile su bazlı tanen tutkalında kullanmıştır. Bu tutkal ile üretilen dış

kullanım özelliklerini sağlayan yonga levha üstün rutubet dayanım özellikleri göstermektedir. Yazaki ve Collins (1994) radyata çamı kabuklarından 4 ve 5 basamaklı ekstraksiyonlarla sıcak su ve %3-10 NaOH çözeltisi kullanılarak tanen üretimi gerçekleştirmiştir. Elde edilen çam taneni tutkalı ile yonga levha üretimi yapılmıştır. Elde edilen levhalar Avustralya AS 2098-2271 ve 2754 standartlarındaki minimum değerleri karşılayabilen özellikte iklim ve rutubet şartlarına dayanıklı Tip A yapışma özelliklerine sahiptir. Alkali ekstraksiyon şartlarında NaOH çözeltisi kullanılarak ekstraksiyon şartlarını optimize ederek *Pinus pinaster* kabuklarından tanen üreten Vazquez vd. (1996) elde edilen çam taneni ile fenol:tanen oranı 1:1 olan %38 katı maddeye sahip tutkal üretmiştir. Bu tutkal ile yüksek rutubetteki (%10-16) okaliptüs kaplamaları yapıştırmayı denemiş ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Üretilen dış koşullara dayanıklı kontrplağın formaldehit emisyonu 0 düzeylerine düşürülmüş, ticari PF'e göre düşük tutkal katı madde konsantrasyonunda bile performans değerlerini karşılamıştır. Tanen-fenol-formaldehit tutkalı ile yonga levha üretimi yapan Vazquez vd. (2002) %20'ye kadar tanen kullanılarak üretilen tutkalla dış ortamda kullanılmaya uygun yonga levha üretmiştir. Endüstriyel atık durumundaki Avrupa ladini (*Picea abies*) kabuk taneninden kontrplak tutkalı üretmeyi amaçlayan Liiri vd. (1982) fenolik tutkala %20'ye kadar eklenen ladin ekstraktı ile tutkalın yapışma kalitesinden herhangi bir azalmaya neden olmadığını belirlemiştir. Yine *Picea abies* kabuğunun yonga levha ve lif levha (MDF) üretiminde bağlayıcı olarak kullanılabilirliğini inceleyen bir diğer çalışmada Roffael vd. (2000) su ve üre ekstraksiyonu ile tanen üretmiş bu tanenler formaldehit ile kopolimerize edilerek levha üretiminde kullanılmıştır. %60'a kadar ladin taneni içeren kebraholadin tanen karışımı tutkalı ile üretilen MDF'ler EN 319 ve EN 321 standartlarında istenen rutubet dayanım özelliklerini karşılamaktadır. Pena vd. (2006) tarafından ise kestane taneni kullanılarak novalak tip fenolik tutkal sentezi yapılmıştır. Bu çalışma sonuçlarına göre özellikle kestane taneninin %40'a varan oranlarda kullanılması ile orijinal novalak reçine ile benzer özellikleri gösteren tutkallar üretilmiştir. Lee ve Lan (2006) tarafından Tayvan akasyası (*Acacia confusa*) ve Çin göknarı (*Cunninghamia lanceolata*) kabuk tanenleri ile rezorsinol-tanen-formaldehit kopolimeri sentezlenmiştir. Üretilen bu reçine asidik şartlarda iki aşamada üretilmiş ve soğuk sertleşme özelliğine sahip bir tutkaldır. Orijinal rezorsinol formaldehit tutkalı ile benzer mekanik performans gösteren bu yeni tip tutkal yüksek viskozite ve daha düşük jel zamanına sahiptir.

Bu çalışmanın amacı; orman işletmelerinde kesim sonrası ortaya çıkan ladin kabukları ve ahşap levha endüstrisinde levha üretimi sonrası ortaya çıkan endüstriyel atık durumundaki meşe kabuklarından sıcak su ve sodyum sülfid içeren çözeltiler ile ekstraksiyonun ardından püskürtmeli kurutucu kullanarak elde edilen toz tanenleri kullanarak tanen bazlı biyotutkal üretmek ve bu tutkalın ahşap malzeme tutkalı olarak kullanılabilirliğini ortaya koymaktır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada doğu ladini (*Picea orientalis*) ve saplı meşe (*Quercus robur* L.) ile sapsız meşe (*Quercus petraea* Matt.) kabukları karışımı kullanılmıştır. Doğu ladini kabuğu örnekleri Artvin orman işletmesi üretim kesimleri sonucu ortaya çıkan atık kabuklar, meşe (yaklaşık 1:1 saplı ve sapsız meşe) kabuğu karışımı ise Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin üretim atıklarından temin edilmiş endüstriyel atıktır. Kabuk örnekleri içerisindeki ahşap parçaları ve diğer safsızlıklar (taş ve metal parçaları, yosun, yaprak, plastikler) temizlenerek oda sıcaklığında birkaç hafta bekletilip %10-12 rutubete kadar kurumaları sağlanmıştır. Daha sonra kabuk örnekleri öğütme için uygun boyutlara parçalanmıştır. Ardından Willey değirmeninde öğütülmüştür. Ladin ve meşe kabuk örneklerinde 1:8 kabuk çözücü oranında 70 °C ekstraksiyon sıcaklığında bir saat süre ile sıcak su ve %2.5 sodyum sülfite + %0.50 sodyum karbonat içeren çözeltiler ile ekstraksiyon işlemi yapılmıştır. Ardından tanen çözeltilerinin suyunu BUCHI B-290 Mini Spray Dryer kullanılarak uzaklaştırılarak toz tanen elde edilmiştir. Spray dryer giriş sıcaklığı 165 °C, çıkış sıcaklığı 70 °C ve 0.5 lt/saat çözelti beslemesi şartlarında toz tanen üretimi yapılmıştır.

2.2. Fenolik bileşik analizleri

Toz tanen örneklerinde stiasny sayısı tayini seyreltik tanen ekstraktının HCl ile reaksiyona sokularak çökmesi ile gerçekleştirilmiştir (Yazaki ve Hillis, 1977). Örneklerde metanol su çözünürlüğü Scalbert ve Haslam, (1987)'de belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Kabuk örneklerinde toplam fenol tayini Singleton ve Rossi (1965) tarafından geliştirilen Folin-Ciocalteu metoduna göre belirlenmiştir. Kabuklarda kondanse tanen miktarı Butanol-HCl yöntemi ile belirlenmiştir ve sonuçlar siyanidin ekvivalenti olarak ifade edilmiştir (Govindarajan ve Mathew, 1965). Ellag taneni tayini için asitlendirilmiş sodyum nitrit yöntemi kullanılmıştır (Bate-Smith, 1972). Gallo taneni tayini için ise Inoue ve Hagerman (1988) tarafından geliştirilen rodanine yöntemi uygulanmıştır. Örneklerde tanen olan ve olmayan kısım deri tozu yöntemiyle belirlenmiştir (Roux, 1951; Gordon-Gray, 1957; Galvez vd., 1997). DNS indirgen şeker tayini DNS (3,5-dinitrosalisilik asit) reaktifi kullanarak belirlenmiştir. (Miller, 1959; Hu vd., 2008)

2.3. Biyotutkalın özelliklerinin belirlenmesi

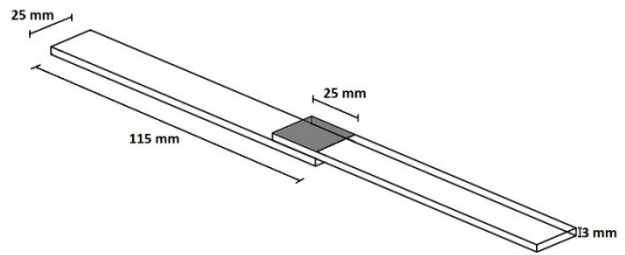
Biyotutkalda serbest formaldehit tayini EN ISO 9397-1997 standardına göre hidroksilaminhidroklorür kullanılarak yapılmıştır. Örneklerde jel zamanı Pizzi ve Stephanou, (1994) tarafından verildiği şekilde belirlenmiştir. Biyotutkalda katı madde tayini BS 5350-B2'e göre yapılmıştır. Üretilen biyotutkalın viskozitesi Brookfield DV-II+ Pro viskozimetre CPE-52 cone spindle kullanılarak 1 ml tutkalda 25 °C'de ölçülmüştür. Biyotutkalın pH tayini için Hanna HI 2211-05 masa üstü tip pH metre kullanılmıştır. Biyotutkalın raf ömrü 20 °C'de 25 ml'lik ağız kapalı erlenlerde bekletilerek belirlenmiştir.

2.4. Biyotutkalın yapışma özelliklerinin belirlenmesi

Ladin ve meşe sülfite taneni kullanılarak hazırlanan biyotutkalının yapışma performansı lap shear testi ile belirlenmiştir. Ticari fenol formaldehit tutkalı ile hazırlanan lap shear örnekleri ile kıyaslanmıştır. Bu amaç için 3 mm kalınlık, 25 mm genişlik ve 115 mm uzunluğundaki kavak kaplamalar kullanılmıştır. Kaplama örnekleri kullanılmadan önce iki hafta süre ile 20 °C sıcaklık ve %65 bağıl nemde bekletilerek klimatize edilmiştir. Lap shear test örnekleri şekil 1'de verilmiştir. Kaplamaların tek yüzlerinde 25 mm x 25 mm alana yaklaşık 0.020 g/cm² tutkal sürülmüş ve tutkal uygulanmamış kaplama ile birleştirilmiştir. Elde edilen iki tabakalı test örneği laboratuvar tipi Carver sıcak pres kullanılarak 140 °C sıcaklıkta, 4.5 mm kalınlıkta metal kalınlık kontrol çubuklarıyla 4 dakika boyunca preslenmiştir. İşlem sonunda örnekler soğutulmuş ve klimatize edilmiştir. Örneklerde çekme mukavemeti değerleri 3 mm/dak çekme hızında universal test makinesinde (Shimadzu AG-IC) belirlenmiştir. Islak çekme testleri öncesinde örnekler 24 saat süre 20 °C'lik suda bekletilmiş işlem sonunda örneklerin yüzeyleri kağıt havluyla kurutulmuş test edilmiştir. Her örnek için 10 adet testin ortalama değerleri verilmiştir.

2.5. FTIR analizleri

Toz tanen örnekleri 50 °C'deki etüvde 12 saat boyunca kurutulmuştur. Ardından tanen örneklerinin yapısındaki fonksiyonel grupları incelemek için FTIR spektrumları Bruker Tensor 37 cihazı ATR modülü kullanılarak alınmıştır. 4000-400 cm⁻¹ dalga boyu aralığında, 4 cm⁻¹ çözünürlükte, 32 ölçüm şeklinde yapılmıştır. Spektrumların değerlendirilmesi Bruker OPUS yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Lap shear test örneği boyutları

3. Bulgular

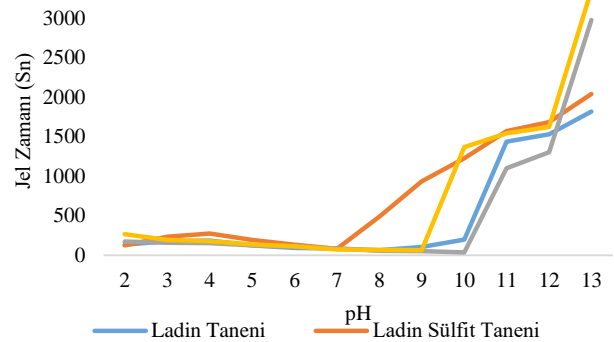
3.1. Fenolik bileşik analiz sonuçları

Örneklerde toplam fenol tayini için sıcak su ve sülfüt ekstraksiyonu ile üretilen tanen örneklerinde folin reaktifi kullanılarak toplam fenol miktarı belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 1’de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde her iki tür için sülfüt tanenlerinin daha yüksek toplam fenol miktarına sahip olduğu görülmektedir. Vazquez vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada kestane dış kabuğu %2.5’lük sülfüt taneninde 52.17 mg/g; okalıptüs (*Eucalyptus globus*) kabuğu sülfüt taneninde ise 14.39 mg/g sonuçları verilmektedir. Çeşitli meşe türleri odununu toplam fenol miktarının incelendiği çalışmada ise *Quercus robur* için 42.6 mg/g; *Quercus petraea* için 53.7 mg/g; *Quercus alba* için 30.7 mg/g değerleri verilmektedir (Cadahia vd., 2001). Ignat vd. (2011) tarafından yapılan ve *Picea abies* kabuk taneninin incelendiği çalışmada sulu ekstraktın 6 mg/g; metanol ekstraktının 23 mg/g; etanol ekstraktının ise 12 mg/g toplam fenol bulunduğu bildirilmiştir. Gönültaş ve Balaban (2012) fıstık çamı kabuk taneninde ise su fazı için 36.22 mg/g; eter fazında 6.87 mg/g sonuçları bildirilmektedir. Su ve sülfüt taneni örneklerinde proantosiyanidin (kondanse tanenler) miktarının belirlenmesinde kullanılan bütanol-HCl yöntemine göre elde edilen sonuçlar incelendiğinde en yüksek proantosiyanidin değeri ladin taneninde (80.32 mg/g) olduğu görülmektedir. Ladin sülfüt taneninde ise 60.03 mg/g değeri belirlenmiştir. Ladin tanen örneklerinde olduğu gibi meşe taneninde de (38.45 mg/g) meşe sülfüt taneni değerinden (29.41 mg/g) daha yüksektir. Bu durumun sebebi, tanen ekstraksiyonunda sülfütlü bileşikler kullanılması sırasında kondanse tanen moleküllerindeki parçalanmaların olduğu düşünülmektedir. Tanen örneklerinde gallo tanen miktarı rodanin yöntemi ile spektroskopik olarak belirlenmiştir. Meşe taneni örneklerinde gallo tanen bakımından ladin örneklerine göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Ayrıca her iki türün kabuk tanenleri sülfüt tanenlerinden daha yüksek gallo tanen içeriği ortaya konulmuştur. Bu durum biyotutkal üretiminde kullanılacak ekstraktta yüksek oranda bulunması istenmeyen gallo tanen miktarının sülfitleme ile düşürüldüğünü göstermektedir. Hidrolize bir tanen olan ellag taneni tayininde sodyum nitrit yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle göre spektroskopik ölçümler için örneklerde mavi renk reaksiyonu gerçekleşmesi gerekmektedir. Ancak incelenen tanen örneklerinde renk reaksiyonu oluşmadığı için spektroskopik ölçüm yapılamamıştır. Bu durum analizde kullanılan örneklerde ellag tanenlerinin bulunmadığını ortaya koymaktadır. Tanen ekstraktlarındaki kondanse olmayan fenolik bileşikler, mono- ve di-flavonoidler ve tanen olmayan fraksiyon deri tozu yöntemine göre belirlenmiştir. Vazquez vd. (2009) kestane kabuk

ekstraktından %2.5 sodyum sülfüt ekstraksiyonu ile elde ettiği tanende deri tozu yöntemini uygulamış ve %47.2 tanen olmayan %52.8 tanen olan kısmı belirlemiştir. Deri tozu metoduna göre sülfüt tanenleri su tanenlerine göre daha yüksek oranda tanen olmayan fraksiyon içerdiği anlaşılmaktadır. Bu durumun sebebi sülfitleme reaksiyonu ile kondanse haldeki tanenlerin kısmen parçalanarak monomerik ve dimerik yapılara dönüşmesidir. Biyotutkal üretiminde kullanılacak tanenin bu monomerik ve dimerik yapıları bulundurması tutkalın raf ömrünün uzun olması için istenilen bir durumdur (Pizzi, 1994). Sıcak su yada sülfüt çözeltileri ile tanen ekstraksiyonu sırasında sadece fenolik maddeler değil özellikle kabuk bileşiminde bulunan selülozun amorf bölgelerinden ve polyozlardan kısmi bir çözünme olmakta ve çözeltiliye geçmektedir. Tanen çözeltilisinde yüksek oranda safsızlık bulunması biyotutkal üretiminde istenmeyen bir durumdur. DNS indirgen şeker tayini sonuçları incelendiğinde her iki tür için sülfüt tanenlerinde daha düşük değerler görülmektedir. Vazquez vd. (2001) *Pinus pinaster* kabuklarından elde edilen tanende indirgen şeker tayini yapmıştır ve bu fraksiyonlar için ortalama 24.12 indirgenme gücü değeri belirlemiştir.

3.2. Biyotutkalda jel zamanı

Şekil 2’de ladin ve meşe sülfüt ve su tanenlerinin pH 2-13 arasındaki pH değerlerinde jel zamanı değişimi verilmektedir. Ladin sülfüt tanenin pH 2’de 125 saniye olan jel zamanı pH 3 ve 4’te hafif yükselerek 273 saniyeye kadar çıkmış ardından pH 7’de 79 saniyeye kadar düşmüştür. Bu sülfüt taneni için elde edilen en düşük değerdir. pH 8’den itibaren artmaya başlayan jel zamanı pH 13’ta 2043 saniye ile maksimum değerine ulaşmıştır. Şekil incelendiğinde her iki tür için su ile elde edilen tanenlerin jel zamanı tüm pH değerlerinde sülfüt taneninden düşük olduğu görülmektedir. Ladin taneni pH 10’a kadar oldukça düşük jel zamanı verirken pH 11’den itibaren artmaya başlamıştır ve pH 13’ta 1821 saniye değeri elde edilmiştir.



Şekil 2. Biyotutkal örneklerinde pH’ya bağlı jel zamanı

Çizelge 1. Fenolik bileşik analiz sonuçları

Örnek	Toplam fenol içeriği (mg g ⁻¹)		Proantosiyanidinler (mg g ⁻¹)	Gallotanen (mg g ⁻¹)	Deri tozu metodu		DNS indirgen şeker (mg g ⁻¹)
	Eter Fazı	Sulu Faz			Tanen	Tanen olmayan	
Ladin taneni	18.81	26.45	80.32	20.51	67.59	32.41	29.16
Ladin sülfüt taneni	17.19	26.02	60.03	16.20	61.25	38.75	28.40
Meşe taneni	12.79	25.52	38.45	26.99	62.36	37.64	38.58
Meşe sülfüt taneni	12.16	12.79	29.41	22.01	53.18	46.82	33.71

Liiri vd. (1982) tarafından yapılan ve Avrupa ladini (*Picea abies*) kabuğu taneni kullanılan çalışmada jel zamanının pH'a bağlı olarak değişim eğrisi bu çalışmada ladin taneni için belirlenen jel zamanı eğrisi ile benzerdir. *Acacia mangium* sülfid taneni ile pH 4-10 arasında jel zamanı belirlenen çalışmada pH 4'te 300 saniye civarında olan jel zamanı pH 6'da 200, pH 8'de 70 ve pH 10'da 25 saniyeye kadar düştüğü belirlenmiştir (Hoong vd., 2009). Ayrıca Pizzi ve Stephanou (1994) tarafından yapılan çalışmada 7 değişik tanenin pH 4-10 arasındaki jel zamanı değişimi incelenmiştir. pH 5'te çam taneni için 80 saniye, mimoza taneni için 300 saniye, kebraho için 500 saniye değerini bulurken, pH 8'de çam taneni 40 saniyeye kadar düşerken mimoza 60 ve kebraho 100 saniye civarına düşmüştür. Meşe sülfid ve su tanenlerinin pH'a bağlı olarak jel zamanının değişimi incelendiğinde sülfid taneni için pH 2'de 268 saniye olan jel zamanı pH 9'a kadar doğrusal bir şekilde azalarak 62 saniyeye kadar düşmüştür. Ardından hızla artan jel zamanı pH 13'te 3355 saniye ile en yüksek değere ulaşmıştır. Bu değer çalışma boyunca elde edilen en yüksek jel zamanı değeridir. Meşe taneni jel zamanı ise genel olarak sülfid taneni değerlerinden düşüktür.

Püskürtmeli kurutucuda elde edilen toz tanen örneklerinde gerçekleştirilen tanen analizleri sonuçları ve farklı pH'larda gerçekleştirilen jelleşme süresi tayin sonuçlarına göre biyotutkal üretiminde ladin ve meşe sülfid tanenlerinin daha uzun jel süresine sahip olduğu ortaya konulmuştur. Bu sonuçlar dikkate alınarak çalışma kapsamında biyotutkal üretiminde ladin ve meşe sülfid tanenleri kullanılarak formülasyon hazırlanmıştır. Ladin ve meşe sülfid tanenleri kullanılarak hazırlanan formülasyonlarda viskozite, serbest formaldehit miktarı, jelleşme süresi, katı madde miktarı ve raf ömrü gibi özellikleri incelenerek sonuçlar Çizelge 2 ve Çizelge 3'te verilmiştir.

Tutkal sentezinden önce biyotutkalın tüm bileşenlerinin miktarları belirlenerek bir reçete hazırlanmaktadır. Ardından bu reçeteye uygun bir şekilde ilk olarak toz tanen reaktöre alınmış üzerine saf su eklenip, homojen bir karışım elde edilene kadar (15 dakika) manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. Ardından karışıma konsantre NaOH eklenerek pH ayarlanmış, son olarak karışıma formaldehit eklenerek karışım su banyosu içinde 60 dakika ilgili reaksiyon sıcaklığında sürekli karıştırılarak bekletilmiştir. Süre sonunda reaktör rota evaporatöre alınarak 5 dakika hafif vakum uygulanmıştır.

Tanen bazlı biyotutkal üretiminde karşılaşılan en önemli problem tanenin formaldehite karşı olan yüksek reaksiyon kabiliyetidir. Tanenin reaktivitesi fenole göre 10-50 kat daha yüksektir (Pizzi, 1994). Bu çalışma kapsamında tanenin yüksek reaktivitesinin neden olduğu kısa jel zamanı ve raf ömrünü geliştirmek için farklı formülasyon denemeleri yapılmış ve kullanılabilirliği en uygun formülasyonlar verilmiştir. Biyotutkal üretiminde birçok parametre son ürünün özelliklerini direkt etkilemektedir. Bunlardan ilki tutkalın katı madde oranıdır. %50'nin üzerindeki tanen konsantrasyonlarında hiçbir sertleştirici olmaksızın çözeltinin viskozitesi kendiliğinden artmaya başladığı Pizzi (1994) tarafından bildirilmektedir. Ayla (1978) tarafından yapılan çalışmada ise %40'ın üzerindeki katı madde oranlarında tanen bazlı tutkalla çalışırken katı madde miktarındaki en ufak değişimin viskozitede büyük oranda değişimlere neden olduğu bildirilmektedir. Bu bilgiler göz önüne alınarak ladin ve sülfid taneni ile katı madde oranının %50'nin üzerinde olan tutkal formülasyonları denenmiş ancak elde edilen karışımın viskozitesinin 1500 cp'in üzerinde olduğu görülmüştür. Ayrıca %40'ın altındaki tutkal katı madde oranları da presleme esnasında fazla su içeriği nedeniyle, üretimde problem çıkardığı ve tercih edilmediği bilinmektedir. Bu sebeplerden dolayı üretilen tutkalların katı madde oranı %45 olacak şekilde formülasyonlar hazırlanmıştır. Bir diğer parametre, formaldehit:tanen oranıdır. Tanenin formaldehite karşı yüksek reaktivitesinden dolayı tanen ile biyotutkal üretiminde 0.05 formaldehit:tanen oranında bile biyotutkalların üretilmesi mümkün olduğu bilinmektedir. Çalışma kapsamında 0.05 ten başlayarak 0.10; 0.17; 0.25; 0.33; 0.50; 0.67 ve 0.84 formaldehit tanen oranına sahip tutkal formülasyonları denenmiştir. Biyotutkalın en önemli özelliklerinden biri de serbest formaldehit içeriğidir. Biyotutkal üretiminde bir diğer önemli parametre de tutkalın pH'ıdır. Ladin ve meşe sülfid tanenleri ile yapılan tutkal formülasyon denemelerinde pH 7'den başlayarak pH 13'e kadar denemeler yapılmış ve her iki tanen türü içinde en uygun tutkal pH'ının 12 olduğu belirlenmiştir. Reaksiyon sıcaklığı ve süresi de bir diğer önemli değişkenlerdir. Bu çalışmada 30, 45 ve 60 dakikalık süreler ve 50 °C, 60 °C, 70 °C 80 °C'lik reaksiyon sıcaklıkları denenmiştir. Son olarak hazırlanan biyotutkalın raf ömrü de belirlenmiştir. Çalışma başında üretilen bazı formülasyonları raf ömürleri sadece birkaç saat civarında iken, çalışmanın sonunda geliştirilen formülasyonlarla raf ömrü 75 güne kadar çıkarılmıştır.

Çizelge 2. Ladin sülfid taneni ile biyotutkal üretim denemeleri ve tutkal özellikleri

Örnek	Formaldehit: tanen oranı	İlk pH	Viskozite (cp)	Serbest formaldehit (%)	Katı madde (%)	Reaksiyon pH	Reaksiyon sıcaklığı (°C)	Raf ömrü (gün)
L1	0.05	6.75	166.7	0.12	45.60	12	70	72
L2	0.10	6.73	166.4	0.19	45.16	12	70	75
L3	0.17	6.71	164.5	0.53	45.19	12	70	59
L4	0.25	6.76	165.9	0.83	45.08	12	70	51
L5	0.33	6.58	169.5	1.97	44.97	12	50	19
L6	0.33	6.59	163.8	1.93	45.61	12	60	12
L7	0.33	6.58	166.3	0.45	45.12	12	70	14
L8	0.33	6.61	162.4	0.48	45.25	12	80	11
L9	0.50	6.45	172.1	0.51	44.91	12	80	15
L10	0.67	6.49	165.8	1.19	45.06	12	80	50
L11	0.84	6.33	168.3	2.89	45.18	12	80	52

Çizelge 2’de ladin sülfite taneni ile üretilen biyotutkalın formaldehit:tanen mol oranı, serbest formaldehit miktarı, raf ömrü ve bu değerlerin birbiri ile ilişkisi verilmektedir.

