



ISPARTA  
UYGULAMALI BİLİMLER  
ÜNİVERSİTESİ

e-ISSN: 2149-3898

# TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ



ISPARTA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Year:  
Yıl: 2021

Volume:  
Cilt: 22

Issue:  
Sayı: 3

# TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

(TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ)

e-ISSN: 2149-3898

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

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

Year/Yıl: 2021, Volume/Cilt: 22, Issue/Sayı: 3

## Editorial board / Dergi yayın kurulu

### Editor-in-chief / Baş editör

Ramazan Özçelik

### Editors / Editörler

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

### Layout editor / Dizgi editörü

Süleyman Uysal

### Publisher / Yayıncı kuruluş

Isparta University of Applied Sciences  
Faculty of Forestry – Isparta

### Contact / İletişim

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

## Advisory board / Danışma kurulu

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

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

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

CONTENTS

Research

- Effects of different cutting heights on coppice response of forage shrubs in Ghana  
*Ziblim Abukari Imoro, Oppong Samuel Kingsley, Ammal Abukari* ..... 186-191
- Determination of drought using De Martonne-Gottman and Standardized Precipitation Index methods: A case study in Isparta province  
*İbrahim Dursun, Ahmet Alper Babalık* ..... 192-201
- Assessment of some soil properties and organic carbon and total nitrogen storage capacities of natural and plantation black pine forests in semi-arid regions  
*Ercan Işık, Ceyhan Göl* ..... 202-210
- Effects of container size and radicle pruning on seedling quality of Turkey oak (*Quercus cerris* L.)  
*Ayşe Deligöz, Osman Gençer* ..... 211-217
- Incidence of *Diplodia sapinea* in *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* and *Pinus sylvestris* seed  
*Funda Oskay, Adem Karataş* ..... 218-228
- Forest fire problems in Turkey: Evaluations of some current issues  
*Mustafa Avcı, Mehmet Korkmaz* ..... 229-240
- Prioritization of forest cadastre commissions by a multi-criteria approach according to their performances  
*İsmet Daşdemir, Ersin Gençay* ..... 241-249
- Development of stem diameter model using quantile regression  
*Ramazan Özçelik, Onur Alkan, Şerife Kalkanlı* ..... 250-256
- Economics of poplar (clones of *P.x euramericana* ve *P. deltoides*) plantations established in closer spacings  
*Sacit Koçer, M. Said Kara* ..... 257-270
- Determination of botanical composition, pasture status and health of Elazığ province Karakoçan district Bulguncuk village pasture  
*Erdal Çaçan, Hamza Balkan* ..... 271-276
- Determination of botanical composition of a Natural Rangeland in Tokmacık village, Yalvaç-Isparta  
*Ahmet Alper Babalık, Okan Kılınç* ..... 277-282
- Assessment of women workforce on afforestation activities in terms of occupational health and safety  
*Mehmet Eker, Fatma Gamze Korkmaz* ..... 283-294
- An environmentalist organization in the republic period: Turkish Tree Conservation Association (1928-1950)  
*Ufuk Erdem* ..... 295-305
- Esterification of cellulose isolated from black poplar (*Populus nigra* L.) sawdust with octanoyl chloride  
*Samim Yaşar* ..... 306-310
- Investigation of pulp and paper production from hemp (*Cannabis sativa* L.) stalks  
*Ahmet Tutuş, Mustafa Çiçekler, Bekir Yemşen, Sibel Bilgiç Kara, Tamer Sözbir* ..... 311-317
- Performance under lateral load of CLT walls produced from native wood species  
*Abdullah Uğur Birinci, Hasan Öztürk, Aydın Demir* ..... 318-322
- A new dispersal area of roe deer (*Capreolus capreolus* L. 1758): Karagüney Mountains, Kırıkkale  
*Ali Uğur Özcan* ..... 323-330

- Evaluation of landscape connectivity between protected areas using pinch points  
*Huriye Simten Sütünç*..... 331-341
- Evaluation of monument trees of Antalya in terms of space and meaning  
*Reyhan Erdoğan, Ebru Açıkalın, Ceren Selim*..... 342-352

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Gana'daki yem çalılarının baltalık tepkisi üzerine farklı kesme yüksekliklerinin etkileri  
*Ziblim Abukari Imoro, Oppong Samuel Kingsley, Ammal Abukari* ..... 186-191
- De Martonne-Gottman ve Standart Yağış İndeksi yöntemleri kullanılarak kuraklığın belirlenmesi: Isparta ili örneği  
*İbrahim Dursun, Ahmet Alper Babalık* ..... 192-201
- Yarı kurak bölgelerde doğal ve plantasyon karaçam ormanlarının bazı toprak özellikleri ile organik karbon ve toplam azot depolama kapasitelerinin değerlendirilmesi  
*Ercan Işık, Ceyhan Göl* ..... 202-210
- Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.)'nin fidan kalitesi üzerinde tüp boyutu ve kökçük kırmanın etkisi  
*Ayşe Deligöz, Osman Gençer* ..... 211-217
- *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* ve *Pinus sylvestris* tohumlarında *Diplodia sapinea*'nin yoğunluğu  
*Funda Oskay, Adem Karataş* ..... 218-228
- Türkiye'de orman yangını sorunu: Güncel bazı konular üzerine değerlendirmeler  
*Mustafa Avcı, Mehmet Korkmaz* ..... 229-240
- Çok kriterli yaklaşımla orman kadastro komisyonlarının performanslarına göre önceliklendirilmesi  
*İsmet Daşdemir, Ersin Gençay* ..... 241-249
- Kantil regresyon ile gövde çapı modelinin geliştirilmesi  
*Ramazan Özçelik, Onur Alkan, Şerife Kalkanlı* ..... 250-256
- Dar dikim aralıklarında kurulan kavak (*P.x euramericana* ve *P. deltoides* klonları) ağaçlandırmalarının ekonomisi  
*Sacit Koçer, M. Said Kara* ..... 257-270
- Elazığ ili Karakoçan ilçesi Bulgurcuk köyü merasının botanik kompozisyonu ile mera durumu ve sağlığının belirlenmesi  
*Erdal Çaçan, Hamza Balkan* ..... 271-276
- Isparta ili Yalvaç ilçesi Tokmacık köyü doğal merasında botanik kompozisyonun belirlenmesi  
*Ahmet Alper Babalık, Okan Kılınç* ..... 277-282
- Kadın iş gücünün yer aldığı ağaçlandırma işlerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi  
*Mehmet Eker, Fatma Gamze Korkmaz* ..... 283-294
- Cumhuriyet dönemi çevreci bir yapı: Türkiye Ağaç Koruma Cemiyeti (1928-1955)  
*Ufuk Erdem* ..... 295-305
- Karakavak (*Populus nigra* L.) talaşından izole edilen selülozun oktanoil klorür ile esterlenmesi  
*Samim Yaşar* ..... 306-310
- Kenevir (*Cannabis sativa* L.) sapslarından kağıt hamuru ve kağıt üretiminin araştırılması  
*Ahmet Tutuş, Mustafa Çiçekler, Bekir Yemşen, Sibel Bilgiç Kara, Tamer Sözbir* ..... 311-317
- Yerli ağaç türlerinden üretilen CLT duvarların yanal yük altındaki performansı  
*Abdullah Uğur Birinci, Hasan Öztürk, Aydın Demir* ..... 318-322
- Karaca'nın (*Capreolus capreolus* L. 1758) yeni bir dağılım alanı: Karagüney Dağları, Kırıkkale  
*Ali Uğur Özcan* ..... 323-330

- Korunan alanlar arasındaki peyzaj bağlantılılığının düğüm noktaları kullanılarak değerlendirilmesi  
*Huriye Simten Sütünç*..... 331-341
- Antalya anıt ağaçlarının mekân ve anlam açısından değerlendirilmesi  
*Reyhan Erdoğan, Ebru Açıklın, Ceren Selim* ..... 342-352

## Effects of different cutting heights on coppice response of forage shrubs in Ghana

Ziblim Abukari Imoro<sup>a</sup> , Oppong Samuel Kingsley<sup>b</sup> , Ammal Abukari<sup>c,\*</sup> 

**Abstract:** This study aimed to determine the effect of cutting intensity on the recovery rate, growth, and biomass production of selected savanna forage shrub species. The study was conducted at the University for Development Studies (UDS), Nyankpala Campus in the Tolon District of the Northern Region of Ghana. *Cajanus cajan*, *Stylosanthes mucronata*, *Tephrosia purpureum* and *Securinega virosa* were cut at 15 cm, 30 cm, and 60 cm above ground level a month after a standardizing cut and number of days to sprout, the number of shoots, plant height, and root collar diameter was recorded. The experiment was a randomized complete block design with four replications. Shrubs cut at 60 cm used less mean number of days (4.25) for sprouting and those cut at 15 cm took a longer period (4.92) to sprout. Plant height, number of shoots, and root collar diameter after cutting were highest for shrubs cut at 60 cm. *Securinega virosa* used less mean number of days (4.00) to sprout while *S. mucronata* used the highest mean number of days (5.44) after cutting. Total dry matter yield was significantly highest (123.90 g/plant) for shrubs cut at 60 cm but lowest for those cut at 15 cm (91.20 g/plant). *Cajanus cajan* recorded a significantly higher total dry matter (116.30 g/plant) while *S. virosa* had the lowest (93.00 g/plant). Our results suggest that cutting height significantly influences the rate of sprouting of shrubs after cutting, and the response to the cutting effect is species-dependent.

**Keywords:** Coppice, Cutting height, Dry matter, Shrub, Sprout

## Gana'daki yem çalılarının baltalık tepkisi üzerine farklı kesme yüksekliklerinin etkileri

**Özet:** Bu çalışmada, seçilen savana yem çalısı türlerinin geri kazanım oranı, büyümesi ve biyokütle üretimi üzerine kesme yoğunluğunun etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışma, Kalkınma Araştırmaları Üniversitesi'nin (UDS: University for Development Studies) Gana'nın kuzeyinde Tolon Bölgesi'nde yer alan Nyankpala Kampüsü'nde gerçekleştirilmiştir. *Cajanus cajan*, *Stylosanthes mucronata*, *Tephrosia purpureum* ve *Securinega virosa* çalıları standart kesimden bir ay sonra, zemin seviyesinden 15 cm, 30 cm ve 60 cm yükseklikten kesilmiş ve filizlenen gün sayısı, sürgün sayısı, bitki boyu ve kök boğazı çapı kaydedilmiştir. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yapılmıştır. Filizlenme için 60 cm'den kesilen çalılarda daha az ortalama gün sayısı (4.25) gerekirken, 15 cm'den kesilenler ise daha uzun süre (4.92) gerekmiştir. Bitki boyu, sürgün sayısı ve kesim sonrası kök boğazı çapı 60 cm'den kesilen çalılar için en yüksek değerleri vermiştir. *Securinega virosa* en az ortalama gün sayısında (4.00) filizlenirken, *S. mucronata* ise kesimden sonra en yüksek ortalama gün sayısında (5.44) filizlenmiştir. Toplam kuru madde verimi, 60 cm'den kesilen çalılar için en yüksek (123.90 g/bitki), 15 cm'den kesilenler için en düşük (91.20 g/bitki) bulunmuştur. *Cajanus cajan* önemli ölçüde daha yüksek toplam kuru madde (116.30 g/bitki) değerine sahip iken, *S. virosa* en düşük (93.00 g/bitki) değere sahiptir. Sonuçlar, kesim yüksekliğinin kesmeden sonra çalılarının filizlenme oranını önemli ölçüde etkilediğini ve kesme etkisine verilen yanıtın türe bağlı olduğunu göstermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Baltalık, Kesim yüksekliği, Kuru madde, Çalı, Filiz

### 1. Introduction

In response to the increasing population, rising income, and urbanization, the demand for livestock products such as meat and milk is proliferating in sub-Saharan Africa (Kebebe, 2019). This increasing demand for livestock products offers farmers the opportunity to use livestock as a conduit out of poverty and food insecurity. To meet the growing demand, farmers must increase animals' productivity by increasing the

productivity of feed from indigenous resources (IAEA, 2010).

Smallholder livestock farmers in developing countries face numerous feed constraints such as inadequate feed quality and quantity, poor storage facilities for feed conservation, and insufficient water supply (Belay et al., 2013). However, livestock feeding continues to pose many problems due to a lack of information on the composition and utilization of locally available feed resources. Forage shrubs can act as standing fodder banks to buffer seasonal

✉ <sup>a</sup> Department of Biodiversity Conservation and Management, University for Development Studies, Tamale, Ghana

<sup>b</sup> Department of Wildlife and Range Management, Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Kumasi, Ghana

<sup>c</sup> Department of Forestry and Forest Resources Management, University for Development Studies, Tamale, Ghana

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): aammal@uds.edu.gh

✓ **Received** (Geliş tarihi): 11.05.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.09.2021



**Citation** (Atıf): Imoro, Z.A., Kingsley, O.S., Abukari, A., 2021. Effects of different cutting heights on coppice response of forage shrubs in Ghana. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 186-191.  
DOI: [10.18182/tjf.934994](https://doi.org/10.18182/tjf.934994)

fluctuations that occur in arid and semi-arid areas, a protein supplement for livestock on poor native rangelands a means of soil erosion control, and a fuel source for low-income farmers.

The levels of apical dominance differ from one plant species to another (Dun et al., 2006) and affect the number of shoots forming lateral buds. The length of lateral shoots emerged and the angle of emergence (Allanah and Lonnie, 1998). The removal of apical buds of woody species either by grazing or by clipping encourages the lateral buds' activation to yield new twigs (Hélio et al., 2019). The intensity, frequency, and season of clipping influence shrubs' response to cutting (George, 2015). However, an increase in the total yield of plants after clipping is not due to the rise of the plant's woody portion but the ratio of leaves: stems (Parissi and Nastis, 2004), which affects the quality of foliage produced (Iqbal et al., 2015).

The influence of cutting height and frequency on yield and nutritional quality of forage from many browse plants has not been consistent. Responses of plants to cutting generally happen in a range of stump height, lower or higher than which cutting height has no effect on yield and forage quality (Oppong, 2008). According to Stur et al. (1994) and Pathak et al. (1980), cutting height generally exhibited little or no significant effect on forage yield but frequency did. Studies involving *Leucaena leucocephala* revealed no effect on leaf yield of cutting heights of 1.5 - 2.5 m above ground (Catchpole and Blair, 1990).

However, a positive relationship was reported between cutting height and yield (Krishna and Mundegowda, 1982). A report on *Gliricidia sepium* revealed that lower cutting heights (30 cm) yielded greater dry matter than those cut at higher heights (50 cm and 70 cm) (Tarawali et al. 1996). On *Amaranthus*, Zinati (2001) reported that cutting the main plant stem at 30 cm and 50 cm above ground resulted in reduced total biomass yield. In contrast, clipping at 90 cm height gave higher biomass. *Sesbania grandiflora* cannot endure repeated clipping, while others may not tolerate a very low cutting height (Ella et al. 1989). Moderate cutting triggered more new leaves production than plants clipped lightly (Parissi and Nastis, 2004; Alados et al., 1997).

Several researchers found higher cutting heights to produce higher dry matter yield (Blair et al., 1990; Costa and Oliveira, 1992; Hairiah et al., 1992). Plant loss will be curtailed with appropriate plant cutting height, apical buds triggered and thus facilitating faster regrowth rate (Bassiri et al., 2010). This study aimed to determine the effect of cutting intensity on the recovery rate, growth, and biomass production of selected savanna forage shrub species.

## 2. Material and method

A field experiment was conducted at the experimental farm of the Faculty of Natural Resources and Environment, University for Development Studies (UDS), Nyankpala Campus in the Tolon District of the Northern Region of Ghana. This area is located within the savanna ecosystem on latitude 09° 25' N and longitude 00° 55' W and with an altitude of 183 m above sea level. Nyankpala Campus is 16 km (10 miles) away from Tamale, the capital of the Northern Region. The area experiences an annual rainfall of about 1,034 mm from April to early November with a mean monthly temperature of 22 °C. A maximum monthly relative humidity value of 80 % can be recorded during the rainy

season, while a minimum monthly value of 42 % during the dry season is observed. The vegetation is guinea savanna with grasses as the dominant plant species and interspersed with economic but drought-resistant trees such as *Vitellaria paradoxa*, *Adansonia digitata*, and *Tamarindus indica*. The soils are well-drained with low nitrogen content due to the low organic matter cover (Ziblim et al., 2016).

Four selected indigenous forage shrub species viz, *Cajanus cajan*, *Securinega virosa*, *Stylosanthes mucronata* and *Tephrosia purpurea* were considered for the experiment. These species were chosen because of their productivity, availability, familiarity, palatability to animals, and farmers' preference in the study area. The experiment employed a randomized complete block design with four replications and plots of sizes 4 m x 4 m. Experimental treatments were combinations of 3 cutting heights (15 cm, 30 cm, and 60 cm) for all the species from ground level. Observations on the plants' morphological growth were made every two (2) weeks for twelve (12) weeks on four (4) randomly selected plants from each species on each plot with assigned numbers. Each plot contained sixteen (16) plants. In selecting the sample plants, border plants were not considered to avoid border effects, and the selection was done using random numbers. Recovery rate, rate of vegetative growth, and dry matter yield were determined after cutting. When the plants were completely established after sowing in the 4x4 plots, a standardizing cut was made at the height of 25 cm from the soil. Thirty days later, all sample plants were cut to their planned target cutting heights (15 cm, 30 cm, and 60 cm) and observations commenced. Parameters such as rate of recovery (which was done by observing the appearance of new vegetative parts after cutting), number of new shoots observed, the height of lead shoot, and the shrubs' root collar diameter were considered.

Dry matter yield was estimated from four representative plants of each shrub at 15 cm, 30 cm, and 60 cm. The dry matter yield estimation was carried out by uprooting each shrub's representative plants using the destructive technique. The sample plants were separated into leaf, stem, and root fractions. Fresh weights were taken directly and later oven-dried to a constant weight at 80°C for 48 hours to determine dry matter yield. The fodder yield per plant was divided by the total aboveground biomass and multiplied by 100 to estimate the percent fodder (Larbi et al., 2009). Total biomass was calculated by adding the oven-dried weights of the three fractions.

Data gathered on the recovery rate of the shrubs after cutting were analyzed by descriptive statistics using percentages and means and the results presented in tables. Analysis of variance (ANOVA) was carried out to test the different cutting heights on the dry matter yield of the shrubs using Genstat software (Release 10.3 DE 2011). Differences among mean values were compared by Fisher's protected Least Significant Difference Test at 5% probability. Graphs were used to show the effects of the cutting heights on the growth of the shrubs.

## 3. Results

The data obtained from the study showed that recovery rate was species-dependent where *Securinega virosa* and *T. purpurea* used significantly ( $p < 0.001$ ) less number of days to sprout compared to *C. cajan* and *S. mucronata* although *C. cajan* used less number of days to sprout compared to *S.*



*mucronata*. Cutting height had significant ( $p < 0.05$ ) effect on the recovery rate of the shrubs. Shrubs cut at 60 cm used significantly a smaller number of days to sprout compared to those cut at 15 cm, but there was no significant difference ( $p > 0.05$ ) between plants cut at 30 cm and 60 cm (Table 1). Generally, shrubs cut at 60 cm and 30 cm attained the highest mean plant height after cutting in all the shrubs (Fig. 1). Shrubs cut at 15 cm significantly witnessed the least number of coppice shoots (Fig. 2). Nevertheless, it was also observed that shrubs cut at 60 cm had bigger root collar diameter and cutting height at 15 cm recorded the least (Fig. 3).

On the individual shrub responses, *S. mucronata* registered the highest number of coppice shoots at all the cutting heights while *S. virosa* recorded the lowest (Fig. 2).

*C. cajan* and *S. mucronata* had greater root collar diameter particularly at 60 cm compared to *T. purpurea* and *S. virosa* (Figure 3). The different cutting heights significantly ( $p < 0.05$ ) influenced the growth of the root collar

diameter except for *T. purpurea* where no significant difference in root collar diameter was observed between plants cut at 15 cm and 30 cm.

Dry matter yield for leaves, stems and roots was highly influenced by the type of shrub species (Table 2). While the interaction effect of the species on the leaf dry matter yield was only significant ( $p < 0.05$ ) between *S. virosa* and the rest of the species, stem dry matter yield was significantly ( $p < 0.05$ ) higher for *C. cajan* and *S. mucronata*. Generally, *Cajanus cajan* was significantly ( $p < 0.05$ ) highest in total dry matter yield while *S. virosa* had the lowest values (Table 2). Cutting height was also observed to have significant ( $p < 0.001$ ) effects on the mean dry matter yields of leaves, stems, and roots (Table 3). In general, the mean dry matter yield of leaves, stems, and roots was significantly ( $p < 0.05$ ) higher at 60 cm cutting height compared to those cut at 15 cm (Table 3).

Table 1. Mean Recovery rate (in days) of shrubs at different cutting heights

Species	<i>C. cajan</i>	<i>S. mucronata</i>	<i>T. purpurea</i>	<i>S. virosa</i>	SEM	LSD
Mean	4.889 <sup>b</sup>	5.444 <sup>a</sup>	4.111 <sup>c</sup>	4.000 <sup>c</sup>	0.1733	0.5082
Cutting height (cm)	15	30	60			
Means	4.917 <sup>a</sup>	4.667 <sup>ab</sup>	4.250 <sup>b</sup>		0.1501	0.4401

SEM – standard error of means. LSD- least significant difference. Means in rows with similar letters are not significantly different at 5% probability

Table 2. Mean Dry Matter Yield (g/plant) of four forage shrubs

Shrub species	Dry matter yield (g/plant)			
	Leaf	Stem	Root	Total
<i>C. cajan</i>	37.99 <sup>a</sup>	45.52 <sup>a</sup>	32.20 <sup>a</sup>	116.3 <sup>a</sup>
<i>S. mucronata</i>	38.59 <sup>a</sup>	47.04 <sup>a</sup>	24.15 <sup>b</sup>	108.7 <sup>b</sup>
<i>T. purpurea</i>	32.68 <sup>a</sup>	39.35 <sup>b</sup>	29.31 <sup>a</sup>	108.4 <sup>b</sup>
<i>S. virosa</i>	39.71 <sup>b</sup>	36.26 <sup>b</sup>	24.09 <sup>b</sup>	93.00 <sup>c</sup>
SEM	1.042	1.220	1.140	2.200
LSD	3.056	3.578	3.344	6.440

SEM – standard errors of means. LSD – least significant difference. Means in columns with the same superscripts are not significantly different at  $p < 0.05$ .

Table 3. Effects of cutting heights on dry matter yield of four forage shrubs

Cutting height (cm)	Dry matter yield (g/plant)			
	Leaf	Stem	Root	Total
15	30.30 <sup>a</sup>	36.58 <sup>a</sup>	24.70 <sup>a</sup>	91.20 <sup>a</sup>
30	37.63 <sup>b</sup>	40.22 <sup>b</sup>	26.76 <sup>a</sup>	104.60 <sup>b</sup>
60	43.75 <sup>c</sup>	49.33 <sup>c</sup>	30.86 <sup>b</sup>	123.90 <sup>c</sup>
SEM	0.902	1.056	0.988	1.900
LSD	2.646	3.098	2.896	5.580

SEM – standard errors of means. LSD – least significant difference. Means in columns with the same superscripts are not significantly different at  $p < 0.05$ .

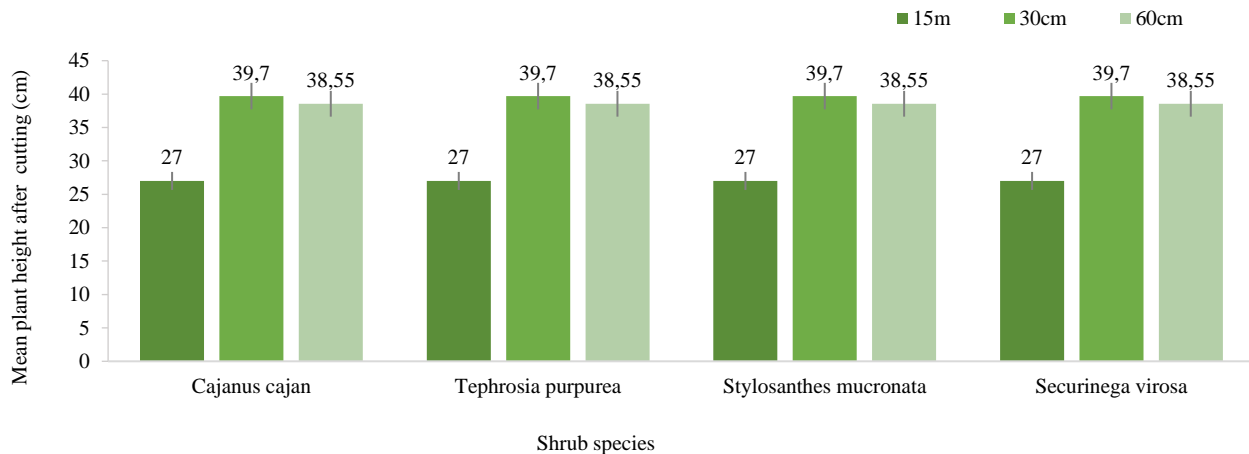


Figure 1. Effects of cutting height on mean plant height

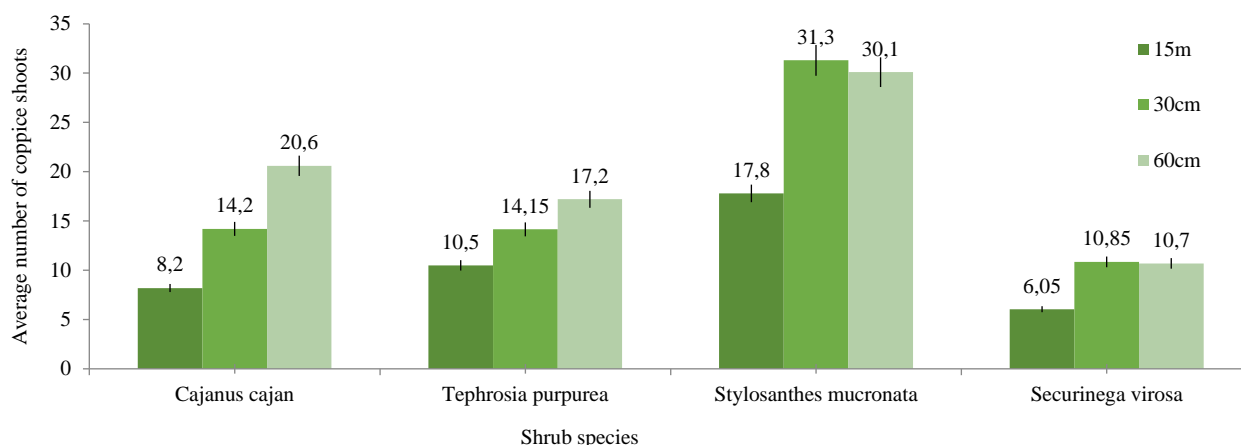


Figure 2. Effects of cutting height on mean number of shoots per plant

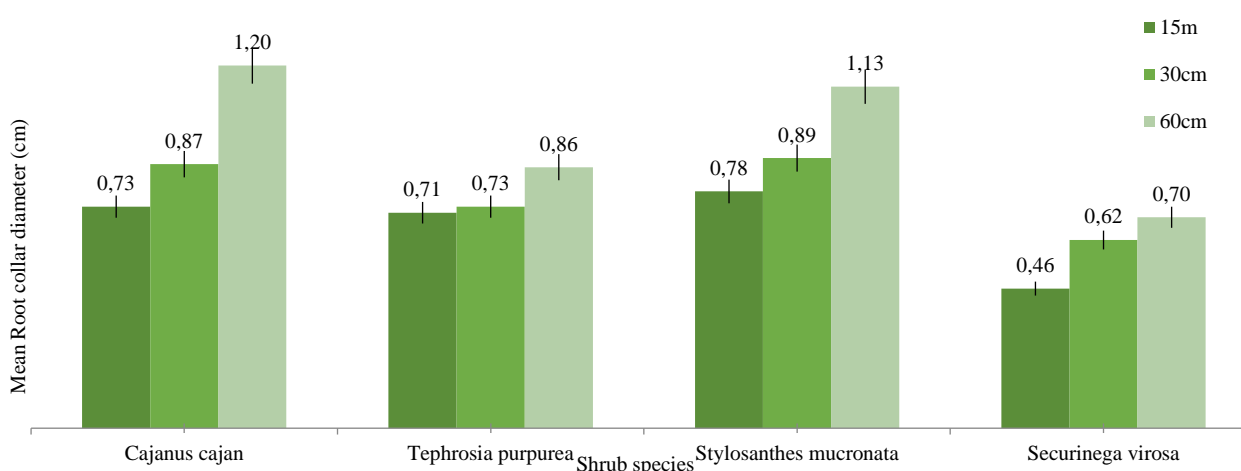


Figure 3. Effects of cutting height on mean root collar diameter

#### 4. Discussion

The recovery response of the shrubs was different, probably depending on each shrub's adaptive traits and ontogenetical factors. *S. virosa* exhibited a rapid sprouting potential while *S. mucronata* showed the lowest recovery rate. *Securinega virosa* from observation possessed a lignotuber, which probably allowed it to sprout actively and faster. A similar statement was made by Cruz and Moreno (2001), who considered that the lignotuber was against summer drought and low temperature in winter. It was noted that the lignotuber's carbohydrate reserves were mobilized during sprouting, acting as the primary energy source for regrowth at the early stages after cutting (Bowen and Pate, 1993; Van der Heyden and Stock, 1996; Canadell and Lòpez-Soria, 1998).

The generally low recovery rate registered by plants cut at 15 cm may be attributable to the limited or total absence of leaves and an inadequate amount of stored carbohydrate reserves. The appearance of new leaves must be initially sustained by stored energy reserves, which may take some time. On the other hand, the high recovery rate recorded by plants cut at 60 cm could be due to the lenient defoliation, leaving some leaves after cutting and supporting the swift recovery by the current photosynthesis. According to Cruz et al. (2003), replacing stored energy reserves is contingent on

the plant's capacity to have efficient photosynthesis, effective growth, and capable of producing excess carbon for storage. Fornara and Du Toit (2007) reported that it is biologically advantageous for plants to have readily available energy sources after interference. Vegetative portions need to be sustained to initiate the buildup of fresh photosynthetic platforms for short recovery (Bowen and Pate, 1993; Luostarinen and Kauppi, 2005; Kozłowski, 2002). Other research noted that a plant requires active meristems and carbon reserves up to the time when fresh shoots are functional and can produce energy (Kabeya and Sakai, 2005; Bond and Midgley, 2001).

Clipping height of plants is a vital management consideration in forage production systems because it has a significant influence on the rate of regrowth, biomass production, quality, and survival of forage plants (Tudsri et al., 2002; Wadi et al., 2004; Yolcu et al., 2006). The results of the study revealed that cutting had a diverse influence on the growth of the shrubs depending on the level of cut. It was noticed from the results that the different shrub species responded differently to the cutting experiment for all the growth indices measured except for plant height where similar responses were observed. The different responses exhibited by the shrubs could be attributed to the differences in genetic characteristics and the ability to tolerate shocks such as imposed by cutting. Generally, stem height, the

number of coppice shoots, and root collar diameter increased with increasing height of cut. Plants cut at 15 cm from the ground gave the lowest regrowth and this probably could be because the plants were adversely affected and could not readily recover because of low carbohydrate reserves (Caetano et al., 2013). The poor regrowth of plants at low cutting height could also be attributable to a lack of regrowth sites (buds), which can vary from species to species. In the presence of good bud development, regrowth will be sustained on the rapid mobilisation of carbohydrate reserves. Studies on *Macroptilium lathyroides* L. (Tobisa et al., 2003), *Panicum virgatum* L. (Trocsanyi et al., 2009), and *Pennisetum purpureum* Schum. (Wijitphan et al., 2009) have shown that bud initiation, shoot growth, and forage yield was reduced due to low cutting height. Low clipping heights remove the apical meristems and tissues that store starch.

The relatively high regrowth rate exhibited by plants cut at 30 cm and 60 cm could probably be due to the efficiency of the root system to provide a greater amount of stored carbohydrate reserves and other photosynthates (Meuriot et al., 2005). When cutting height is increased, there will be a substantial number of residual leaves on the plants and this may result in greater available energy reserves leading to a shorter lag phase.

Mean dry matter yields varied among the shrubs and the differences might have reflected variations in growth habits, residual buds, leaf area index, and stored carbohydrates (Caetano et al., 2011). It was suspected that *S. virosa* had high efficiency to produce sufficient carbohydrate reserves to support regrowth (Caetano et al., 2011).

Generally, the leaf, stem, root and total dry matter yields of all the shrubs studied also increased with cutting height. This was because the root systems and the remaining leaves on the plants have high efficiency to produce sufficient carbohydrate reserves to support regrowth. The findings of this study agree with that of Oppong (1998) who observed high total dry matter of *Salix matsudana* x *alba* cut at 80 cm and 120 cm than at 30 cm.

Similar observation made by Nduwayezu et al. (2005) indicated that foliage biomass yields of *Senna singueana* under inter-cropping system increased with lopping height to 75 cm but declined at a higher cutting height. Karim et al. (1991) also observed the highest dry matter yield of *Leucaena leucocephala* at 75 cm clipping height.

Several researchers concluded that higher lopping heights of plants, particularly woody species, produce higher dry matter yield (Blair et al., 1990; Costa and Oliveira, 1992; Hairiah et al., 1992). Studies by Battad et al. (1993) endorsed 50 cm as the most appropriate cutting height for better dry matter yield. It was observed from this study that clipping at 60 cm produced more buds and a greater number of new shoots per plant than clipping at 15 cm. These findings confirm with other studies, which concluded that cutting woody species at various heights affects vegetative growth with better shoot development observed at higher cutting heights (Chourio et al., 1997; Bouayad et al., 1998; Gaddanakeri et al., 1993; Tarawali et al., 1996).

## Conclusions

The recovery rate and regrowth of shrub species after cutting are critically dependent on their sprouting capabilities and the number of stored carbohydrate reserves. Recovery response to cutting height is species-dependent and high

cutting heights resulted in rapid recovery. Cutting height significantly influences plant growth rate and dry matter yield.

## Funding

The research was solely sponsored by the authors.

## Acknowledgement

Mr. Timothy Khan Aikins and Mr. Eric Adjei Lawer's efforts in reading through the work for grammatical and statistical errors are worth acknowledging. We are very grateful.

## References

- Alados, C., Barroso, F.G., Garcia, L., 1997. Effects of early season defoliation on above-ground growth of *Anthyllis cytisoides*, a Mediterranean browse species. *Journal of Arid Environments*, 37: 269-283.
- Allanah, N.C., Lonnie, A.W., 1998. Effects of shoot apex removal and fruit herbivory on branching, biomass and reproduction in *Verbascum thapsus* (Scrophulariaceae). *The American midland naturalist*, 140(1): 42-54.
- Bassiri, M., Fatemi, S., Vahabi, M.R., Yeganeh, H., 2010. Interaction effects of water stress and harvest intensity and frequency on productivity of *Atriplex lentiformis* (Torr.) S. Wats and *Nitraria schoberi* L. *Rangeland Iran*, 4(2): 276-287.
- Battad, Z.M., Trung, L.T., Ttengco, P.L., Zamora, O.B., Atega, T.A., 1993. Yield performance and nutritive value of hedge lucerne (*Desmanthus virgatus* L. Willd.) under different cutting regimes. *Philippine Journal of Crop Science*, 18(1): 24.
- Belay, D., Getachew, E., Azage, T., Hegde, B.H., 2013. Farmers' perceived livestock production constraints in Ginchi watershed area: Result of participatory rural appraisal. *International Journal of Livestock Production*, 4(8): 128-134.
- Blair, G., Catchpole, D., Horne, P., 1990. Forage tree legumes: Their management and contribution to the nitrogen economy of wet and humid tropical environments. *Advances in Agronomy*, 44: 27-54.
- Bond, W.J., Midgley, J.J., 2001. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. *Trends in Ecology and Evolution*, 16(1): 45-51.
- Bouayad, A., Achhal, A.E., Fechtal, M., 1998. Estimation of biomass and essential oil production by *Artemisia herba-alba* Asso in skoura pasturage (Ouarzazate Province). *Anales de la Recherche Forestiere au Maroc*, 31: 17-25.
- Bowen, B.J., Pate, J.S., 1993. The significance of root starch in post-fire shoot recovery of the resprouter *Stirlingia latifolia* R. Br. (Proteaceae). *Annals of Botany*, 72: 7-16.
- Caetano, H., Oliveira, M.D.S.D., Freitas Júnior, J.E.D., Rêgo, A.C.D., Rennó, F.P., Carvalho, M.V.D., 2011. Evaluation of corn cultivars harvested at two cutting heights for ensilage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(1): 12-19.
- Canadell, J., Lopez-Soria, L., 1998. Lignotuber reserves support regrowth following clipping of two Mediterranean shrubs. *Functional Ecology*, 12: 31-38.
- Catchpole, D.W., Blair, G., 1990. Forage tree legumes. I. Productivity and N economy of *Leucaena*, *Gliricidia*, *Calliandra* and *Sesbania* and Tree/Green Panic Mixtures. *Aust J Agric Res*, 41: 521-530.
- Chourio, J., Colina, V., Clavero, T., Razz, R., Castro, C., 1997. Effect of defoliation on biomass production of *Clitoria ternatea* (L.) DNE. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 31: 113-117.
- Costa, N., Oliveira, A.C., 1992. Cutting height affects *Cajanus cajan* yield and protein content. *Nitrogen fixing tree research reports*, 10: 119-120.
- Cruz, A., Perez, B., Moreno, J.M., 2003. Plant stored reserves do not drive resprouting of the lignotuberous shrub *Erica australis*. *New Phytologist*, 157: 251-261.