Sonuçlar incelendiğinde formaldehit:tanen oranının %0.05-0.84 arasında olduğu görülmektedir. En düşük serbest formaldehit oranına (%0.12) sahip tutkal formülasyonunun 0.05 formaldehit:tanen oranı ile L1 formülasyonudur. Şekil incelendiğinde formaldehit:tanen oranının artması ile tutkaldaki serbest formaldehit miktarının da arttığı görülmektedir. 70 °C reaksiyon sıcaklığı ve 0.25 formaldehit:tanen oranına sahip L4 formülasyonu için %0.83 serbest formaldehit değeri belirlenmiştir. Kıyaslama yapılabilmesi için ticari fenol formaldehit tutkalında da serbest formaldehit miktarı test edilmiş ve %0.97 olarak belirlenmiştir. L4 formülasyonu hala ticari fenol formaldehit tutkalından daha düşük serbest formaldehite sahiptir. Ayrıca reaksiyon sıcaklığında serbest formaldehit miktarı üzerinde oldukça etkili olduğu görülmektedir. Tamamı 0.33 formaldehit:tanen oranına sahip L5, L6, L7 ve L8 formülasyonları 50-80 °C aralığında reaksiyon sıcaklıklarına sahiptir. Bu örnekler için verilen serbest formaldehit değerleri incelendiğinde L8 formülasyonu için %0.48 ile en düşük değer görülmektedir. Tutkal formülasyonlarının raf ömürleri incelendiğinde en uzun raf ömrü L1 formülasyonunun olurken en kısa raf ömrü ise L8 formülasyonunda belirlenmiştir. Biyotutkal formülasyonlarında formaldehit:tanen oranının artışı ile tutkalın raf ömrü hızla azalmaktadır. Ancak 0.67 oranından itibaren raf ömrü tekrar artmaktadır. Bu durumun sebebinin tutkalın içerisinde çok fazla formaldehit bulunması ile tanen moleküllerinin çapraz bağlanma yapmasına engel olması olduğu düşünülmektedir. Ayrıca L5, L6, L7 ve L8 örnekleri incelendiğinde artan reaksiyon sıcaklığının biyotutkalın raf ömrü üzerinde olumsuz etkisi olduğu net bir şekilde görülmektedir. Pena vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada oksalik asit katalizöründe rezol tip fenolik tutkal üretilmiş ve bu tutkala mimoza ve kestane tanenleri eklenerek tutkal modifiye edilmiştir. Söz konusu çalışmada 0.40; 0.60 ve 0.85 formaldehit:fenol mol oranlarında tutkallar sentezlenmiştir. Tanen içermeyen bu tutkallarda yapılan serbest formaldehit testinde sırasıyla %0.95; %2.0 ve %3.7 değerleri belirlenmiştir.

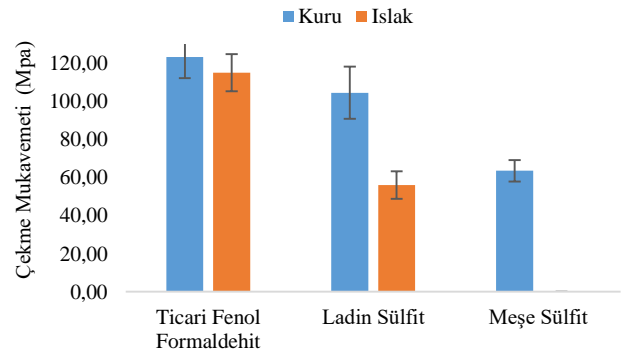
Meşe sülfite taneni kullanılarak üretilen biyotutkalın serbest formaldehit miktarı, raf ömrü ve bu değerlerin formaldehit:tanen oranına göre değişimi Çizelge 3’te verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde en düşük serbest formaldehit miktarı (%0.44) M1 formülasyonunda elde edilmiştir. Serbest formaldehit miktarı formaldehit:tanen oranı artışıyla artmakta, reaksiyon sıcaklığı artışıyla ise

azalmaktadır. Aynı formaldehit:tanen oranına sahip M5, M6, M7 ve M8 örnekleri incelendiğinde sıcaklık artışı ile serbest formaldehit miktarındaki bu düşüş net olarak görülmektedir. Raf ömrü ladin taneni tutkalında olduğu gibi formaldehit:tanen oranının artmasıyla azalmaktadır. 50 °C reaksiyon sıcaklığına sahip M5 formülasyonunda reaksiyon sıcaklığı raf ömrü üzerinde oldukça etkilidir. Meşe taneni tutkalı için en yüksek ikinci raf ömrü bu formülasyonda belirlenmiştir. M9, M10 ve M11 numaralı formülasyonlarda görüldüğü üzere formaldehit:tanen oranı 1’e yaklaştıkça biyotutkal formülasyonunda çok fazla formaldehit bulunmasından dolayı raf ömrü tekrar artmaya başlamaktadır.

3.3. Biyotutkalın yapışma özellikleri

Ladin ve meşe sülfite taneni ile üretilen biyotutkal ve ticari fenol formaldehit tutkalının Lap Shear testleri çekme mukavemeti değerleri Şekil 3’de verilmiştir.

Ticari fenol formaldehit tutkalı kullanılarak yapıştırılan kuru örnekler en yüksek çekme mukavemeti değerlerine sahipken 24 saat suda bekletilmiş fenol formaldehit örneklerinde kuru test örneklerine göre %9 mukavemet değeri kaybı görülmüştür. Ladin taneni ile üretilen biyotutkal ile yapıştırılan kuru örneklerde ticari fenol formaldehit tutkalına göre çekme mukavemeti değerinde %15; meşe taneni tutkalında ise %21 düşük değerler elde edilmiştir. Ladin tutkalı ile yapıştırılmış 24 saat suda bekletilmiş örnekler, ticari fenol formaldehit ile yapıştırılmış ıslak örneklere göre %33 daha düşük çekme direnci belirlenmiştir. Meşe sülfite taneni tutkalı ile yapıştırılmış örneklerde 24 saat suda bekletmenin ardından tutkal tamamen yapışma özelliğini kaybetmiştir.



Şekil 3. Lap shear çekme mukavemeti değerleri

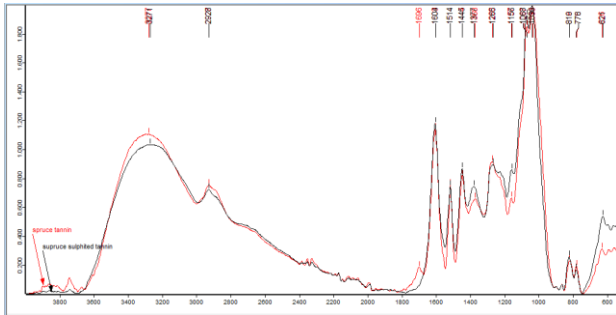
Çizelge 3. Meşe taneni ile biyotutkal üretim denemeleri ve tutkal özellikleri

Örnek	Formaldehit: tanen oranı	İlk pH	Viskozite (cp)	Serbest formaldehit (%)	Katı madde (%)	Pişirme pH	Pişirme sıcaklığı (°C)	Raf ömrü (gün)
M1	0.05	6.65	190.2	0.44	45.30	12	60	38
M2	0.10	6.58	193.5	0.49	44.84	12	60	32
M3	0.17	6.63	182.1	0.68	45.11	12	60	29
M4	0.25	6.52	175.4	0.91	45.43	12	60	27
M5	0.33	6.46	165.4	2.97	44.98	12	50	43
M6	0.33	6.41	186.9	1.01	45.43	12	60	23
M7	0.33	6.41	180.8	0.95	45.51	12	70	28
M8	0.33	6.38	258	0.74	44.91	12	80	24
M9	0.50	6.39	148.8	1.24	45.13	12	60	34
M10	0.67	6.25	165.4	2.12	45.27	12	60	41
M11	0.84	6.21	169.1	3.08	45.04	12	60	52

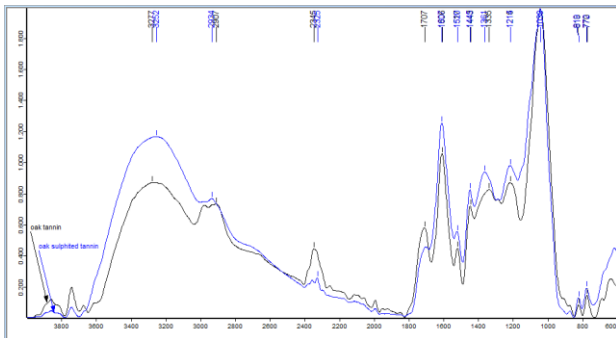
3.4. FTIR analizleri

Ladin ve meşe tanen örneklerine ait FTIR-ATR spektrumları Şekil 4 ve Şekil 5’de verilmiştir.

Spektrumlar incelendiğinde, ladin ve meşe tanen örnekleri FTIR spektrumlarında 3380 cm^{-1} ’de görülen pik benzen çekirdeğine bağlı –OH gruplarının ve tanedeki metilol gruplarının karakteristik pikidir (Ping vd., 2012, Ooa vd., 2009; Özacar vd., 2006; Chupin vd., 2013; Yurtsever ve Şengil, 2012; Giurginca vd., 2007; Kim, 2003). Her iki tür tanen örneğinde de görülen 2930 cm^{-1} piki, aromatik metoksi gruplarının ve yan zincir metilol gruplarının –CH gerilim titreşimi olduğu tahmin edilmektedir (Ping vd., 2012; Kim ve Joongkim, 2003; Özacar vd., 2006; Chupin vd., 2013, Yurtsever ve Şengil, 2012). Sadece meşe tanen FTIR spektrumunda görülen 1726, 1613 ve 1222 cm^{-1} pikleri meşe taneni için karakteristik pikler olduğu Giurginca vd., (2007) tarafından bildirilmektedir. 1613-1450 cm^{-1} ’de görülen pikler yapıda aromatik halkanın varlığını göstermektedir (Chupin vd., 2013; Ping vd., 2012; Ooa vd., 2009; Puica vd., 2006; Kim ve Joongkim, 2003, Laghi vd., 2010; Özacar vd., 2006). Ladin tanen örneklerinde 1285-1279 cm^{-1} arasında görülen piklerin flavonoid bazlı tanenler için karakteristik pikler olduğu bildirilmektedir (Edelmann ve Lendl, 2002). Meşe taneni spektrumunda özellikle 1600-900 cm^{-1} bölgesinde ladin taneni örneklerine göre bariz fark görülmektedir. Bu sonuçlar meşe taneninin büyük oranda monomerik bileşikler ve hidrolize tanenler içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4. Ladin tanenlerine ait FTIR spektrumu



Şekil 5. Meşe tanenlerine ait FTIR spektrumu

4. Sonuç ve öneriler

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara göre ladin kabuk taneni ile üretilen biyotutkal ticari fenol formaldehit tutkalına benzer yapışma performansı özelliklerine sahiptir. Bu özelliklerinin yanında yerli, doğal ve yenilenebilir hammadden üretilmesi, çok daha düşük formaldehit emisyon özellikleri göstermesi, uzun raf ömrü ve düşük maliyeti ile petrol bazlı fenol kullanılarak üretilen fenol formaldehit tutkalından daha üstündür. Ladin taneni tutkalı kullanılarak endüstriyel olarak iç ve dış kullanıma uygun ahşap levhaların üretilmesi mümkünken meşe taneni tutkalı bu haliyle yalnızca iç kullanıma uygun levha üretiminde kullanılabilir. Ancak meşe kabuk taneni ile üretilen biyotutkal formülasyonları, %10-20 gibi oranlarda fenol formaldehit, üre formaldehit, izosiyanatlar gibi sentetik tutkallar ile takviye edilmesi durumunda ıslak dayanımı iyileştirilerek levha üretiminde kullanılabilir.

Açıklama

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje no: T-22881).

Kaynaklar

- Ayla, C., 1978. Tanen-formaldehit yapıştırıcıları, yurdumuz açısından önemi, *Pinus brutia* kabuk ekstraktı ile yapılan ön çalışmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A Serisi, Cilt:28, Sayı:1.
- Ayla, C., Parameswaran, N., 1980. Macro- and microtechnological studies on beechwood panels bonded with *Pinus brutia* bark tannin. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 38, 449-459.
- Bate-Smith, E.C., 1972. Detection and determination of ellagitannins. *Phytochemistry*, 11: 1153-1156.
- BSI 5350-B2, 1976. Methods of test for adhesives: Determination of solids content. British Standards Institute, London.
- Cadahia, E., Varea, S., Munoz, L., Simon, B.F., Vallejo, M.C.G., 2001. Evolution of ellagitannins in Spanish, French, and American oak woods during natural seasoning and toasting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 3677-3684.
- Chupin, L., Motillon, C., Bouhtoury, C.E., Pizzi, A., Charrier, B., 2013. Characterization of maritime pine (*Pinus pinaster*) bark tannins extracted under different conditions by spectroscopic methods, FTIR and HPLC. *Industrial Crops and Products*, 49: 897– 903.
- Dönmez, İ.E., Dönmez, Ş., 2013. Ağaç kabağının yapısı ve yararlanma imkânları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 14: 156-162.
- Edelmann, A., Lendl, B., 2002. Toward the optical tongue: Flow-through sensing of tannin– protein interactions based on FTIR spectroscopy. *Journal of the American Chemical Society*, 124(49): 14741-14747.
- Fengel, D., Wegener, G., 1984. *Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. Walter de Gruyter, Berlin New York, 3-11-008481-3.
- Frihart, C., 2000. *Biobased Adhesives and Non-Conventional Bonding*. Forest Products Laboratory, Madison, WI 53726, USA.
- Galvez, J.M.G., Riedl, B., Conner, A.H., 1997. Analytical studies on tara tannins. *Holzforschung*, 51: 235-243.
- Gordon-Gray, C.G., 1957. A comparison of the results of estimating black wattle tannin by the official hide powder method and a proposed ultraviolet spectrophotometric method. *Journal of the Society of Leather Trades Chemists*, 41: 269-275.

- Govindarajan, V.S., Mathew, A.G., 1965. Anthocyanidins from leucoanthocyanidins, *Phytochemistry*, 4: 985-988.
- Gönültaş, O., Balaban Uçar, M., 2012. Fıstıkçamı (*Pinus pinea*) kabuğunun tanen bileşimi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, Özel Sayı: 80-84.
- Gönültaş, O., 2013. Doğu ladini (*Picea orientalis*) ve meşe (*Quercus* spp.) kabukları tanenin biotutkal üretiminde kullanılması. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gönültaş, O., Uçar, M.B. 2018. Doğu ladini ve meşe kabuklarından tanen ekstraksiyon aşamasının optimize edilmesi. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 19(3): 323-329.
- Giurginga, M., Badea, N., Miu, L., Meghea, A., 2007. Spectral technics for identifying tanning agents in the heritage leather Items. *Revista De Chimie-Bucharest-Original Edition*, 58(9): 923-928.
- Hoong, Y.B., Paridah, M.D.T., Luqman, C.A., Koh, M.P., Loh, Y.F., 2009. Fortification of sulfited tannin from the Bark of Acacia mangium with phenol-formaldehyde for use as plywood adhesive. *Industrial Crops and Products*, 30: 416-421.
- Hu, R., Lin, L., Liu, T., Ouyang, P., He, B., Liu, S., 2008. Reducing sugar content in hemicellulose hydrolysate by DNS method: A revisit. *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, 2: 156-161.
- Ignat, I., Volf, I., Popa, V.I., 2011. Characterization of extractives from some raw materials processed by biorefining. COST Meeting, 25-26 January, Paris.
- Inoue, K. H., Hagerman, A. E., 1988. Determination of gallotannin with rhodanine. *Analytical biochemistry*, 169(2): 363-369.
- Khanbabaee, K., Ree, T.V., 2001. Tannins: Classification and definition. *Natural Product Reports*, 18: 641-649.
- Kim, S., 2003. Adhesion properties and curing behaviors of pine and wattle tannin-based adhesives, Thesis for The Degree of Master of Science, Seoul National University, Department of Forest Product Graduate School, Seoul, North Korea.
- Kim, S., Kim, H. J., 2003. Curing behavior and viscoelastic properties of pine and wattle tannin-based adhesives studied by dynamic mechanical thermal analysis and FT-IR-ATR spectroscopy. *Journal of adhesion science and technology*, 17(10): 1369-1383.
- Laghi, L., Parpinello, G.P., Rio, D.D., Calani, L., Mattioli, A.U., Versari, A., 2010. Fingerprint of enological tannins by multiple techniques approach. *Food Chemistry*, 121: 783-788.
- Lee, W.J., Lan, W.C., 2006. Properties of resorcinol-tannin-formaldehyde copolymer resins prepared from the bark Extracts of Taiwan acacia and China fir. *Bioresource Technology*, 97: 257-264.
- Leyser, E., 1990. The formulation and commercialization of glulam pine tannin adhesives in Chile. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 48: 25-29.
- Liiri, O., Sairanen, H., Kilpelainen, H., Kivisto, A., 1982. Bark extractives from Spruce as constituents of plywood bonding agents. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 40: 51-60.
- Miller, G.L., 1959. Use of DNS reagent for determination of reducing sugars. *Analytical Chemistry*, 31: 426-438.
- Ooa, C.W., Kassima, M.J., Pizzi, A., 2009. Characterization and performance of *Rhizophora apiculata* mangrove polyflavonoid tannins in the adsorption of copper (II) and lead (II). *Industrial Crops and Products*, 30: 152-161.
- Özacar, M., Soykan, C., Sengil, İ.A., 2006. Studies on synthesis, characterization, and metal adsorption of mimosa and valonia tannin resins. *Journal of Applied Polymer Science*, 102: 786-797.
- Pena, C., Larranaga, M., Gabilondo, N., Tejado, A., Echeverria, M., Mondragon, I., 2006. Synthesis and characterization of phenolic novolacs modified by chesnut and mimosa tannin extracts. *Journal of Applied Polymer Science*, 100: 4412-4419.
- Ping, L., Pizzi, A., Guo, Z.D., Brosse, N., 2012. Condensed tannins from grape pomace: Characterization by FTIR and MALDI TOF and production of environment friendly wood adhesive. *Industrial Crops and Products*, 40: 13-20.
- Pizzi, A., 1983. *Wood Adhesives Chemistry and Technology*. Marcel Dekker: New York, vol. 1, 0-8247-1579-9.
- Pizzi, A., Leyser, E.P., Valenzuela, J., Clark, J.G., 1993. The chemistry and development of pine tannin adhesives for exterior particleboard. *Holzforschung*, 47: 168-174.
- Pizzi, A., 1994. *Advanced Wood Adhesives Technology*. Marcel Dekker Inc., New York, 978-0824-7926-64.
- Pizzi, A., Stephanou, A., 1994. Fast vs. slow-reacting non-modified tannin extracts for exterior particleboard adhesives. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 52: 218-222.
- Pizzi, A., Mittal, K.L., 2003. *Handbook of Adhesive Technology*. Second Edition, Revised and Expanded, Marcel Dekker, New York, 0-8247-0986-1.
- Puica, N.M., Pui, A., Florescu, M., 2006. FTIR spectroscopy for the analysis of vegetable tanned ancient leather. *European Journal of Science and Theology*, 2(4): 49-53.
- Roffael, E., Dix, B., Okum, J., 2000. Use of spruce tannin as a binder in particleboards and medium density fiberboards (MDF). *Holz als Roh- und Werkstoff*, 301-305.
- Roux, D.G., 1951. Photometric method of tannins analysis for black wattle tannins. *Journal of the Society of Leather Trade Chemists*, 35: 322.
- Scalbert, A., Haslam, E., 1987. Polyphenols and chemical defence of the leaves of *Quercus robur*. *Phytochemistry*, 26: 3191-3195.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158.
- Valenzuela, J., Leyser, E.V., Pizzi, A., Westermeyer, C., Gorrini, B., 2012. Industrial Production of Pine Tannin-Bonded Particleboard and MDF. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70: 735-740.
- Vazquez, G., Antorrena, G., Gonzalez, J., Alvarez, J.C., 1996. Tannin-based adhesives for bonding high-moisture Eucalyptus veneers: Influence of tannin extraction and press conditions. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 54: 93-97.
- Vazquez, G., Alvarez, J.G., Freire, S., Suevos, F.L., Antorrena, G., 2001. Characteristics of *Pinus pinaster* bark extracts obtained under various extraction conditions. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 59: 451.
- Vazquez, G., Alvarez, J.G., Suevos, F.L., Antorrena, G., 2002. Rheology of tannin-added phenol formaldehyde adhesives for plywood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 60: 88-91.
- Vazquez, G., Alvarez, J.G., Santos, J., Freire, M.S., Antorrena, G., 2009. Evaluation of potential applications for chesnut (*Castanea sativa*) shell and eucalyptus (*Eucalyptus globus*) bark extracts. *Industrial Crops and Products*, 29, 364-370.
- Yazaki, Y., Hillis, W.E., 1977. Polyphenolic extractives of *Pinus radiata* bark. *Holzforschung*, 31(1): 20-25.
- Yazaki, Y., Collins, P.J., 1994. Wood adhesives from *Pinus radiata* bark. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 52: 185-190.
- Yurtsever, M., Şengil, İ.A., 2012. Adsorption and desorption behavior of silver ions onto valonia tannin resin. *Transactions Nonferrous Metals Society of China*, 22: 2846-2854.

İnternet temelli araçların egzotik papağanların izlenmesine katkısı

Esra Per^a 

Özet: Türkiye’de 40 yılı aşkın süredir doğada papağanlar görülmektedir. Özellikle büyük şehirlerdeki kent merkezlerinde görülen papağanlar son yıllarda herkesin dikkatini çekmeye başlamıştır. Anadolu ve Trakya’ya özgü olmayan bu türlerin Türkiye’deki durumu bilinmediği için izlenmesi gereklilik arz etmektedir. Bu nedenle, 2016 yılında internet temelli bir Vatandaş Bilimi çalışması olan Türkiye Papağan Sayımlarına başlanmıştır. Bu çalışmada Google tarafından sağlanmış olan tasarım ve teknoloji araçlarından yararlanılmıştır. Gözlemcilerin veri girişini yapması için bir form oluşturulmuştur. Hata payını azaltıcı ve tür tanımlamayı kolaylaştırıcı araçlar ile veri yönetim sistemi geliştirilmiştir. Farklı görselleştirme tekniklerinden yararlanılmıştır. Üç yılda 29 ilden 1.068 gözlemcinin katılımıyla toplam 11 papağan türü tespit edilmiştir. Vatandaşların gözlem kayıtlarına göre egzotik papağanların popülasyonları kentsel alanlar ile sınırlanmıştır. Papağanların yayılış alanını tarım arazilerine doğru genişletmesi istenmeyen bir durumdur. Papağanların bu durumu hakkında daha fazla bilgi edinmek için ülke genelinde geniş bir halk desteğine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle bu izleme çalışması gelecek yıllarda daha da geliştirilerek devam edecektir. Gelecekte Türkiye’de internet temelli vatandaş bilimi çalışmaları daha da yaygınlaşacak ve disiplinler arası ve disiplinler ötesi çalışmalar ön plana çıkacaktır.

Anahtar kelimeler: Vatandaş bilimi, Teknoloji, Yayılış, Kentsel, Türkiye

Contribution of internet-based tools in monitoring exotic parrots

Abstract: Parrots have been seen in the wild in Turkey for more than 40 years. Parrots, especially seen in urban centers in metropolitans, have started to attract everyone's attention in recent years. This species is not native to Anatolia and Thrace. Monitoring the situation of this species in Turkey is a requirement since its situation is unknown. For this reason, an internet-based citizen science study of The Parakeet Census of Turkey was initiated in 2016. The design and technology tools provided by Google were utilized in this study. The form was created for the observers to input data. Data management system and tools have been developed to reduce the margin of error and facilitate species identification. Different visualization techniques were used. A total of 11 parrot species were identified with the participation of 1.068 observers from 29 provinces in three years. Population of exotic parrots are restricted to urban areas according to citizens' observation records. The expansion of the distribution area of parrots towards agricultural land is undesirable. A wide public support across the country is needed to obtain more knowledge of this situation of parrots. Therefore, this monitoring will continue to be further developed in the coming years. In the future internet-based citizen science studies in Turkey will spread further and the interdisciplinary and transdisciplinary studies will come to the fore.

Keywords: Citizen science, Technology, Distribution, Urban, Turkey

1. Giriş

Papağanlar tropikal ve subtropikal bölgelerde doğal yayılış göstermektedir (Rowley, 2019). Dünya'nın farklı kıtalarına, ülkelerine ve illerine insanlar aracılığı ile taşınmıştır. Bazı türler doğada görülmeye ve yayılış alanını genişletmeye başlamıştır (Butler, 2003; Forshaw, 2010; GISD, 2015). Bu uluslararası bir sorundur ancak bu konuda her ülkenin farklı kapasite ve yönetim yaklaşımı vardır. Avustralya ve Yeni Zelanda yabancı tür girişlerini istemediği için yabancı tür kayıtları için halk ile beraber çalışıp ilgili türlere ait bireyleri doğadan uzaklaştırmaktadır (Pallewatta vd., 2003). Birleşik Devletler özellikle Keşiş papağanı (*Myiopsitta monachus*) ile 40 yılı aşkın süredir mücadele etmektedir (Avery ve Shiels, 2018). Avrupa ülkelerinde farklı proje, bilgi ağları ve veri tabanları ile yabancı ve istilacı türler vatandaşların desteği ile izlenmektedir (Trombetti vd., 2013; Tsiamis vd., 2017). Bu

gözlemler politika geliştirmede ve bilimsel araştırmalarda kullanılmaktadır (Katsanevakis vd., 2015). Egzotik papağanlar sonradan yerleştikleri ülkelerde istilacı olabilmekte, tarım arazilerine zarar verebilmektedir (CABI, 2019).

Türkiye’de egzotik papağan türlerine dair ilk kayıtlar; kafes kaçkını bir Yeşil papağan (*Psittacula krameri*) bireyinin 1975 (Per, 2018a) ve 1976 (Boyla vd., 1998;) yıllarında Ankara’da gözlenmesidir. İskender papağanı (*Psittacula eupatria*) ise ilk kez 1990 yılında Ankara’da gözlenmiştir. Aradan geçen zamanda her iki papağan türü de doğada üreyen popülasyonlar kurmuştur (eKuşBank, 2019; Kirwan vd., 2008). Bu iki tür egzotik kökenli tür olarak Türkiye’de yayılış gösteren kuş listesine eklenmiştir. 1975 – 2015 yılları arasında eKuşBank (2019) (eBird) veri tabanına girilmiş gözlemler düzensiz olduğu için daha düzenli bir gözlem temelli çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur. Egzotik kökenli yabancı tür olarak ülke kuş listesine eklenmiş olan

✉ ^a Biyoloji Bölümü, Fen Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Teknikokullar, Ankara

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): esraper@gazi.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 07.08.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 27.11.2019



Citation (Atıf): Per, E., 2019. İnternet temelli araçların egzotik papağanların izlenmesine katkısı. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 466-473.

DOI: [10.18182/tjf.603520](https://doi.org/10.18182/tjf.603520)

bu türlerin Türkiye'deki durumu bilinmediği için 2016 yılında Vatandaş Bilimi temelli "Papağan Sayımları" araştırmasına başlanılmıştır.

Vatandaş Bilimi (Yurttaş Bilimi, Sivil Bilim, Katılımcı Bilim), profesyonel olmayan katılımcıların, bilimsel bir projenin veri toplama, analiz ve yayımlama aşamalarından birine ya da birkaçına katıldığı bilimsel faaliyetler olarak tanımlanmaktadır (Cohn, 2008). Vatandaş Bilimi kavramı Türkiye'de yeterince iyi bilinmediği için çok tanınmış bir araştırma alanı değildir. Vatandaş Biliminin Türkiye'de en iyi olduğu alan biyolojik bilimlerdir. Vatandaş Bilimi Türkiye'de özellikle kuş gözlemciliği (eKuşBank, 2019 Kış Ortası Sukuşu Sayımları, Kuş Atlas, Yaygın Kuş İzleme Çalışmaları), kelebek gözlemciliği (Türkiye Kelebekleri Kırmızı Kitabı), bitki gözlemciliği (Ağacım) ve bitki ressamlığı (Resimli Türkiye Florası) ile ön plana çıkmıştır. Vatandaşlar gönüllü olarak bu projelere katılmakta, gerektiğinde eğitim almakta, gözlemlerini paylaşmakta ve bilimsel yayımlara katkı sağlamaktadır.