- Cruz, A., Moreno, J.M., 2001. No allocation trade-offs between flowering and sprouting in the lignotuberous, Mediterranean shrub *Erica australis*. *Acta Oecologica*, 22: 121–127.
- Dun, E.A., Ferguson, B.J., Beveridge, C.A., 2006. Apical dominance and shoot branching. Divergent opinions or divergent mechanisms. *Plant Physiology*, 142(3): 812-9.
- Ella, A., Jacobsen, C., Stur, W.W., Blair, G., 1989. Effect of plant density and cutting frequency on the productivity of four tree legumes. *Tropical Grassland*, 23: 28–34.
- Fornara, D.A., Du, T.J.T., 2007. Browsing lawns? Responses of *Acacia nigrescens* to ungulate browsing in an African Savanna. *Ecology*, 88(1): 200-209.
- Gaddanakeri, S.A., Gumaste, S.K., Hunshal, C.S., 1993. Effect of subabul (*Leucaena leucocephala*)-live bund on growth and yield of companion crop of sunflower (*Helianthus annuus*). *Indian Journal of Agronomy*, 38: 598-602.
- George, F.F., 2015. Assessment of leaf biomass production of selected deciduous indigenous browse shrub in semi-arid ecological zone of Mwanza District, Tanzania. Master of science Thesis, Sokoine University of Agriculture, Morogoro, Tanzania.
- Hairiah, K., Noordwijk, M., Van Santoso, B., Syekhfani, M.S., 1992. Biomass Production and root distribution of eight trees and their potential for hedgerow intercropping on an ultisol in southern Sumatra. *Agrivita*, 15: 54-68.
- Hélio, C., Eloisa, S., Diego, G., Marco, B., Ângela, M.L., Ana Luiza, B., Aline, L., Antonio, F., 2019. Effects of Zinc Sulfate or Propylene Glycol on Intake, Digestibility, and Forage Selection by Grazing Sheep in a Semi-Arid Region During the Rainy Season. *Animals*, 9(11): 1-14.
- International Atomic Energy Agency., 2010. Improving Livestock Production Using Indigenous Resources and Conserving the Environment. IAEA-TECDOC-1640, Vienna-Austria.
- Iqbal, M.A., Iqbal, A., Akbar, N., Khan, H.Z., Abbas, R.N., 2015. A study on feed stuffs role in enhancing the productivity of milch animals in Pakistan-Existing scenario and future prospect. *Global Veterinaria*, 14(1): 23-33.
- Kabeya, D., Sakai, S., 2005. The relative importance of carbohydrate and nitrogen for the resprouting ability of *Quercus crispula* seedlings. *Annals of Botany*, 96: 479-488.
- Karim, A.B., Rhodes, E.R., Savill, P.S., 1991. Effect of cutting height and cutting interval on dry matter yield of *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit. *Agroforestry Systems*, 16: 129-137.
- Kebebe, E., 2019. Bridging technology adoption gaps in livestock sector in Ethiopia: An innovation system perspective. *Technology in Society Elsevier*, 57: 30-37.
- Kozłowski, T.T., 2002. Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: Implications for forest management. *Forest Ecology and Management*, 158(3): 195-221.
- Krishna, M.K., Munegowda, M.K., 1982. Effect of cutting frequency regimes on the herbage yield of *Leucaena*. *Research Reports*, 3: 31-32.
- Larbi, A., Khatib-Salkini, A., Jamal, P.B., Iniguez, L., 2009. Shrub yield and fodder quality variations in a non-tropical dryland environment in West Asia. *Agroforestry Systems*, 75(2): 147-155.
- Luostarinen, K., Kauppi, A., 2005. Effects of coppicing on the root and stump carbohydrate dynamics in birches. *New Forests*, 29(3): 289-303.
- Meuriot, F., Decau, M.L., Morvan-Bertrand, A., 2005. Contribution of initial C and N reserves in *Medicago sativa* recovering from defoliation: impact of cutting height and residual leaf area. *Functional Plant Biology*, 32: 321–334.
- Nduwayezu, J.B., Lulandala, L.L.L., Chamshama, S.A.O., Mugasha, A.G., 2005. The effect of cutting height of *Senna singueana* (Del.) lock. In mixed intercropping system on foliage biomass production and maize yield in Morogoro Tanzania. *Journal of Agronomy*, 4: 323-328.
- Oppong, S.K., 1998. Growth, Management and Nutritive value of Willows (*Salix* Spp.) and other Browse species in Manawatu, New Zealand. Ph.D. Thesis, Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Parissi, Z.M., Nastis, A.S., 2004. Regrowth of two ligneous species as affected by clipping intensity and frequency. In: Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). *Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens*. Zaragoza CIHEAM, 357-360.
- Pathak, P.S., Rai, P., Deb, R., 1980. Forage production from koo-babool *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Forage Research*, 6: 83-90.
- Stür, W.W., Shelton, H.M., Gutteridge, R.C., 1994. Defoliation management of forage tree legumes. In: R.C. Gutteridge and H.M. Shelton (eds). *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. CAB Int Wallingford UK.
- Tarawali, G., Iji, P.A., Chionuma, P.C., Obot, U., 1996. Herbage yield and quality of *Gliricidia sepium* under different cutting heights and defoliation frequencies. *Agroforestry Systems*, 34: 315-326.
- Tobisa, M., Tajiri, K., Murakami, K., Shimojo, M., Masuda, Y., 2003. Effects of growth temperature and cutting height on regrowth of tropical forage legume phasey bean (*Macroptilium lathyroides* (L.) Urb.). *Grassland Science*, 49: 149-157.
- Trócsányi, Z.K., Fieldsend, A.F., Wolf, D.D., 2009. Yield and canopy characteristics of Switch grass (*Panicum virgatum* L.) as influenced by cutting management. *Biomass and Bioenergy*, 33(3): 442-448.
- Tudri, S., Jorgensen, S.T., Riddach, P., Poopakdi, A., 2002. Effect of cutting height and dry season closing date on yield and quality of five Napier grass cultivars in Thailand. *Tropical Grasslands*, 36: 248–252.
- Van der Heyden, F., Stock, W.D., 1996. Regrowth of a semiarid shrub following simulated browsing: the role of reserve carbon. *Functional Ecology*, 10: 647–653.
- Wadi, A., Ishii, Y., Idota, S., 2004. Effect of cutting interval and cutting height on dry matter yield and overwintering ability at the established year in Pennisetum species. *Plant Production Science*, 7: 88–96.
- Wijitphan, S., Lorwilai, P., Arkaseang, C., 2009. Effect of cutting height on productivity and quality of king napier grass (*Pennisetum purpureum* cv. King Grass) under irrigation. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8: 1244-1250.
- Yolcu, H., Mustafa, M., Serin, Y., 2006. Effects of early cutting time and stubble height on yield and quality in lucerne. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 49: 201–206.
- Ziblim, A.I., Agyapong, R.A., Aikins, T.K., 2016. Assessing the biomass production and nutritive value of Kenaf (*Hibiscus Cannabinus*) at various stages of growth. *UDS International Journal of Development*, 2(2): 26-36.
- Zinati, G.M., 2001. Biomass yield and flower production in Sunn Hemp, effect of cutting the main stem. Institute of food and Agricultural sciences Tropical Research and Education Centre, University of Florida, Homestead, FL 33031, United State, 83-104.

## De Martonne-Gottman ve Standart Yağış İndeksi yöntemleri kullanılarak kuraklığın belirlenmesi: Isparta ili örneği

İbrahim Dursun<sup>a</sup>, Ahmet Alper Babalık<sup>a,\*</sup>

**Özet:** Kuraklık, belirli bir zaman diliminde topraktaki nem yetersizliğini, yetersiz yağış veya yağışsız periyotları ifade eden bir kavramdır. Kuraklığın zamansal ve alansal özelliklerini belirlemek için farklı kuraklık indisleri kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı kuraklık indislerinden De Martonne-Gottman ve Standart Yağış İndeksi (SYİ) yöntemlerini kullanarak Isparta ilinde kuraklığı belirlemektir. Bunun için Atabey, Eğirdir, Isparta (Merkez), Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç Devlet Meteoroloji İstasyonlarından alınan 31 yıllık (1990-2020) yağış ve sıcaklık verileri kullanılmıştır. De Martonne-Gottman yöntemine göre yapılan değerlendirmeler sonucunda Atabey, Eğirdir, Isparta (Merkez), Uluborlu ve Yalvaç ilçelerinin “Step (Yarı Kurak)-Nemli” arası iklim tipinde olduğu tespit edilirken, Senirkent ilçesinin “Yarı Nemli” iklim tipinde olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte çalışma alanının SYİ’ye göre aylık yağış verileri kullanılarak 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık SYİ değerleri ile alandaki kurak ve yağışlı dönemlerin şiddeti, büyüklüğü ve dağılımı tespit edilmiştir. Araştırma alanının genelinde normale yakın kuraklık dönemleriyle karşılaşmıştır. SYİ 12 aylık değerleri göz önüne alındığında kuraklığın en uzun sürdüğü dönem Yalvaç ilçesinde 67 ay (Eylül 2004 - Mart 2010) olarak belirlenmiştir. 12 aylık SYİ değerleri için kuraklık oluşum yüzdeleri incelendiğinde en fazla oranın %52.3 ile Isparta (Merkez)’da olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kuraklık, De Martonne-Gottman, Standart yağış indeksi, Isparta

## Determination of drought using De Martonne-Gottman and Standardized Precipitation Index methods: A case study in Isparta province

**Abstract:** Drought is a concept that expresses the lack of moisture in the soil, precipitation deficiency or periods of no precipitation in a certain period. Different drought indices have been used to determine the temporal and spatial characteristics of drought. The aim of this study is to determine the drought in Isparta province by using De Martonne-Gottman and Standardized Precipitation Index (SPI) methods from drought indices. For this, 31-year (1990-2020) precipitation and temperature data from Atabey, Eğirdir, Isparta (Center), Senirkent, Uluborlu and Yalvaç State Meteorology Stations were used. As a result of the evaluations were made according to the De Martonne-Gottman method, it was determined that Senirkent district has “Semi-Humid” climate type while it was determined that the areas belonging to the districts such as Atabey, Eğirdir, Isparta (Center), Uluborlu and Yalvaç have the “Step (Semi-Arid)- Humid” climate type. In addition, the severity, size and distribution of the dry and rainy periods in the area and 1, 3, 6, 9 and 12-month SPI values were determined by using monthly precipitation data according to the SPI of the study area. Near-normal drought periods were encountered throughout the study area. Considering the 12-month SPI values, the period that the drought lasts the longest has been determined as 67 months (September 2004 - March 2010) in Yalvaç district. When the drought occurrence percentages for the 12-month SPI values are examined, it was determined that the highest percentage was Isparta (Center) with 52.3%.

**Keywords:** Drought, De Martonne-Gottman, Standardized precipitation index, Isparta

### 1. Giriş

Su, doğada canlıların varlıklarını sürdürebilmeleri ve yaşam alanları oluşturabilmeleri açısından vazgeçilmez bir doğal kaynaktır (Akin ve Akin, 2007). Aynı zamanda su, tarım-ormancılık ve hayvancılık üretimine doğrudan etkili olduğu için, özellikle tarım ekosistemlerinde insan yaşamını sürdürmenin kilit kaynaklarından biridir (Valipour, 2015). Ekosistemlerin devamlılığı açısından suya olan ihtiyaç oldukça önemlidir (Bhangale vd., 2020). Dünyada 43 ülkede yaklaşık 700 milyon insanın su kıtlığından etkilendiği tahmin edilmekte olup, 2025 yılına kadar 1.8 milyar insanın mutlak

su kıtlığı olan ülkelerde veya bölgelerde yaşayacağı ve dünya nüfusunun üçte ikisinin su sıkıntısı koşullarında yaşayabileceği uzmanlar tarafından tahmin edilmektedir (Zarei ve Eslamian, 2017; Yokomatsu vd., 2020).

Dünyada kişi başına kullanılabilir su miktarı yıllık olarak kategorize edilmiştir. Bu miktar 1000 m<sup>3</sup>’ten az ise su fakiri, 1000-2000 m<sup>3</sup> arasında ise su kıtlığı bulunan, 2000 m<sup>3</sup>’ten fazla ise su zengini ülkeler şeklinde nitelendirilmektedir (Acar, 2018; Turan ve Bayrakdar, 2020). Bu bağlamda ülkemizde, yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1.400 m<sup>3</sup> olup, Türkiye su zengini bir ülke değil, su stresi

✉ <sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): alperbabalik@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 28.05.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 12.07.2021



**Citation** (Atıf): Dursun, İ., Babalık, A.A., 2021. De Martonne-Gottman ve Standart Yağış İndeksi yöntemleri kullanılarak kuraklığın belirlenmesi: Isparta ili örneği. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 192-201.  
DOI: [10.18182/tjf.944195](https://doi.org/10.18182/tjf.944195)

altında bir ülke durumundadır (Karataş ve Çevik, 2010; Kurtoğlu, 2018).

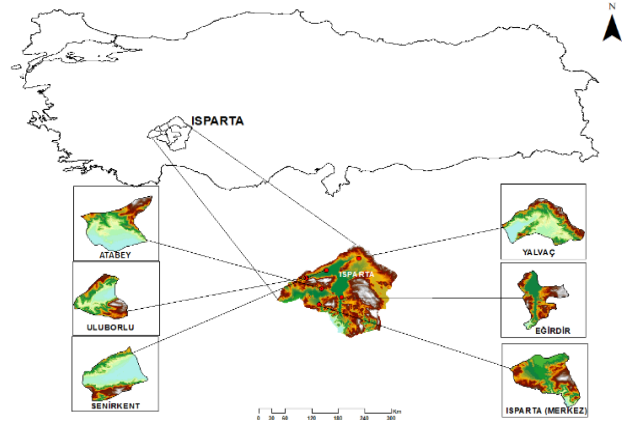
Yarı kurak/yarı nemli iklim kuşağında yer alan ülkemizde atmosferik koşullar ve iklim koşullarının etkisiyle dönemsel olarak bazı dönemlerde daha kurak iklim tipleri görülürken bazı dönemlerde ise daha nemli iklim tipleri görülmektedir (Şahin ve Kurnaz, 2014). Kuraklık, mevcut su kaynakları ve yağış miktarındaki değişimden kaynaklanmaktadır. Kuraklık olgusu tüm bölgelerde değişen sıklık ve yoğunlukta ortaya çıkabilmektedir (Pathak ve Dodamani, 2016).

Genel olarak kuraklık, meteorolojik kuraklık, tarımsal kuraklık, hidrolojik kuraklık ve sosyo-ekonomik kuraklık olmak üzere 4 kategoriye ayrılmaktadır (Wilhite ve Glantz, 1985; Mishra ve Singh, 2010). Tüm kuraklıklar ilk olarak meteorolojik, yani yağışın yeteri kadar olmamasıyla başlamaktadır. Sonrasında bu durumu toprak neminin azalması ve bitkilerin ihtiyaç duydukları minimum su kapasitelerinin azalmasıyla tarımsal kuraklık takip etmektedir. Daha sonraki süreçte akarsu ve barajlardaki su kapasitelerinin azalmasıyla hidrolojik kuraklık olgusu görülmekte ve tüm bu durumların etkisi sonucunda kuraklık kendini sosyo-ekonomik kuraklık olarak göstermektedir (Akbaş, 2014). Kuraklığın tarımsal üretimde ve sosyo-ekonomik durumlar gibi bir ülkenin dinamikleri üzerindeki olumsuz etkileri olması sebebiyle, kuraklığı tespit edebilmek için bilim adamları tarafından günümüzde çok çeşitli kuraklık indeksleri geliştirilmiştir. Kuraklık indeksleri, kuraklığın belirlenmesinin ve izlenmesinin etkili yolu olarak görülmektedir. Böylece kuraklığın sayısal olarak süresinin ve şiddetinin belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Kuraklık belirleme yöntemlerinin temelinde belirli bir alanda kuraklığı tam olarak belirlemek ve hangi zaman koşulunda ve nerede oluşacağı belli olmayan kuraklık kavramını ortaya koymak yer almaktadır (Topçu ve Karaçor, 2021; McKee vd., 1993).

Bu çalışmada De Martonne-Gottman ve SYİ yöntemleri kullanılarak Isparta ilinin kuraklık durumu belirlenmeye çalışılmıştır. Böylelikle Türkiye'nin göller bölgesi olarak adlandırılan bu coğrafyada meydana gelen iklim değişimi ile kuraklık durumunun gelecekte nasıl olacağına yönelik çalışmaların yapılmasına ve gerekli önlemlerin alınmasına da olanak sağlanacaktır.

## 2. Materyal ve yöntem

Çalışma alanı olan Isparta ili, Akdeniz Bölgesinde, Toros dağlarının kuzeyinde göller yöresi olarak adlandırılan lokasyonda yer almaktadır. Isparta'nın yüzölçümü 8933 km<sup>2</sup>'dir. İlin doğusunda Konya ili, batısında Afyon ve Burdur illeri, kuzeyinde yine Afyon ili, güneyinde ise Antalya ili bulunmaktadır (İÇŞİM, 2019). Isparta ili, Akdeniz iklimi ile Orta Anadolu'da hüküm süren karasal iklim arasında geçiş bölgesinde yer almaktadır (Babalık, 2014). Bu nedenle il sınırları içerisinde her iki iklimin de özellikleri kendini göstermektedir. Uzun yıllar ortalamalarına göre Isparta'da yıllık ortalama sıcaklık 12.6 °C, yıllık toplam yağış miktarı ise 519.5 mm'dir. Çalışmada, gerekli meteorolojik verilerin temin edilebildiği Atabey, Eğirdir, Isparta (Merkez), Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç ilçelerinde (Şekil 1) bulunan meteoroloji istasyonlarına ait 31 yıllık (1990-2020) yağış ve sıcaklık değerleri kullanılmıştır (DMİ, 2021).



Şekil 1. Isparta ilinin ve istasyonlarının konumu

Çalışmada, Isparta ilinin kuraklık durumunu ortaya koymak için De Martonne-Gottman İndisi ve SYİ iklim sınıflandırması ile kuraklık analizi yapılmıştır.

### 2.1. De Martonne - Gottman İndisi

De Martonne indisi yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış verileri baz alınarak hesaplanmaktadır. Hesaplama sonucunda "Yıllık Kuraklık İndisi" değerleri elde edilmektedir (De Martonne, 1926). De Martonne indisinin, Gottman ile birlikte formülde ilk haline bazı eklemeler ve düzeltmeler yapılması ile De Martonne - Gottman indisi elde edilmiştir (MGM, 2016). Buna göre; De Martonne (1942) tarafından oluşturulan eşitlik (1) formülüne göre indeks değeri elde edilmektedir.

$$I_{DMG} = \frac{1}{2} * \left( \frac{P}{T+10} + \frac{12*Pd}{Td+10} \right) \quad (1)$$

Burada  $I_{DMG}$ ; De Martonne-Gottman indisi değeri, P; yıllık toplam yağış (mm), T; yıllık ortalama sıcaklık (°C), Pd; en kurak ayın yağışı (mm), Td; en kurak ayın ortalama sıcaklığı (°C)'dir. Bu denkleme göre yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık yağış toplamı değerlerinin dışında en kurak ayın sıcaklık ve yağış değerleri kullanılmıştır. Sınıflandırma Çizelge 1'e göre yapılmaktadır.

### 2.2. Standart Yağış İndeksi (SYİ)

SYİ yöntemi ilk olarak McKee vd. (1993) tarafından ortaya konulmuştur. SYİ, belirlenen zaman periyodunda yağışın ortalamadan olan farkının standart sapmaya bölünmesi ile eşitlik (2)'ye göre hesaplanmaktadır. İki parametrenin yeterli olduğu basit pratik bir yöntemdir. SYİ yağışların analizinde kuraklık değişkenliğinin bir göstergesi olup, 1, 3, 6, 9, 12'şer aylık periyotlarda değerlendirilmektedir (Zhang vd., 2017). Bu yöntemde en az 30 yıllık yağış kayıtları kullanılmaktadır.

Çizelge 1. De Martonne indeks değerleri ve iklim özelliği

Kuraklık indeksi	İklim özelliği
0-5	Çöl
5-10	Step (Yarı kurak)
10-20	Step-Nemli arası
20-28	Yarı nemli
28-35	Nemli
35-55	Çok nemli
>55	Islak
<0 (T < -5°C)	Kutupsal

$$SYI = \frac{X_I - X_{ort}}{\sigma} \quad (2)$$

Burada SYİ; Standart Yağış İndeksi,  $X_I$ ; aylık yağış miktarı,  $X_{ort}$ ; uzun süreli aylık yağışların ortalaması,  $\sigma$  ise yağış miktarlarının standart sapmasıdır. SYİ, gama fonksiyonu kullanarak uzun vadeli yağışların olasılık dağılımına dayalı olarak kuraklık koşullarını değerlendirmek için tasarlanmıştır. Gama fonksiyonuna bakacak olursak genelde yağış serileri normal dağılıma uymamaktadır. Bunun için SYİ değerlerinin normal dağılıma dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu amaçla yağış verilerine en iyi uyan olasılık dağılımı Gamma olasılık dağılımı olduğundan SYİ yönteminde, yağış verilerinden elde edilen olasılık dağılımı Gamma olasılık dağılımına dönüştürülmektedir (Thom, 1966; McKee vd., 1993; McKee vd., 1995).

Gamma fonksiyonu eşitlik (3) ile hesaplanmaktadır.

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} x > 0 \quad (3)$$

Burada  $\alpha > 0$  şekil parametresini,  $\beta > 0$  ölçek parametresini,  $\Gamma(\alpha)$  Gama fonksiyonunu,  $x$ : yağış miktarını ( $x > 0$ ) ifade etmektedir.

Yine  $\alpha$  ve  $\beta$ 'nin tahmininde eşitlik (4), (5), (6) nolu olasılık çözümleri kullanılmaktadır.

$$\alpha = \frac{1}{4A} + \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}}\right) \quad (4)$$

$$\beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (5)$$

$$A = \ln(\bar{x}) - \frac{\sum \ln(x)}{n} \quad (6)$$

Burada,  $n$ : yağış gözlemlerinin sayısıdır. Gözlenmiş zaman serileri kullanılarak elde edilen bu parametreler daha sonra herhangi bir ayda gözlenmiş bir değer için toplam olasılık yoğunluk fonksiyonunu bulmak için kullanılır. Bu durumda toplam olasılık dağılım fonksiyonu eşitlik (7)'ye göre yapılmaktadır.

$$g(x) = \int_0^x g(x) dx \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx \quad (7)$$

Gama fonksiyonu  $x=0$  için tanımsızdır ve yağış dağılımı sıfır (0) değerler içerebilir; bu durumda toplam olasılık dağılımı eşitlik (8)'e göre yapılmaktadır.

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \quad (8)$$

Bu eşitlikte  $q$  sıfır değeri için olasılığı ifade eder. Eğer  $m$  bir yağış serisinde yağışsız günlerin sayısı ise bu yüzde eşitlik (9) ile bulunmaktadır.

$$q = \frac{m}{n} \quad (9)$$

Toplam olasılık değeri  $H(x)$ , ortalaması sıfır (0) ve bir (1) varyansı taşıyan, SYİ değerini ifade eden standart normal rastgele değerli  $Z$  değişkenine dönüştürülür.  $H(x)$ , SYİ'nin değeridir (Panofsky ve Brier, 1958; Özfidaner ve Topaloğlu, 2020). SYİ yönteminde Çizelge 2'ye göre sınıflandırma yapılmaktadır.

### 3. Bulgular ve tartışma

#### 3.1. De Martonne - Gottman İndisi

Isparta ili için yapılan De Martonne-Gottman kuraklık analizinde yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık verileri ile en kurak aya ait yağış ve sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda kuraklık indeks değerlerinin zamana bağlı olarak değişimi Atabey, Eğirdir, Isparta (Merkez), Senirkent, Uluborlu, Yalvaç ilçeleri için grafik ve çizelgeler halinde aşağıda verilmiştir.

Elde edilen indis değerlerine (Ia) göre Atabey, Eğirdir ve Isparta (Merkez) istasyonları için 1990-2020 yılları aralığında yapılan sınıflandırma Çizelge 3'de, bu indis değerlerine karşılık gelen iklim sınıflandırma grafikleri ise Şekil 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. SYİ yöntemine göre kuraklık sınıfları

SYİ değerleri	Kuraklık sınıfı
2.00 veya daha fazla	Ekstrem nemli
1.50 – 1.99	Şiddetli nemli
1.00 – 1.49	Orta nemli
0.0 – 0.99	Hafif nemli
0.0 - (-0.99)	Hafif kurak
(-1.00) - (-1.49)	Orta kurak
(-1.50) - (-1.99)	Şiddetli kurak
(-2.00) veya daha az	Ekstrem kurak

Çizelge 3. De Martonne yöntemine göre Atabey, Eğirdir ve Isparta'nın kuraklık indis değerleri

Yıl	Atabey		Eğirdir		Isparta		Yıl	Atabey		Eğirdir		Isparta	
	Ia	Sınıf	Ia	Sınıf	Ia	Sınıf		Ia	Sınıf	Ia	Sınıf	Ia	Sınıf
1990	7.53	YK	12.73	YK-NA	9.22	YK	2005	10.77	YK-NA	20.20	YN	16.43	YK-NA
1991	12.01	YK-NA	20.01	YN	15.92	YK-NA	2006	8.28	YK	23.94	YN	17.18	YK-NA
1992	10.61	YK-NA	15.94	YK-NA	11.78	YK-NA	2007	5.26	YK	18.27	YK-NA	12.03	YK-NA
1993	7.24	YK	15.77	YK-NA	8.51	YK	2008	6.43	YK	10.54	YK-NA	12.78	YK-NA
1994	9.11	YK	18.33	YK-NA	18.00	YK-NA	2009	25.28	YN	25.82	YN	18.02	YK-NA
1995	10.05	YK-NA	20.25	YN	12.30	YK-NA	2010	14.92	YK-NA	18.74	YK-NA	13.43	YK-NA
1996	14.90	YK-NA	25.28	YN	15.39	YK-NA	2011	7.25	YK	15.31	YK-NA	9.81	YK
1997	11.88	YK-NA	19.72	YK-NA	15.64	YK-NA	2012	11.17	YK-NA	18.56	YK-NA	13.56	YK-NA
1998	11.27	YK-NA	20.01	YN	15.02	YK-NA	2013	10.97	YK-NA	16.01	YK-NA	16.69	YK-NA
1999	10.31	YK-NA	15.80	YK-NA	7.07	YK	2014	13.95	YK-NA	22.21	YN	16.31	YK-NA
2000	11.70	YK-NA	15.34	YK-NA	10.52	YK-NA	2015	13.81	YK-NA	21.36	YN	13.29	YK-NA
2001	12.29	YK-NA	22.35	YN	14.52	YK-NA	2016	18.38	YK-NA	18.65	YK-NA	15.62	YK-NA
2002	13.08	YK-NA	21.28	YN	13.23	YK-NA	2017	13.09	YK-NA	19.27	YK-NA	12.75	YK-NA
2003	12.50	YK-NA	21.0	YN	15.33	YK-NA	2018	16.52	YK-NA	19.08	YK-NA	10.75	YK-NA
2004	8.75	YK	18.27	YK-NA	13.09	YK-NA	2019	11.15	YK-NA	21.61	YN	9.25	YK
							2020	9.06	YK	16.31	YK-NA	9.49	YK

Kurak: K, Yarı Kurak: YK, Yarı Kurak -Nemli Arası: YK-NA, Yarı Nemli: YN, Nemli: N, Çok Nemli: ÇN, Islak: I

Atabey ilçesi için Çizelge 3 incelendiğinde, “yarı kurak”, “yarı kurak-nemli arası” ve “yarı nemli” iklim sınıfları tespit edilmiştir. Yarı kurak iklim sınıfının 1990, 1993, 1994, 2004, 2006-2008 arası, 2011 ve 2020 yıllarında hakim olduğu belirlenmiştir. Yarı nemli iklim sınıfının sadece 2009 yılında hakim olduğu saptanmıştır. İlçede 1991, 1992, 1995-2003 arası, 2005, 2010 ve 2012-2019 arası “yarı kurak-nemli arası” iklim tipi gözlemlenmiştir. Çalışma alanında 1990-2020 yılları arası genel ortalama indis değerleri dikkate alındığında ise 11.60 indis değeriyle “yarı kurak-nemli arası” iklim tipinin hakim olduğu görülmektedir (Şekil 2).

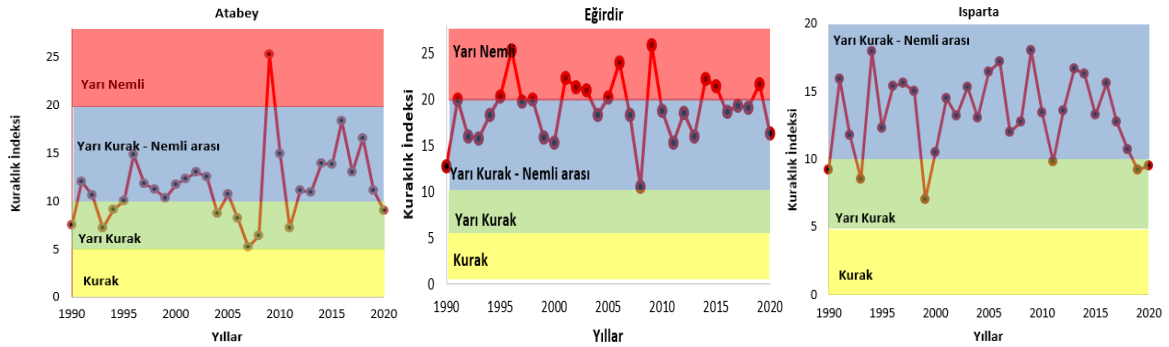
Eğirdir ilçesi için Çizelge 3 incelendiğinde, “yarı kurak-nemli arası” ve “yarı nemli” iklim sınıflarına rastlanılmıştır. Yarı kurak-nemli arası iklim sınıfının 1990, 1992-1994 arası, 1997, 1999-2000 arası, 2004, 2007-2008 arası, 2010-2013 arası, 2016-2018 arası ve 2020 yıllarında hakim olduğu belirlenmiştir. Yarı nemli iklim sınıfının ise 1991, 1995-1996 arası, 1998, 2001-2003 arası, 2005-2006 arası, 2009, 2014-2015 arası ve 2019 yıllarında olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanında 1990-2020 yılları arası genel ortalamasının 18.97 indis değeriyle “yarı kurak-nemli arası” iklim tipinin hakim olduğu görülmektedir (Şekil 2). Aktaş vd. (2018) tarafından Eğirdir Gölü havzasında yapılan çalışmada iklim özelliğinin yarı kurak-nemli arası olduğu ortaya koyulmuştur. Bu sonuçların çalışmamızla benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Isparta (Merkez) için Çizelge 3 incelendiğinde, “yarı kurak” ve “yarı kurak-nemli arası” iklim sınıfları tespit edilmiştir. Yarı kurak iklim sınıfının 1990, 1993, 1999, 2011 ve 2019-2020 yılları arasında, yarı kurak-nemli arası iklim

sınıfının ise 1991-1992 arası, 1994-1998 arası, 2000-2010 arası ve 2012-2018 yıllarında hakim olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanında 1990-2020 yılları arası genel ortalamasının 13.32 indis değeriyle “yarı kurak-nemli arası” iklim tipinin hakim olduğu görülmektedir (Şekil 2). Bu sonuçlar, MGM (2016)’nin Isparta ili için belirlediği iklim özellikleri ile benzerlik göstermektedir.

Elde edilen indis değerlerine (Ia) göre Uluborlu, Senirkent ve Yalvaç istasyonları için 1990-2020 yılları aralığında yapılan sınıflandırma Çizelge 4’de, bu indis değerlerine karşılık gelen iklim sınıflandırma grafiği ise Şekil 3’de verilmiştir.

Senirkent ilçesi için Çizelge 4 incelendiğinde “yarı kurak-nemli arası”, “yarı nemli” ve “nemli” iklim sınıflarına rastlanılmıştır. Yarı kurak-nemli arası iklim sınıfının 1993-1994 arası, 1996-1997 arası, 2002, 2008 ve 2016 yıllarında hakim olduğu belirlenmiştir. Yarı nemli iklim sınıfının 1990-1992 arası, 1995, 1999-2001 arası, 2004, 2007, 2009, 2012-2013 arası, 2015 ve 2017-2020 yıllarında hakim olduğu saptanmıştır. Nemli iklim sınıfı ise 1998, 2003, 2006 arası, 2010-2011 arası ve 2014 yıllarında gözlemlenmiştir. Çalışma alanında 1990-2020 ortalaması olan 23.96 indis değeriyle genel olarak “yarı nemli” iklim tipinin hakim olduğu görülmektedir (Şekil 3). MGM (2016)’nin Senirkent ilçesi için belirlediği iklim özelliği ile sonuçlarımız arasında küçük farklılıklar görülmekte olup, bu farklılıkların oluşmasında çalışmanın yürütüldüğü zaman periyodundaki yıllık ortalama yağış ve sıcaklık değerlerinin etkili olduğu söylenebilir.



Şekil 2. De Martonne yöntemine göre Atabey, Eğirdir ve Isparta (Merkez) iklim sınıflandırma grafiği

Çizelge 4. De Martonne yöntemine göre Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç’ın kuraklık indis değerleri

Yıl	Uluborlu		Senirkent		Yalvaç		Yıl	Uluborlu		Senirkent		Yalvaç	
	Ia	Sınıf	Ia	Sınıf	Ia	Sınıf		Ia	Sınıf	Ia	Sınıf	Ia	Sınıf
1990	8.54	YK	20.30	YN	9.15	YK	2005	17.95	YK-NA	17.54	YK-NA	12.24	YK-NA
1991	19.35	YK-NA	24.52	YN	20.48	YN	2006	16.18	YK-NA	30.10	N	8.97	YK
1992	13.65	YK-NA	24.91	YN	13.92	YK-NA	2007	11.73	YK-NA	26.76	YN	5.30	YK
1993	17.77	YK-NA	19.41	YK-NA	9.56	YK	2008	10.14	YK-NA	16.63	YK-NA	7.90	YK
1994	27.08	YN	17.29	YK-NA	16.87	YK-NA	2009	17.33	YK-NA	25.11	YN	5.75	YK
1995	15.49	YK-NA	22.76	YN	17.02	YK-NA	2010	14.80	YK-NA	30.49	N	13.06	YK-NA
1996	35.10	ÇN	18.65	YK-NA	22.58	YN	2011	12.87	YK-NA	28.30	N	9.49	YK
1997	14.17	YK-NA	19.19	YK-NA	17.91	YK-NA	2012	12.26	YK-NA	24.28	YN	10.67	YK-NA
1998	14.81	YK-NA	31.71	N	13.35	YK-NA	2013	11.20	YK-NA	20.05	YN	12.74	YK-NA
1999	18.19	YK-NA	26.10	YN	22.42	YN	2014	19.62	YK-NA	30.35	N	15.22	YK-NA
2000	14.63	YK-NA	29.55	YN	12.05	YK-NA	2015	22.46	YN	25.62	YN	20.49	YN
2001	19.07	YK-NA	25.13	YN	18.39	YK-NA	2016	21.62	YN	18.55	YK-NA	10.88	YK-NA
2002	29.11	N	17.09	YK-NA	15.60	YK-NA	2017	17.53	YK-NA	22.76	YN	12.68	YK-NA
2003	17.17	YK-NA	28.72	N	16.65	YK-NA	2018	14.70	YK-NA	27.03	YN	11.13	YK-NA
2004	11.06	YK-NA	24.96	YN	16.06	YK-NA	2019	10.09	YK-NA	22.25	YN	13.00	YK-NA
							2020	9.04	YK	26.57	YN	6.80	YK

Kurak: K, Yarı Kurak: YK, Yarı Kurak -Nemli Arası: YK-NA, Yarı Nemli: YN, Nemli: N, Çok Nemli: ÇN, Islak: I



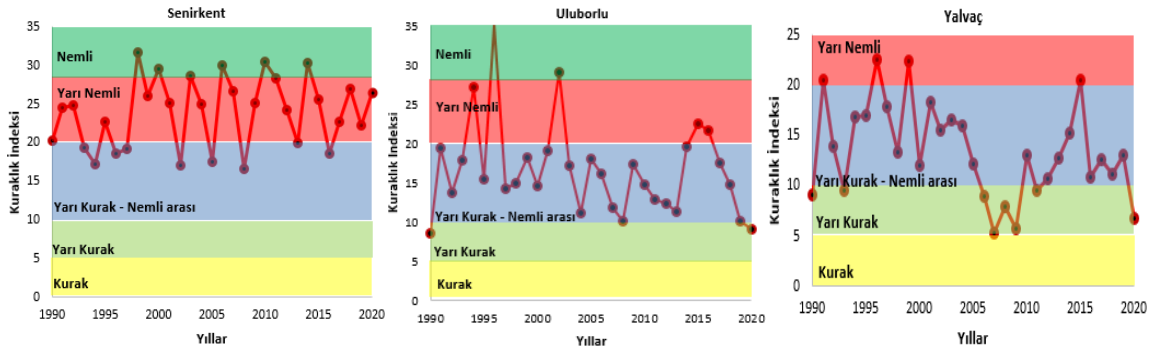
Uluborlu ilçesi için Çizelge 4 incelendiğinde, “yarı kurak”, “yarı kurak-nemli arası”, “yarı nemli”, “nemli” ve “çok nemli” iklim sınıfları tespit edilmiştir. Yarı kurak iklim sınıfının sadece 1990 ve 2020 yıllarında hakim olduğu belirlenmiştir. Yarı kurak-nemli arası iklim sınıfı 1991-1993 arası, 1995, 1997-2001 arası, 2003-2014 arası ve 2017-2019 yıllarında gözlemlenmiştir. Yarı nemli iklim sınıfının 2015-2016 yılları arasında, nemli iklim sınıfının sadece 2002 yılında, çok nemli iklim sınıfının ise sadece 1996 yılında olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanında 1990-2020 ortalaması olan 16.60 indis değeriyle “yarı kurak-nemli arası” iklim tipinin hakim olduğu görülmektedir (Şekil 3). Bu sonuçlar, MGM (2016)’nin Uluborlu ilçesi için belirlediği iklim özelliği ile benzerlik göstermektedir.