Türkiye Papağan Sayımlarında internet temelli araçlar kullanılarak vatandaşların desteği ile egzotik papağanlar izlenmektedir. Bu çalışma Türkiye'de yapılmakta olan diğer kuş temelli vatandaş bilimi çalışmalarından farklı olarak sadece kuş gözlemcisi ve fotoğrafçısı değil katkı sağlamak isteyen tüm vatandaşlara hitap etmektedir. Vatandaşlar günlük rutinlerinde işe gidip gelirken, alışveriş yaparken, okul ya da üniversite kampüsünde yürürken, dükkânının önünde otururken, balkondan etrafı seyrederken gördükleri papağanlara dair gözlemleri paylaşmaktadır. Papağan sayımlarında vatandaşlara doğrudan bir eğitim verilmemekte, internet araçlarından yararlanılmaktadır.

Bu çalışmada papağan sayımları için kurulan sistemi, iş akışını, veri yönetimini, tespit edilen türleri, habitatlarını, katılım oranını, ihtiyaçlara göre tasarlanan ve geliştirilen internet temelli yardımcı araçları değerlendirmek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışma Alanı

Papağan sayımları, ulusal ölçekli bir Vatandaş Bilimi projesidir, katkı sağlamak isteyen her vatandaş gözlem kayıtları ile projeye destek olmaktadır. Türkiye papağan sayımları için 2016 yılında bir gönüllü ağı kurulmuştur.

2.2. Sayımların planlanması ve değerlendirilmesi

Google tarafından sağlanmakta olan ücretsiz internet temelli araçlar kullanılarak egzotik papağanların izlenmesi için bir araştırma tasarlanmıştır. Google Drive üzerinden Yeşil papağan ve İskender papağanı için bir gözlem formu oluşturulmuştur (Şekil 1). Gözlem formundaki sorular açık uçlu ve seçenekli olarak tasarlanmıştır. Gözlemci adı, e-posta adresi, tarih, tür, davranış, habitat ve rekabet ile ilgili soruların cevaplanması zorunludur. Vatandaşların papağan gözlemleri ile ilgili detaylı bilgi sağlayabilmeleri ve gözlemlerini detaylı anlatabilmeleri için ayrıca not bölümü hazırlanmıştır.

Gözlem formu doldurularak gönderilmiş olan kayıtlardaki gözlemci hata payını azaltmak için gözlem formuna tür teşhisini kolaylaştırıcı bir şablon eklenmiştir (Şekil 2).

Türkiye Papağan Sayımları

(Bu çalışmada papağan popülasyonu, habitat tercihi ve türler arası etkileşimini araştırmak amaçlanmıştır. İletişim: esraper@yahoo.com)

Gözlemci(ler) adı: _____ İletişim: _____

Gözlem tarihi: _____ Saat: _____

Hava durumu: Güneşli Yağmurlu Bulutlu Sisli Karlı

Konum (Mümkün olduğunca kesin isimlendirilmiş bilgi: örneğin park, koru ya da orman adı, enlem/boylam ya da yol adı gibi.): _____

Şehir: _____ Yer: _____

Diğer lokasyon bilgileri: _____

Tür: Yeşil papağan(*Psittacula krameri*) İskender papağanı (*P. eupatria*) Diğer tür

Gözlenen kuş sayısı: Birey Çift

Kuşun yerden yüksekliği (yaklaşık olarak):

Yerde 1-5 m. 6-10m. 11-15m. >15m.

Davranış:

Uçuyor Tünemiş Besleniyor Kur yapıyor Ötüyor Yuva yapıyor

Ürüyor Saldırıyor Diğer

Habitat tanımı (örneğin geniş vejetasyon tipi, hakim ağaç türü, topografya, yükseklik):

Kentsel Alan Bahçe / Park Koru Orman Diğer

Diğer türler ile rekabet: Evet Hayır

Hangi türlerle rekabet:

Leş kargası Küçük karga Atmaca Alaca ağaçkakan Baykuş Martı Güvercin

Sıncap Sivacı Sığırcık Serçe Saksagan Diğer

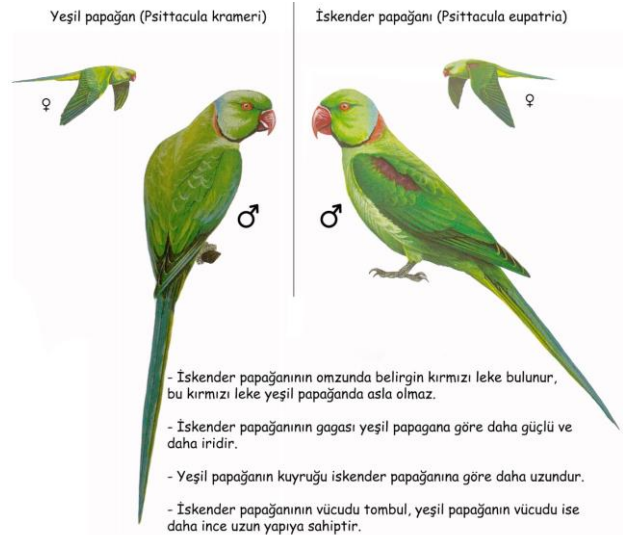
Papağanların ses ve ötüşleri: Rahatsız edici Rahatsız edici değil

Gözlemede kullanılan yardımcı araçlar

Dürbün Teleskop Kamera Çiplak göz

Not: _____

Şekil 1. Türkiye papağan sayımları gözlem formu



Şekil 2. Papağan tür tanımlama şablonu

Farklı papağan türleri gözlemiş olan vatandaşlar için diğer tür seçeneği eklenmiştir. Farklı türden papağan kayıtları için gözlemciler ile iletişime geçilmiştir. Bu gözlemciler e-posta ile bildirimde bulunarak gözlemlerinin detayını paylaşmıştır. Gözlemlerin güvenilirliğini arttırmak için bütün kayıtların fotoğraf ve videolar ile desteklenmesi istenmiştir. Görsel kanıtlar ile desteklenmeyen gözlemler muhtemel, görsel kanıtlar ile desteklenen gözlemler kesin kayıt olarak kabul edilmiştir. Gözlem güvenilirliğinde gözlemcinin kuş gözlem bilgi düzeyi de değerlendirilmiştir

(Şekil 3). Türkiye'nin ilk resmi Vatandaş Bilimi projesi olan KuşBank'ın 2004 yılında internet üzerinden vatandaşların kullanımına sunulması ile kuş gözlemcileri ile çalışılmaya başlanmış ve verilere onay verilmiştir. KuşBank sayesinde Türkiye'deki kuş gözlemcilerin profili, gözlem tecrübesi ve bilgi düzeyi hakkında bilgi sahibi olunmuştur. Bu birikim papağan sayımlarında kullanılmıştır.

Vatandaşların göndermiş olduğu fotoğraf ve videolar blog sayfasında paylaşılmıştır (Türkiye Papağan Sayımları, 2019). Vatandaşlar geçmişe dönük ve güncel papağan gözlemlerini göndermiştir. Gözlemciler tarafından gönderilen papağan görselleri de tanımlamayı kolaylaştırıcı bir araç olarak kullanılmakta, vatandaşların isimleri ile blogda fotoğraf ve video sayfalarında yayımlanmaktadır. Sayımlara katılan gözlemcilerin adları alfabetik olarak gözlemci sayfasında yayımlanmaktadır.

Projenin üç yıllık süreçteki gelişimi kronolojik olarak ifade edilmiştir (Çizelge 1). Bir Vatandaş Bilimi çalışması olan Türkiye Papağan Sayımları için vatandaşların 2016 – 2019 yılları arasında göndermiş oldukları güncel ve eski tarihli gözlem verileri üzerine genel bir değerlendirme yapılmıştır. Bu çalışmaya ait gözlem verileri halka açık değildir.

2.3. Hedef türler

Bu araştırma sadece Türkiye'de üreyen popülasyonlar kurmuş olan Yeşil papağan ve İskender papağanı üzerine odaklanarak planlanmıştır. Ancak vatandaşların farklı papağan türlerine ait kafes kaçını türler için bildirimleri olunca çalışmanın kapsamı genişletilmiştir. Ayrıca Avrupa'da istilacı olan ve yayılış alanını genişletmekte olan Keşiş papağanı'nın Türkiye'de gözlenip gözlenmediğini belirlemek için bir tanımlama şablonu hazırlanarak vatandaşlara duyuru yapılmıştır (Şekil 4).

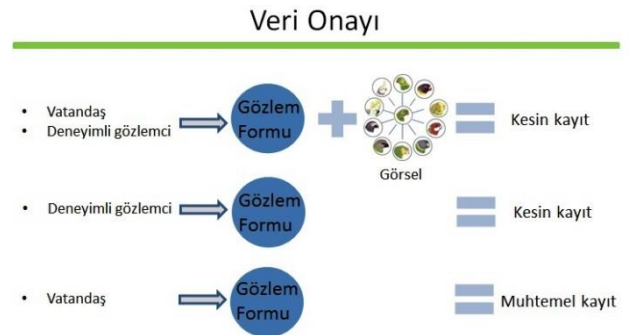
Yeşil ve İskender papağanı arasındaki morfolojik benzerlikler olması nedeni ile kuş gözlemciliğine yeni başlayan gözlemciler ve vatandaşlar tarafından yanlış teşhis edilebilmektedir. Vatandaşların gözlem deneyimi ve dikkati arttıkça daha doğru tür teşhisi yapmaktadır. Bu bağlamda kafes kaçını olarak görülen türler arasından en dikkat çekici olan Erikbaş papağan (*Psittacula cyanocephala*)'dır. Genel morfolojisi Yeşil papağan ve İskender papağana benzeyen bu türü ayırt etmek için daha fazla dikkat ve gözlem bilgisi gerekmektedir. Ancak birey yakından görüldüğünde kafa, gaga, göz, omuz, kuyruk rengi, kuyruk şekli ve diğer ayırt edici özellikleri fark edilebilmektedir (Şekil 5).

2.4. Veri yönetimi

Araştırmacıların bir veri tabanından maksimum fayda sağlaması için görselleştirme tekniklerine yoğunlaşması gerekiyor. Ayrıca bir veri tipinin hangi görselleştirme tekniği ile daha iyi temsil edileceğini bilmek önemlidir (Khan ve Khan, 2011). Bu çalışmada vatandaşların gönderdiği papağan gözlemleri Google tarafından sağlanmış olan internet temelli araçlar ile araştırmacılar ve karar vericiler tarafından kullanılabilir bilimsel bir bilgi haline dönüştürülmektedir (Şekil 6), dikkat çekici veriler farklı teknikler ile görselleştirilmekte ve sonuçları yayımlanmaktadır (Per, 2017; Per, 2018b).

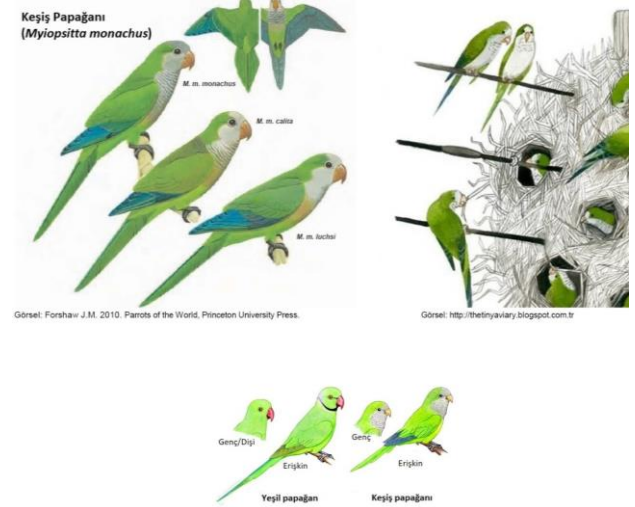
Çizelge 1. Papağan sayımlarının kronolojisi

Tarih	İşlem
2016 Ocak	Google drive üzerinden gözlem formu oluşturuldu (tinyurl.com/zl6k34d) Papağan sayımları hakkında bir duyuru yapıldı
2016 Mart	Araştırma hakkında bir gazete haberi yapıldı Gözlem formuna tür tanımlama şablonu eklendi
2016 Nisan	Bir blog kuruldu ve vatandaşların gönderdiği video ve fotoğraflar tanımlamayı kolaylaştırıcı belge olarak blogda yayımlanmaya başlandı. (http://trpapasaysayimlari.blogspot.com/)
2016 Haziran	Farklı görselleştirme teknikleri ile dönemsel sonuçlar açıklandı
2016 Kasım	Araştırma hakkında ulusal bir haber ajansı duyuru yaptı
2017 Ekim	Dünya'da farklı ülkelerde istilacı olduğu bilinen Keşiş papağanı hakkında bir duyuru yapıldı. Tür tanımlama şablonu hazırlandı.
2017 Kasım	Gözlem formuna diğer tür kategorisi eklendi
2018 Mart	Araştırma ve Anıtkabir'deki Yeşil papağanlar hakkında ulusal bir haber ajansı duyuru yaptı.
2018 Mayıs	Verilerin işlenmesi
2019 Ocak	Veriler sayısallaştırılarak tür dağılım haritaları blogda yayımlandı Araştırma kapsamında yayımlanan makaleler ve papağanlar hakkındaki yeni bilgiler blogda yayımlandı
2019 Şubat	Kafes kaçını bireyler için bloga tür tanımlama kılavuzu eklendi (http://trpapasaysayimlari.blogspot.com/)



Şekil 3. Papağan Sayımları'nda veri onay sistemi

Türkiye'de bir Keşiş papağanı görürseniz lütfen esraper@yahoo.com adresine bildirim yapınız.



Şekil 4. Keşiş papağanı tür tanımlama şablonu ve duyurusu



Şekil 5. Türkiye'de doğada gözlenmiş olan *Psittacula* cinsine ait papağan türleri: a) Yeşil papağan (Fotoğraf: Hasan Ulusoy), b) İskender papağanı (Fotoğraf: Uğur Kırkinci), c) Erikbaş papağan (Fotoğraf: Doruk Taylan)

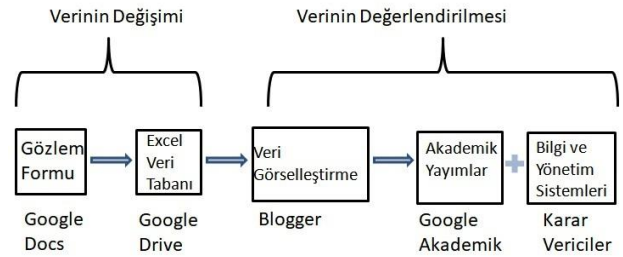
3. Bulgular

Türkiye Papağan sayımları için bir gönüllü ağı kurulmuştur. İnternet temelli araçlar ile bir veri yönetim planı hazırlanmıştır. Vatandaşlar tarafından 2016 – 2019 yılları arasından 11 egzotik papağan türüne ait 1.533 gözlem kaydı gönderilmiştir. Yeşil papağan ve İskender papağanı üreyen popülasyonlar kurmuş, Sultan papağanı (*Nymphicus hollandicus*), Sarıtaçlı kakadu (*Cacatua sulphurea*), Gri papağan (*Psittacus erithacus*), Senegal papağanı (*Poicephalus senegalus*), Turuncu kanatlı amazon papağanı (*Amazona amazonica*), Erikbaş papağan (*Psittacula cyanocephala*), Doğu yassıkuyruğu (*Platycercus eximius*), Muhabbet kuşu (*Melopsittacus undulatus*) ve Maskeli Cennet Papağanı (*Agapornis personatus*) ise kafes kaçkını olarak gözlenmiştir. Rastlantısal olarak gözlenen türler genellikle bir kez görüldüğü ve üreme durumu hakkında bir bilgi içermediği için kafes kaçkını statüsünde değerlendirilmiştir. Vatandaşlar tarafından gönderilmiş olan bütün gözlemlerdeki papağan bireylerine ait kayıtlar kentsel alanlardan gelmiştir (Çizelge 2). Bu üç yıllık süreçte farklı ülkelerde istilacı olduğu bilinen keşiş papağanına dair Türkiye'den bir bildirim olmamıştır.

Görsel kayıtlardan bazı vatandaşların Yeşil papağan ile İskender papağanını birbirine karıştırdığı tespit edilmiştir. Bu amaçla geliştirilmiş olan tür tanımlama şablonu ile bu problem aşılmıştır. Bu durum vatandaşların gönderdiği kayıtlarda dönemsel olarak tür temelli değişime neden olmuştur (Şekil 7). Gözlem kayıtlarının % 5'inde papağan sayımları ile vatandaşların doğadaki egzotik papağanlara karşı farkındalık düzeyinin arttığına dair bilgi notu bulunmaktadır. Kayıtların %95'inde vatandaşlar Türkiye'de doğada papağanlar ile karşılaşmaktan mutlu olduklarını bildirmiştir. Kayıtların %1'inde vatandaşlar satışı yapılan canlılar oldukları için papağanların Türkiye'deki geleceğinden endişe ettiklerini belirtmiştir.

Sayımlarda papağanların diğer türler (Sincap, Küçük karga, Leş kargası ve Gümüş martı) ile olan etkileşimleri hakkında değerli bilgiler elde edilmiştir. Türkiye'den şimdiye kadar Yeşil ve İskender papağanı türlerine ait bir rekabet bilgisi bulunmamaktadır. Vatandaşlar genellikle tek

bir bireye dair gözlemlerini paylaşmıştır. Popülasyon tahmini için daha detaylı gözlemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Yeşil papağan Türkiye'de İskender papağanına göre daha yaygındır (Şekil 8). Papağan sayımları ile vatandaşlar tarafından Türkiye'de 1992 - 2019 yılları arasında 29 ilden yeni yeşil papağan kayıtları, 11 ilden yeni İskender papağanı kayıtları gönderilmiştir. Bu çalışmaya 29 ilden toplam 1.068 gözlemci katılmıştır. Bu araştırma ile papağanların tür, popülasyon, habitat ve türler arası etkileşim hakkında bilgiler edinilmiştir.



Şekil 6. Papağan gözleminin bilimsel veri haline dönüşümü



Şekil 7. Farklı dönemlerde papağan gözlemlerindeki tür temelli oransal değişim

Çizelge 2. Türkiye’de papağan sayımlarında tespit edilen türler ve durumları

Tür adı	Ülke statüsü	Habitatı	Gözlendiği il sayısı	Gözlendiği iller	Gözlem sayısı
Yeşil papağan (<i>Psittacula krameri</i>)	Üreyen yabancı tür (Ankara, Antalya, İstanbul, İzmir, Şanlıurfa, Yalova) Kafes kaçkını (Diğer iller)	Kentsel park, bahçe	29	Adana, Afyon, Ankara, Antalya, Balıkesir, Bolu, Burdur, Bursa, Çanakkale, Denizli, Gaziantep, Giresun, Hatay, İstanbul, İzmir, Kastamonu, Kayseri, Kırşehir, Kocaeli, Manisa, Malatya, Mersin Muğla, Osmaniye Samsun, Sinop, Şanlıurfa, Tekirdağ, Yalova	1431
İskender papağanı (<i>Psittacula eupatria</i>)	Üreyen yabancı tür (İstanbul) Kafes kaçkını (Diğer iller)	Kentsel park, bahçe	11	Adana, Ankara, Antalya, Diyarbakır, İstanbul, İzmir, Muğla, Şanlıurfa, Tekirdağ, Yalova Zonguldak	72
Sultan papağanı (<i>Nymphicus hollandicus</i>)	Kafes kaçkını	Kentsel park, bahçe	3	İstanbul, Samsun, Yalova	5
Sarıtaçlı kakadu (<i>Cacatua sulphurea</i>)	Kafes kaçkını	Kentsel park, bahçe	1	İstanbul	2
Gri papağan (<i>Psittacus erithacus</i>)	Kafes kaçkını	Kentsel park, bahçe	2	Bursa, İstanbul	4
Senegal papağanı (<i>Poicephalus senegalus</i>)	Kafes kaçkını	Kentsel park, bahçe	2	Ankara, İstanbul	3
Turuncu kanatlı amazon papağanı (<i>Amazona amazonica</i>)	Kafes kaçkını	Kentsel park, bahçe	1	Adana	1
Erikbaş papağan (<i>Psittacula cyanocephala</i>)	Kafes kaçkını	Kentsel park, bahçe	2	Ankara, İstanbul	2
Doğu yassıkuyruğu (<i>Platyercus eximius</i>)	Kafes kaçkını	Kentsel park, bahçe	1	İstanbul	1
Muhabbet kuşu (<i>Melopsittacus undulatus</i>)	Kafes kaçkını	Kentsel park, bahçe	5	Ankara, Antalya, İstanbul, Şanlıurfa, Yalova	11
Maskeli Cennet Papağanı (<i>Agapornis personatus</i>)	Kafes kaçkını	Kentsel park, bahçe	1	İstanbul	1

Türkiye’de Egzotik Papağanlar

Türkiye’de doğada hiç papağan gördünüz mü?

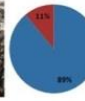


+ Gözlem = <http://trpapasayimlari.blogspot.com>

Doğada görülen her papağan yeşil mi?



Hangi tür daha yaygın?

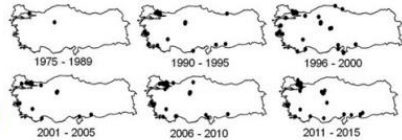


Yeşil papağan

Foto: Sadettin Avcı

Foto: Yusuf Özbey

Hangi türün yayılış alanı artıyor?



Yeşil papağan

Şekil 8. Papağan sayımlarında kullanılmakta olan farklı görselleştirme teknikleri

4. Sonuç ve tartışma

Türkiye Papağan Sayımları'nın ilk duyurusu 2016 yılı Ocak ayında yapılmıştır. Mart ayında bir gazetede papağan sayımları hakkında bir haber yapılmıştır (Sönmez, 2016). Bu haber kuş gözlemcisi olmayan vatandaşların katılımını arttırmıştır. İlk dönemler vatandaşların göndermiş olduğu bütün kayıtlarda tür olarak Yeşil papağan seçilmekteydi. Yeşil ve İskender papağanı arasındaki morfolojik benzerlikler nedeni ile kuş gözlemciliğine yeni başlayan vatandaşlar tarafından yanlış teşhis edilebilmektedir. Bu sorunu aşmak için bir tanımlama şablonu hazırlanmış ve gönüllülerin kullanımına sunulmuştur. Bu şablon hazırlandıktan sonra İskender Papağanı gözlemlerinde artış olmuştur (Şekil 7). Böylece vatandaşlar her gördüğü papağanı yeşil papağan olarak değerlendirmemeye başlamıştır, gözlemlendiği bireyin hangi tür olduğunu sorgulamaya başlamıştır. Bazı vatandaşlar gözlem kayıtlarında daha önce Türkiye’de papağanların yaşadığını fark etmediklerini, papağan sayımları ile papağanlardan haberdar olduklarını ve daha sonra papağan gördüklerinde bildirimde bulduklarını ifade etmişlerdir.

Gönüllülerin vatandaş bilimi projelerine katılmaya başlaması ve devam etmelerinde etkili olan faktörler; iyi proje organizasyonu, gönüllülerin motivasyonu, kişisel özellikleri ve koşullarıdır (West ve Pateman, 2016). Gönüllülerin motivasyonlarını anlamak, katılımın niteliği ve miktarını tahmin etmek için faydalı olabilir (Nov vd., 2014). Vatandaşların her bilimsel araştırmaya dahil olması mümkün değildir ancak bu araştırmanın konusu şehir merkezlerinde insan etkisiyle yaşayan ve morfolojik olarak kolay tanımlanabilen papağanlar olduğu için vatandaşlar

doğrudan katkı sağlayabilmektedir. Vatandaşların bu araştırmaya dahil olması aynı zaman diliminde Türkiye'nin farklı yerlerinden güncel bilgi ve kayıt gelmesini sağlamaktadır. Proje tasarımında farklı gönüllü gruplarının katılım düzeyindeki farklılıklara göre bir planlama yapılması önemlidir. Papağan sayımlarında vatandaş olarak gözlemlerini paylaşan gönüllüler genellikle bir bildirim yaptıktan sonra aynı alan için tekrar bildirim yapmamaktadır. Kuş gözlemcisi olarak gözlemlerini paylaşan gönüllüler ise farklı gözlemlerini paylaşmaya devam etmektedir. Her iki durumda da yeni kayıtlar tespit edilmiştir. Gözlem kayıtlarında dişi/erkek bilgisi bulunmamaktadır. Ancak fotoğraf ve video desteklenen kayıtlarda morfolojik olarak eşeyssel dimorfizm ile cinsiyet ayrımı yapılabilmektedir. Ayrıca bireylerin davranışları analiz edilebilmektedir.

Farklı dönemlerde basında papağan sayımları ile ilgili haberler yapıldığında (Sönmez, 2016; Tüydüş, 2016; Sönmez, 2017; Çetin, 2018) gözlem sayılarında dikkat çekici bir artış olmuştur. Yeni kayıtlar için deneyimli kuş gözlemcileri aracılığıyla doğrulama yapılmaktadır. Sayım sonuçları eKuşBank (2019) veri tabanı ile karşılaştırılmaktadır. Gözlemlerdeki bazı eksik bilgilere rağmen papağan sayımları ile Türkiye'de Yeşil papağan ve İskender papağanı'nın hem yayılış alanını hem de popülasyonunu genişlettiği ortaya çıkmıştır. Her iki tür ile ilgili yeni alanlardan bildirim yapılmıştır. Farklı illerden yeni kafes kaçını kayıtları tespit edilmiştir. Sayımlarda yeni bir ilden üreme popülasyonu tespit edilememiştir. Ancak eski çalışmalar ile karşılaştırıldığında (Boyla vd., 1998; Kirwan vd., 2008; Per, 2018a; Per, 2018b) bu türlerin insan etkisi ile yayılış alanını genişlettiği tespit edilmiştir.