Yalvaç ilçesi için Çizelge 4 incelendiğinde, “yarı kurak”, “yarı kurak-nemli arası” ve “yarı nemli” iklim sınıfları tespit edilmiştir. Yarı kurak iklim sınıfının 1990, 1993, 2006-2009 arası, 2011 ve 2020 yıllarında hakim olduğu belirlenmiştir. Yarı kurak-nemli arası iklim sınıfının 1992, 1994-1995 arası, 1997-1998 arası, 2000-2005 arası, 2010, 2012-2014 arası ve 2016-2019 yıllarında olduğu saptanmıştır. İlçede 1991, 1996, 1999 ve 2015 yıllarında “yarı nemli” iklim sınıfı gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışma alanında 1990-2020 ortalaması olan 13.49 indis değeriyle genel olarak “yarı kurak-nemli arası” iklim tipinin hakim olduğu görülmektedir (Şekil 3). Bu sonuçlarda MGM (2016)’nin Yalvaç ilçesi için belirlediği iklim özelliği ile benzerlik göstermektedir.

### 3.2. Standart Yağış İndeksi (SYİ)

SYİ analizleri, araştırmada kullanılan zaman dilimine göre farklılık göstermektedir. 1 aylık SYİ değerleri toprak nemi ile ilgili olabilecek kısa vade için kuraklık durumunu göstermekte olup, 3 aylık SYİ’ler mevsimsel yağış tahmininde, 6 ve 9 aylık SYİ’ler yağış koşullarında meydana gelen mezo-ölçek eğilimleri göstermektedir (Wu vd., 2001). Son olarak, 12 aylık SYİ indis değerleri ise uzun vadeli yağışlardaki farklılıkları ortaya koymaktadır (Karabulut, 2020). Isparta ili için yapılan SYİ kuraklık analizinde, kuraklık indis değerlerinin hesaplanmasıyla analizi yapılan 6 istasyonda bu değerlerin zamana bağlı değişimi çizelge ve grafikler halinde aşağıda verilmiştir.

Atabey, Eğirdir ve Isparta (Merkez) meteoroloji istasyonlarına ait yağış verileri kullanılarak SYİ yöntemi ile istasyonlara ait bölgelerin kuraklık analizleri yapılmıştır. İstasyonlara ait SYİ değerleri Çizelge 2’ye göre değerlendirilmiş olup, yüzde dağılımı olarak Çizelge 5’de verilmiştir. Atabey ilçesinde çok şiddetli kuraklık, şiddetli kuraklık, orta şiddetli kuraklık, normale yakın kuraklık oluşum yüzdeleri 1 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %1.9, %0.0, %8.1, %38.5; 3 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %1.8, %4.8, %6.2, %34.4; 6 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %3.2, %1.9, %6.0, %32.7; 9 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %3.2, %2.4, %4.6, %30.7 ve 12 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %3.3, %2.2, %1.9, %32.4 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5).



Şekil 3. De Martonne yöntemine göre Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç iklim sınıflandırma grafiği

Çizelge 5. SYİ yöntemine göre Atabey, Eğirdir ve Isparta (Merkez)’e ait kuraklık oluşum yüzdeleri

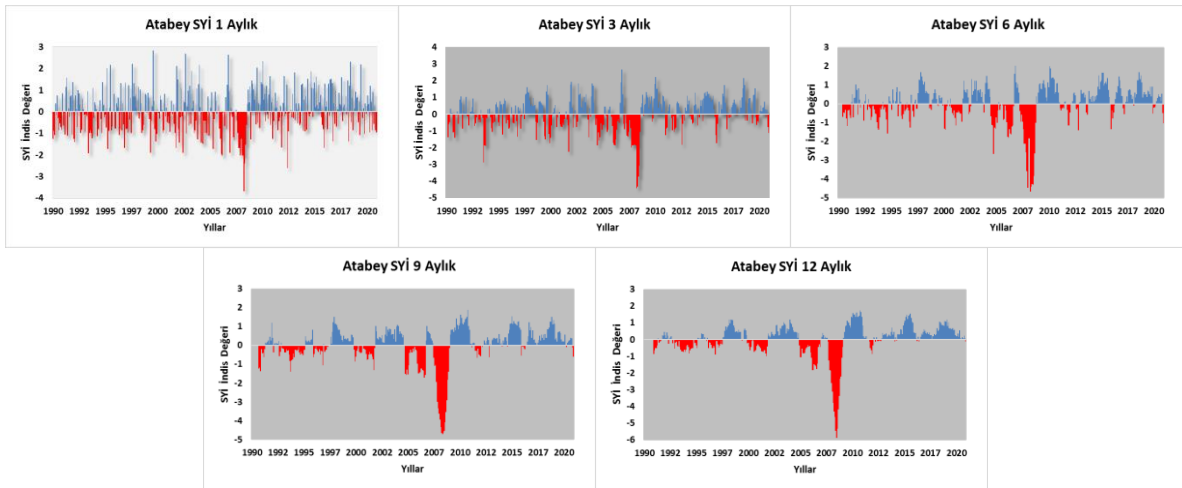
SYİ sınıfları	1 Aylık SYİ (%)			3 Aylık SYİ (%)			6 Aylık SYİ (%)			9 Aylık SYİ (%)			12 Aylık SYİ (%)		
	Atabey	Eğirdir	Isparta	Atabey	Eğirdir	Isparta	Atabey	Eğirdir	Isparta	Atabey	Eğirdir	Isparta	Atabey	Eğirdir	Isparta
ÇŞY	3.3	0.8	3.2	0.8	1.6	2.7	0.2	1.0	2.1	0	1.1	2.4	0	1.9	2.5
ÇY	3.0	5.3	1.8	4.0	3.2	3.2	2.1	3.5	5.4	1.6	4.9	6.0	1.6	1.6	5.0
OŞY	10.8	10.2	10.2	9.7	10.8	8.9	10.9	11.2	11.2	9.8	12.3	9.6	9.1	14.1	10.8
N	34.0	35.4	35.4	37.9	39.2	35.9	42.6	37.7	27.3	47.2	33.6	31.9	49.3	35.0	29.1
NYK	38.5	33.0	34.4	34.4	29.5	33.7	32.7	29.7	39.3	30.7	30.5	34.1	32.4	29.4	35.8
OŞK	8.1	9.1	8.0	6.2	7.3	8.6	6.0	8.1	6.8	4.6	8.8	9.9	1.9	8.0	11.3
ŞK:	0	2.6	4.3	4.8	4.0	4.0	1.9	4.9	6.0	2.4	5.5	3.5	2.2	7.7	3.3
ÇŞK	1.9	3.2	2.4	1.8	4.0	2.7	3.2	3.5	1.6	3.2	3.0	2.2	3.3	1.9	1.9

ÇŞY: Çok Şiddetli Yağışlı, ÇY: Çok Yağışlı, OŞY: Orta Şiddetli Yağışlı, N: Normal, NYK: Normale Yakın Kuraklık, OŞK: Orta Şiddetli Kuraklık, ŞK: Şiddetli Kuraklık, ÇŞK: Çok Şiddetli Kuraklık

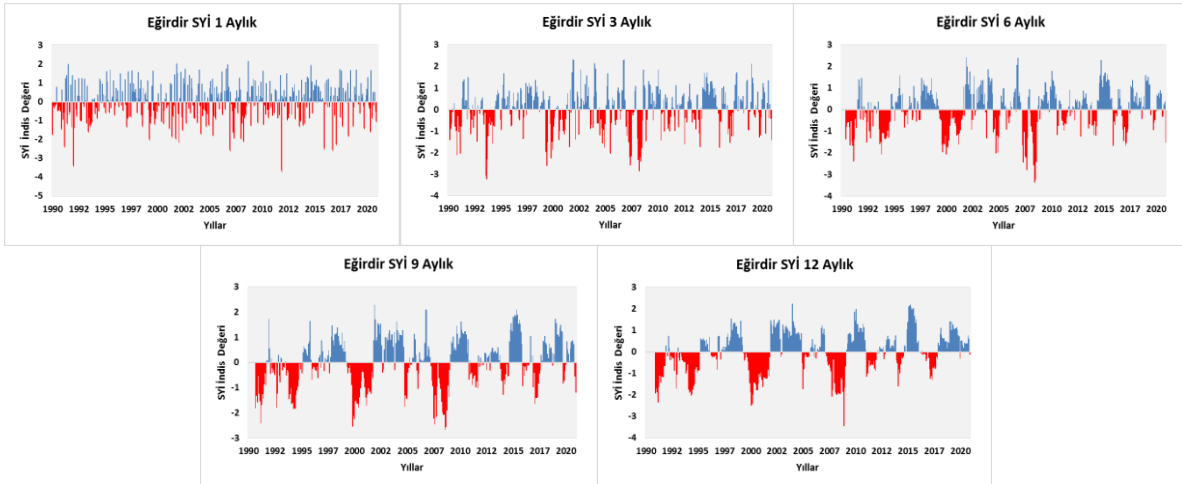
Atabey ilçesine ait veriler kullanılarak elde edilen 1, 3, 6, 9, 12 aylık SYİ grafikleri Şekil 4’de verilmiştir. Buna göre kuraklığın en uzun olduğu dönemler; 1 aylık SYİ için 2007 Ağustos ile 2008 Temmuz arasında 12 ay, 3 aylık SYİ’ye bakıldığında 2007 Ocak ile 2008 Ağustos arasında 20 ay, 6 aylık SYİ incelendiğinde 2007 Nisan ile 2008 Ekim arasında 19 ay, 9 aylık SYİ için 1992 Aralık ile 1995 Şubat arasında 27 ay, 12 aylık SYİ değerine göre ise 1992 Aralık ile 1995 Şubat arasında 27 ay olarak görülmektedir.

Eğirdir ilçesinde çok şiddetli kuraklık, şiddetli kuraklık, orta şiddetli kuraklık, normale yakın kuraklık yüzdeleri 1 aylık SYİ için sırasıyla %3.2, %2.6, %9.1, %33.0; 3 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %4.0, %4.0, %7.3, %29.5; 6 aylık SYİ

değerine göre sırasıyla %3.5, %4.9, %8.1, %29.7; 9 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %3.0, %5.5, %8.8, %30.5; 12 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %1.9, %7.7, %8.0, %29.4 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5). Eğirdir ilçesine ait veriler kullanılarak elde edilen 1, 3, 6, 9, 12 aylık SYİ grafikleri Şekil 5’de verilmiş olup, Şekil 5’e göre kuraklığın en uzun olduğu dönemler; 1 aylık SYİ değerinde 2008 Ocak ile 2008 Temmuz arasında 7 ay, 3 aylık SYİ değerinde 1993 Mayıs ile 1994 Haziran arasında 14 ay, 6 aylık SYİ değerini incelediğimizde 1999 Mayıs ile 2001 Ağustos arasında 28 ay, 9 aylık SYİ için 1999 Mayıs ile 2001 Ekim arasında 30 ay, 12 aylık SYİ değerine bakıldığında 1999 Mayıs ile 2001 Kasım arasında 31 ay olarak görülmektedir.



Şekil 4. Atabey ilçesine ait 1, 3, 6, 9, 12 aylık SYİ zaman serileri



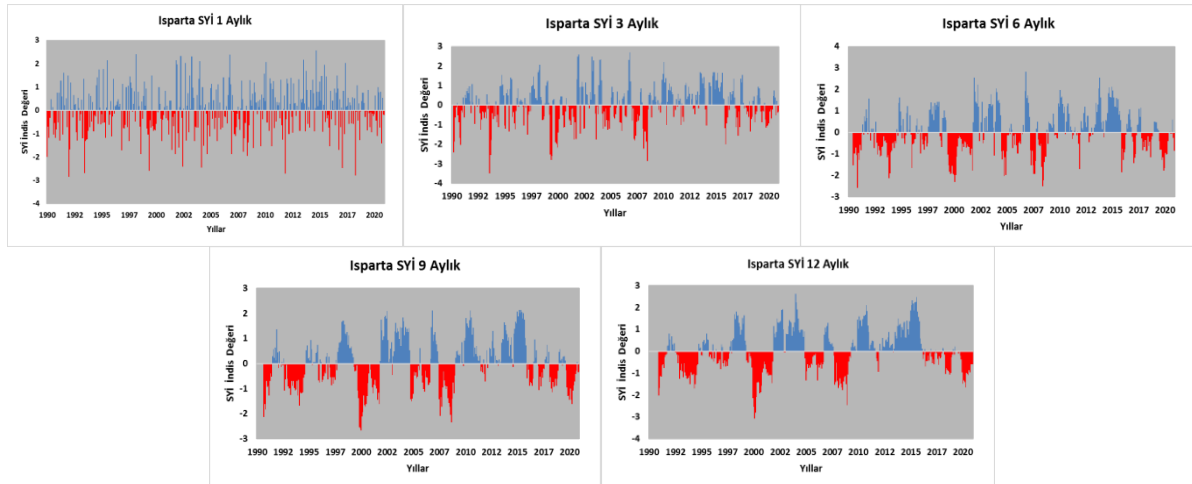
Şekil 5. Eğirdir ilçesine ait 1, 3, 6, 9, 12 aylık SYİ zaman serileri

Isparta (Merkez)'e ait çok şiddetli kuraklık, şiddetli kuraklık, orta şiddetli kuraklık, normale yakın kuraklık yüzdeleri 1 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %2.4, %4.3, %8.0, %34.4; 3 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %2.7, %4.0, %8.6, %33.7; 6 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %1.6, %6.0, %6.8, %39.3; 9 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %2.2, %3.5, %9.9, %34.1; 12 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %1.9, %3.3, %11.3, %35.8 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5). Isparta (Merkez) istasyonunun verilerinden yararlanılarak elde edilen 1, 3, 6, 9, 12 aylık SYİ grafikleri Şekil 6'da verilmiştir. Buna göre kuraklığın en uzun olduğu dönemler; 1 aylık SYİ değerinde 1999 Eylül ile 2000 Mart ve 2019 Temmuz ile 2020 Ocak tarihleri arasında 7 ay, 3 aylık SYİ için 2001 Ocak ile 2001 Ekim ve 2004 Nisan ile 2005 Ocak arasında ve 2007 Ocak ile 2007 Ekim yılları arasında 10 ay, 6 aylık SYİ değerinde 1999 Mayıs ile 2001 Ekim arasında 30 ay, 9 aylık SYİ değeri için 1999 Mayıs ile 2001 Ekim arasında 30 ay, 12 aylık SYİ değerine bakıldığında 1999 Mayıs ile 2001 Kasım arasında 31 ay olarak görülmektedir. Ülkemizde SYİ yöntemi Topçu ve Karaçor (2021), Özfidaner ve Topaloğlu (2020) ve Karabulut (2020) gibi araştırmacılar tarafından da kullanılmıştır. Bununla birlikte yine bu konuda çalışmalar yürüten Uçar vd. (2019)'nin Isparta ilinin kuraklık durumunu belirledikleri çalışmada Atabey, Eğirdir ve Isparta için kuraklık sonuçlarının bulgularımız ile benzerlik gösterdiği görülmektedir. Yine araştırmalarında kurak sınıflar arasında normale yakın kuraklık görülen ayların sayısının diğer kuraklık sınıflarına göre fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bu durum da araştırmamızla benzerlik

göstermektedir. Atabey, Eğirdir ve Isparta'da SYİ sınıflarının dağılımlarına bakıldığında da benzer bulgular tespit edilmiştir.

Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç meteoroloji istasyonlarına ait yağış verilerinin değerlendirilmesiyle yapılan SYİ hesaplamaları sonucunda elde edilen SYİ değerleri Çizelge 2'deki kuraklık sınıflandırmasına göre sınıflandırılmış olup, yüzde dağılımları Çizelge 6'da verilmiştir.