Türkiye'de doğada görülen egzotik papağanlar ile ilgili detaylı gözlemler yapıldıkça, gözlemci sayısı, gözlemcilerin bilgi düzeyi ve tür tanımlama yeteneği arttıkça, papağanların tür ve ekolojileri ile ilgili yeni bilgiler edinilecektir. Tür teşhisinde tecrübe, tanımlama bilgisi, dikkat ve görüntüleme teknikleri ön plana çıkmaktadır. Gözlemci türü teşhis edemese bile farklı görüntüleme tekniklerinden yararlandığında bu tür kayıt altına alınmaktadır. Bir gözlem anının gözlemcinin fotoğraf arşivinde saklanması yerine internet üzerinden araştırmacılara gönderilmesi durumunda bir fotoğraf karesi bilimsel bir veri haline dönüşebilmektedir. Boyla vd., 2019'a göre kuş gözlemciliği doğada zaman geçirmeyi sevenler için çok keyifli ve sosyal bir uğraş olmakla birlikte bir kuş gözlemci gözlemlerini belgelemek, anlatmak ve paylaşmak ister. Bu nedenle kuş gözlemcileri bu gözlemleri not eder, paylaşır ve ölümsüzleştirir.

Türkiye'de 2004 yılından itibaren eKuşBank (eBird) vatandaşların çok değerli katkıları ile yavaş yavaş gelişti. Kuş gözlem kayıtları gözlemcilerin not defterlerinden çıkıp internet üzerinden veri tabanına kayıt edilmeye başlandı (Özesmi ve Per, 2006). eKuşBank (2019) günümüzde Türkiye'de çok önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Kamu, STK ve üniversiteler tarafından eKuşBank (2019) veri tabanından yararlanılmaktadır. Ancak papağanlar ile ilgili gözlemlerde; görsel, türün davranışı ve diğer türler ile etkileşime dair verilere de ihtiyaç duyulduğu için daha spesifik bir vatandaş bilimi çalışması olan Papağan Sayımları tasarlanmıştır. Her gözlem temelli çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da gözlemci hata payı vardır. Bu hata payını azaltmak için internet üzerinden tür tanımlamayı

kolaylaştırıcı araçlar geliştirilmektedir, farklı görselleştirme ve görüntüleme tekniklerinden yararlanılmaktadır.

Günümüz dünyası, mevcut verilerle ilgili görselleştirme tekniklerinin standartlaştırılmasına, görselleştirme yöntemlerine ilişkin etkileşimli mekanizmalara ve veriyi görselleştirmenin farklı yönlerine göre mobil görselleştirmeye ihtiyaç duymaktadır (Khan ve Khan, 2011). Dünya'da biyolojik çeşitlilik araştırmalarında analogdan dijitale bir geçiş olduğu için veriler sayısallaştırılarak işlevsel bir biçimde kullanılmaktadır. eKuşBank (2019) bu alanda Türkiye'de öncüdür. Kuş gözlem verilerinin sayısallaşması, cep telefonu uygulamalarının kullanımı verilerin görselleştirilebilirliği bu konudaki teknolojik gelişimin bir göstergesidir. Bu gelişim gelecek yıllarda çeşitlenerek artacaktır. Tarım ve Orman Bakanlığı da Nuhun Gemisi veri tabanı ile biyolojik çeşitlilik verilerinin dijitalleşmesi sürecine dahil olmuş ancak şimdiye kadar bir cep telefonu uygulaması geliştirmemiştir.

Türkiye'de günümüzde egzotik ve yabacı türlerin izlenmesi ile ilgili geliştirilmiş kurumsal bir veri tabanı bulunmamaktadır. Egzotik türler ile ilgili olarak karar verici kurum olan Tarım ve Orman Bakanlığı'nın belirli izleme araçları, veri tabanları ve yönetim yaklaşımı geliştirmesi bir gereklilik arz etmektedir. Türkiye'de yasak olmasına rağmen Yeşil papağan ve İskender papağanı bireylerinin doğadan toplandığına dair Ankara, İstanbul ve İzmir'den gözlemler vardır. Gözlemlenen yerleri halka açık olarak ilan etmenin sakıncaları bulunmamaktadır. Yasa dışı olarak doğadan toplanan papağan bireyleri yasa dışı olarak evcil hayvan ticareti döngüsüne girmektedir. Bu durumun halk sağlığı açısından sakıncaları olabilir.

Bilim, Teknoloji ve Toplum (STS) çalışmaları, bu alanları birbirinden ayrı olarak değerlendiren disiplinlerarası bir yaklaşımdan uzaklaşıp, bilimsel, teknolojik ve toplumsal olanın birbiriyle iç içe geçişini ve bunların nasıl birlikte üretildiklerini bütüncül bir şekilde inceleyen disiplinler-ötesi yaklaşıma geçiş temsil etmektedir. STS, farklı alanlardan beslenen ve aynı zamanda bunlar arasında geçişler yaparak bir tanınırlık kazanan dinamik bir alandır. STS'nin Türkiye'de gelişimi için harcanacak her türlü çaba çok değerlidir (Ansal vd., 2018). Bu araştırmada egzotik papağanların Türkiye genelindeki durumu temel internet araçları kullanılarak vatandaşların desteği ile araştırılmıştır. Google tarafından kullanıma sunulmuş olan Google doc kullanılarak bir gözlem formu, blogger üzerinden bir blog tasarlanmıştır. Google Drive'da depolanan veri tabanındaki bilgiler farklı görselleştirme teknikleri kullanılarak blogda yayımlanmış ve bilimsel yayımlarda kullanılmıştır. Bu araştırma ile vatandaşların doğada karşılarına çıkmakta olan papağanlara karşı farkındalığı artmıştır. Papağan sayımları başlangıç düzeyinde bir Bilim, Teknoloji ve Toplum çalışmasıdır. Daha ileri düzeyde ve daha etkin bir araştırma için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) temelli bir gözlem formuna, cep telefonu uygulamasına ve bağımsız olarak düzenlenecek bir web sayfasına ihtiyaç duyulmaktadır. Gelecekte disiplinler arası ve disiplinler ötesi bir yaklaşım ile daha güncel ve işlevsel bir papağan izleme sisteminin kurulması planlanmaktadır.

Sürdürülebilir kalkınma, nesiller arası eşitlik ilkesiyle toplumda ekonomik olarak kalkınmayı sağlarken, sosyal ve çevresel sorunlara da çözüm getirmelidir (Özmete ve Akgül Gök, 2015). Bu araştırmada egzotik papağanlar yenilikçi bir yöntem ile araştırılmıştır. Elde edilen bilgiler arttıkça ve

detaylandıkça ulusal yönetim stratejilerini belirlemek ve sürdürülebilir sonuçlar elde etmek mümkün olacaktır. Ancak yabancı türler hakkında ulusal ölçekli bir araştırmanın toplumsal boyutu göz önüne alınmadan başarıya ulaşmak mümkün olmayacaktır. Öncelikle paydaşlar arasında güçlü sosyal ağlar oluşturmak gereklidir.

Türkiye’de vatandaşlar papağanların şehir merkezlerindeki varlığından mutlu olmakta ve şehirlere renk kattıklarını düşünmektedir. Ancak bu canlılar Türkiye’ye özgü olmadıkları için izlenmelidir. Halk üzerindeki pozitif etkilerinin yerini negatif etkilere bıraktıkları durumlarda hızlı cevap alınacak yönetim yaklaşımları uygulanmalıdır. Papağanlarının Türkiye’deki geleceğini kamu, STK (Sivil Toplum Kuruluşu) ve üniversiteler arasında kurulacak güçlü işbirlikleri şekillendirecektir.

Türkiye’de İstanbul, İzmir, Ankara gibi büyük şehirlerde papağanların popülasyonları dikkat çekici bir düzeyde artmaktadır. Bu nedenle vatandaşlar gündelik hayatta sık sık papağanlar ile karşılaşmaya başlamıştır. Bu çalışmada vatandaşlar papağanlar ile ilgili temel gözlem tecrübelerini paylaşmıştır. Vatandaşların değerli katkıları ile Türkiye’de egzotik papağanlar hakkında bir durum değerlendirmesi yapılmıştır. Bu türler Anadolu ve Trakya’ya özgü türler değildir ve insan etkisi ile doğada görülmektedir. Günümüzde Türkiye popülasyonları kentsel alanlar ile sınırlanmıştır. Türkiye’de papağanların tarım arazilerine doğru yayılış alanını genişletmesi istenmeyen bir durumdur. Böyle bir durumda bu türlerin yönetilmesi gereklidir. Bu bilgiye ulaşabilmek için geniş bir halk desteğine ve ulusal ölçekli araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye’de iki’si üreyen popülasyonlar kurmuş, dokuz’u kafes kaçkını olarak görülmüş toplam 11 papağan türü gözlenmiştir. Vatandaşların katkısı ile egzotik papağanların Türkiye dağılımı, ekolojik, ekonomik ve sosyal etkileri hakkında bir veri tabanı kurulmuştur. Tür dağılımları ve güncel etkilerinin gelecekteki değişimini değerlendirmede vatandaşların katkısı oldukça önemli olacaktır. Gözlemcilerin bilgi düzeyi, kapasitesi, farkındalığı ve dikkati arttıkça papağanlar ile ilgili çok farklı gözlemler kayıt edilebilecektir. Bu nedenle bu izleme çalışması internet temelli yeni yaklaşım ve teknikler geliştirilerek gelecek yıllarda da devam edecektir. Gelecekte Türkiye’de internet temelli vatandaş bilimi çalışmaları daha da yaygınlaşacak, disiplinler arası ve disiplinler ötesi çalışmalar ön plana çıkacaktır.

Açıklama

Papağan sayımları için gözlem formunu dolduran, e-posta ile gözlemlerini ve fotoğraflarını paylaşan vatandaşlara (<http://trpapagansayimlari.blogspot.com/search/label/G%C3%B6zlemciler>), makalede yer alan papağan fotoğraflarını gönderen Hasan Ulusoy, Uğur Kırkinci ve Doruk Taylan’a teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Ansal, H., Ekinci, M., Kaşdoğan, D., 2018. Bilim, Teknoloji ve Toplum Çalışmaları'na bir giriş. *Toplum ve Bilim*, 144: 9-37.
- Avery, M.L., Shiels, A.B., 2018. Monk and rose-ringed parakeets. pgs.333-357. In: *Ecology and Management of terrestrial vertebrate invasive species in the United States* (Ed.: Pitt, W.C., Beasley, J.C., & Witmer, G.W.), CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 333-357.
- Boyla, K.A., Sinav, L., Dizdaroğlu, D.E., 2019. Türkiye Üreyen Kuş Atlası. WWF-Türkiye, Doğal Hayatı Koruma Vakfı, İstanbul.
- Boyla, K., Aydemir, G., Eken, G., 1998. The status and distribution of ring-necked parakeet *Psittacula krameri* in Turkey. *Turna*, 1(1): 24-27.
- eKuşBank/eBird., 2019. eBird: An online database of bird distribution and abundance [web application], Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. Available: <http://www.ebird.org>, Accessed: 10.03.2019.
- Butler, C.J., 2003. Population biology of the introduced Rose-ringed Parakeet *Psittacula krameri* in the UK. PhD Dissertation, University of Oxford, Oxford, UK.
- CABI, 2019. Invasive species compendium, *Psittacula krameri* (rose-ringed parakeet). (Web page: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45158>), Accessed: 13.09.2019.
- Cohn, J.P., 2008. Citizen science: Can volunteers do real research? *Bioscience*, 58(3): 192 -197.
- Çetin, Ö., 2018. Anıtkabir’in renkli misafirlerinin sayısı gün geçtikçe artıyor. İHA (İhlas Haber Ajansı), Ankara, <http://www.ih.com.tr/ankara-haberleri/ozel-haber-anitkabirin-renkli-misafirlerinin-sayisi-gun-gectikce-artiyor-ankara-1968748/>, Erişim: 28.03.2018.
- GISD (Global Invasive Species Database) 2015. Species profile *Psittacula krameri*. Web page: <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=1540>, Accessed: 10.05.2019.
- Forshaw, J.M. 2010. *Parrots of the World*. Princeton University Press, Princeton, USA.
- Katsanevakis, S., Deriu, I., D’Amico, F., Nunes, A.L., Sanchez, S.P., Crocetta, F., Arianoutsou, M., Bazos, I., Christopoulou, A., Curto, G., Delipetrou, P., Kokkoris, Y., Panov, V., Rabitsch, W., Roques, A., Scalera, R., Shirley, S.M., Tricarino, E., Vannini, A., Zenetos, A., Zervou, S., Zikos, A., Cardoso, A.C., 2015. European Alien Species Information Network (EASIN): Supporting European policies and scientific research. *Management of Biological Invasions*, 6(2): 147-157.
- Khan, M., Khan, S. 2011. Data and information visualization methods, and interactive mechanisms: A survey. *International Journal of Computer Applications*, 34(1): 1-14.
- Kirwan, G.M., Boyla, K.A., Castell, P., Demirci, B., Özen, M., Welch, H., Marlow, T., 2008. *The Birds of Turkey*. Christopher Helm, London, UK.
- Nov, O., Arazy, O., Anderson, D., 2014. Scientists@ Home: What drives the quantity and quality of online citizen science participation? *PLoS ONE*, 9(4): e90375.
- Özesmi, U., Per, E., 2006. Birdwatching with a Purpose in Turkey: KuşBank-An internet based bird database and citizen science project. *Bird Census News*, 19(1): 16-33.
- Özmete, E., Akgül Gök, F., 2015. Sürdürülebilir Kalkınma İçin Sosyal İnovasyon ve Sosyal Hizmet İlişkisinin Değerlendirilmesi. *Toplum ve Sosyal Hizmet*, 26(2): 127 – 143.
- Pallewatta, N., Reaser, J.K., Gutierrez, A., (Ed.), 2003. *Prevention and Management of Invasive Alien Species: Proceedings of a Workshop on Forging Cooperation throughout South and Southeast Asia*. Global Invasive Species Programme, Cape Town, South Africa.
- Per, E., 2018a. The spread of the Rose-ringed Parakeet, in Turkey between 1975 and 2015 (Aves: Psittacidae). *Zoology in the Middle East*, 64 (4): 297 – 303.

- Per, E., 2018b. Tropikal ormanlardan Türkiye'ye papağan ticaretinin durumu. *Turkish Journal of Forestry* 19: 275-283.
- Per, E., 2017. The first report and preliminary observations on escaped parrot species (Psittaciformes) in Turkey through citizen science. *Bird Census News*, 30(2): 47-52.
- Rowley, I., 2019. Psittaciformes. In: *Handbook of the Birds of the World Alive*. (Ed.: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E.). Lynx Edicions, Barcelona. (Web page: <https://www.hbw.com/node/52255>), Accessed: 12.09.2019.
- Sönmez, Y., 2017. Bir papağan gördüm sanki..., *Hürriyet Gazetesi*, İstanbul, <http://www.hurriyet.com.tr/bir-papagan-gordum-sanki-40625439>, Erişim: 29.10.2017.
- Sönmez, Y., 2016. Sevimli ve öfkeli: Papağan, *Hürriyet Gazetesi*, İstanbul, <http://www.hurriyet.com.tr/sevimli-ve-ofkeli-papagan-40064158>, Erişim: 06.03.2016.
- Trombetti, M., Katsanevakis, S., Deriu, I., Cardoso, A.C., 2013. EASIN-Lit: A geo-database of published alien species records. *Management of Biological Invasions*, 4(3): 261-264.
- Tsiamis, K., Cardoso, A.C., Gervasini, E., 2017. The European Alien species information network on the convention on biological diversity pathways categorization. *NeoBiota*, 32: 21-29.
- Türkiye Papağan Sayımları, 2019. <http://trpapagansayimlari.blogspot.com/>, Erişim: 25.03.2019.
- Tüydüş, A., 2016. Gördüğünüz papağanları ihbar edin, İHA (İhlas Haber Ajansı), Ankara, <http://www.iha.com.tr/haber-gordugunuz-papaganlari-ihbar-edin-602018>, Erişim: 17.11.2016.
- West, S., Pateman, R., 2016. Recruiting and retaining participants in citizen science: What can be learned from the volunteering literature? *Citizen Science: Theory and Practice*, 1(2): 1-10.

Antalya Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda yayılış gösteren karakulak (*Caracal caracal* Schreber, 1776)'ın populasyon durumu, günlük aktivite deseni ve habitat tercihi

Yasin Ünal^{a,*}, Ahmet Koca^b, Yunus Kısaarslan^b, Mehmet Şirin Yelsiz^c, Halil Süel^d, İdris Oğurlu^e

Özet: Bu araştırma, 2016-2017 yılları arasında Antalya ilinde yer alan Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda yapılmıştır. Karakulak (*Caracal caracal*)'ın populasyon durumu, günlük aktivite deseni ve habitat tercihinin belirlenebilmesi için fotokapan yöntemi kullanılmıştır. Fırsat noktası yöntemi ile 444 noktaya fotokapan kurulmuş, bunlardan 19'unda 35 adet karakulak görüntüsü kaydedilmiştir. Görüntülerinin değerlendirilmesi sonucunda karakulağın fotokapana yakalanma oranı 0.08-0.83 olarak bulunmuştur. Araştırma sonucunda, karakulağın 450 m rakıma kadar olan kızılçam ormanlarını daha çok tercih ettiği, kum taşı ve volkanik sediment alanların habitat tercihinde daha fazla yer tuttuğu, kireç taşının ise karakulak tarafından kullanılmayan bir anakaya cinsi olduğu tespit edilmiştir. Araştırma alanında doğal yayılış gösteren alageyik (*Dama dama*), yaban keçisi (*Capra aegagrus*), yaban domuzu (*Sus scrofa*) ve yaban tavşanı (*Lepus europaeus*)'nın karakulağın önemli besin kaynakları arasında yer aldığı görülmüştür. Genel itibariyle gün boyu aktif olduğu, fakat en yoğun aktivitesini akşam havanın kararmasından itibaren gece 24.00-06.00 saatleri arasında yaptığı gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Karakulak (*Caracal caracal*), Fotokapan, Aktivite deseni, Habitat tercihi

Population status, daily activity pattern and habitat preference of caracal (*Caracal caracal* Schreber, 1776) in Antalya Düzlerçamı Wildlife Development Area

Abstract: This study was carried out at Düzlerçamı Wildlife Development Area in Antalya between 2016-2017 to determine population status, daily activity pattern and habitat preference of caracal (*Caracal caracal*). Camera traps established at 444 points by the Opportunity point method, and 19 of them recorded 35 caracal images. By evaluating the images, the captured ratio of caracal to camera-traps was found to be 0.08-0.83. As a result of the research, it was determined that pine forests up to 450 m altitude were more preferred by the caracal, habitat types on sandstone and volcanic sediment areas have been occupied more in habitat preference and bedrock types consisting of limestone which cannot be used by caracal. It has been observed that fallow deer (*Dama dama*), wild goat (*Capra aegagrus*), wild boar (*Sus scrofa*) and European hare (*Lepus europaeus*), naturally distributed species in the research area, among the important food sources of the caracal. In general, it has been observed that caracal is active all day long, while its most intense activity occurred from dusk to dawn between hours 24.00-06.00.

Keywords: Caracal (*Caracal caracal*), Camera traps, Activity design, Habitat preferences

1. Giriş

Ekosistemlerde besin zincirinin en üst basamağında yer alan karasal yırtıcı memeliler bu özellikleriyle ekosistem bütünlüğünün en önemli indikatörlerinden biri olarak kabul edilirler (Gros vd., 1996). Bu türler içerisinde yer alan ve ülkemizde bulunan beş kedi türünden biri olan karakulak (*Caracal caracal* Schreber, 1776) Akdeniz ikliminin hâkim olduğu Güney Ege ve Akdeniz Bölgesinde yayılış göstermektedir (Turan, 1984). Göç eden bir tür değildir,

ancak besin aramak için mesken alanı içerisinde kısa mesafeli dikey göçler yapabilmektedir (Adibi vd., 2014). Etçil beslenmeyi tercih eden bu türün diyetini oluşturan besin kaynakları sırasıyla memeliler, kemirgenler, sürüngenler, kuşlar ve omurgasızlardır (Nowell ve Jackson, 1996). IUCN kriterlerine göre LC (Least Concern) kategorisinde olmasına rağmen Türkiye'de yaşam ortamı civarındaki turizm, yoğun mermercilik faaliyetleri, insan nüfus artışına bağlı kentleşme ve habitat kayıpları gibi

^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, 32260, Isparta, Türkiye

^b Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü 32260, Isparta, Türkiye

^c Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 15030, Burdur, Türkiye

^d Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz Meslek Yüksekokulu, 32950, Isparta, Türkiye

^e İstanbul Ticaret Üniversitesi, Çevre ve Doğa Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi, 34840, İstanbul, Türkiye

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 26.10.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 15.11.2019



Citation (Atıf): Ünal, Y., Koca, A., Kısaarslan, Y., Yelsiz, M.Ş., Süel, H., Oğurlu, İ., 2019. Antalya Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahasında yayılış gösteren karakulak (*Caracal caracal* Schreber, 1776)'ın populasyon durumu, günlük aktivite deseni ve habitat tercihi. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 474-480. DOI: [10.18182/tjf.638437](https://doi.org/10.18182/tjf.638437)

nedenlerle popülasyonun yeterli seviyede olmadığı düşünülmektedir (Giannatos vd., 2006; Hepcan vd., 2013).

Akdeniz Bölgesi'nde yöre insanı tarafından bilinen ve varlığı dile getirilen karakulak Türkiye'de ilk kez 2005 yılında Giannatos vd. (2006) tarafından fotoğraflanabilmiştir. Tür hakkında ancak 2008 yılından sonra Akdeniz Bölgesi'nde yürütülmeye başlanan fotokapan çalışmaları ile de biyoloji ve ekolojisi konusuna ışık tutan ayrıntılı bilgilere ulaşılmıştır (İlemin ve Gürkan, 2010; Hepcan vd., 2013; Mengülüoğlu ve Anbarlı, 2019; Ünal vd., 2019).

Canlıların yakalanmasını gerektirmeyen ve yaban hayatı envanterinde dolaylı gözlemler içerisinde değerlendirilen fotokapan yöntemi, özellikle karakulak gibi gecici ve nadir görülen karasal memeli türlerin tespitinde, popülasyon durumları, davranışları, habitat tercihleri, günlük aktivite desenleri gibi konularda bilgi edinmek için pratik ve önemli bir role sahiptir (Ridout vd., 2009; Trolliet vd., 2014).

Desenli kürke sahip olan kedigiller (Felidae) familyasına mensup türler üzerine gerçekleştirilen fotokapan çalışmalarında, bireylere özgü olan kürk desenleri sayesinde birey tespiti yapılabileceği yönünde araştırmalar bulunmaktadır (Karanth ve Nichols, 1998; Carbone vd., 2001; Karanth vd., 2011). Karakulak postunda bulan belirgin olmayan şeritler net bir şekilde görülmemektedir. Fakat, bu türün ön ayak uzuvlarının iç kısımlarında bulunan benek yapısından yararlanılarak birey tespiti yapılabildiği bilinmektedir (İlemin, 2010).

Yaban hayatı çalışmalarında fotokapan yöntemiyle yaban hayvanı popülasyonları hakkında bilgi elde etmek için fırsat noktası ve sistematik yönteminin her ikisi de kullanılmaktadır. Fırsat noktası yöntemi, belirli bir alanda yayılış gösteren hedef tür veya türlerin maksimum alan kullanımı dikkate alınarak maksimum düzeyde veri elde edilmesini sağlayan çalışmalarda uygulanmaktadır. Araştırma alanda fotokapan istasyonu hedef tür/türlere ait patikalar, iz ve belirtiler, yuva yeri ve beslenme yerleri ile

su ihtiyacı sağladıkları alanlara yakın yerlere kurularak veri elde edilmesi amaçlanmıştır (Ünal ve Çulhacı, 2018). Antalya Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası (YHGS)'nda 2016-2017 yılları arasında yapmış olduğumuz bu araştırmada toplamda 30 adet fotokapan, 444 adet istasyona Fırsat Noktası Tekniği ile kurulmuştur (Singh vd., 2014; Ünal ve Çulhacı, 2018). Bu araştırmada Düzlerçamı YHGS'de yayılış gösteren karakulağın popülasyon durumu, habitat tercihi, günlük aktivite deseni gibi konulara odaklanılmıştır.

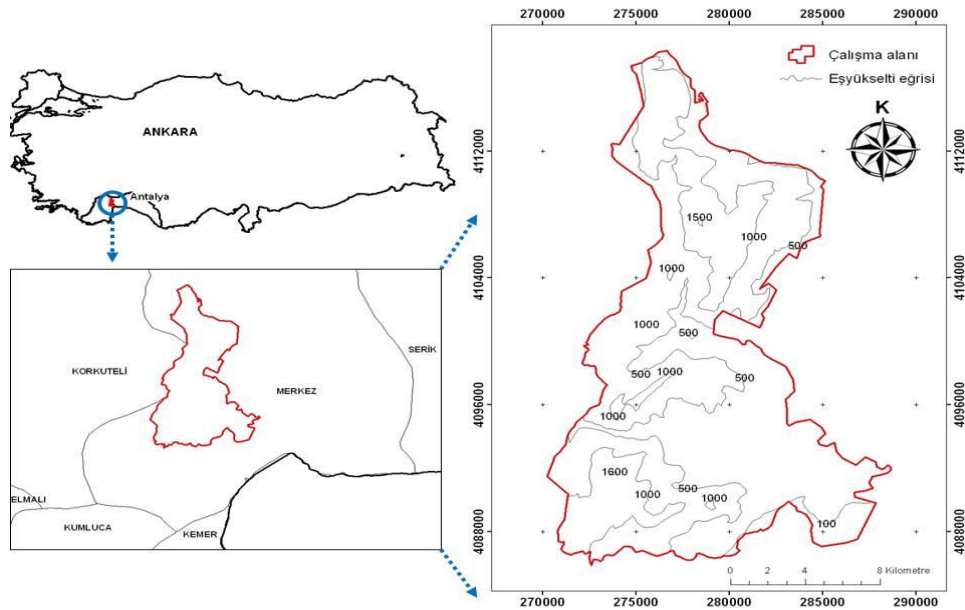
2. Materyal ve yöntem

Arazi çalışmaları Antalya-Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda 2016-2017 yılları arasında yürütülmüş, araştırmada fotokapan teknikleri uygulanmış, yaklaşık 29000 hektar genişliğindeki bir sahada çalışılmıştır.

2.1. Araştırma alanının tanıtımı

Ülkemizde bulunan 81 adet yaban hayatı geliştirme sahasının 8'i Antalya sınırları içinde yer almaktadır. Bunlardan biri olan Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası; Antalya ilinin Korkuteli, Döşemealtı, Kepez ve Konyaaltı ilçeleri mülki hudutları içinde kalmakta olup Antalya şehir merkezinden karayolu ile alanın güney sınırına uzaklığı 15 km'dir. Alanın toplam yüzölçümü 29.033 hektar, deniz seviyesinden yüksekliği ise 150 - 1663 metre (Eren tepe) arasındadır (Şekil 1).

Araştırma sahası, kapallığı düşük kızılçam (*Pinus brutia*) ve yer yer kızılçam-ardıç (*Juniperus* spp.) karışık meşcerelerinden oluşan "iğne yapraklı ormanlar" ile maki elemanlarının ağırlıklı olduğu seyrek kızılçam ve ardıç ağaçlarını bulunduran "kaya vejetasyonu" olmak üzere başlıca iki vejetasyon tipinden meydana gelmektedir (Saribaşak vd., 2011).