Senirkent ilçesinde çok şiddetli kuraklık, şiddetli kuraklık, orta şiddetli kuraklık, normale yakın kuraklık oluşum yüzdeleri 1 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %2.6, %3.2, % 9.9, %33.3; 3 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %2.4, %3.8, % 9.7, %35.3; 6 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %2.4, %3.2, % 10.9, %34.1; 9 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %2.1, %3.2, % 11.5, %34.6 ve 12 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %0.8, %4.1, %13.0, %33.4 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6). Senirkent ilçesinde bulunan istasyona ait verilerden üretilmiş 1, 3, 6, 9, 12 aylık SYİ grafikleri Şekil 7'de verilmiştir. Şekil 7'ye göre kuraklığın en uzun olduğu dönemlere bakıldığında, 1 aylık SYİ değeri için 2004 Mayıs ile 2004 Ekim arasında ve 2005 Mayıs ile 2005 Ekim yılları arasında 6 ay, 3 aylık SYİ için 2000 Ağustos ile 2001 Ekim arasında 15 ay, 6 aylık SYİ için 1992 Kasım ile 1994 Ekim arasında 24 ay, 9 aylık SYİ için 1992 Aralık ile 1994 Ekim arasında 23 ay, 12 aylık SYİ değerine bakıldığında 1992 Ekim ile 1994 Eylül arasında ve 2000 Ocak ile 2001 Aralık arasında 20 ay sürmüş olduğu görülmektedir.



Şekil 6. Isparta (Merkez) ait 1, 3, 6, 9, 12 aylık SYİ zaman serileri

Çizelge 6. SYİ yöntemine göre Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç'a ait kuraklık oluşum yüzdeleri

SYİ Sınıfları	1 Aylık SYİ (%)			3 Aylık SYİ (%)			6 Aylık SYİ (%)			9 Aylık SYİ (%)			12 Aylık SYİ (%)		
	Senirkent	Uluborlu	Yalvaç	Senirkent	Uluborlu	Yalvaç	Senirkent	Uluborlu	Yalvaç	Senirkent	Uluborlu	Yalvaç	Senirkent	Uluborlu	Yalvaç
ÇŞY	2.4	1.6	1.3	1.9	1.6	0.8	1.9	1.6	0.5	1.3	2.5	0.8	2.7	2.7	1.6
ÇY	3.4	5.3	4.5	4.3	4.8	4.3	4.6	5.4	4.6	7.4	2.7	3.8	3.6	1.6	3.6
OŞY	8.6	9.1	9.6	11.9	11.6	9.7	10.1	9.2	8.7	9.6	8.8	8.2	12.2	9.1	8.8
N	36.2	35.0	35.7	30.4	30.0	38.9	32.5	36.5	40.8	29.9	40.8	44.4	29.8	39.8	43.0
NYK	33.3	32.3	31.1	35.3	34.1	31.8	34.1	29.1	30.2	34.6	26.1	27.0	33.4	27.4	25.8
OŞK	9.9	8.0	8.3	9.7	11.1	7.0	10.9	10.8	6.2	11.5	10.5	5.5	13.0	9.9	8.0
ŞK	3.2	5.6	6.4	3.8	4.8	3.2	3.2	4.3	4.6	3.2	4.7	4.6	4.1	6.9	3.3
ÇŞK	2.6	2.6	2.6	2.4	1.6	4.0	2.4	2.7	4.0	2.1	3.6	5.2	0.8	2.2	5.5

ÇŞY: Çok Şiddetli Yağışlı, ÇY: Çok Yağışlı, OŞY: Orta Şiddetli Yağışlı, N: Normal, NYK: Normale Yakın Kuraklık, OŞK: Orta Şiddetli Kuraklık, ŞK: Şiddetli Kuraklık, ÇŞK: Çok Şiddetli Kuraklık

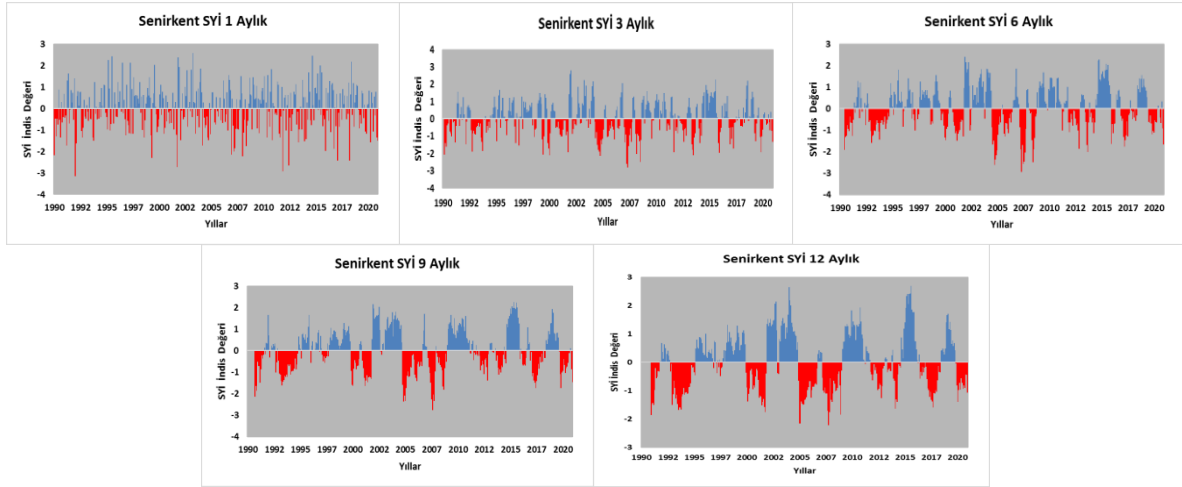
Uluborlu ilçesinde çok şiddetli kuraklık, şiddetli kuraklık, orta şiddetli kuraklık, normale yakın kuraklık oluşum yüzdeleri 1 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %2.6, %5.6, %8.0, %32.3; 3 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %1.6, %4.8, %11.1, %34.1; 6 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %2.7, %4.3, %10.8, %29.1; 9 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %3.6, %4.7, %10.5, %26.1 ve 12 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %2.2, %6.9, %9.9, %27.4 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6). Uluborlu ilçesinde bulunan istasyona ait verilerden elde edilen 1, 3, 6, 9, 12 aylık SYİ grafikleri Şekil 8'de verilmiştir. Şekil 8'de kuraklığın en uzun olduğu dönemler; 1 aylık SYİ değeri için 1989 Aralık ile 1990 Nisan arasında ve 1998 Mayıs ile 1998 Eylül arasında 5 ay, 3 aylık SYİ için 2013 Nisan ve 2014 Nisan arasında 13 ay, 6 aylık SYİ için 2004 Temmuz ile 2006 Mart arasında 21 ay, 9 aylık SYİ değeri için 2004 Eylül ile 2006 Ağustos arasında 24 ay, 12 aylık SYİ değerine bakıldığında 2012 Mart ile 2014 Ağustos arasında 30 ay olarak görülmektedir.

Yalvaç ilçesinde çok şiddetli kuraklık, şiddetli kuraklık, orta şiddetli kuraklık, normale yakın kuraklık oluşum yüzdeleri 1 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %2.6, %6.4, %8.3, %31.1; 3 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %4.0, %3.2, %7.0, %31.8; 6 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %4.0, %4.6, %6.2, %30.2; 9 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %5.2, %4.6, %5.5, %27.0 ve 12 aylık SYİ değerine göre sırasıyla %5.5,

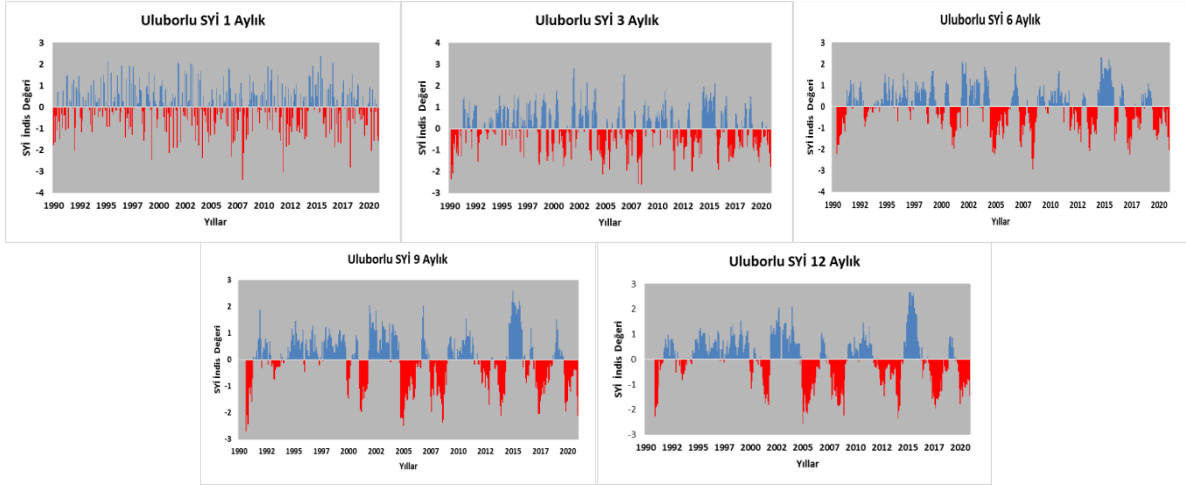
%3.3, %8.0, %25.8 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 6). Yalvaç ilçesi meteoroloji istasyonuna ait verilerden elde edilen 1, 3, 6, 9, 12 aylık SYİ grafikleri Şekil 9'da verilmiştir. Şekil 9'da kuraklığın en uzun olduğu dönemler incelendiğinde, 1 aylık SYİ değeri için 2009 Mart ile 2009 Ekim arasında 8 ay, 3 aylık SYİ için 2005 Temmuz ile 2006 Ağustos arasında 14 ay, 6 aylık SYİ için 1992 Ocak ile 1994 Mart arasında ve 2019 Ekim ile 2020 Aralık arasında 15 ay, 9 aylık SYİ için 2006 Aralık ile 2009 Ocak arasında 38 ay, 12 aylık SYİ değerine bakıldığında 2004 Eylül ile 2010 Mart arasında 67 ay sürmüş olduğu görülmektedir.

Uçar vd. (2019)'nin Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç ilçelerine ait kuraklık sonuçlarıyla bulgularımızın benzerlik gösterdiği söylenebilir. Bununla birlikte yapılan araştırmada kurak sınıflar arasında normale yakın kuraklık görülen ayların sayısının diğer kuraklık sınıflarına göre daha fazla olduğu belirtilmiştir. Bu durum da araştırmamızdaki sonuçlar ile uyumludur. Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç ilçelerine ait SYİ sınıflarının dağılımlarına bakıldığında da benzer bulgular görülmektedir.

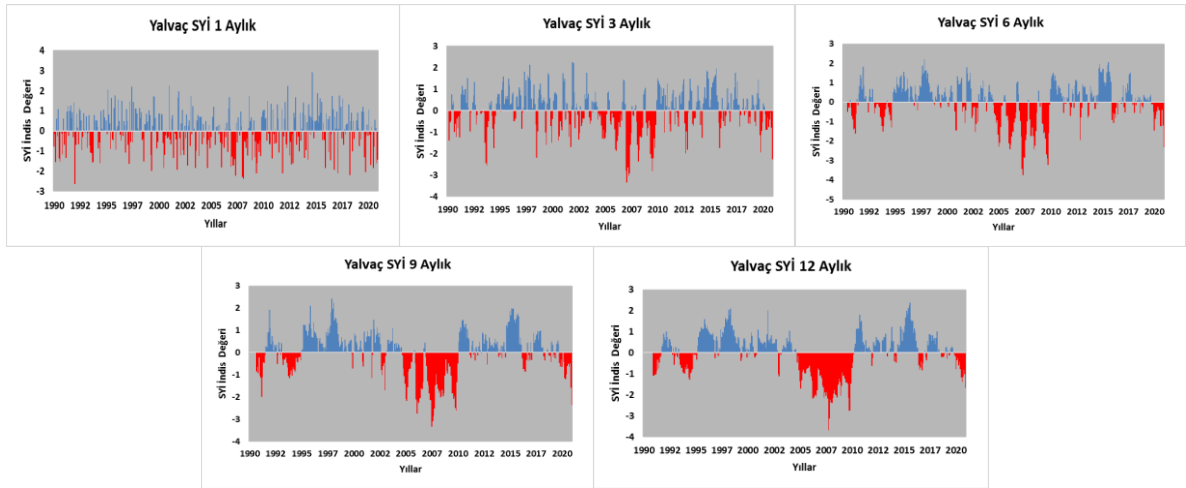
Kurnaz (2014) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'nin 2007-2008 ile 2013-2014 dönemlerinin kurak geçtiği bildirilmiş olup, bu durumun araştırmamızla (Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç istasyonları için) benzerlik gösterdiği söylenebilir.



Şekil 7. Senirkent ilçesine ait 1, 3, 6, 9, 12 aylık SYİ zaman serileri



Şekil 8. Uluborlu ilçesine ait 1, 3, 6, 9, 12 aylık SYİ zaman serileri



Şekil 9. Yalvaç ilçesine ait 1, 3, 6, 9, 12 aylık SYİ zaman serileri

#### 4. Sonuç

Isparta ilinde kuraklık analizi ve kuraklığın izlenmesi amacıyla yapılmış olan çalışmada, De Martonne-Gottman yöntemine göre yapılan değerlendirmeler sonunda 1990-2020 iklim periyodu için yıllık bazda hangi istasyonların hangi yılda kurak veya nemli olduğu ortaya konulmuştur. Bu bağlamda genel olarak kuraklık indis değerlerine göre yapılan kuraklık sınıflandırılmasına bakıldığında Atabey, Eğirdir, Isparta (Merkez), Uluborlu ve Yalvaç ilçelerinin “step (yarı kurak)-nemli” arası iklim tipinde olduğu tespit edilirken, Senirkent ilçesinin “yarı nemli” iklim tipinde olduğu tespit edilmiştir. SYİ yöntemine göre yapılan değerlendirmeler sonunda araştırma alanına ait 1990-2020 yılları arasındaki yağış verileri kullanılarak 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık periyotlarda kuraklık sınıfları için olasılıklar belirlenmiştir. Belirlenen olasılıklar incelendiğinde araştırma alanının genelinde “normale yakın kuraklık” döneminin hakim olduğu görülmektedir. Şiddetli ve çok şiddetli dönemlerin ise çok seyrek olduğu görülmüştür. SYİ 12 aylık değerleri incelendiğinde kuraklığın; Atabey istasyonunda 27 ay (Aralık 1992 - Şubat 1995), Eğirdir istasyonunda 31 ay (Mayıs 1999 - Kasım 2001), Isparta (Merkez) istasyonunda 31 ay (Mayıs 1999 - Kasım 2001), Senirkent istasyonunda 20

ay (Ekim 1992 - Eylül 1994 ve Ocak 2000 - Aralık 2001), Uluborlu istasyonunda 30 ay (Mart 2012 - Ağustos 2014) ve Yalvaç istasyonunda ise 67 ay (Eylül 2004 - Mart 2010) sürdüğü tespit edilmiştir. Değerlendirilen dönemde 12 aylık SYİ değerleri için kuraklık oluşum yüzdeleri Atabey, Eğirdir, Isparta (Merkez), Senirkent, Uluborlu ve Yalvaç istasyonlarında sırasıyla; %39.8, %47.0, %52.3, %51.3, %46.4 ve %42.6 olarak belirlenmiştir. 12 aylık kuraklık oluşum yüzdeleri incelendiğinde Isparta (Merkez) ve Senirkent istasyonlarında %50’den fazla kuraklık ihtimalinin görüldüğü, diğer istasyonlarda ise %50’ye yaklaştığı görülmektedir. Bu durum çalışmanın yürütüldüğü tüm ilçelerde kuraklık riskinin az ya da çok olduğunu fakat en fazla kuraklık riski altında Isparta (Merkez) ve Senirkent ilçelerinin bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, küresel iklim değişikliği ile su kaynaklarında meydana gelen azalmalar ve kullanılabilir su kaynaklarının bilinçsiz bir şekilde tüketilmesi kuraklık oluşumunu ciddi bir şekilde etkilemektedir. Dünyanın birçok bölgesinde hissedilen kuraklık olgusu beraberinde açlık, kıtlık ve işsizlik gibi sosyo-ekonomik olumsuzluklardan dolayı toplumlar üzerinde kalıcı ve istenmeyen durumları ortaya çıkarmaktadır. İklim değişikliğinin etkileri doğrultusunda, ülkemizin de içinde bulunduğu Akdeniz

havzası her geçen gün kuraklığa daha da müsait hale gelmektedir. Türkiye genelinde yağışların genel olarak azalma eğiliminde olduğu düşünüldüğünde, Türkiye gibi yağış rejimi bölgeden bölgeye farklılık gösteren ülkelerde bu olgu daha da büyük bir önem taşımaktadır.

Bu bağlamda kuraklığın tespitinde kullanılan SYİ ve De Martonne-Gottman yöntemleri kıyaslandığında De Martonne-Gottman yönteminin daha ayrıntılı olduğu görülmektedir. De Martonne-Gottman yönteminde kullanılan parametrelerin fazla olmasının yöntemin hassasiyetini arttırdığı söylenebilir. De Martonne-Gottman yönteminde yağış verileri ile sıcaklık verileri birlikte kullanılmaktadır. Diğer taraftan SYİ sadece yağış verisi baz alınarak hesaplanan bir yöntemdir. Böylelikle sıcaklık verilerinin etkisi ile De Martonne-Gottman indisinin kuraklığı daha etkili gösterdiği düşünülebilir. Bununla birlikte araştırmada De Martonne-Gottman yöntemi ile SYİ yönteminin tamamen aynı olmasa da benzer sonuçlar verdiği görülmüştür.

Isparta ili, iklim sınıflandırmasında yarı-kurak ve yarı-nemli bir bölge içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle, kuraklığın izlenmesi ve önceden gerekli önlemlerin alınması büyük önem arz etmektedir. Geçmiş dönemlere ait yağış verilerinin analizi ile kuraklık alanı, süresi ve şiddeti elde edilebilmektedir. Böylece geçmiş yıllarda meydana gelen kuraklık olgusunu ortaya koymak bir bölgede gelecek dönem için kuraklığın tahmininde büyük önem taşımaktadır. Kuraklık, izlenebildiği takdirde etkilerini en aza indirmek, alansal ve zamansal değişimini takip etmek mümkün olabilmektedir.

#### Kaynaklar

- Acar, E., 2018. Küreselleşme-Neoliberalizm ve Su Yönetimi. Ekin Basım Yayın, Ankara.
- Akbaş, A., 2014. Türkiye üzerindeki önemli kurak yıllar. Coğrafi Bilimler Dergisi, 12(2): 101-118.
- Akın, M., Akın, G., 2007. Suyun önemi, Türkiye’de su potansiyeli, su havzaları ve su kirliliği. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47(2): 105-118.
- Aktaş, S., Kalyoncuoğlu, Ü.Y., Anadolu Kılıç, N.C., 2018. Eğirdir Göl Havzasının De Martonne Yöntemi ile Kuraklık Analizi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 6(2): 229-238.
- Babalık, A.A., 2014. The Effect of Aspect Factor in Isparta-Arapdağı Rangeland on the Dry Forage Yield and Botanical Composition. Research Journal of Biotechnology, 9(9): 73-78.
- Bhangale, U., More, S., Shaikh, T., Patil, S., More, N., 2020. Analysis of Surface Water Resources Using Sentinel-2 Imagery. Procedia Computer Science, 171: 2645-2654.
- De Martonne, E., 1926. Une nouvelle fonction climatologique: l’indice d’aridité. La Météorologie, 2: 449-458.
- De Martonne, E., 1942. Nouvelle Carte Modiale de l’indice d’aridité. Annaes de Géographie, 51: 242-250.
- DMİ, 2021. Isparta İli İklim Verileri. Tarım ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- İÇŞİM, 2019. Isparta İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu. Isparta Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 85 s., Isparta.
- Karabulut, M., 2020. Standart yağış indeksi kullanılarak Sivas İlinde kuraklık analizi. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 13 (71): 216-230.
- Karataş, M., Çevik, S., 2010. Stratejik Doğal Kaynak Olarak Su ve Türkiye’nin Konumunun Değerlendirilmesi. Akademik Araştırmalar Dergisi, (45): 1-29.
- Kurnaz, L., 2014. Kuraklık ve Türkiye. İstanbul Politikalar Merkezi, İstanbul.
- Kurtoğlu, R., 2018. Biyo-Politik Savaşlar: İklim-Su-Gıda-GDO-Sağlık İstihbaratı. Destek Yayınları, İstanbul.
- McKee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. 8th Conference on Applied Climatology, January 17-22, California, USA, pp: 179-184.
- McKee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J., 1995. Drought monitoring with multiple time scales. 9th Conference on Applied Climatology, January 15-20, Dallas, USA, pp.:233-236.
- Mishra, A.K., Singh, V.P., 2010. A review of drought concepts. Journal of hydrology, 391(1-2), 202-216.
- MGM, 2016. De Martonne Kuraklık İndeksine Göre Türkiye İklimi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şube Müdürlüğü, Ankara, [https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim\\_siniflandirmalari/Demartonne.pdf](https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari/Demartonne.pdf), Erişim: 15.03.2021.
- Özfidaner, M., Topaloğlu, F., 2020. Standart Yağış İndeksi Yöntemi ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Kuraklık Analizi. Toprak Su Dergisi, 9(2):130-136.
- Panofsky, H.A., Brier, G.W., 1958. Some applications of statistics to meteorology. Pennsylvania State University Press, USA.
- Pathak, A.A., Dodamani, B.M., 2016. Comparison of two hydrological drought indices. Perspectives in science, 8: 626-628.
- Şahin, Ü., Kurnaz, L., 2014. İklim değişikliği ve kuraklık. Sabancı Üniversitesi, İstanbul Politikalar Merkezi, Stiftung Mercator Girişimi, İstanbul, <https://ipc.sabanciuniv.edu/Content/Images/CKeditorImages/20200326-02030608.pdf>, Erişim: 15.03.2021.
- Thom, H.C.S., 1966. Some Methods of Climatological Analysis. World Meteorological Organization, World Meteorological Organization Technical Note, No: 81.
- Topçu, E., Karaçor, F., 2021. Erzurum İstasyonunun Standartlaştırılmış Yağış Evapotranspirasyon İndeksi ve Bütünleşik Kuraklık İndeksi Kullanılarak Kuraklık Analizi. Politeknik Dergisi, 24(2): 565-574.
- Turan, E., Bayrakdar, E., 2020. Türkiye’nin Su Yönetim Politikaları: Ulusal Güvenlik Açısından Bir Değerlendirme. Uluslararası Politik Araştırmalar Dergisi, 6(2): 1-19.
- Uçar, Y., Topçu, E., Demirel, E., 2019. Standartlaştırılmış Yağış İndeksi Yöntemi ile Isparta İli Kuraklık Analizi. Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi, 1(1): 5-16.
- Valipour, M., 2015. Land use policy and agricultural water management of the previous half of century in Africa. Applied Water Science, 5(4): 367-395.
- Wilhite, D.A., Glantz, M.H., 1985. Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. Water international, 10(3): 111-120.
- Wu, H., Hayes, M.J., Weiss, A., 2001. An evaluation of the standardized precipitation index, the Chine z-index and the statistical z-score. International Journal of Climatology, 21: 745-758.
- Yokomatsu, M., Ishiwata, H., Sawada, Y., Suzuki, Y., Koike, T., Naseer, A., Cheema, M.J.M., 2020. A multi-sector multi-region economic growth model of drought and the value of water: a case study in Pakistan. International Journal of Disaster Risk Reduction, 43: 101368.
- Zarei, A.R., Eslamian, S., 2017. Trend assessment of precipitation and drought index (SPI) using parametric and non-parametric trend analysis methods (Case study: Arid regions of southern Iran). International Journal of Hydrology Science and Technology, 7(1): 12-38.
- Zhang, Y., Li, W., Chen, Q., Pu, X., Xiang, L., 2017. Multi-models for SPI drought forecasting in the north of Haihe River Basin, China. Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 31(10): 2471-2481.

## Yarı kurak bölgelerde doğal ve plantasyon karaçam ormanlarının bazı toprak özellikleri ile organik karbon ve toplam azot depolama kapasitelerinin değerlendirilmesi

Ercan Işık<sup>a</sup>, Ceyhun Göl<sup>a,\*</sup>

**Özet:** Araştırma alanı, Çankırı İli, Eldivan İlçesi, Karataşbağı Deresi havzası içerisinde yer almaktadır. Araştırmanın amacı doğal ve plantasyon Anadolu Karaçam orman kuruluşlarında toprak özellikleri ile toprak organik karbon ve toplam azot depolama kapasitelerinin değişimini incelemektir. Çalışma için belirlenen örnek alanlarda (400 m<sup>2</sup>) meşcere parametreleri ile toprak ve ölü örtü özellikleri incelenmiştir. Çalışma alanlarında toprak çukurlarında genetik horizon esasına göre ve 50x50 m grid sisteminde üst toprak (0 - 15 cm) örnekleme yapılmıştır. Toprakların fiziksel ve kimyasal analizlerine göre doğal ve plantasyon orman toprakları hafif bünyeli, orta kireçli ve hafif alkali özelliktedir. En düşük (0,46 gr.cm<sup>-3</sup>) hacim ağırlığı doğal orman üst topraklarında ölçülmüştür. Üst topraklarda, depolanan organik karbon miktarları doğal ormanda 30,36 - 66,73 ton.ha<sup>-1</sup>, plantasyon ormanında 20,33 - 53,14 ton.ha<sup>-1</sup>, toplam azot miktarları ise sırasıyla 3,53 - 6,78 ve 2,05 - 5,29 ton.ha<sup>-1</sup> dir. Doğal orman üst toprakların ortalama karbon miktarı 47,3 ton.ha<sup>-1</sup>, plantasyon ormanlarının ise 32,2 ton.ha<sup>-1</sup>, ortalama toplam azot miktarları ise sırasıyla 4,9 ve 3,2 ton.ha<sup>-1</sup> dir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre plantasyon ile doğal orman toprakları benzer özellikler göstermiştir. Bu durum, ağaçlandırmanın başarılı olduğunu oraya koymuştur.

**Anahtar kelimeler:** Orman, Karbon, Azot, CBS, Çankırı

## Assessment of some soil properties and organic carbon and total nitrogen storage capacities of natural and plantation black pine forests in semi-arid regions

**Abstract:** This research was carried out to investigate some soil properties and carbon and nitrogen storage status in natural and plantation black pine forest establishments in Çankırı province, Eldivan District, Eldivan Mountain. Sample areas (400 m<sup>2</sup>) were taken from natural and artificial forest areas to determine stand parameters, soil and litter properties. Based on genetic horizon in soil pits and topsoil (0 - 15 cm) sampling in 50x50 m grid system was done in study areas. The physical and chemical properties of soils have been determined. The lowest (0.46 g.cm<sup>-3</sup>) bulk density has been measured in natural forest topsoil. The organic carbon amounts of the upper soils in hectare are between 30.36 – 66.73 t.ha<sup>-1</sup> in the natural forest and 20.33 – 53.14 t.ha<sup>-1</sup> in the plantation forest. Total nitrogen amounts are between 3.53-6.78 ve 2.05-5.29 ton.ha<sup>-1</sup> respectively. The average carbon amount of natural forest top soils in hectare is 47.3 t.ha<sup>-1</sup>, and 32.2 t.ha<sup>-1</sup> of plantation forests, total nitrogen 4.9 ve 3.2 t.ha<sup>-1</sup> respectively. According to the results of this research, plantation and natural forest soils showed similar characteristics. This situation has shown that afforestation is successful.

**Keywords:** Forest, Carbon, Nitrogen, GIS, Çankırı

### 1. Giriş

Tüm dünyada sosyo-ekonomik değişimler, doğal kaynakları farklı oranda etkilemektedir. Bu etkinin en büyük sonucu ise Arazi Kullanım Türü ve Arazi Örtüsü (AKT/AÖ)'nün değişimidir. AKT/AÖ'de oluşan zamansal ve konumsal değişimlerin analizi, geleceğe dönük daha doğru kararların alınabilmesi için gereklidir (Lu vd., 2004; Göl, 2009; Seif ve Mokarram, 2012). Sanayi devrimi sonrası sera gazı salınımındaki artış sonucu küresel iklim değişikliği ortaya çıkmıştır (Lal, 2008; IPCC, 2014a). İklim değişikliğinin diğer bir nedeni ise yanlış ve aşırı arazi

kullanımı sonucu karasal yutak alanların yok edilmesidir. Küresel ölçekte yıllık sera gazı emisyonunun % 24'ü AKT/AÖ değişiminden kaynaklanmaktadır (IPCC, 2014b).

Dünya ülkeleri, küresel iklim değişikliği ile mücadele için sera gazı salınımlarının azaltılmasını ve karasal karbon yutak alanlarının nitelik ve nicelik olarak artırılmasını amaçlamaktadır. Karasal ekosistemler içerisinde ormanlar büyük miktarlarda karbon depolamakta ve iklim değişikliği ile mücadelede kilit rol oynamaktadır (IPCC, 2007; Miles ve Kapos, 2008; Asan, 2012; Güner ve Makineci, 2017). Ormanlar, ulusal ve uluslararası anlaşmalarda en önemli karasal karbon yutak alanı olarak kabul edilmektedir.

✉ <sup>a</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 18200, Çankırı

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): drceyhungol@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 29.03.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 14.06.2021



**Citation** (Atıf): Işık, E., Göl, C., 2021. Yarı kurak bölgelerde doğal ve plantasyon karaçam ormanlarının bazı toprak özellikleri ile organik karbon ve toplam azot depolama kapasitelerinin değerlendirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 202-210.

DOI: [10.18182/tjf.905243](https://doi.org/10.18182/tjf.905243)

Tüm dünyada ormanlık alanlar azalmaktadır (FAO, 2016). Türkiye’de ise ormanların korunması ve geliştirilmesi konusunda önemli çalışmalar ortaya konmaktadır. Türkiye’nin dünyadaki toplam CO<sub>2</sub> 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 yürütülmektedir (Türkeş, 2008).

Türkiye’nin 1973 yılında 20,2 milyon hektar olan orman varlığı, 2019 yılında 22,7 milyon hektara çıkmıştır (OGM, 2021). Türkiye’deki orman alanı ve servetindeki bu artış, farklı kesimler tarafından farklı nedenlere dayandırılmaktadır. Ormanlık örgütü bu artışın yapılan ağaçlandırma çalışmaları sonucu gerçekleştiğini söylerken farklı araştırmalar (Atmış, 2020) ise bu artışın ana nedeninin son yıllarda ülkede yaşanan sosyo-ekonomik yapıdaki değişimlerden (göç) kaynaklandığını iddia etmektedir.

Bu aşamada, ağaçlandırma çalışmaları ile ormanlık alanların artırılması büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de ormanların tutmuş olduğu karbon miktarının ortaya konulması ve tutulan karbon miktarının zamansal ve konumsal değişimini belirlemeye yönelik birçok araştırma (Karatepe, 2004; Tolunay ve Çömez, 2008; Tolunay, 2015; Değirmenci ve Zengin, 2016; Seki vd., 2017) yapılmıştır. Orman alanlarının karbon depolama potansiyeli toprak altı ve üstü biyokütleinin hesaplanmasına bağlıdır.

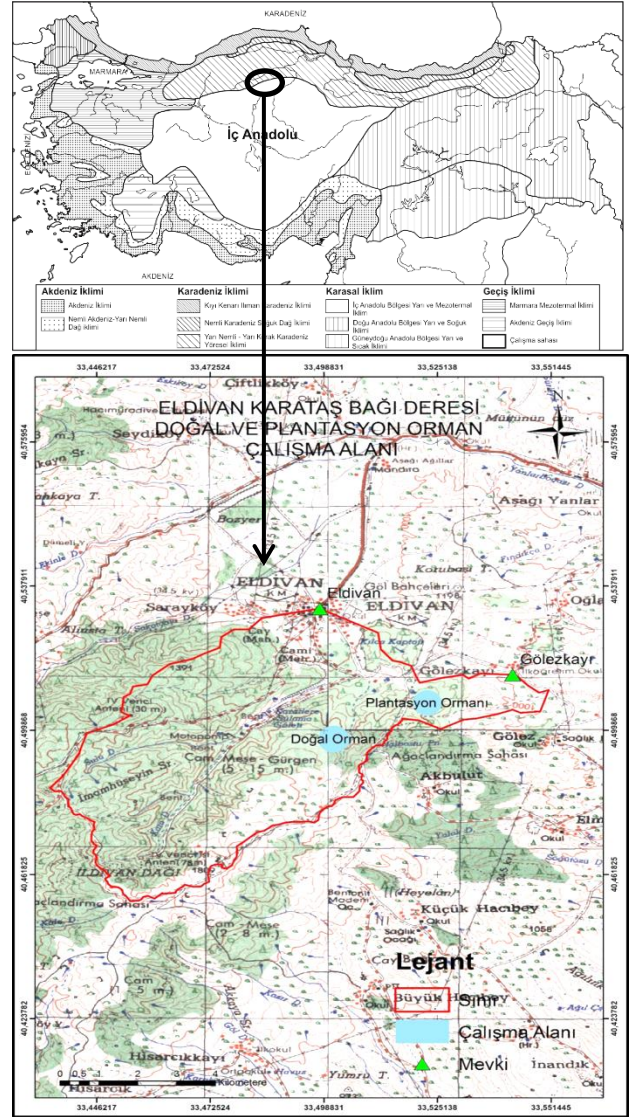
Türkiye ormanlarının % 19’unu Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* subsp. *pallasina* (Lamb.) Holmboe) ormanları oluşturmaktadır (OGM, 2021). Karaçam, Türkiye’de 2150 metrelere kadar yetişebilmektedir (Kandemir ve Mataracı, 2018). Karaçam, stebe en çok sokulan ve kanaatkâr bir tür (Saatçioğlu, 1969) olması sebebiyle, ağaçlandırma çalışmalarında en çok kullanılan türlerden biridir. Özellikle İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırmalarında tercih edilmektedir. Kurak alanlarda yapılacak ağaçlandırma çalışmalarının başarısında yetişme ortamının iyi analiz edilmesi, alana uygun bitki türlerinin seçimi, arazi hazırlığı ve bitkilendirme tekniklerinin doğru tespit edilerek uygulamaya aktarılması gereklidir (Güner ve Özkan, 2019). Dolayısıyla kurak alan karaçam ekosistem özelliklerinin dikkatle incelenmesi gerekmektedir.

Bu çalışma, yarı kurak bir bölgede doğal ve plantasyon Anadolu karaçamı ormanlarının bazı toprak özellikleri ile toprak organik karbon ve toplam azot depolama kapasiteleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Araştırma alanının tanıtımı

Araştırma alanı Çankırı İli, Eldivan İlçesi, Karataşbağı Deresi havzası içerisinde yer almaktadır. Konumu 40°34’41" - 40°20’38" kuzey enlemleri ile 33°36’00" - 33°25’10" doğu boylamları arasındadır. 1/25000 ölçekli topoğrafik haritada, Çankırı G31-d4 paftasında yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Karataşbağı Deresi havzası yer bulduru haritası

Araştırmanın yürütüldüğü Karataşbağı Deresi havzasında, 1958 yılında Orman Umum Müdürlüğü, Çankırı Toprak Muhafaza ve Mera Islahı Tatbikat Grup Müdürlüğü, Kara Dere Su Toplama Havzası Ön Etüt Raporu ve Tatbikat Raporu (OGM, 1958) ve 1960 yılında T.C. Nafia Vekaleti, Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü “Dumeli Kara Dere Yağış Alanı Islah Projesi” (DSİ, 1962) ile havza ıslah ve çıplak köklü karaçam fidanları (2+0) ile ağaçlandırma çalışmalarına başlanmıştır.

Araştırma alanı, Karadeniz nemli iklimi ile Orta Anadolu kurak iklim kuşağı arasında olup, geçiş kuşağındadır. Karadeniz ikliminin etkisi altında kalan yüksek dağlık bölgelerde kuru ormanlar ve geniş mera alanları, İç Anadolu kurak iklimin etkin olduğu bölgelerde ise bozkır bitki örtüsü hakimdir (Göl, 2002; OGM, 2015a). Araştırma alanının da içinde bulunduğu Karataşbağı Deresi havzasında yıllık ortalama sıcaklık 10,4 °C, yıllık ortalama yüksek sıcaklık 16,6 °C, yıllık ortalama düşük sıcaklık 4,8 °C, en soğuk ay Ocak (-0,5 °C) ve en sıcak ay Ağustos (22,4 °C) tur (Göl ve Dengiz, 2007). Thornthwaite iklim sınıflandırma modeline göre bölge, DB'1db'3 rumuzu ile gösterilen “Kurak-yarı kurak, mezotermal, su fazlası yok



veya pek az, denizel iklim etkisine yakın” iklim sınıfındadır (Göl, 2002; Göl ve Dengiz, 2007; Tuttu ve Akkemik, 2017).