Şekil 1. Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nın coğrafi konumu

2.2. Fotokapan yöntemi

Araştırmada, Cuddeback marka fotokapanlar kullanılmıştır. Bu fotokapanlar, kızıl ötesi çekim, 0.25 saniye tetikleme süresi, 15 metre gece görüş mesafesi ve 20 megapiksel çözünürlük, 1-5 arası fotoğraf çekim ayarı, değiştirilebilir siyah ve beyaz flash, renkli çekim ve aynı anda hem fotoğraf hem video çekme gibi özelliklere sahiptir (Fort, 2016).

Tür hakkında hedeflenen bulgulara ulaşmak amacıyla Fırsat Noktası yöntemiyle 30 adet fotokapan 444 fotokapan istasyonuna kurulmuştur. Fotokapan istasyonlarının harita üzerinde tespiti ve dijital ortamda kaydedilmesi için Google Earth, ArcMap 10.4 ve Microsoft Excel bilgisayar programlarından yararlanılmıştır. 2016-2017 dönemi arasında yürütülen arazi çalışmalarında kurulan fotokapanlarla 22 aylık bir dönemde toplam 150 gün boyunca 30 ar günlük sürelerde fotokapan kaydı alınmıştır (Jansen vd., 2014).

Fotokapanlar uygun ve korunaklı ağaç gövdelerine yerden 0.30-1.00 m yükseklik aralığında konuşlandırılmıştır (Amaya-Castaño ve Palomares, 2018). Fotokapanlar istasyonlara kurulduktan sonra, öncelikle aktif olarak kayıt almaya devam edip etmediği test edilmiştir. Kontroller esnasında aktif olan fotokapanların gün değeri; kurulduğu tarih ile kontrol tarihleri arasındaki geçen gün sayısı olarak hesaplanmıştır (Stein vd., 2008).

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Microsoft Excel programı kullanılmıştır. Bu aşamada türün fotokapana yakalandığı saat bilgileri alınarak günlük aktivite deseni; koordinat bilgileri, istasyon ve civarındaki habitat bilgisinden faydalanarak ise habitat tercihine yönelik veri seti hazırlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Araştırma alanında fotokapana yakalanan karakulak (*C. caracal*) bireyi

2.2.1. Birey teşhisi

Karakulak türünün farklı birey teşhislerinin yapılabilmesi için İlemin (2010)'un belirttiği gibi, elde ettiğimiz görüntülerde sağ ön uzuvlarının iç kısmındaki benek yapıları dikkatlice incelenmiştir. Farklı ve benzer bireyler ayrılarak kayıt altına alınmıştır (Şekil 3).

2.3. Populasyon büyüklüğü ve yoğunluğu

Karakulağın populasyon büyüklüğünü tespit etmek için Lincoln-Petersen İndeksi, Bailey's İndeksi ve Lincoln-Petersen İndeksinden (Güncel) yararlanılmıştır (Çizelge 1) (Rexstad ve Burnham, 1991; Alcoy, 2013).

2.4. Habitat tercihi

Karakulağın habitat tercihi ve araştırma alanındaki dağılımının tespiti için Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden Düzlerçamı YHGS'ye ait anakaya haritaları temin edilerek sayısal hale dönüştürülmüştür (MTA, 2018). Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'nden alana ait meşçere tipleri haritası sayısal ortamda temin edilip Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamına aktarılmıştır. ArcMap 10.4 programı yardımıyla araştırma sahasındaki yükseklik, eğim ve bakı değişkenleri kullanılarak dağılım ve yoğunluk haritaları oluşturulmuştur (Şekil 4).

2.5. Günlük aktivite deseni

Günlük aktivite deseninin tespiti amacıyla, araştırma sürecinde WildID Fotokapan görüntü değerlendirme programı ve Oriana aktivite deseni oluşturma programından yararlanılmıştır. Bu aşamada, karakulak görüntüleri WildID programına aktarılarak Excel veri tabanında ürün görüntülenme tarihi, saati, görüntü numarası gibi bilgilere ulaşılmıştır (Carter vd., 2013). Elde edilen bu bilgilerden görüntü saatleri Oriana programına aktarıldıktan sonra günlük aktivite deseni grafiği elde edilmiştir (Hassan vd., 2009).



Şekil 3. Fotokapana yakalanan iki farklı karakulak bireyine ait görüntüler

Çizelge 1. Lincoln-Petersen İndeksi, Bailey's İndeksi ve Lincoln-Petersen İndeksi (Güncel)'ne göre popülasyon büyüklüğü hesaplama formülleri (Formülde X: Birinci yıl fotokapana yakalanan karakulak sayısı, x: ikinci yıl fotokapana yakalanan karakulak sayısı, y: İkinci yıl fotokapana yakalananlardan ilk yıl tespit edilenlerin sayısı ve N:Popülasyon Büyüklüğü)

Lincoln-Petersen İndeksi

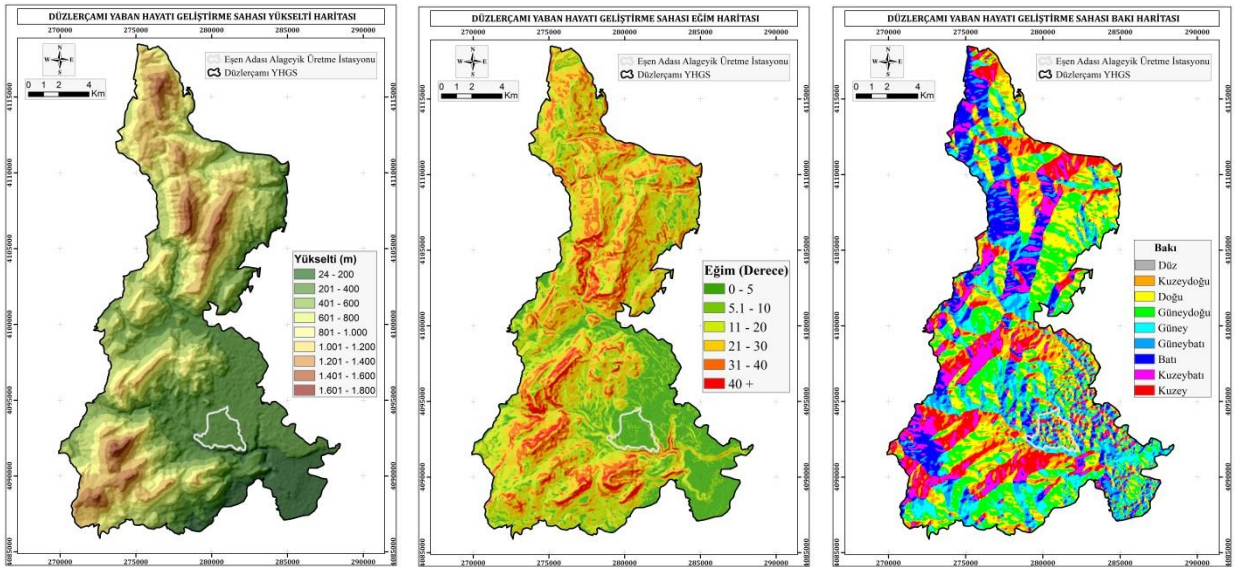
Bailey's İndeksi

Lincoln-Petersen İndeksi (Güncel)

$$N = \frac{X * y}{x}$$

$$N = \frac{X(y + 1)}{x + 1}$$

$$N: \frac{(X+1)(x+1)}{y+1} - 1$$



Şekil 4. Düzlerçami YHGS yükselti, eğim ve baki haritaları

3. Bulgular

Araştırma sonunda, 11625 fotokapan gün değerine ulaşılmıştır. 35 adedi karakulak olmak üzere toplamda 4013 fotokapan kaydı elde edilmiştir. Elde edilen verilerden karakulak görüntülenme oranı en düşük 0,083 (i.no:3), en yüksek 0,83 (i.no:9) ortalama 0,35 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Karakulak bireyi görüntülenme oranı 1/512,88 gündür.

3.1. Populasyon yoğunluğu

Araştırma sahasında 2016-2017 yıllarında yürütülen fotokapan çalışmasında elde edilen görüntülerin değerlendirilmesi sonucunda 2016 yılında 11 adet, 2017 yılında ise 6 adet karakulak bireyi görüntülenmiştir. İkinci yıl görüntülenen bireylerden 3 tanesinin ilk yıl tespit edilen bireyler olduğu anlaşılmıştır.

Karakulak populasyon yoğunluğu, Lincoln-Petersen İndeksi, Bailey's İndeksi ve Lincoln-Petersen İndeksi (Güncel) hesaplamasına göre $0,066-0,76 \pm (5,64 - 6,44 / \text{km}^2)$ aralığında hesaplanmıştır. Populasyon büyüklüğünün ise 19-22 aralığında olduğu tahmin edilmiştir (Çizelge 3; Şekil 5).

Fotokapan verilerine göre karakulağın akşam hava kararmasını müteakiben saat 19.01 ve seher vakti saat 06.00 saatleri arasında 24 kez, gündüz 06.01-19.00 saatleri arasında 9 kez fotokapana yakalandığı görülmektedir. Oriana veri setinden elde edilen günlük aktivite desenlerine ait gül şeması (rose diagram) grafikleri incelendiğinde ise karakulağın günün tüm vakitlerinde aktif olmakla beraber gece 00.00-08.00 saatleri arasında daha aktif olduğu görülmektedir (Şekil 6).

3.2. Habitat tercihi ve dağılımı

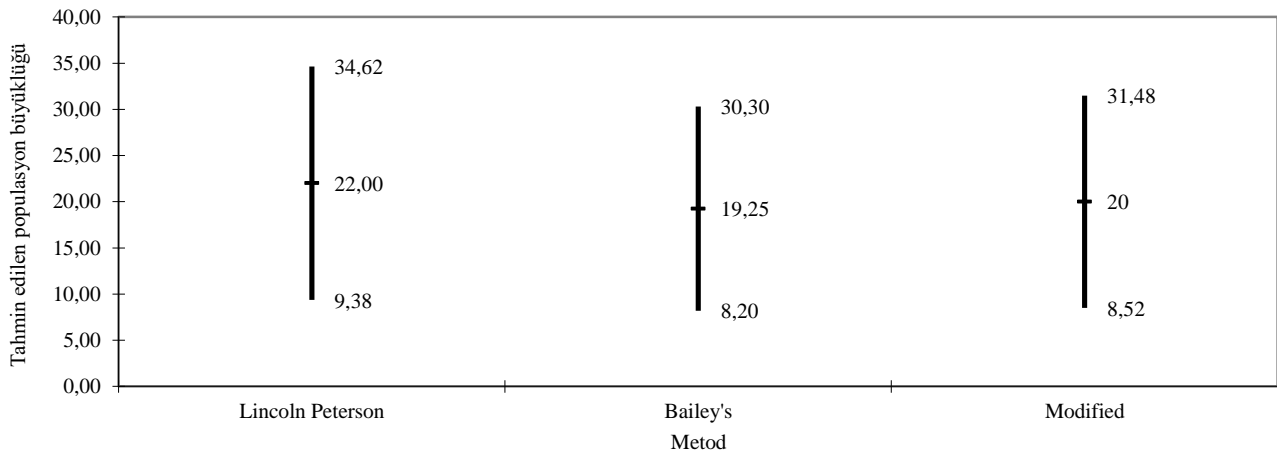
Araştırma alanında karakulak bireylerinin 3 ana bölgede yoğunlaştığı görülmüştür. Bu bölgeler Termesos Milli Parkı'nın ormanlık habitatları (>450 m) ve Düzlerçamı YHGS içerisindeki Yenice Mevkisi ve Eşenadası üretim istasyonunun etrafındaki kızılçam meşcereleridir (Şekil 7). Karakulağın, araştırma alanında 450 m rakıma kadar olan yükseltileri daha çok tercih ettiği görülmektedir. Habitat tercihinin yükseltiye bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir. Anakayaya bakıldığında ise kum taşı ve volkanik sediment alanların habitat tercihinde daha fazla yer işgal ettiği görülmektedir. Kireç taşının, karakulak tarafından tercih edilemeyen anakaya türü olduğu ortaya çıkmıştır.

Çizelge 2. Karakulak kaydetmiş olan fotokapanlarda görüntü yakalama oranı (yakalanan/100 fotokapan gün değeri)

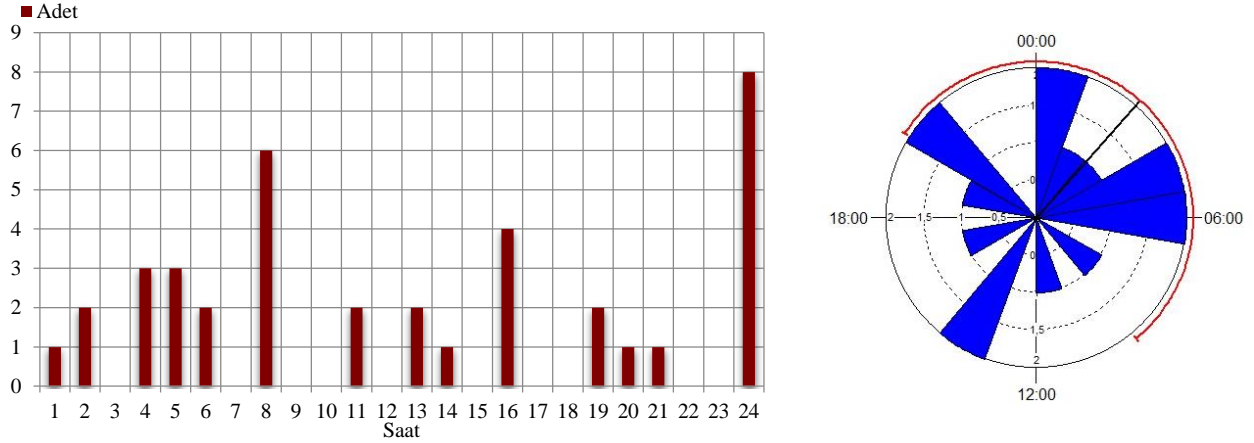
Karakulak kaydeden istasyon no (i.no)	Fotoğraf adedi	Fotokapan gün değeri	Fotokapan istasyon adedi	Fotokapan görüntü yakalama oranı
1	1	1155	35	0,09
2	4	896	32	0,45
3	1	1320	40	0,08
4	3	717	21	0,42
5	3	529	23	0,57
6	3	1470	30	0,20
7	2	812	28	0,25
8	2	2146	29	0,09
9	7	840	30	0,83
10	9	1740	29	0,52

Çizelge 3. Karakulağın populasyon büyüklük değerleri

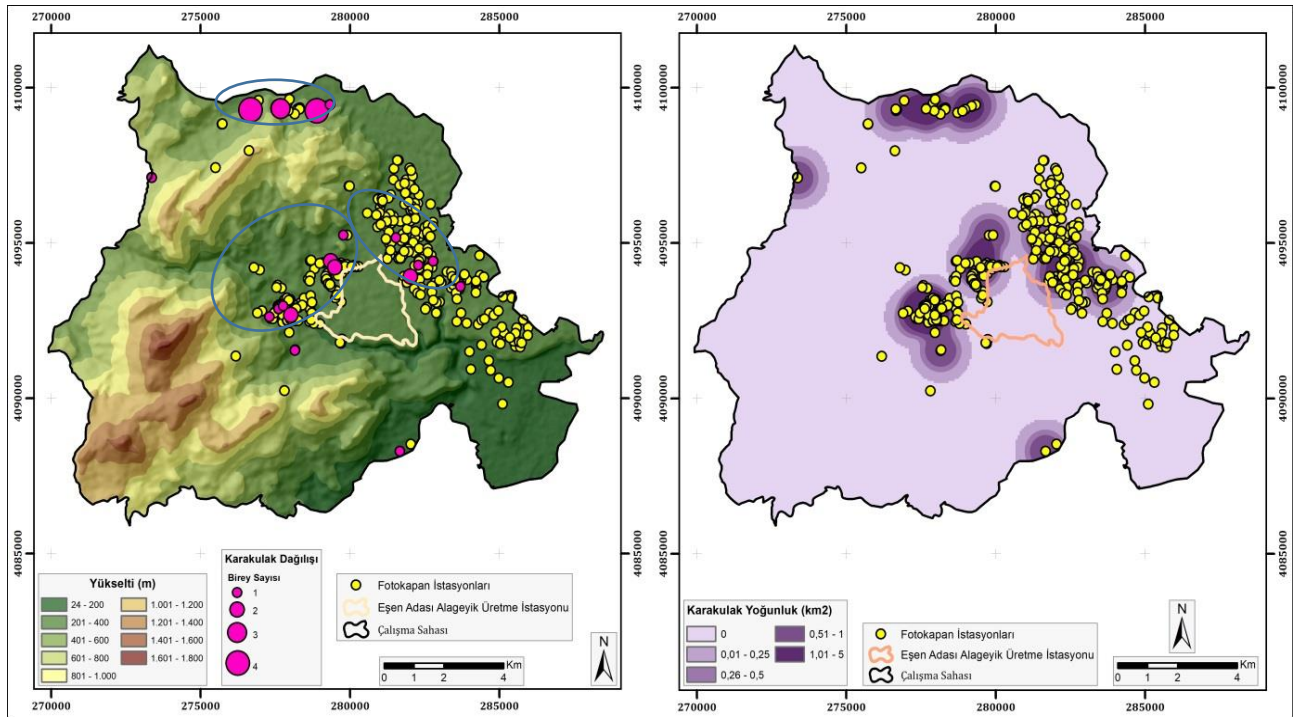
	Lincoln-Petersen İndeksi	Bailey's İndeksi	Lincoln-Petersen İndeksi (Güncel)
Polulasyon büyüklüğü	22,00	19,25	20,00
Populasyon yoğunluğu	0,076	0,066	0,068
Standart hata	6,44	5,64	5,86
Güven aralığı	9,38 - 34,62	8,20 - 30,30	8,52 - 31,48



Şekil 5. Populasyon büyüklüğü hesaplama yöntemlerinin karşılaştırılması



Şekil 6. Karakulağa ait günlük aktivite deseni ve gül şeması grafiği



Şekil 7. Düzlerçamı YHGS Karakulak dağılışı ve yoğunluğu

4. Tartışma ve sonuç

Düzlerçamı YHGS çevresindeki habitatlarda yapılmış araştırmalar irdelendiğinde (Masseti, 2009; De Marinis ve Messeti, 2009) tarafından Termessos Milli Parkı'nın memeli faunası üzerine, Albayrak vd. (2012) tarafından ise Düzlerçamı YHGS'yi de içine alan Beydağları'nda yayılış gösteren karnivor ve toynaklı türler üzerine araştırma yapıldığı, karakulak türüne bilgi mahiyetinde değinildiği görülmektedir. Bu araştırmada ise hedef tür karakulak olup, türün Düzlerçamı YHGS'deki popülasyon durumu, günlük aktivite deseni ve habitat tercihlerinin tespiti amaçlanmıştır.

Fotokapan çalışmasında 6250 görüntü elde edilmiştir. Bu görüntülerden 3978 inde yaban hayvanı bireyi tespit edilmiştir. 19 farklı fotokapan istasyonunda 35 adet karakulak fotokapan görüntüsü kaydedilmiştir. Kayıtlarda karakulak görüntülenme oranı % 0,56 iken, geriye kalan

görüntüler evcil hayvan, insan-araç ve köpeklere aittir. Karakulak tespit edilen fotokapanların, % 28,4 ünde yaban domuzu, % 27,6'sında alageyik, % 20,8'inde evcil hayvan, % 16,5'inde insan, % 2,8 'inde yaban tavşanı ve % 1,8'inde başıboş köpek görülmüştür. İnsan-araç ve başıboş köpeğin sırasıyla % 13 ve % 1,8 oranında tespit edildiği görülmektedir. Bu oranlar karakulağın araştırma alanında diğer yaban hayvanları yanında insan ve vahşi köpeklerle de etkileşim içinde olduğu ve bu konunun ayrıca araştırılması gerektiğini ortaya çıkarmıştır (Keten ve Nabioğlu, 2016).

Benzer araştırmalardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında Düzlerçamı'nda karakulağın popülasyon yoğunluğunun oldukça düşük olduğu görülmektedir. Örneğin Avenant ve Nel (1998)'in çalışmasında karakulak popülasyon yoğunluğunun Düzlerçamı'na göre 4 kat fazla olup 0,23-0,47 km² aralığında olduğu görülmektedir. Düzlerçamı'nda karakulak açısından habitat faktörleri

anlamında belirgin bir yetersizlik ve olumsuzluk tespit edilemediğine göre bu durum, ancak Düzlerçamı YHGS 'nin Antalya iline oldukça yakın (19,5 km), Döşemealtı'na ise sadece 1 km mesafede olması ve dolayısıyla sahadaki karakulağın insan kaynaklı faaliyetler (tarım, rekreasyon, sportif faaliyetler, motokros vb.) sebebiyle stres altında bulunmasıyla açıklanabilir.

Araştırma sahası Doğa Koruma ve Milli Parklar 6. Bölge Müdürlüğü personeli tarafından sürekli denetlenmekte, sahada kaçak avcılığın önlenmesi ve azaltılmasına yönelik yoğun bir çaba harcanmaktadır. Fakat sahada koruma faaliyetlerinin türlerin popülasyon artışında yeterli seviyede olmadığı görülmektedir. Örneğin, karakulak için önemli besin kaynağı olan alageyik, yaban keçisi, yaban domuzu, yaban tavşanı gibi av türleri bol olmasına rağmen, bu alandaki yoğun insan trafiğinin tür üzerinde önemli bir stres kaynağı olduğu ve türün yeterli popülasyona ulaşamamasında diğer etken olduğu düşünülmektedir (Keten, 2016; Evcin, 2018).

Bütün yaban hayvanlarında olduğu gibi karakulağın da gün içerisinde aktif hareket ettiği bilinen zaman dilimleri bulunmaktadır. Bu çalışmada, karakulağın aktif olduğu saatler zaman aralıklarına ayrılarak günlük aktivite deseni belirlenmiştir. Ortaya çıkan desene göre karakulağın gün içerisinde genel itibarıyla gün boyu aktif olduğu, en yoğun aktivitesini akşam havanın karmasını müteakiben 24.00-06.00 saatleri arasında yaptığı tespit edilmiştir. Araştırma alanında cereyan eden yoğun insan trafiği yüzünden karakulağın gündüz saatlerinde nispeten daha az aktivite gösterdiği görülmektedir. Bu sebeple insan faaliyetinin çok fazla olduğu alanlarda karakulağın gündüz saatlerinde saklandığı düşüncesi (Soyumert vd., 2007; Soyumert, 2010; Cruz vd., 2018) ağır basmaktadır.

Yükseltiye bakıldığında proje alanında yaklaşık 450 m rakıma kadar olan alanların daha çok tercih edildiği habitat tercihinin yükseltiye bağlı olarak azaldığı görülmektedir. Ana kayaya bakıldığında ise kum taşı ve volkanik sediment alanlar habitat tercihinde öne çıkmaktadır. Kireç taşının ise karakulak tarafından tercih edilmeyen bir anakaya türü olduğu tespit edilmiştir. Bu durum; kireçtaşı üzerinde yer alan habitatların sarp ve çok dik alanlara rastlamasıyla izah edilebilir.

Araştırma alanında karakulak dağılımını etkileyen en önemli unsur besindir. Fotokapan verilerine göre karakulak dağılımı, besin kaynakları (örn. yaban tavşanı, alageyik, yaban domuzu) ile doğru orantı göstermektedir. Bu sonuca göre araştırma alanındaki otçul türlerle karakulak arasında av-avcı ilişkisi vardır diyebiliriz. Kocataş (1992) ve Oğurlu (2015), bu ilişkiyi Lotka-Volterra modeliyle açıklamıştır. Bu modele göre av-avcı dengesi esas itibarıyla beslenme ile alakalı bir durum arz etmekte ve avcı türün yoğunluğunda avın yoğunluğu belirleyici olmaktadır. Buradan hareketle karakulağın, araştırma alanında çeşitli ve yeterli besin kaynaklarına sahip olduğu söylenebilmektedir.

Açıklama

Bu çalışmanın yapılmasında gerekli izinleri sağlayan Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa koruma ve Milli Parklar 6. Bölge Müdürlüğü'ne ve 214 O 248 No'lu proje ile maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Adibi, M.A., Karami, M., Kaboli, M., 2014. Study of seasonal changes in habitat suitability of *Caracal caracal schmitzi* (Maschie 1812) in the central desert of Iran. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 5: 95-106.
- Albayrak, T., Giannatos, G., Kabasakal, B., 2012. Carnivore and ungulate populations in the Beydagları Mountains (Antalya, Turkey): Border region between Asia and Europe. *Polish Journal of Ecology*, 60(2): 419-428.
- Alcoy, J.C.O., 2013. The Schnabel Method: An Ecological approach to productive vocabulary size estimation, *Internat Proceed Econom Development Res.* 68: 19-24, DOI: 10.7763/IPEDR. 2013. V68. 5
- Amaya-Castaño, G.C., Palomares, F., 2018. Effect of human influence on carnivore presence in a Mediterranean human-modified area in the Southwestern Iberian Peninsula. *Galemys*, 30: 1-12. DOI: 10.7325/Galemys.2018.A1
- Avenant, N.L., Nel, J.J., 1998. Home-range use, activity, and density of caracal in relation to prey density. *African Journal of Ecology*, 36(4): 347-359.
- Carbone, C., Christie, S., Conforti, K., Coulson, T., Franklin, N., Ginsberg, J.R., Griffiths, M., Holden, J., Kawanishi, K., Kinnaird, M., Laidlaw, R., Lynam, A., Macdonald, D.W., Martyr, D., McDougal, C., Nath, L., O'Brien, T., Sidensticker, J., Smith, D.J.L., Sunquist, M., Tilson, R., Wan Shahrudin, W.N., 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Animal Conservation*, 4: 75-79.
- Carter, K.D., Seddon, J.M., Frère, C.H., Carter, J.K., Goldizen, A.W., 2013. Fission-fusion dynamics in wild giraffes may be driven by kinship, spatial overlap and individual social preferences. *Animal Behaviour*, 85(2): 385-394.
- Cruz, P., Iezzi, M.E., De Angelo, C., Varela, D., Di Bitetti, M.S., Paviolo, A., 2018. Effects of human impacts on habitat use, activity patterns and ecological relationships among medium and small felids of the Atlantic Forest. *Plos One*, 13(8): 1-21.
- De Marinis, A.M., Masseti, M., 2009. Mammalian fauna of the Termessos National Park, Turkey. *ZooKeys*, 31: 221-228.
- Evcin, Ö., 2018. Kastamonu ve Sinop'ta karacanın (*Capreolus capreolus*) popülasyon ekolojisi / Population ecology of roe deer (*Capreolus capreolus*) in Kastamonu and Sinop. Doktora Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Fort, J.L., 2016. Large carnivore occupancy and human-wildlife conflict in Panamá. MSc Thesis. Southern Illinois University, Carbondale, USA
- Giannatos, G., Albayrak, T., Erdoğan, A. 2006. Status of the Caracal in protected areas in Southwestern Turkey. *CAT news*, 45(45): 23.
- Gros, P.M., Kelly, M.J., Caro, T.M., 1996. Estimating carnivore densities for conservation purposes: Indirect methods compared to baselinedemographic data. *Oikos*, 77(2): 197-206.
- Hassan, S.F., Hussin, A.G., Zubairi, Y.Z., 2009. Analysis of Malaysian wind direction data using. *Oriana*, 3(3): 115-119.
- Hepcan, Ş., Hepcan, Ç.C., Koçman, A., Özkan, M.B., Can, Ö.E., 2013. Identifying potential habitat networks; the case of Caracal in Izmir Province, Turkey. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 10(1): 29-39.
- İlemin, Y., 2010. Datça-Bozburun Yarımadası orta ve büyük memeli türlerinin vejetasyon tiplerine bağlı dağılımının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- İlemin, Y., Gürkan, B., 2010. Status and activity patterns of the Caracal, *Caracal caracal* (Schreber, 1776), in Datça and Bozburun Peninsulas, Southwestern Turkey: (Mammalia: Felidae). *Zoology in the Middle East*, 50(1): 3-10.

- Jansen, P. A., Ahumada, J., Fegraus, E., O'Brien, T., 2014. TEAM: a standardised camera-trap survey to monitor terrestrial vertebrate communities in tropical forests (Ed: Meek, P., Ballard, A.G, Banks, P. B., Claridge, A. W, Fleming, P.J.S; , Sanderson, J.G, and D. E. Swann, D.E, CSIRO Publishing, p. 263–270
- Karanth, K.U., Nichols, J.D., 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology*, 79: 2852–2862.
- Karanth, K.U., Nichols, J.D., Kumar, N.S., Jathanna, D., 2011. Estimation of demographic parameters in a tiger population from long-term camera trap data, (Ed: O'Connell, A.F; Nichols, J.D., Karanth, K.U, Springer Science-Business Media, p: 145-161
- Keten, A., 2016. Düzce ilinde yırtıcı memeli türlerin zamansal ve mekânsal dağılımı. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(2): 566-574.
- Keten, A., Nabiloğlu, M., 2016. Bolu-Yedigöller Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda saf meşe meşceresinde fotokapanla tespit edilen memeli türler. *Ormançılık Araştırma Dergisi*, 1(3 A): 62-68.
- Kocataş, A., 1992. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:142, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova / İzmir.
- Masseti, M., 2009. Pictorial evidence from medieval Italy of cheetahs and caracals, and their use in hunting. *Archives of Natural History*, 36: 37–47.
- Mengüllüoğlu, D., Ambarlı, H., 2019. Assessing caracal-prey interactions by spatial and temporal analyses. *European Journal of Wildlife Research*, 65(4): 54.
- MTA, 2018. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeoloji-haritalari>, Erişim Tarihi: 10.01.2018
- Nowell, K., Jackson, P., 1996. Wild Cats: Status Survey and Conservation Action Plan. Gland, Switzerland: IUCN.
- Oğurlu, İ., 2015. Yaban hayatı ekolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın No:19, Isparta.
- Rexstad, E., Burnham, K.P., 1991. User's Guide for Interactive Program Capture. Abundance Estimation Of Closed populations. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.
- Ridout, M.S., Linkie, M., 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*, 14: 322–337
- Sarıbaşak, H., Başaran, M.A., Kaçar, S., 2011. Wildgoat (*Capra aegagrus* Erxleben, 1777) Population in Antalya-Düzlerçamı Wildlife Progress Area and Evaluation of its Habitat. *Batı Akdeniz Ormançılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülteni*, 57: 1-62.
- Singh, R., Qureshi, Q., Sankar, K., Krausman, P.R., Goyal, S.P., 2014. Population and habitat characteristics of caracal in semi-arid landscape, western India. *Journal of arid environments*, 103: 92-95.
- Soyumert, A., 2010. Kuzeybatı Anadolu ormanlarında fotokapan yöntemiyle büyük memeli türlerinin tespiti ve ekolojik özelliklerini belirlenmesi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Soyumert, A., Macar, O., Gürkan, B., 2007. The Use of camera trap for determining the presence of medium and large sized mammals in marmaris, Turkey. *International Conference on Environment: Survival and Sustainability*, 19-24 February, Near East University, Nicosia-Nothern Cyprus, p:353-358
- Stein, A.B., Fuller, T.K., Marker, L.L., 2008. Opportunistic use of camera traps to assess habitat-specific mammal and bird diversity in northcentral Namibia. *Biodiversity and Conservation*, 17(14): 3579-3587.
- Trolliet, F., Vermeulen, C., Huynen, M.C., Hambuckers, A., 2014. Use of camera traps for wildlife studies: a review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 18(3): 446-454.
- Turan, N., 1984. Türkiye'nin Av ve Yaban Hayvanları Memeliler. Ogun Kardeşler Matbaacılık Sanayii, Ankara.
- Ünal, Y., Çulhacı, H., 2018. Investigation of fallow deer (*Cervus dama* L.) population densities by camera trap method in Antalya Düzlerçamı Eşenadası Breeding Station. *Turkish Journal of Forestry*, 19(1): 57-62. <https://doi.org/10.18182/tjf.339042>.
- Ünal, Y., Pekin, B.K., Oğurlu, İ., Süel, H., Koca, A. 2019. Human, domestic animal, Caracal (*Caracal caracal*), and other wildlife species interactions in a Mediterranean forest landscape. *Eur J Wildl Res* 66, 5 (2020) doi:10.1007/s10344-019-1343-x.

Pest species of Coccoidea (Hemiptera; Cocomorpha) in forest of Turkey

Selma Ülğentürk^{a,*} , Özden Dokuyucu^a 

Abstract: Forest area of Turkey is 22.6 million hectares, which constitutes 28.8% of the overall land area. 47% of the forests is coniferous, 32% is broad-leaved tree species and 21% mixed species. The Scale insects (Hemiptera: Cocomorpha) are cryptic and mostly invisible insects which are mostly small less than 5 mm long. Many scale insects are economically important pests of agriculture, horticulture, and forestry. Around 400 scale insect species are known in Turkey, totally 119 Coccoidea species are fed on forest trees and shrubs; among 45 species of them on conifers and 74 species on broad-leaves trees and shrubs. *Marchalina hellenica* Gennadius (Marchalinidae) is a famous and economically important species that resourced honeydew honey called “pine honey”. This study examines scale insects, their distribution, host plants, natural enemies, damages, and role of forest biodiversity in Turkey.

Keywords: Scale insect, Biodiversity, Conifer, Biology, Damage

Türkiye ormanlarında zararlı Coccoidea (Hemiptera; Cocomorpha) türleri

Özet: Türkiye 22.6 milyon hektar orman alanına sahiptir. Türkiye'nin yüzölçümünün %28.8'ini kaplayan bu ormanların %47'sini iğne yapraklılar, %32'sini geniş yapraklı ağaçlar ve %21'ini karışık ormanlar oluşturmaktadır. Kabuklubitler (Hemiptera: Coccoidea), saklı yerlerde yaşayan, genellikle 5 mm'den daha küçük olduğu için gözden kaçırılan böceklerdir. Birçok kabuklubit türü tarım ve orman bitkilerinin ekonomik önemde zarar meydana getirmektedir. Türkiye'de varlığı bilinen 400 civarında kabuklubit türünden, 45 tür koniferlerde, 74 tür ise geniş yapraklı ağaç ve çalılarda olmak üzere, toplam 119 Coccoidea türü orman bitkilerinde beslenmektedir. *Marchalina hellenica* Gennadius (Marchalinidae) bunlardan en bilinen ve ekonomik öneme sahip bir tür olup, “çam balı” olarak bilinen salgıbalına kaynaklık etmektedir. Bu çalışmada Türkiye ormanlarında görülen kabuklubit türlerinin yayılışları, konukçuları, doğal düşmanları, zararları ve orman biyoçeşitliliğindeki rolleri incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kabuklubitler, Biyoçeşitlilik, Konifer, Biyoloji, Zarar

1. Introduction

The total forest area of Turkey is 22,342,935 hectares and it consists of 29% of the country (TOD, 2019). Forests are generally located on mountainous areas and they are usually natural and semi-natural with high biodiversity value. Turkey has 9000 plant species of which 3649 (31.8%) is endemic (FAO, 2019). Most of these plants are located in forest areas. Approximately 800 woody taxa occur in the country's forests. The predominant species are *Pinus brutia* Ten., *Pinus halepensis* Mill., *Pinus nigra* Arnold, *Pinus pinea* L., *Pinus sylvestris* L., *Abies* spp. [*A. cilicica* (Ant. and Kotschy), *A. nordmannia* (Steven)], *Picea orientalis* (L.), *Cedrus libani* A. Rich (Pinaceae), *Cupressus sempervirens* L., *Juniperus* spp. (Cupressaceae), *Fagus orientalis* Lipsky, *Quercus* spp., *Castanea sativa* Mill. (Fagaceae), *Alnus* spp. and *Carpinus betulus* L. (Betulaceae). Main tree species of the Turkey forest are oaks (26.25%), Turkish pine (25.13%), Crimaen pine (19.02%), beech (8.55%), Scots pine (6.80%), juniper (4.29%), cedar (2.16%), fir (2.62%) and spruce trees (1.45%). These plants occur as pure stand or mix stand in forests (Anonymous, 2019).

Insects and plant diseases are the important factors that damage forest trees. Scale insects (Hemiptera;

Cocomorpha) feed by sucking the sap of plants from either the phloem or parenchyma and cause reduced host vigor, reduced productivity, defoliation, premature falling of leaves and dieback of branches. In addition, feeding by these insects may cause discoloration and disfiguration and gall formations. They are often cryptic in habit and mostly small size (less than 5 mm long) therefore undetectable until plant damage is substantial. This point is very important in quarantine and plant protection. There are estimated to be almost 8000 Coccoidea species in the world (Garcia et al., 2016). They are economically important pests of agriculture, horticulture and forest plants (Koszarab and Kozar, 1988).

2. Scale insects

Scale insects have protective covering such as powdery, waxy, and hardy scales. The wax is produced by epidermal glands (mostly cuticular pores, ducts). Scale insects have very specific morphological and biological features. Male scale insects display complete metamorphosis, whereas female is paedomorphic. Female scale insects have often sedentary habit and have four or five biological stages (egg, two or three nymph instars and adult). The female either lays eggs in a cavity under her body or in a waxy sac (ovisac). Crawlers (first instar nymphs) are mobile and play

✉ ^a Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Dışkapı, Ankara

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): ulgentur@agri.ankara.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 06.09.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 08.11.2019



Citation (Atıf): Ülğentürk, S., Dokuyucu, Ö., 2019. Scale insects in forest plants in Turkey. Turkish Journal of Forestry, 20(4): 482-491. DOI: [10.18182/tjf.616353](https://doi.org/10.18182/tjf.616353)

very important role in dispersing to other plants. Male scale insects have five or six biological stages (egg, two or three nymph stages, prepupa, pupa and adult). Adult males are tiny flies that not feed and live only a few days. Depending on species and the climate, the number of generations is variable between one to seven or eight in a year (Kosztarab and Kozar, 1988). Scale insects on forest plants are studied in Turkey by some authors (Bodenheimer, 1949; 1953; Schmitschek, 1953; Çanakçıoğlu, 1977; Selmi, 1979; Ülgentürk et al., 2004; Ülgentürk et al., 2012a,b). The number of forest trees used as park trees and new plant species imported as ornamental plants may lead to new insect species to enter the new regions. Insect species which are not cause a serious damage in their natural habitat may reproduce uncontrollably and inflict damage in a new ecosystem as they may not have natural enemies (Şahin and Ülgentürk, 2011). While *Torosaspis cedricola* (Balachowsky & Alkan) (Diaspididae), for example, sustaining their existence in low populations in natural cedar forests, it is the major pest of cedar trees in urban greenbelts (Dostbil and Ülgentürk, 2016; Ülgentürk et al., 2012a; Ülgentürk et al., 2019a). The maritime pine bast scale, *Matsucoccus feytaudi* Ducas (Matsucoccidae), occurs in the western part of the Mediterranean basin and causes damage in South Eastern France and Italy, where it was accidentally introduced (Foldi, 2004).

Generally, mostly scale insects leave honeydew that covers all parts of the plant, and causing sooty mould. This may be indirectly detrimental to plants by excluding sunlight and interfering with photosynthesis in the leaves as well plants lose their aesthetic and economic value (Kosztarab and Kozar, 1988; Ülgentürk et al., 2019a,b). On

the other hand, honeydew is important nutrient for many species such as insects, birds, and also humans. Honeydew is collected and used in producing of honeydew honey by honeybees. For examples honeydew of *Marchalina hellenica* Gennadius (Marchalinidae) is one of the important source of pine honey in Greece and Turkey (Gürkan, 2005; Ülgentürk et al., 2012a). Pine honey has economic importance for many beekeepers and for forest villagers, as well. In addition to *M. hellenica*, many other hemipters are known as honeydew producer on cedar, chestnut, oaks, linden, and pine trees in Turkey (Ülgentürk et al., 2012b; Ülgentürk et al., 2013a, b; Ülgentürk et al., 2019b). Some scale insects are also known as the vector of plant diseases (Le Maguet et al., 2012). For example, the beech scale *Cryptococcus fagisuga* (Douglas) (Eriococcidae) feeds on beech trees (*Fagus* spp.). Attack by beech scale alone does not seriously damage beech trees; however, the feeding punctures in the bark allow beech bark disease, [*Nectria coccinea* var. *faginata* or *N. galligena* (Hypocreales: Nectriaceae)] a serious threat to the timber industry in Europe and in North America, to gain access to the cambium and phloem tissues (Houston, 1994).

Unfortunately, most of the studies which examine mostly host plants and distribution of scale insects occurring on forest areas in Turkey. There is very limited research on their biology, damage and natural enemies in forests. In this study, scale insects that feed on conifers (Table 1) and species that feed on broad-leaved trees and shrubs (Table 2) in Turkey are taken separately. Information of some important species on their biology, damage and natural enemies in urban green areas (forest, parks and gardens) are also given.

Table 1. Scale insects on conifer trees in Turkey

Species	Host plants	Distribution***	References
Coccidae			
<i>Ceroplastes floridensis</i> Comstock	<i>C. libani</i>	Me	Ülgentürk et al., 2012b
<i>Coccus hesperidum</i> Linnaeus	<i>Abies bornmuelleriana</i> Mattif., <i>Cephalotaxus drupacea</i> Sieb & Zucc., <i>Cedrus libani</i> A. Rich., <i>C. atlantica</i> Manetti, <i>Picea orientalis</i> (L.) <i>Pinus brutia</i> Tenore, <i>P. maritima</i> Lam. <i>P. pinea</i> L., <i>P. sylvestris</i> L., <i>Taxus baccata</i> L.	Ae, Bs, Ma, Me	Çanakçıoğlu, 1977; Ülgentürk and Çanakçıoğlu, 2004
<i>C. pseudomagnoliarum</i> (Kuwana)	<i>P. sylvestris</i>	Bs, Ca	Çanakçıoğlu, 1977
<i>Nemolecanium abietis</i> Borchsenius	<i>A. bornmuelleriana</i> , <i>A. nordmanniana</i> (Steven)	Bs, Ca	Ülgentürk et al., 2019a
<i>Nemolecanium aptii</i> (Bodenheimer)	<i>A. nordmanniana</i>	Bs	Bodenheimer, 1953
<i>Eulecanium sericeum</i> Lindinger	<i>Abies cilicica</i> (Antoine & Kotschy), <i>A. bornmuelleriana</i>	Bs, Sea	Ülgentürk et al., 2019b
<i>Physokermes hellenicus</i> Kozár and Gounari	<i>A. bornmuelleriana</i> , <i>A. cilicica</i>	Bs, Ca, Me	Ülgentürk, 2016; Ülgentürk et al., 2019b
<i>Physokermes piceae</i> (Schrank)	<i>Picea abies</i> (L.), <i>P. pungens</i> Engelm., <i>P. pungens</i> var. <i>glauca</i> Beissn., <i>P. orientalis</i>	Bs, Ca, Ma	Çanakçıoğlu, 1977; Selmi, 1979; Ülgentürk and Özdemir, 2019
<i>Poaspis intermedia</i> Goux	<i>P. brutia</i>	Ma	Ülgentürk et al., 2012c
<i>Pulvinaria floccifera</i> (Westwood)	<i>Taxus baccata</i> L., <i>T. baccata</i> var. <i>fastigiata</i>	Bs, Ma	Bodenheimer, 1953; Selmi, 1979; Ülgentürk et al., 2008
Diaspididae			
<i>Aonidia mediterranea</i> Lindinger	<i>Cupressus sempervirens</i> L., <i>Juniperus</i> sp. <i>Pinus</i> sp., <i>P. brutia</i>	Me, Ea	Yaşar, 1995; Kaydan et al., 2013
<i>Aspidiotus nerii</i> (Bouché)	<i>C. libani</i> , <i>P. abies</i> , <i>T. baccata</i>	Ma, Me	Selmi, 1979
<i>Chionaspis kabyliensis</i> Balachowsky	<i>C. libani</i>	Me	Ülgentürk et al., 2012b
<i>Carulaspis juniperi</i> (Bouché)	<i>Platyclaudus orientalis</i> (L.), <i>Calocedrus decurrens</i> (Torrey), <i>Chaemaecyparis lawsoniana</i> (A. Murray), <i>Cupressus</i> sp., <i>C. arizonica</i> Greene, <i>Juniperus sabina</i> var. <i>tamariscifolia</i> Ait.	Ae, Ca, Me	Kaydan et al., 2013; Ülgentürk et al., 2019a

Table 1. Scale insects on conifer trees in Turkey (continued)

Species	Host plants	Distribution***	References
<i>Carulaspis minima</i> (Signoret)	<i>Arceuthos drupacea</i> Ant. & Kotschy, <i>B. orientalis</i> C. lawsonia, <i>C. decurrens</i> , <i>Cupressus</i> spp., <i>C. sempervirens</i> L., <i>C. sempervirens</i> var. <i>horizontalis</i> (Mill.), <i>C. sempervirens</i> var. <i>pyramidalis</i> Nym., <i>C. goweniana</i> (Gordon), <i>C. arizonica</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> L., <i>J. communis</i> L., <i>J. foetidissima</i> Willd., <i>J. sabina</i> L., <i>J. sabina</i> var. <i>nana</i> Syme., <i>J. excelsa</i> , <i>P. orientalis</i>	Ae, Bs, Ma, Me	Bodenheimer, 1949, 1952; Kaydan et al., 2013
	<i>C. libani</i> , <i>P. brutia</i>	Ae	Ülgentürk et al., 2012b
<i>Diaspidiotus jaapi</i> Leonardi	<i>T. baccata</i>	Ma	Selmi, 1979
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i> (Morgan)	<i>A. bornmuelleriana</i> , <i>A. equi-trojani</i> Ascher & Sint., <i>C. atlanticus</i> , <i>C. libani</i> , <i>P. pungens</i>	Bs, Ca, Ma	Selmi, 1979; Ülgentürk et al., 2019a
<i>Dynaspidiotus britannicus</i> (Newstead)	<i>Abies</i> sp., <i>Pinus</i> sp.	Bs, Ca, Me, Ma	Özkazaç and Yücel, 1985; Yaşar, 1995
<i>Dynaspidiotus abietis</i> (Schrank)	<i>A. bornmuelleriana</i> , <i>A. concolor</i> (Gord.), <i>A. equi-trojani</i> , <i>C. libani</i> , <i>P. pungens</i>	Ca, Me	Yaşar, 1995; Ülgentürk et al., 2012b;
<i>Dynaspidiotus abieticola</i> (Koreneos)	<i>P. brutia</i> , <i>P. pinea</i> , <i>P. sylvestris</i>	Ae, Bs, Me, Ma	Ülgentürk et al., 2012b; Kaydan et al., 2014
<i>Gomezmenoraspis pinicola</i> Leonardi	<i>C. libani</i>	Me	Ülgentürk et al., 2012c
<i>Gomezmenoraspis nr pinicola</i> Leonardi	<i>Pinus</i> sp., <i>P. halepensis</i> Mill., <i>P. nigra</i> , <i>P. nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i> , <i>P. pinea</i> , <i>P. sylvestris</i>	Ae, Bs, Ca, Ea, Me, Ma	Çanakçıoğlu, 1977; Selmi, 1979; Ülgentürk et al., 2004, 2019a
<i>Leucaspis loewi</i> Colvée	<i>Pinus</i> sp., <i>P. brutia</i>	Ma, Me	Bodenheimer, 1952; Ülgentürk et al., 2012b, 2019
<i>Leucaspis knemion</i> Hoke	<i>C. libani</i> , <i>P. brutia</i> , <i>P. halapennis</i> , <i>P. nigra</i> <i>P. pinea</i>	Ae, Bs, Me, Ma	Bodenheimer, 1952; Ülgentürk et al., 2012b,c; 2019
<i>L. pini</i> Harting	<i>P. brutia</i> , <i>P. elderica</i> Medv., <i>P. halepensis</i> , <i>P. maritima</i> , <i>P. nigra</i> , <i>P. nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i> , <i>P. pandarosa</i> Dougl., <i>P. pinea</i> , <i>P. radiata</i> D. Don., <i>P. roxburghii</i> Sargen, <i>P. sylvestris</i> , <i>P. strobe</i> L.,	Ae, Ca, Me, Ma	Bodenheimer, 1949, 1952; Çanakçıoğlu, 1977; Selmi, 1979; Kaydan et al., 2014; Ülgentürk et al., 2012b,c; 2019
<i>L. pusilla</i> Löw	<i>Abies</i> sp., <i>A. bornmuelleriana</i> , <i>A. pinsapo</i> Boiss., <i>P. pungens</i> , <i>P. nigra</i>	Bs, Ca, Ma	Kaydan et al., 2013, 2014
<i>Lepidosaphes newsteadi</i> (Sulc)	<i>Juniperus</i> sp., <i>J. excelsa</i> Bieb., <i>Cedrus libani</i> , <i>Pinus nigra</i> , <i>P. brutia</i> , <i>T. occidentalis</i>	Ae, Bs, Ca	Kaydan et al., 2013; Ülgentürk et al., 2019a
<i>Lepidosaphes juniperi</i> Lindinger	<i>P. brutia</i>	Ae	Ülgentürk et al., 2012a
<i>Lepidosaphes ulmi</i> Linneaus	<i>Arceuthobium</i> spp., <i>Cupressus</i> sp. <i>C. sempervirens</i> , <i>Thuja</i> spp., <i>T. occidentalis</i>	Ca, Me	Yaşar, 1995; Ülgentürk et al., 2019a
<i>Lineaspis striata</i> (Newstead)	<i>C. arizonica</i> , <i>C. sempervirens</i> var. <i>horizontalis</i> , <i>C. sempervirens</i> var. <i>pyramidalis</i>	Me	Keçe Çalışkan and Ulusoy, 2017
<i>Torosaspis farsianus</i> (Balachowsky & Kaussari)	<i>C. atlantica</i> Manetti, <i>C. atlantica</i> var. <i>glauca</i> Carr., <i>C. deodora</i> (Roxburg), <i>Cedrus libani</i>	Ae, Bs, Ca, Ea, Me, Ma, Sea	Yaşar 1995; Ülgentürk et al., 2012b, 2019a; Kaydan et al., 2014
<i>T. cedricola</i> Balachowski & Alkan	Eriococcidae		
<i>Uhleria araucariae</i> Maskell	<i>Araucaria</i> sp.	?	Kozar et al., 2013
Marchalinidae			
<i>Marchalina caucasica</i> Hadzibejli	<i>. nordmanniana</i> , <i>Piceae orientalis</i>	Bs	Ülgentürk et al., 2019b
<i>Marchalina hellenica</i> Gennadius	<i>. libani</i> , <i>P. brutia</i> , <i>P. halepensis</i> , <i>P. pinea</i>	Ae, Bs, Me, Ma	Bodenheimer, 1953; Ülgentürk et al., 2012a; 2013a
Matsucoccidae			
<i>Matsucoccus josephi</i> Bodenheimer & Harpaz	<i>Pinus</i> spp., <i>P. brutia</i> , <i>P. pinea</i>	Ae, Ma, Me	Ülgentürk et al., 2012c; Ülgentürk et al., 2016
<i>M. pini</i> Green	<i>Pinus sylvestris</i>	Ca	Ülgentürk et al., 2019a
Monophlebidae			
<i>Palaeococcus fuscipennis</i> Burnmeister	<i>Pinus</i> sp. <i>P. brutia</i> , <i>P. pinea</i>	Ae, Ma, Me	Bodenheimer, 1953; Ülgentürk et al., 2012c
Pseudococcidae			
<i>Phenacoccus arambourgi</i> Balachowsky	<i>C. libani</i>	Me	Ülgentürk et al., 2012b
<i>Phenacoccus piceae</i> Löw	<i>P. orientalis</i>	Bs	Ülgentürk and Özdemir, 2019
<i>Phenacoccus yerushalmi</i> Ben-Dov	<i>P. brutia</i> , <i>P. sylvestris</i>	Ae, Me	Ben-Dov et al., 2006; Ülgentürk et al., 2012c
<i>Planococcus vovae</i> (Nasonov)	<i>Cupressus</i> sp. <i>C. sempervirens</i> , <i>C. sempervirens</i> var. <i>horizontalis</i> , <i>C. sempervirens</i> var. <i>pyramidalis</i> , <i>C. goweniana</i> , <i>Juniperis excels</i> Bieb., <i>Libocedrus decurrens</i> Torr., <i>T. baccata</i> , <i>Thuja occidentalis</i> L.	Ae, Bs, Ca, Me, Ma,	Düzgüneş, 1982; Selmi, 1979; Ülgentürk et al., 2013b
<i>Pseudococcus viburni</i> (Signoret)	<i>C. drupacea</i>	Ma	Selmi, 1979

*** Aegean (Ae), Blacksea (Bs), Mediterranean (Me), Marmara (Ma), Central Anatolia (Ca), Eastern Anatolia (Ea) and Southeastern Anatolia (Sea)

Table 2. Scale insects on broad-leaved trees, shrubs and other plants in Turkey

Species	Host plants	Distribution ***	References
Acanthococcidae			
<i>Acanthococcus aceris</i> Signoret	<i>Quercus</i> sp., <i>Platanus orientalis</i> L.	Ea	Kaydan and Kozár, 2008
<i>A. melnikensis</i> Hodgson and Trencheva	<i>Myrtus communis</i> L.	Ae	Ülgentürk et al., 2013b
<i>A. roboris</i> Goux	<i>Castanea</i> sp., <i>Quercus</i> sp., <i>Q. cerris</i> L., <i>Q. suber</i> L.	Ae, Bs Me	Kosztarab and Kozár, 1988; Kaydan and Kozar, 2008
<i>A. salicis</i> (Borchsenius)	<i>Salix alba</i> L.	Ea	Kozár et al., 2013
<i>Gossyparia spurium</i> (Modeer)	<i>Quercus</i> sp., <i>Ulmus</i> spp., <i>Viscum album</i> L.	Ae, Ca, Ma	Çanakçioğlu, 1977; Ülgentürk et al., 2003
<i>Kotejacoccus turcicus</i> Kaydan & Kozár	<i>Quercus</i> sp.,	Ea	Kaydan and Kozár, 2008
<i>Neacanthococcus atlihani</i> Kaydan & Kozár	<i>Tamarix</i> sp.	2	Kaydan and Kozár, 2010
<i>Orontesicoccus lauri</i> (Erkiliç)	<i>Laurus nobilis</i> L.	Me	Erkiliç et al., 2011
Asterolecaniidae			
<i>Asterodiaspis bella</i> (Russell)	<i>Quercus</i> sp., <i>Q. robor</i> L.	Ca, Ea,	Zeki et al. 2005; Ülgentürk et al., 2013a
<i>A. hadzibeyliae</i> Borchsenius	<i>Quercus</i> sp.	Ea	Ülgentürk et al., 2013a
<i>A. ilicicola</i> (Targioni Tozzetti)	<i>Quercus</i> sp., <i>Q. coccifera</i> L.	Ae, Me	Bodenheimer, 1953; Ülgentürk et al., 2013a
<i>A. mina</i> (Russell)	<i>Quercus</i> sp.	Bs, Ea	Kaydan et al., 2013; Ülgentürk et al., 2013a
<i>A. minus</i> Lindinger	<i>Q. coccifera</i>	Ca, Ma, Me	Bodenheimer, 1953
<i>A. quercicola</i> (Bouché)	<i>Quercus</i> sp., <i>Q. brantii</i> Lindl., <i>Q. robor</i>	Ca, Me	Zeki et al., 2005; Ülgentürk et al., 2013a
<i>A. repugnans</i> (Russell)	<i>Quercus</i> sp.	Bs, Ea	Ülgentürk et al., 2013a; Kaydan et al., 2014
<i>A. variolasa</i> (Ratzeburg)	<i>Quercus</i> sp., <i>Q. aegilops</i> L., <i>Q. coccifera</i> , <i>Q. robor</i> v. <i>fastiata</i>	Ae, Ca, Me, Ma	Yaşar, 1991; Ülgentürk et al., 2013a
Coccidae			
<i>Ceroplastes floridensis</i> Comstock **	<i>Arbutus unedo</i> L., <i>L. nobilis</i> , <i>M. communis</i>	Ae, Me	Bodenheimer, 1953; Ülgentürk et al., 2013b
<i>C. japonica</i> Green*	<i>Acer negundo</i> L., <i>A. pseudoplatanus</i> L., <i>Aesculus hippocastanum</i> L., <i>Morus alba</i> L., <i>Nerium oleander</i> L., <i>Pistacia terebinthus</i> L., <i>L. nobilis</i> , <i>Ulmus</i> sp.	Ma	Ülgentürk et al., 2008
<i>Ceroplastes rusci</i> (Linnaeus)**	<i>A. communis</i> , <i>N. oleander</i> , <i>P. palaestina</i> Boiss, <i>P. vera</i> L., <i>Populus</i> sp., <i>Olea europea</i> L., <i>Salix</i> sp.	Ae, Bs	Kaydan et al., 2013, 2014; Ülgentürk et al., 2013b
<i>Coccus hesperidum</i> L.**	<i>A. pseudoplatanus</i> , <i>Crateagus monogyna</i> Jacq, <i>L. nobilis</i> , <i>Loniceria caprifolium</i> , <i>N. oleander</i> , <i>P. atlantica</i> , <i>Quercus</i> pp.,	Ma	Bodenheimer, 1953; Ülgentürk et al., 2008
<i>Eulecanium ciliatum</i> (Douglas)*	<i>Quercus</i> sp., <i>Q. pendunculiflora</i> K. Koch, <i>Jasminum fruticans</i> L., <i>Acer campestre</i> L., <i>A. pseudoplatanus</i> , <i>C. monogyna</i> , <i>C. oxycantha</i> L., <i>Ribes</i> sp., <i>Cydonia</i> sp., <i>Malus</i> sp.	Ca	Bodenheimer, 1953; Ülgentürk and Toros, 1999a; Zeki et al., 2005
<i>Eulecanium cerasorum</i> (Cockerell)*	<i>Q. robor</i>	Ca	Ülgentürk et al., 2013a
<i>Eulecanium tiliae</i> (Linnaeus)	<i>A. pseudoplatanus</i> , <i>A. hippocastanum</i> , <i>Crateagus</i> sp., <i>N. oleander</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Q. robor</i> , <i>Q. cercis</i> , <i>Q. pendunculiflora</i> K. Koch, <i>Ulmus minor</i> Mill. (As <i>U. campestre</i>), <i>Tilia</i> sp.	Bs, Ma, Ca	Bodenheimer, 1953; Ülgentürk and Toros, 1999a; Ülgentürk et al., 2013b; Zeki et al., 2005
<i>Filippia follicularis</i> (Targioni-Tozzetti)	<i>Fraxinus americana</i> L., <i>F. excelsior</i> L., <i>Jasminium</i> sp., <i>Olea</i> sp., <i>Olea europea</i> L., <i>Phillyrea</i> sp., <i>Prunus avium</i> L., <i>P. dulcis</i> (Mill), <i>Quercus</i> sp., <i>Viburnum</i> sp., <i>V.m Ceratonia silique</i> L., <i>Hedera helix</i> L., <i>Phillyrea</i> sp., <i>Pistacia</i> sp., <i>Viburnum tinus</i> L.	Ae, Bs, Ca, Me	Bodenheimer, 1953; Ülgentürk and Toros, 1999a; Ülgentürk et al., 2013b
<i>Lichtensia viburni</i> Signoret	<i>Acer negundo</i> , <i>Catalpa bignonioides</i> Walter, <i>C. monogyna</i> , <i>Gleditsia triacanthos</i> L., <i>Morus alba</i> , <i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.), <i>P. identalis</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Robinia pseudoacacia</i> L., <i>Spirea</i> sp., <i>Tilia</i> sp., <i>Vitis vinifera</i>	Ae	Yaşar, 1990; Ülgentürk et al., 2008;
<i>Neopulvinaria innumerabilis</i> Rathorn*	<i>Acer negundo</i> , <i>Catalpa bignonioides</i> Walter, <i>C. monogyna</i> , <i>Gleditsia triacanthos</i> L., <i>Morus alba</i> , <i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.), <i>P. identalis</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Robinia pseudoacacia</i> L., <i>Spirea</i> sp., <i>Tilia</i> sp., <i>Vitis vinifera</i>	Ca, Ma	Ülgentürk and Ayhan, 2011
<i>Parthenolecanium corni</i> (Bouche)*	<i>Crateagus</i> sp., <i>Corylus avellana</i> L., <i>Fagus</i> sp., <i>Fraxinus</i> sp., <i>M. alba</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Salix</i> sp., <i>Ulmus</i> sp.	Bs, Ca, Me, Ma,	Bodenheimer, 1953; Ülgentürk and Toros, 1999a, Kaydan et al., 2014
<i>P. rufulum</i> (Cockerell)	<i>C. avellana</i> , <i>Quercus</i> sp.	Ae, Bs, Ca, Ma	Kaydan et al., 2013; Kaplan and Turanlı, 2016
<i>Parthenolecanium tamaricis</i> (Bodenheimer)	<i>Tamarix pallasii</i> Desv.	Ca?	Bodenheimer, 1953
<i>Pulvinaria floccifera</i> (Westwood)	<i>Prunus laurocerasus</i> L., <i>Camellia sinensis</i> (L.)	Bs, Ma	Alkan, 1957; Ülgentürk et al., 2008
<i>P. terrestris</i> Borchsenius	<i>Crateagus</i> sp.		Kaydan et al., 2013
<i>Pulvinaria vitis</i> (Linnaeus)	<i>Crateagus</i> sp., <i>Populus nigra</i> L., <i>P. tremula</i> L., <i>Quercus</i> sp., <i>Salix</i> sp., <i>S. alba</i> , <i>Ulmus</i> sp.	Ae, Bs, Ca, Ea, Ma, Me	Kaydan et al., 2013
<i>Rhodococcus perornatus</i> (Cockerell & Parrott)	<i>Rosa</i> sp., <i>R. cinnamomea</i> L., <i>R. canina</i> L., <i>R. damascena</i> Mill., <i>Rosa pimpinellifolia</i> L.	Ca, Me	Zeki et al., 2005
<i>Saissetia oleae</i> (Olivier)	<i>A. unedo</i> , <i>Phillyrea</i> sp., <i>O. europea</i> , <i>N. oleander</i>	Ae, Bs, Ma, Me	Kaydan et al., 2013, 2014

Table 2. Scale insects on broad-leaved trees, shrubs and other plants in Turkey (continued)

Species	Host plants	Distribution ***	References
Cryptococcidae			
<i>Cryptococcus fagisuga</i> Lindinger	<i>F. orientalis</i>	Bs	Kozár et al. 2013
<i>Pseudochermes fraxini</i> (Kaltenbach)	<i>F. excelsior</i>	Ma	Bodenheimer, 1953; Kozár et al., 2013
Diaspididae			
<i>Aonidia lauri</i> (Bouche)	<i>L. nobilis</i>	Ma Me, Sea	Kaydan et al., 2013
<i>Aonidiella aurantii</i> (Maskell)	<i>Cerotonia siliqua</i> L., <i>L. nobilis</i>	Me	Kaydan et al., 2013, 2014
<i>Aspidiotus hedericola</i> Leonardi	<i>L. nobilis</i> , <i>H. helix</i>	Ae, Me, Ma	Kaydan et al., 2013
<i>A. nerii</i> Bouché	<i>Acacia cultiformis</i> G. Donn., <i>A. cyanophilla</i> Lindley, <i>Aucuba japonica</i> Tunb., <i>H. helix</i> , <i>Jasminum</i> sp., <i>L. nobilis</i>	Ae, Bs, Me, Ma	Kaydan et al., 2013, 2014
<i>Chionaspis etrusca</i> Leonardi	<i>Tamarix</i> sp.	Ca, Ea, Me	Bodenheimer, 1953
<i>Chionaspis salicis</i> (Linnaeus)	<i>P. alba</i> , <i>P. x canadensis</i> Moench, <i>P. nigra</i> L., <i>P. tremula</i> , <i>Salix alba</i> , <i>S. babylonica</i> L., <i>Ulmus</i> sp.	Bs, Ca, Ea,	Kaydan et al., 2013, 2014
<i>C. lepinyei</i> Balachowsky	<i>Quercus</i> sp.	Ea	Kaydan et al., 2013, 2014
<i>Chrysomphalus dictyospermi</i> (Morgan)**	<i>B. sempervirens</i> , <i>C. siliqua</i> , <i>H. helix</i> , <i>Ilex aquifolium</i> L., <i>Jasminum sambac</i> (L.), <i>L. nobilis</i> , <i>M. sylvestris</i> , <i>M. communis</i> , <i>N. oleander</i>	Ae, Ma	Yaşar, 1995; Erözmen and Yaşar, 2018
<i>Comstockaspis perniciosus</i> (Comstock)**	<i>Crateagus orientalis</i> M.Bieb., <i>Prunus spinose</i> L., <i>Spartium junceum</i> L.	Bs, Ca, Ea, Me	Kaydan et al., 2013, 2014; Kaydan et al., 2013, 2014
<i>Diaspidiotus armenicus</i> (Borchsenius)	<i>P. alba</i> , <i>P. nigra</i> , <i>Salix</i> sp., <i>Ulmus</i> sp.	Ea	Kaydan et al., 2013
<i>D. caucasicus</i> (Borchsenius)	<i>Populus</i> sp., <i>P. nigra</i> var. <i>pyramidalis</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Salix</i> sp.	Bs, Ca	Kaydan et al., 2013
<i>D. gigas</i> (Thiem & Gerneck)	<i>Populus nigra</i> , <i>Salix</i> sp.	Bs, Ea, Ma	Kaydan et al., 2013, 2014
<i>D. lenticularis</i> (Lindinger)	<i>Prunus avium</i> L.	Ma	Kaydan et al., 2013
<i>D. kaussarii</i> Balachowsky	<i>Fraxinus</i> sp., <i>M. sylvestris</i> , <i>P. orientalis</i>	Ea	Kaydan et al., 2013, 2014
<i>D. marani</i> (Zahradnik)	<i>Fraxinus</i> sp., <i>M. sylvestris</i> , <i>P. orientalis</i> , <i>P. avium</i> , <i>Ulmus americana</i> L.	Bs, Ca, Ea, Ma, Sea	Kaydan et al., 2013
<i>D. ostreaeformis</i> (Curtis)	<i>A. negundo</i> , <i>C. avellana</i> , <i>Liquidambar orientalis</i> Miller, <i>M. sylvestris</i> , <i>Populus</i> sp., <i>P. x canadensis</i> -sp.	Ae, Bs, Ca, Ea, Ma, Sea	Kaydan et al., 2013
<i>D. osborni</i> (Newell & Cocckerell)	<i>Salix</i> sp.	Sea	Kaydan et al., 2013
<i>D. pyri</i> (Lichtenstein)	<i>Salix</i> sp.	Bs, Ca, Ea, Ma, Sea	Kaydan et al., 2013
<i>D. uvae</i> (Comstock)	<i>Celtis siliquasrum</i> L., <i>F. excelsior</i> , <i>P. orientalis</i> , <i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Jacaranda <i>mimosifolia</i> D. Don, <i>R. pseudoacacia</i>	Me	Keçe- Çalışkan and Ulusoy, 2017
<i>D. wuenni</i> (Lindinger)	<i>Ahnus</i> sp., <i>Quercus</i> sp.	Ea	Kaydan et al., 2013
<i>D. zonatus</i> (Frauenfeld)	<i>F. orientalis</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Q. coccifera</i> , <i>Salix</i> sp., <i>Ulmus americana</i>	Bs, Ca, Ea	Kaydan et al., 2013; 2014
<i>Dynaspidiotus britannicus</i> (Newstead)	<i>C. siliqua</i> , <i>Daphne</i> sp., <i>H. helix</i> , <i>L. nobilis</i> , <i>M. communis</i>	Bs, Ca, Me	Bodenheimer, 1953; Ülgentürk et al., 2012a; 2019
<i>Epidiaspis leperii</i> (Signoret)	<i>A. hippocastaneum</i> , <i>Pistacia</i> sp., <i>Prunus</i> sp., <i>R. pseudoacacia</i> , <i>Malus</i> sp., <i>Pyrus communis</i> L.	Ae, Bs, Ca, Ma	Kaydan et al., 2009; Erözmen and Yaşar, 2018
<i>Gonaspidiotus minimus</i> (Leonardi)	<i>Quercus coccifera</i> , <i>Q. dschrochensis</i> , <i>Q. ilex</i> , <i>Thuja</i> sp.	Ae, Me	Bodenheimer, 1952
<i>Lepidosaphes granati</i> Koroneos	<i>Quercus</i> sp., <i>P. orientalis</i> , <i>Ulmus</i> sp., <i>U. glabra</i>	Ea	Kaydan et al., 2009
<i>Lepidosaphes malicola</i> Borchsenius	<i>A. negundo</i> , <i>Farxinus excelsior</i> , <i>Populus</i> sp., <i>Quercus</i> sp., <i>Salix</i> sp.	Ea	Kaydan et al., 2013
<i>L. ulmi</i> (Linnaeus)**	<i>Acer</i> sp., <i>A. negundo</i> , <i>Fagus</i> sp., <i>Gleditschia</i> sp., <i>Ilex</i> sp., <i>Populus</i> sp., <i>Quercus</i> sp., <i>Rosa</i> sp., <i>R. canina</i> , <i>R. damascana</i> , <i>Salix</i> sp., <i>S. junceum</i>	Bs, Ca, Ea, Ma	Kaydan et al. 2013; Erözmen and Yaşar, 2018
<i>Melanaspis inopinata</i> (Leonardi)	<i>A. hippocastaneum</i> , <i>A. unedo</i> , <i>Bauhinia</i> sp., <i>C. siliquastrum</i> , <i>Fraxinus</i> sp., <i>P. avium</i> , <i>Ulmus</i> sp.	Ca, Ma	Bodenheimer, 1949; Ülgentürk and Toros, 1996; Ayten and Ülgentürk, 2007
<i>Parlatoria oleae</i> (Colvé)**	<i>Eriobotrya</i> sp., <i>Fraxinus</i> spp., <i>Rosa</i> sp., <i>M. sylvestris</i> , <i>Prunus</i> sp., <i>R. pseudoacacia</i>	Ae, Ca, Me, Ma	Kaydan et al., 2013
<i>P. pergandii</i> (Comstock)**	<i>C. siliqua</i> , <i>L. nobilis</i>	Me, Ae	Kaydan et al., 2013
<i>Pseudaulacaspis pentagona</i> (Targioni-Tozzetti)**	<i>Aesculus carnea</i> Briotii, <i>C. bignonioides</i> , <i>Cornus alba</i> L., <i>Forsythia x intermedia</i> , <i>F. americana</i> , <i>F. excelsior</i> , <i>M. alba</i> , <i>Prunus</i> sp., <i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.), <i>P. avium</i> , <i>P. cerasus</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Rhus typhina</i> L., <i>S. babylonica</i> , <i>S. Syringia vulgaris</i> L.	Ae, Bs, Ca, Ea, Ma, Me	Bodenheimer, 1949; Erkilç and Uygun 1995; Mohammed et al. 2016
<i>Salicicola archangelskyae</i> (Lindinger)	<i>C. monogyna</i> , <i>C. oxyacantha</i> , <i>C. orientalis</i> , <i>F. excelsior</i>	Ae, Ca, Ea, Me	Yaşar, 1995; Kaydan et al., 2014
<i>S. kermanensis</i> (Lindinger)	<i>Populus</i> sp., <i>P. nigra</i> , <i>Quercus</i> sp.,	Ea	Yaşar, 1995
<i>Targioni vitis</i> (Signoret)	<i>A. hippocastaneum</i> , <i>Castanea crenata</i> L., <i>Quercus</i> sp.	Ca, Ma, Me	Kaydan et al., 2013
Eriococcidae			
<i>Eriococcus buxi</i> (Boyer de Fonscolombe)	<i>Buxus sempervirens</i> L.	Bs, Ma	Kaydan and Kozár, 2008; Ülgentürk et al., 2008
Kermesidae			
<i>Kermes bacciformis</i> Leonardi	<i>Quercus</i> sp., <i>Q. coccifera</i>	Me	Kaydan et al., 2013
<i>Kermes</i> sp. nr <i>bacciformis</i> Leonardi	<i>Quercus</i> sp.	Ea, Me	Ülgentürk et al., 2013
<i>K. bekiri</i> Bodenheimer	<i>Q. aegilops</i>	Ae	Bodenheimer, 1953
<i>K. greeni</i> Bodenheimer	<i>Q. coccifera</i> , <i>Q. ilex</i>	Ae, Me	Ülgentürk et al., 2013

Table 2. Scale insects on broad-leaved trees, shrubs and other plants in Turkey (continued)

Species	Host plants	Distribution	References
<i>K. hermonensis</i> Spodek & Ben-Dov	<i>Q. infectoria</i>	Sea	Kaydan et al., 2014
<i>K. ilicis</i> L.	<i>Q. coccifera</i>	Ma	Bodenheimer, 1953
<i>K. muhlisi</i> Bodenheimer	<i>Quercus</i> sp.	Me	Bodenheimer, 1953
<i>K. roboris</i> (Fourcroy)	<i>Quercus</i> sp.	Ea	Koztarab and Kozar, 1988; Ülgentürk et al., 2013
<i>K. sardii</i> Bodenheimer	<i>Q. aegilops</i>	Me	Bodenheimer, 1953
<i>K. safinazae</i> Özkök	<i>Quercus</i> sp.	Ca	Bodenheimer, 1953
<i>K. vermilio</i> Planchon	<i>Q. aucheri</i> , <i>Q. coccifera</i>	Ca	Bodenheimer, 1953; Ülgentürk et al., 2013
<i>Nidularia balachowskii</i> Bodenheimer	<i>Quercus</i> sp.	Ea	Bodenheimer, 1953
Lecanodiaspididae			
<i>Lecanodiaspis sardao</i> Targioni-Tozzetti	<i>Cistus</i> sp., <i>C. albidus</i> L.	Ae, Bs, Ma	Bodenheimer, 1953; Ülgentürk et al., 2013; Kaydan et al., 2014
Monophlebidae			
<i>Icerya purchasi</i> Maskell	<i>L. nobilis</i> , <i>N. oleander</i> , <i>R. pseudoacacia</i>	Ma	Kaydan et al., 2013
Pseudococcidae			
<i>Nipaecoccus filamentosus</i> (Cockerell)	<i>R. pseudoacacia</i>	Ma	Kaydan et al., 2013
<i>N. delussusi</i> (Balachowsky)	<i>Erica australis</i> L. (Ericaceae) <i>Acer</i> sp., <i>A. campestre</i> , <i>A. negundo</i> , <i>A. platanoides</i> , <i>A. pseudoplatanus</i> , <i>Betula</i> sp., <i>Eunoymus japonicus</i> <i>A. hippocastanum</i> , <i>Carpinus betulae</i> <i>Juglans regia</i> , <i>R. pseudoacacia</i> , <i>Ficus carica</i> , <i>F. americana</i> , <i>F. excelsior</i> , <i>Phenacoccus aceris</i> (Signoret)* <i>P. orientalis</i> , <i>Cotoneaster</i> sp., <i>C. oxyacantha</i> , <i>Cydonia oblonga</i> Mill., <i>M. communis</i> , <i>Mespilus germanica</i> L., <i>Prunus domestica</i> , <i>P. persica</i> (L.), <i>P. spinosa</i> , <i>P. communis</i> , <i>Quercus</i> sp., <i>Sorbus</i> sp., <i>Tilia</i> sp., <i>Ulmus</i> sp.	Bs	Kaydan et al., 2014
<i>Phenacoccus aceris</i> (Signoret)*		Ca, Ea	Düzgüneş, 1982, Kaydan et al., 2005
<i>P. querculus</i> (Borchsenius)	<i>Quercus</i> sp.	Bs, Ea	Kaydan et al., 2013
<i>Planococcus citri</i> (Risso)**	<i>L. nobilis</i> , <i>N. oleander</i>	Ma	Bodenheimer, 1953; Kaydan et al., 2013
<i>Pseudococcus comstocki</i> (Nasanov)**	<i>M. alba</i> , <i>P. orientalis</i> <i>N. oleander</i> , <i>P. laurocerasus</i> , <i>Salix</i> sp., <i>Quercus</i> sp., <i>Pseudococcus viburni</i> (Signoret) <i>Sambucus nigra</i> L., <i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.), <i>Magnolia grandiflora</i> L.	Bs, Ea	Kaydan et al., 2013
<i>Pseudococcus viburni</i> (Signoret)		Bs, Ca, Ma	Düzgüneş, 1982; Kaydan et al., 2014
<i>Planococcus vovae</i> (Nasonov)	<i>L. nobilis</i>	Bs	Kaydan et al., 2014
Putoidae			
<i>Puto israelensis</i> Ben-Dov	<i>Q. coccifera</i>	Ae, Me	Ülgentürk et al., 2013a
<i>Puto superbus</i> (Leonardi)	<i>Q. cercis</i>	Me	Kaydan et al., 2004

*Mostly in urban areas, **Mostly agriculture and horticulture areas, ***Aegean (Ae), Blacksea (Bs), Mediterranean (Me), Marmara (Ma), Central Anatolia (Ca), Eastern Anatolia (Ea) and Southeastern Anatolia (Sea)

2.1. Scale insects on conifer plants in Turkey

About 42 species of scale insects on conifer trees were reported in Turkey (Kaydan et al., 2013; Keçe and Ulusoy, 2017; Ülgentürk et al., 2019a,b; Ülgentürk and Özdemir 2019). Pine trees vary according to climate and region. They also have the richest fauna of scale insects (twenty species). In forests of Turkey, *Leucaspis pusilla* Löw, *Gomezmenornaspis cedricola* Leonardi, *M. hellenica*, *Matsucoccus josephi* Bodenheimer and Harpaz (Matsucoccidae) and *Paleococcus fuscipennis* Burnmeister (Monophlebidae) are the most common species on pines, however *Torosaspis cedricola* (Balachowsky & Alkan) on cedar trees (Ülgentürk et al., 2012a,b). Except *Leucaspis* spp., the other species are fed on woody part of Conifer trees (Ülgentürk et al., 2012b). Although *M. hellenica* is accepted as useful since its honeydew is a resource of Pine honey, actually it is a phloem sap feeder and cause yellow spots, early falling of needles, die back branches and destroyed young pine trees (Ülgentürk et al., 2012b, Ülgentürk et al., 2013b). *M. hellenica* has one generation in a year and overwinters mostly third instar nymph in Aegean pine forest in Turkey (Bodenheimer, 1953; Gürkan, 2005, Ülgentürk et al., 2011). Many predators play an important role on plant health, through regulating *M. hellenica*

populations. Among those predators *Neoleucopis kartliana* (Tanasijtshuk) (Diptera: Chamaemyiidae) is the most efficient and common predator of *M. hellenica* (Ülgentürk et al., 2013c). Recently, *M. caucasica* Hadzibejli was found on *Abies nordmanniana* and *Piceae orientalis* in Blacksea forest (Ülgentürk et al., 2019b). The Israel Pine Blast Scale *M. josephi* was recorded on *P. brutia*, *P. halepensis* and *P. pinea* in forest of southern and Western Anatolia (Ülgentürk et al., 2013c). Afterwards Ülgentürk et al. (2016) determined that *M. josephi* has at least 4 generations per year and overwinters as second stage (cyst) underneath the bark of pine trees. Male and female with eggs were observed four times in March-April, May-June, July-August and the end of September. The adult females were settled for oviposition on the lower stems at the base of needle-bunches, on old cones and underneath the bark. Female produced a loose white ovisac and deposited 188-293 eggs. *Elatophilus hebraicus* Pericart (Hemiptera: Anthocoridae) is common and effective predator in Turkey (Ülgentürk, 2016). *P. fuscipennis* is a common monophlebid in Mediterranean and Aegean pine forests in Turkey (Ülgentürk et al., 2011). Like other monophlebid, it feeds on phoem and secretes honeydew (Ülgentürk et al., 2012a).

The range of cedar (*Cedrus* spp.) forest presently covers about 600,000 ha in Turkey (Boydak and Çalıkoğlu, 2008).

Cedar trees are generally used for commercial purpose in Turkey. The most common and harmful pest of cedar is *T. cedricola* whereas totally 13 scale insect were recorded on cedar trees in Turkey (Ülgentürk et al., 2012a; Ülgentürk et al., 2013b). High population of *T. cedricola* has a very harmful effect on cedar trees, especially young cedar trees in urban green areas. High levels of sulphur dioxide and dust limit the activity of natural enemies in urban planting cedar (Dostbil, 2012). *T. cedricola* has 2 generations in a year and overwinters as fertilized female on needles of cedar (Dostbil and Ülgentürk, 2016). *Dynaspidotus britannicus* (Newstead) (Diaspididae) feeds on cedar, fir and spruce species while *T. cedricola* occurs only cedar species in Turkey. *D. britannicus* has two generations and overwinters as second nymph instar on needle of cedar (Ayhan and Ülgentürk, 2011). *Physokermes hellenicus* Kozar and Gounari (Coccidae) is distributed both natural fir forest and urban belts. It hibernates as third nymph stage and has one generation in a year in urban areas of Ankara (Ülgentürk, 2016). On the other hand, *Physokermes piceae* (Schrank) is found only on urban spruce trees of Ankara, Eskişehir and İstanbul (Çanakçıoğlu, 1977; Ülgentürk et al., 2008). *P. piceae* is the main pest of spruce in parks and gardens of Ankara (Ülgentürk and Toros, 1999a; Ülgentürk et al., 2019a). It has one generation in a year and overwinters as second nymph stage (Turguter and Ülgentürk, 2006). Both species have potential of honeydew honey production in Turkey. *Aphycoides clavallatus* (Dalman) (Hymenoptera: Encyrtidae) is dominant parasitoids of *P. piceae* and *P. hellenicus* in Ankara. *P. hellenicus* is associated with a few number predators namely; *Anthribus nebulosus* Forster (Coleoptera: Anthribidae), *Chilocorus renipustulatus* Scriba (Coleoptera: Coccinellidae), *Atroctotomus* sp. (Hemiptera: Anthcoridae) in Turkey (Ülgentürk, 2001; 2016). *Anthribus fasciatus* Forster (Coleoptera: Anthribidae) was the most abundant natural enemy of *P. hellenicus* in Greece (Papanastasiou et al., 2018).

Phenacoccus piceae Löw (Pseudococcidae) has very large population on oriental spruce urban areas, while it is rare in natural forest of Blacksea region (Ülgentürk and Özdemir, 2019). About ten scale insect species are known on fir in Turkey. *Eulecanium sericeum* Lindinger, *Nemolecanium abietis* and *M. caucasica* are recently determined on fir in Blacksea Region (Ülgentürk et al., 2017). There are only five scale insect species that were recorded on juniper, among them *Planococcus vovae* (Hemiptera: Pseudococcidae) attracts notice by its honeydew production (Ülgentürk et al., 2013b).

A pest of yew trees [*Taxus* spp., (Taxaceae)] *Pulvinaria floccifera* (Westwood) (Coccidae) overwinters as the second nymph instar and has two generations per year in İstanbul. *Chilocorus bipustulatus* (L.) and *Exochomus quadripustulatus* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) are recorded as the predators and *Coccophagus lycimnia* (Walker) (Hymenoptera: Aphelinidae) as the parasitoid of *P. floccifera* (Selmi, 1979). *Parthenolecanium pomericum* (Kawecki) (Coccidae) is seldom scale insect on yew trees in Turkey (Ülgentürk and Toros, 1999a).

2.2. Scale insects on broad-leaved trees and shrubs in Turkey

Main broad-leaved trees of the Turkey forest are oak species (Anonymous, 2019). Over 40 scale insect species on

oak trees were recorded in Turkey. Only 20 species are belonging to Asterolecaniidae (8) and Kermesidae (12) families, and are feeding only on oak trees (Table 2). First record of scale insect on oaks was *Kermes ilicis* L. (Kermesidae) on *Quercus coccifera* which is called as Kermes oak (Fahringer, 1922). *K. ilicis* were used commonly to dying silk and wool materials in Mediterranean and Middle East Regions in ancient times (Bodenheimer, 1953). Recently *Kermes hermonensis* Spodek & Ben-Dov was detected on *Quercus infectoria* Oliv. in Diyarbakır (Kaydan et al., 2014). Beside chesnut and hazelnut, *Parthenolecanium rufulum* (Coccidae) is a pest of oaks in Turkey (Ecevit et al., 1987). It has one generation in a year and overwinters as second nymph instar on branches (Kaplan et al., 2016). *Parthenolecanium corni* (Bouché) (Coccidae) is polyphagous species that is common on fruits, ornamental and forest trees including oaks, beech, ash, maple, elm, polar and willow (Kaydan et al., 2013). On the other hand, *Eulecanium ciliatum* (Douglas) (Coccidae) is a widespread soft scale insect on Aceraceae (*Acer campestre* L., *A. negundo* L., *Acer pseudoplatanus* L.), and Rosaceae (*Crateagus monogyna* Jacq., *C. oxyacantha* L., *Ribes* sp., *Cydonia* sp.) in the parks and gardens of Ankara (Ülgentürk and Toros, 1999a). Following heavy infestations, branches dried up and sometimes the whole tree died. It has one generation per year and overwinters as second nymph stage on the host plants in Ankara (Ülgentürk and Toros, 1999c). The most common parasitoid of *E. ciliatum* was *Encyrtus infidus* (Rossi) (Hymenoptera: Encyrtidae) which made up of 66% of all parasitoids and the common predator was *Anthribus fasciatus* (Förster) (Coleoptera: Anthribidae) in Ankara (Ülgentürk and Toros, 1999b). The mapple mealybug *Phenacoccus aceris* (Signoret) (Pseudococcidae) is a polyphagous species recorded mostly on urban plants in Turkey. It has one generation in a year and overwinters as third nymph stage in the bark and other hidden places on the plant. At the end of February and in early March, the nymphs started to move to the one year old twigs. The female started egg laying in the middle of April in both years. Hatching started at the beginning of the June and first-instars nymphs settled on the leaf and remained there until the end of September. After this period, the nymphs moved to the bark to overwinter. The population was affected by natural enemies and by environmental conditions throughout the year (Kaydan et al., 2006; Kaydan et al. 2015). This mealybug is supposed to be of European origin where occasionally becomes a pest on ornamental or fruit trees (Koszarab and Kozár, 1988). *P. aceris* was verified as the vector of the Little Cherry Virus 2 (LChV-2) and GLRaV species, Grapevine virus A and Grapevine virus B (GVA and GVB) in Europe (Le Maguet et al., 2012; Garcia et al., 2016). *Melanaspis inopinata* Leonardi (Diaspididae) is a common pest on ash, horse chestnut and other park and forest plants (Ülgentürk and Toros, 1996; Kaydan et al., 2013). It has one generation annually, and overwinters as adult female in Ankara (Ayten and Ülgentürk, 2007). *Kermes* spp., *P. rufulum*, *P. corni*, *Puto israelensis* Ben-Dov are considered to be the sources of honeydew honey in oak forest in Turkey (Ülgentürk et al., 2013a, b).

Many species that are very common and serious pest on agriculture and horticulture plants are found on forest plants too. For example, olive scale insect *Parlatoria oleae* (Colveé) (Diaspididae) is an important pest on olive trees

and apple, pear, quince and other species of Rosaceae. It has two generations in a year and overwinters as female in Turkey (Uygun et al., 2010). White peach scale *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni Tozzetti) (Diaspididae) is a pest of economic importance for mulberry, peach trees and woody ornamentals and it is widespread all the fruit-growing areas of Turkey (Yaşar, 1995; Uygun et al., 2010). It feeds on the trunks, branches and twigs. In heavy infestations, dieback and death of trees occur (Erkılıç and Uygun, 1995). It is recorded on twenty-two host plant species in Ankara (Mohammed et al. 2016). *Saissetia oleae* (Olivier) (Coccidae) is poliphagous and important pest species on citrus and olive orchards. *S. oleae* is recorded on wild olive and oleander in maquies of Aegean and Mediterranean forests (Uygun et al., 2010). *Planococcus citri* (Risso) (Pseudococcidae) is the most cosmopolitan mealybug species that infested over 300 plant species in tropics and subtropics as well as in greenhouse (Williams, 2004). It is considered as one of the most major pest of citrus orchards in Turkey, due to the fact that its chemical control has not been achieved successfully yet. It has 3 generations per year and can be controlled using the parasitoid *Leptomastix dactylopii* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) and the predator *Chryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) in citrus orchards in Turkey (Uygun et al., 2010). A few numbers of scale insects on shrubs are determined in forest areas. *Rhodococcus perornatus* (Cockerell & Parrott) (Coccidae) is recorded on oil rose in horticulture and dog rose in forest areas (Ülgentürk et al., 1999). *Lecanodiaspis sardoa* Targioni Tozzetti (Leconaspididae) and *Acanthococcus melnikensis* (Hodgson & Trencheva) (Acanthococcidae) had large populations on *Cistus* sp. (Cistaceae) and *Myrtus* spp. (Myrtaceae), respectively. These plants are occurred in sunny places in or border of forests (Aydınöz, 2008). *Trabutina crassispinosa* Borchsenius and *T. mannipara* (Hemprich & Ehrenberg) (Pseudococcidae) are seldom scale insects while *Prodiaspis tamaricicola* (Malenotti) (Diaspididae) is very common on *Tamarix* spp. (Tamaricaceae) in Turkey (Kaydan et al. 2013; Kaydan and Kozar, 2008).

3. Conclusions

In this study is determined totally 137 scale insect in forest trees in Turkey. Among of them 43 scale insects [Coccidae (10), Diaspididae (22), Eriococcidae (1), Marchalinidae (2), Matsucoccidae (2), Monophlebidae (1) and Pseudococcidae (5)] are occurred on conifer in Turkey. In addition, totally 95 scale insect species belonging to Acanthococcidae (8), Asterolecaniidae (8), Coccidae (18), Cryptococcidae (2), Diaspididae (34), Eriococcidae (1), Kermesidae (12), Lecanospidae (1) Monophlebidae (1), Pseudococcidae (8) and Putoidae (2) are reported on broad-leaved trees and shrubs in forest and urban areas in Turkey. Most of them infest agriculture and horticulture plants. Insects in forests and other natural areas have the potential to become a source of contamination for cultured plants. On the other hand, natural enemies that we can use against insect pests of cultivated plants can maintain themselves only in natural areas. In this regard, knowledge on destructive and beneficial species no doubt will help us understand, protect and use the ecosystem without destroying it.

References

- Alkan, B., 1957. Tee scadlinge in der Türkei. Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 41: 233-245.
- Aydınöz, D., 2008. An investigation on the distribution areas of the maquis formation in Turkey. Kastamonu Eğitim Dergisi, 16(1): 207-220.
- Ayhan, B., Ülgentürk, S., 2011. Phenology of *Dynaspidiotus britannicus* (Newstead) (Hemiptera: Diaspididae) on the cedar in Ankara. Proceedings of the 4th Plant Protection Congress of Turkey, 28-30 Haziran, Kahramanmaraş, Turkey, pp.38.
- Ayten, S., Ülgentürk, S., 2007. Morphology and biology of *Melanaspis inopinata* Leonardi (Hemiptera: Diaspididae) on firethorn (*Pyracantha coccinea*) in Turkey. Proceeding of the XI International Symposium on Scale Insect Studies, 24-27 September, Oeiras, Portugal, pp. 213-216.
- Ben-Dov, Y., Gounari, S., Kaydan, M.B., Hadina, F., 2006. *Phenacoccus yerushalmi* Ben-Dov newly recorded from Greece and Turkey (Hem., Coccoidea, Pseudococcidae). Bulletin de la Société Entomologique de France, 111(1): 42.
- Bodenheimer, F.S., 1949. The Coccoidea of Turkey. Diaspididae. A monographic study. Güney Matbaacılık ve Gazetecilik T.A.O., Ankara.
- Bodenheimer, F.S., 1952. The Coccoidea of Turkey. I. Revue de la Faculté des Sciences de L'Université D'Istanbul, (Serie. B), 17: 315-351.
- Bodenheimer, F.S., 1953. The Coccoidea of Turkey. III. Revue de la Faculté des Sciences de L'Université D'Istanbul, (Serie. B), 8: 91-164.
- Boydak, M., Çalıköğü, M., 2008. Biology and Silviculture of Lebanon Cedar (*Cedrus libani* A. Rich.). OGEM-VAK. Lazer Ofset Press, Ankara.
- Çanakçıoğlu, H., 1977. Türkiye'de Orman Ağaçları ve Ağaççıklarında Zarar Yapan Coccoidea (Hom.) Türleri Üzerinde Araştırmalar (Sistematik-Yayılış-Konukçu-Biyoloji). İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları: 2322, İstanbul.
- Dostbil Şahin, Ö., 2012. Distribution of cedar scale insect *Torosaspis (Acanthomytilus) cedricola* (Balachowsky & Alkan) (Hemiptera: Diaspididae) in Turkey and its bio-ecology in Ankara. PhD Dissertation, Ankara University, Institute of Natural and Applied Sciences, Ankara.
- Dostbil, Ö., Ülgentürk, S., 2016. Bio-ecology of cedar scale insect *Torosaspis cedricola* (Balachowsky & Alkan) (Hemiptera: Diaspididae) in Ankara, Turkey. Redia, 99: 163-170.
- Düzgüneş, Z., 1982. Studies on Pseudococcidae (Homoptera: Coccoidea) Species of Turkey. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 836, Ankara.
- Ecevit, O., Işık, M., Yılmaz, F., 1987. Fındıklarda Zararlı Fındık Koşnili *Parhenolecanium corni* ve *P.rufulum* ile Virgül Kabuklu Biti *Lepidosaphes ulmi*'nin Biyolojik Özellikleri ve Fındık Koşnili'nin Mücadele Metotları Üzerine Araştırmalar. 19 Mayıs Üniversitesi yayınları, No: 19, Samsun.
- Erkılıç, L., Uygun, N., 1995. Distribution, population fluctuations and natural enemies of the white peach scale, *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti) (Homoptera:Diaspididae) in the East mediterranean region of Turkey. Israel Journal of Entomology, 29: 191-198.
- Erkılıç, L.B., Kaydan, M.B., Kozár, F., 2011. Description of a new species of Eriococcidae (Hemiptera: Coccoidea) from Turkey. Turkish Journal of Zoology, 35(1): 15-22.
- Erözmen, K., Yaşar, B., 2018. Determination of Diaspididae species (Hemiptera: Coccoomorpha) on Fruit trees in Balıkesir. Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences, 22(1): 172-181.
- FAO. 2019. Türkiye'nin Biyoçeşitliliği: Genetik Kaynakların Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemlerine Katkısı. Ankara, Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

- Foldi, I., 2004. The Matsucoccidae in the Mediterranean basin with a World list of species (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea). *Annales de la Société entomologique de France*, 40: 145-168.
- García, M.M., Denno, B.D., Miller, D.R., Miller, G.L., Ben-Dov, Y., Hardy, N.B., 2016. ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. Database. Available from: <http://scalenet.info> Accessed:10.10.2019.
- Gürkan, B., 2005. Studies on life cycle characteristics of *Marchalina hellenica* Genn. (Hemiptera: Margarodidae) in areas with different altitudes. *Mellifera*, 5(9): 2-6.
- Houston, D.R., 1994. Temporal and spatial shift within the *Nectria* pathogen complex associated with beech bark disease of *Fagus grandifolia*. *Canadian Journal of Forest Research*, 24(5): 960-968.
- Kaplan, C., Turanlı, T., 2016. Determination of distribution, biology and natural enemies of *Parthenolecanium rufulum* (Cockerell) (Hemiptera: Coccidae) on chestnut trees in İzmir and Manisa Provinces in Turkey. *Journal of Turkish Entomology*, 40(3): 331-343.
- Kaydan, M.B., Kılınçer, N., Uygun, N., Japosvili, G., Gaimari, S., 2006. Parasitoids and predators of Psedococcidae (HomF Hodgsonoptera: Coccoidea) in Ankara, Turkey. *Phytoparasitica*, 34(4): 331-337.
- Kaydan, M. B., Kılınçer, A N., Kondo, T., 2015. Descriptions of all female stages of the maple mealybug, *Phenacoccus aceris* (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae), with notes on its biology. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 61 (3): 255-277. Kaydan, M.B., Kozár, F., 2008. Two new genera and species of Eriococcidae (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea) with new data on the family in Turkey. *Zootaxa*, 1848: 16-26.
- Kaydan, M.B., Kozár, F., 2010. A review of the genus *Neoacanthococcus* Borchsenius (Hemiptera: Coccoidea: Eriococcidae) with a description of *Neoacanthococcus atlihani* sp. nov. in Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 34(2): 165-177.
- Kaydan, M.B., Ülğentürk, S., Erkılıç, L., 2013. Checklist of Turkish Coccoidea (Hemiptera: Sternorrhyncha) species. *Bulletin of Turkish Entomology*, 3(4): 157-182.
- Kaydan, M.B., Bolu, H., Spodek, M., Ben-Dov, Y., Tuğrul, A.F., 2014. The first record of *Kermes hermonensis* Spodek & Ben-Dov (Hemiptera: Sternorrhyncha: Coccoidea: Kermesidae) in Turkey. *Journal of Entomological Research Society*, 16(3): 95-99.
- Kaydan, M.B., Ülğentürk, S., Özdemir, I., Ulusoy, M.R., 2014. Coccoidea (Hemiptera) species in Bartın and Kastamonu Provinces. *Bulletin of Turkish Entomology*, 54(1): 11-44.
- Keçe-Çalışkan, A.F., Ulusoy, M.R., 2017. Armored scale insects (Hemiptera: Sternorrhyncha: Diaspididae) on ornamental plants in Adana, Turkey. *Journal of Turkish Entomology*, 41(3): 333-346.
- Kosztarab, M., Kozár, F., 1988. Scale Insects of Central Europe. *Akademiai Kiado, Budapest*.
- Kozár, F., Kaydan, M.B., Konczné Benediczy, Z., Szita, É., 2013. Acanthococcidae and Related Families of the Palaearctic Region. *Hungarian Academy of Sciences, Budapest*.
- Le Maguet, J., Beuve, M., Herrbach, E., Lemaire, O., 2012. Transmission of Six Ampeloviruses and two vitiviruses to grapevine by *Phenacoccus aceris*. *Virology*, 102(7): 717-723.
- Mohammed, A.M.E., Ülğentürk, S., Uygun, N., Garonna, A.P., Szenkiralı, F., Fent, M., Hayat, M., 2016. The distribution, host plants and natural enemies of White peach scale, *Pseudaulacaspis pentagona* (Targioni-Tozzetti) in Ankara Province. *Munis Entomology & Zoology*, 11(2): 650-656.
- Papanastasiou, I., Kavallieratos, N.G., Saitanis, C.J., Chatzaki, M., Georgios, Th., Papadoulis, G. Th.G., 2018. Parasitoids and predators of *physokermes hellenicus* (Hemiptera: Cocomorpha: Coccidae) in Greece. *Journal of Economic Entomology*, 111(3): 1121-1130.
- Özkazaç, O., Yücel, M., 1985. Reserach on Harmful Insects of Semi-Arid Region Plantations. *Journal of Forestry Research Institute, Technical Bulletin Series No: 153, Ankara*.
- Selmi, E., 1979. Researches Pest Coccoidea (Homoptera) species of Conifer Trees in Marmara Region (systematic- distribution-host-biology-Natural enemies). *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A.*, 29: 92-127.
- Schmitschek, E., 1953. Forstinsekten der Türkei und ihre Umwelt.: *Hüsnütabi Matbaası, Istanbul*.
- Şahin, Ö., Ülğentürk, S., 2011. Distribution of *Torasaspis (Acanthomytilus) cedricola* Balachowsky & Alkan (Hemiptera: Diaspididae) in the Turkey. I. Forest Entomology and Pathology Symposium of Turkey, 23-25 November, Antalya. pp. 261-265.
- TOD, 2019. Türkiye Ormancılığı:2019. Türkiye Ormanlıklar derneği, yayın No:47 Kuban Matbaacılık Yayıncılık, Ankara.
- Turguter, S., Ülğentürk, S., 2006. *Physokermes piceae* (Schrank) (Yumrulu Ladin Koşnili) (Hemiptera: Coccidae)'nin biyolojik özellikleri. *Tarım Bilim Dergisi*, 12: 44-50.
- Ülğentürk, S., Toros, S., 1999a. Faunistic studies on Coccidae from ornamental plants in Ankara, Turkey. *Entomologica*, 33: 213-217.
- Ülğentürk, S., Toros, S., 1999b. Natural enemies of Oak scale Insect, *Eulecanium ciliatum* (Douglas) (Hemiptera: Coccidae) in Turkey. *Entomologica*, 33: 219-224.
- Ülğentürk, S., Toros, S., 1999c. Studies on the biology of *Eulecanium ciliatum* (Douglas) (Hemiptera: Coccidae) in Turkey. *Entomologica*, 33: 351-356.
- Ülğentürk, S., 2001. Parasitoids and predators of Coccidae Homoptera: Coccoidea) species on ornamental plants in Ankara, Turkey. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 36(3-4): 369-375.
- Ülğentürk, S., Çanakçıoğlu, H., Toper, A. 2004. Scale insects of the conifer trees in Turkey and their zoogeographical distribution. *Journal of Pest Science*, 77: 99-104.
- Ülğentürk, S., Çanakçıoğlu, H., 2004. Scale insect pests on ornamental plants in urban habitats in Turkey. *Journal of Pest Science*, 77: 79-84.
- Ülğentürk, S., Şahin, Ö., Kaydan, M.B., 2008. Coccoidea (Hemiptera) species on park plants in urban areas of Istanbul province. *Bitki Koruma Bülteni*, 48: 1-18.
- Ülğentürk, S., Ayhan, B., 2011. Türkiye tarımında yeni bir zararlı; *Neopulvinaria innumerabilis* (Rathvon) (Hemiptera: Coccidae). *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 1(3): 189-195.
- Ülğentürk, S., Dursun, O., Ayhan, B., Şahin, Ö., Evren, N., 2011. Distribution and phenology of *Palaecoccus fuscipennis* (Burmeister) (Hemiptera: Monophlebidae) in Aegean and Mediterranean Regions. (as abstract). I. Forest Entomology and Pathology Symposium of Turkey, 23-25 November, Antalya. pp. 272.
- Ülğentürk, S., Civelek, H.S., Evren, N., Şahin Dostbil, Ö., Sarıbaşak, H., 2012a. Çam Pamuklu Koşnili *Marchalina hellenica* Genn. (Hemiptera: Margarodidae)'nın Biyo-Ekolojisi, Ege ve Akdeniz Bölge'sindeki Yayılış Alanları. *TUBİTAK Proje Nihai Raporu, Ankara*.
- Ülğentürk, S., Şahin, Ö., Ayhan, B., Sarıbaşak, H., Kaydan, M.B., 2012b. Coccoidea (Hemiptera) species of Taurus cedar (*Cedrus libani*) in Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 6: 113-121.
- Ülğentürk, S., Evren, N., Ayhan, A., Dostbil, Ö., Dursun, O., Civelek, H.S., 2012c. Scale insect (Hemiptera: Coccoidea) species on pine trees of Turkey. *Journal Turkish Zoology*, 36: 623-636.
- Ülğentürk, S., Kaydan, M.B., Kozár, F., Ben-Dov, Y., 2013a. Coccoidea (Hemiptera) species on oaks in Turkey. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 3: 13-31.
- Ülğentürk, S., Özdemir, I., Kozár, F., Kaydan, M.B., Dostbil, Ö., Sarıbaşak, H., Civelek, H.S., 2013b. Honey producing insect species in forest areas in Western Turkey. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 3: 125-133.

- Ülgentürk, S., Szentkirályi, F., Uygun, N., Fent, M., Gaimari, S.D., Civelek, H., Ayhan, B., 2013c. Predators of *Marchalina hellenica* (Hemiptera: Marchalinidae) on pine forests in Turkey. *Phytoparasitica*, 41: 529-537.
- Ülgentürk, S., 2016. Biology, natural enemies and distribution of *Physokermes hellenicus* Kozár & Gounari (Hemiptera: Coccidae) in Turkey. *Entomologica*, 47: 71-75.
- Ülgentürk, S., Fent, M., Civelek, S.H., 2016. Biological observations of *Matsucoccus josephi* (Hemiptera: Matsucoccidae) in Turkey. *Entomologica*, 47: 67-70.
- Ülgentürk, S., Özdemir, M., 2019 Scale insects Hemiptera: Coccoomorpha: Coccoidea) on Oriental spruce in Turkey. *Turkish Journal of Forestry*, 20(2): 76-79.
- Ülgentürk, S., Özdemir, I., Muştu, M., Dostbil, Ö., Erbaş, C. 2019a. Pest species of Aphidomorpha and Cocomorpha (Hemiptera) on conifers urban areas of Ankara, Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 14: 51-61.
- Ülgentürk, S., Cosic, B., Özdemir, I., İpek, A., Sorkun, K., 2019b. Insects as the source of honeydew honey in some cedar, fir, oak, spruce forests of Turkey. *Baltic Forestry*, 25 (in press).
- Uygun, N., Ulusoy, M.R., Karaca, İ., Satar, S., 2010. Pests of Orchard and Vineyard. Özyurt Matbaacılık, Adana.
- Williams, D.J., 2004. Mealybugs of Southern Asia. The Natural History Museum Kuala Lumpur: Southdene SDN. BHD.
- Yaşar, B., 1990. Coccidae ve Diaspididae (Hom.; Coccoidea) species on ornamental plants in İzmir. PhD Dissertation, Ege University, Institute of Natural and Applied Sciences, İzmir, Turkey.
- Yaşar, B., 1991. Türkiye faunası için yeni bir *Asterodiaspis signoret* (Homoptera, Asterolecaniidae) türü. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 15(1): 61-64.
- Yaşar, B., 1995. Türkiye Diaspididae (Homoptera: Coccoidea) Faunası Üzerinde Taksonomik Araştırmalar. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Matbaası, Van.
- Zeki, C., Ülgentürk, S., Kaydan, M.B., Özmen, D., Toros, S., 2005. Records of scale insects (Hemiptera: Coccoidea) from orchards and neighbouring plants in provinces Afyon, Ankara, Burdur, Isparta, Turkey. *Proceeding of the International Symposium on Scale Insect Studies*, 19-23 April, Adana, Turkey, pp.185-196.

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 "[giriş](#)" yaptıktan sonra, makaleleri ile birlikte "[üst yazı ve telif devir](#)" formunu sisteme yüklemelidirler.

Appendix 1. References

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

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

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

Periyodik dergilerde makale / Article in periodical journals

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

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

Kitap / Book

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

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

Kitapta bölüm / Reference to a chapter in an edited book

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

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

Tez / Thesis and dissertation

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

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

Konferans bildirisi / Conference proceedings

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

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

Elektronik kaynak / Electronic reference

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

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

Ek 1. Kaynaklar

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

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

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

Standartlar/Standarts

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

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

Çeviri kaynak/Translated reference

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

Proje raporu/Project report

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

Teknik rapor/Technical report

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

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

Teknik bülten/Technical bulletin

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