Çankırı ili toprakları, Karadeniz Bölgesi ve Orta Anadolu Bölgesi olarak hemen hemen iki eşit parçaya bölünür (Gökmen, 2007). Çankırı ilinin kuzeyi III. Zamanda oluşmuş Oligosen-miyosen yaşta jips serileri ile kaplıdır. Bu oluşum kalın ve kırmızı renkli bir taban konglomerası ile başlar, bunu açık renkli ve aralarında jips yatakları da bulunan kil ve marnlar izler (Blumenthal, 1948; Birgili vd., 1975). Araştırma alanı Eldivan ofiyolit kompleksi içerisindedir. Eldivan ofiyolit kompleksi Orta Anadolu'da gözlenen ofiyolitli melanj, yayılışında iç düzeni korunmuş okyanus kabuğu malzemesidir. Eldivan ofiyoliti; peridotit, piroksenolit gibi ultramafik kayalar, gabro, diyabaz, split gibi mafik kayalar ve radyolarit, kireçtaşı, çamurtaşı gibi pelajiksedimanter kayalardan meydana gelmektedir (Birgili vd., 1975). Bölge toprakları, orta ve hafif bünyeli, orta alkali, az tuzlu, orta ve yüksek kireçli ve organik madde miktarı düşüktür. Yüksek eğimli ve erozyona uğramış alanlarda topraklar sığ, taşlı, geçirgenlikleri düşük ve yetersiz fizyolojik derinliğe sahiptir (Göl, 2002). Çankırı, Eldivan-Karataşbağı Deresi havzası toprakları, toprak taksonomisine göre (Soil Survey Staff, 1999) Lithic Xerorthent, Typic Xerorthent, Typic Calcixerept, Typic Haploxerept, Lithic Calcixerept ve Lithic Haploxerept sınıflarına dahil edilmiştir (Göl ve Dengiz, 2007).

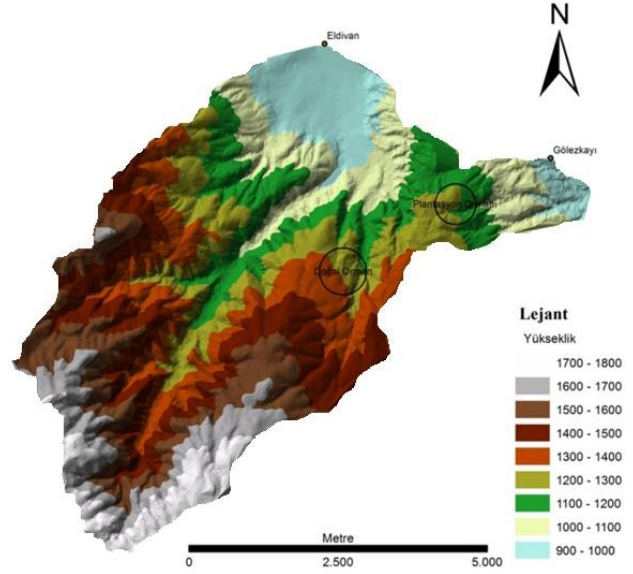
Araştırma alanı, İran-Turan flora bölgesindedir. Bölgede yaygın ağaç ve çalı türleri; *Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe var. *pallasiana* (Anadolu Karaçamı), *Quercus infectoria* G.Olivier (Mazı Meşesi), *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* var. *oxycedrus* (Katrana Ardıcı), *Populus nigra* L. (Kara Kavak), *Elaeagnus angustifolia* L. (İğde), *Pyrus communis* L. (Yabani Armut), *Amygdalus communis* L. (Badem), *Robinia pseudoacacia* L. (Yalancı Akasya), *Crataegus monogyna* Jacq. (Alıç), *Berberis crataegina* DC. (Karamuk), *Paliurus spina - christi* P. Mill. (Karaçalı), *Ligustrum vulgare* L. (Adi Kurtbağrı), *Cotoneaster nummularia* Fisch. & C. A. Mey. (Dağ Muşmulası), *Prunus spinosa* L. (Çakal Eriği), *Vitis sylvestris* C.C. Gmel. (Yaban Asması), *Rubus sp.* (Böğürtlen), *Jasminum fruticans* L. (Sarı Çiçekli Yasemin), *Rosa canina* L. (Kuşburnu)'dır (Göl, 2002; Tuttu ve Akkemik, 2017).

Araştırmada, 2016 yılı sayısal meşcere ve jeoloji haritaları, amenajman planları, iklim verileri ile 1958-1960 yıllarında başlatılan ağaçlandırma ve erozyon kontrol projeleri (OGM, 1958; DSİ, 1962; OGM, 2015b) materyal kullanılmıştır. Ayrıca, araştırma alanından elde edilen bitki, toprak ve ölü örtü örnekleri materyal olarak değerlendirilmiştir. Karataşbağı Deresi havzasına ait sayısal veriler Coğrafi Bilgi Sistemi ortamına (ArcGIS 10.1 yazılımı ile) aktarılmış yükselti (Şekil 2), meşcere (Şekil 3) ve bakı (Şekil 4) haritaları oluşturulmuştur.

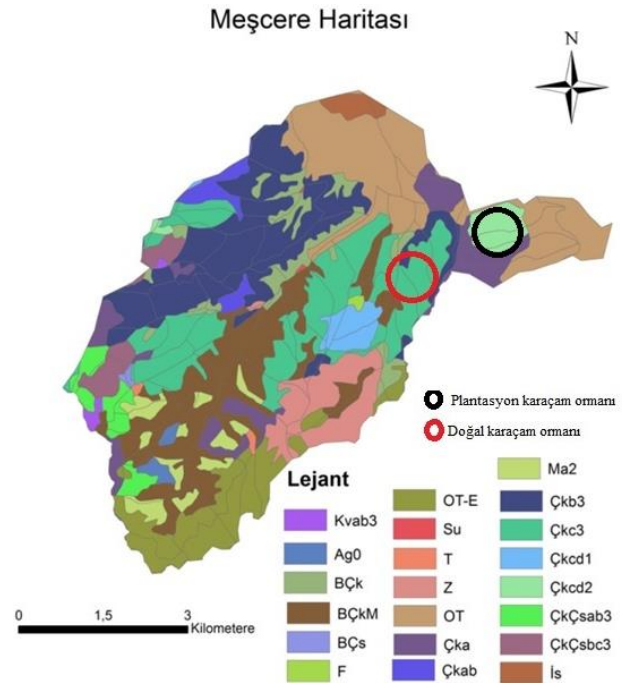
Havzanın Doğal Karaçam Ormanı (DKO) (542732 N, 4483610 E UTM-50) ve Plantasyon Karaçam Ormanı (PKO) (543114 N, 4483894 E UTM-50) alanlarından yetişme ortamı özellikleri (eğim, bakı, yükselti vb.) bakımından benzer özelliklere sahip örnek alanlar (20x20=400 m<sup>2</sup>) tespit edilmiştir. Örnek alanlar içerisine giren tüm ağaçların göğüs yüksekliği çapları (d<sub>1,30</sub>) (mm hassasiyetinde, Haglöl Mantax mekanik çap ölçer ile), boyları (h) (m hassasiyetinde, Vertex Haglöl boy ölçer ile) ve yaşları (t) (Pressler artım burgusu ile ağaçtan kuzey-güney yönde olmak üzere alınan artım kalemlerinde yıllık

halka sayımı ile) tespit edilmiştir. Meşcere üst boyu belirlenirken üst boydaki beş ağacın boy ortalaması alınmıştır (Kantarıcı, 1980; Kantarıcı, 2000).

Belirlenen iki örnek alanda toprak çukuru açılmış, genetik ve morfolojik incelemelere göre toprak tipleri belirlenmiştir (Kantarıcı, 2000). Toprak çukurlarından genetik horizon esasına göre 9 adet doğal yapısı bozulmuş ve 7 adet bozulmamış toprak örneği alınmıştır. Ayrıca, üst topraklardan (0-15 cm derinlik) 50x50 m grid sistemine dayalı, toplam 60 adet doğal yapısı bozulmuş ve 60 adet bozulmamış (100 cm<sup>3</sup> hacimli silindir ile) toprak örneği alınmıştır.



Şekil 2. Karataşbağı Deresi havzası yükseklik haritası ve çalışma alanları



Şekil 3. Karataşbağı Deresi havzası meşcere haritası ve çalışma alanları



DKO alanında açılan toprak çukurunda, horizonlara göre hacim ağırlığı değerleri  $0,75-1,13 \text{ gr.cm}^{-3}$ , plantasyon ormanında  $0,9-1,10 \text{ gr.cm}^{-3}$  arasında değişmektedir (Çizelge 1). Toprak derinliği arttıkça hacim ağırlığı da artmaktadır.

DKO toprak reaksiyonları üst horizonlarda hafif asit (pH 6,9), alt horizonlarda hafif alkali (pH 7,5) dir. PKO toprak reaksiyonları benzer özellik göstermiş üst horizonlarda hafif asit (pH 6,8), alt horizonlarda hafif alkali (pH 7,6) dir.

DKO üst toprakları az kireçli (% 1,46), alt toprakları orta kireçli (% 5,75) dir. PKO üst toprakları orta (% 8,65), alt toprakları çok kireçli (% 14,48) dir.

Her iki orman kuruluşu topraklarında tuzluluk sorunu yoktur. Topraklar az ve orta tuzlu sınıfındadır.

DKO toprak çukuru üst topraklarında Organik Madde (OM) zengin (% 7,85), Toprak Organik Karbon (TOK) (% 4,51) ve Toplam Azot (TA) (% 0,3924) miktarları yüksektir (Çizelge 1). PKO toprak çukuru üst toprakları OM miktarı orta zengin (%3,18) özelliktedir. PKO topraklarında OM miktarları % 1,11-3,18, TOK miktarları % 0,99-1,84, TA miktarları ise % 0,0236-0,1079 arasında değişmektedir (Çizelge 1).

Üst topraklarda ölü örtü ayrışma ürünleri toprakların OM, TOK ve TA değerlerinin yüksek ölçülmesinde neden olmuştur. Örnek alanlarda açılan toprak çukuru DKO topraklarının OM ve hektarda toprak organik karbon ( $\text{TOK}_h$ ) depolama kapasitesi üst topraklarda daha yüksek ölçülmüştür. DKO örnek alanı toprak çukuru topraklarında depolanan  $\text{TOK}_h$  miktarı  $23,2-102,5 \text{ ton.ha}^{-1}$ , PKO topraklarında ise  $19,7-51,5 \text{ ton.ha}^{-1}$  arasında değişim göstermiştir. Toprak derinliği ile  $\text{TOK}_h$  depolama kapasitesi azalmıştır.

Her iki örnek alanda açılan toprak çukuru toprakları içerisinde en yüksek ( $102,5 \text{ ton.ha}^{-1}$ )  $\text{TOK}_h$  depolama kapasitesi DKO Ah horizonu topraklarında ölçülmüştür.

DKO toprak çukuru horizon topraklarında depolanan toplam azot miktarı ( $\text{TA}_h$ )  $1,2-5,1 \text{ ton.ha}^{-1}$ , PKO topraklarında ise  $1,7-1,9 \text{ ton.ha}^{-1}$  arasında değişim göstermiştir. Her iki orman topraklarında derinlik arttıkça, depolanan toplam azot miktarı azalış göstermiştir. DKO  $A_h$  horizon topraklarında en yüksek  $5,1 \text{ ton.ha}^{-1}$  toplam azot depolama kapasitesi belirlenmiştir. PKO topraklarında

depolanan toplam azot miktarı tüm genetik horizonlarda yaklaşık benzer özellik göstermiştir.

### 3.3. Doğal ve plantasyon karaçam ormanı üst toprak özellikleri arasındaki farklar

Bağımsız iki örnek t-testi (Independent sample t-test) ile DKO ve PKO'larındaki üst toprak özelliklerine ilişkin bazı ortalamalar karşılaştırılmıştır. Buna göre; hacim ağırlığı değişkeni bakımından % 95 güvenle iki orman kuruluşu üst toprakları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur (F: 0,001; df: 58) (Çizelge 2).

Kum (F: 1,599; df: 58 ), kil (F: 0,299; df: 58), OM (F: 0,010; df: 58), TOK (F: 0,011; df: 58),  $\text{TOK}_h$  (F:0,012; df: 58), TA (F: 1,410; df: 58),  $\text{TA}_h$  (1,039; df:58), kireç (F: 1,778; df: 58), toprak reaksiyonu (pH) (F: 9,163; df: 58) toprak özellikleri bakımından iki orman kuruluşu üst toprakları arasında % 95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0,05$ ) bir farklılık olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Araştırma kapsamında incelenen DKO ve PKO üst toprak (0-15 cm) özellikleri Çizelge 3'te verilmiştir. DKO üst topraklarında kum miktarı % 48-67, PKO topraklarında ise % 57-70 arasında değişim göstermiştir. Hacim ağırlığı değerleri DKO topraklarında  $0,46-1,18 \text{ gr.cm}^{-3}$ , PKO üst topraklarında  $0,59-1,12 \text{ gr.cm}^{-3}$  arasındadır (Çizelge 3).

Kireç miktarları DKO üst topraklarında çok az kireçli ve orta kireçli (% 0,29-13,84) sınıflarındadır. PKO üst topraklarında ise % 0,29-14,57 arasında ve doğal orman toprakları ile benzer kireç sınıfındadır.

Toprak reaksiyonları bakımından DKO üst toprakları hafif asit (pH 6,34) ve hafif alkali (pH 7,33) özelliktedir. PKO üst toprakları ise hafif alkali (pH 7,07) ve orta alkali (pH 7,71) özellik göstermiştir (Çizelge 3).

OM, TOK ve TA bakımından DKO ve PKO üst toprakları farklı özellikler göstermiştir. DKO üst topraklarında OM % 4,03-8,02, TOK % 2,34-4,65 ve TA % 0,21-0,41 ile zengin ve çok zengin özellik göstermiştir. PKO üst toprakları ise OM % 2,75-7,83, TOK % 1,60-4,54 ve TA % 0,14-0,98 depolama özelliği ile orta ve zengin özellik göstermiştir (Çizelge 3).

Çizelge 1. Araştırma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Orman Kuruluşu	Horizon	Derinlik (cm)	Tane Dağılımı (%)			Toprak Türü	HA ( $\text{gr.cm}^{-3}$ )	pH	Tuz (%)	EC (dS/m)	Kireç (%)	OM (%)	TOK (%)	$\text{TOK}_h$ ( $\text{ton.ha}^{-1}$ )	TA (%)	$\text{TA}_h$ ( $\text{ton.ha}^{-1}$ )
			Kil	Toz	Kum											
DKO	Ah	0-5	27	17	56	KuKB	0,75	6,9	0,12	0,261	1,46	7,85	4,51	102,5	0,392	5,1
	Ael	5-21	35	23	42	KB	1,03	6,7	0,12	0,188	3,83	3,56	2,06	63,8	0,177	3,2
	Bst	21-35	35	25	40	KB	1,04	7,3	0,13	0,148	5,73	2,10	1,22	38,1	0,105	1,9
	BC	35-55	27	25	48	KuKB	1,13	7,5	0,08	0,117	5,19	1,18	0,69	23,2	0,059	1,2
	Cv	55+	29	21	50	KuKB	-	7,4	0,09	0,198	5,75	0,32	0,09	-	-	-
PKO	Ah	0-7	22	21	57	KuKB	0,93	6,8	0,09	0,196	2,96	3,18	1,84	51,5	0,107	1,7
	Ael	7-15	20	17	63	KuKB	1,09	7,1	0,11	0,151	8,65	2,16	1,25	41,2	0,101	1,9
	Bst	15-25	22	23	55	KuKB	1,10	7,6	0,13	0,152	9,38	1,03	0,58	19,7	0,085	1,6
	Cv	25+	25	23	52	KuKB	-	7,6	0,07	0,123	14,48	0,13	0,08	-	-	-

Not: KuKB-kumlu killi balçık, KB-killi balçık, HA- hacim ağırlığı, pH-1/2,5 Saf Su, EC- elektriksel iletkenlik, OM- organik madde, TOK-toprak organik karbon,  $\text{TA}_h$ - hektarda depolanan toplam azot,  $\text{TOK}_h$ - hektarda depolanan toprak organik karbon,  $\text{TA}_h$ - hektarda depolanan toplam azot

Çizelge 2. Doğal ve plantasyon karaçam ormanı üst toprak (0-15 cm) özelliklerine ilişkin istatistiksel analiz sonuçları (n= 30)

Değişkenler	Birim	Orman kuruluşu	$\bar{X}$	SD	t	F
Kum	(%)	DKO	55	4,42	-7,181	0,000**
		PKO	62	3,21		
Kil	(%)	DKO	21	2,45	4,416	0,000**
		PKO	18	1,89		
OM	(%)	DKO	6,29	0,84	9,173	0,000**
		PKO	4,14	0,97		
TOK	(%)	DKO	3,65	0,48	9,198	0,000**
		PKO	2,40	0,56		
TOK <sub>h</sub>	(ton.ha <sup>-1</sup> )	DKO	47,32	7,53	8,915	0,001**
		PKO	32,24	7,35		
TA	(%)	DKO	0,31	0,04	2,724	0,009**
		PKO	0,23	0,14		
TA <sub>h</sub>	(ton.ha <sup>-1</sup> )	DKO	4,96	0,74	1,857	0,003**
		PKO	3,26	0,77		
HA	(gr.cm <sup>-3</sup> )	DKO	0,86	0,15	-1,156	0,252 <sup>ns</sup>
		PKO	0,90	0,13		
Kireç	(%)	DKO	2,45	3,71	-3,896	0,000**
		PKO	6,34	3,99		
pH		DKO	6,68	0,72	-4,652	0,000**
		PKO	7,31	0,13		

\*\*p<0,05, ns: gruplar arası anlamlı istatistiksel bir farklılık yoktur

DKO ormanı üst topraklarında hektarda toprak organik karbon (TOK<sub>h</sub>) depolama kapasitesi 30,36 - 66,73 ton.ha<sup>-1</sup>, PKO üst topraklarında ise 20,33 - 53,14 ton.ha<sup>-1</sup> dir. Ortalama TOK<sub>h</sub> depolama kapasitelerine bakıldığında DKO üst topraklarında 47,3 ton.ha<sup>-1</sup>, PKO üst topraklarında ise 32,2 ton.ha<sup>-1</sup> olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

PKO alanında üst toprak özellikleri, DKO üst topraklarına göre OM, TOK<sub>h</sub> ve TA<sub>h</sub> depolama kapasiteleri bakımından daha çok değişkenlik göstermiştir (% Cv) (Çizelge 3). DKO üst toprakları daha yüksek asidik, daha yüksek OM, TOK ve TA içermektedir.

Hektarda depolanan toplam azot (TA<sub>h</sub>) miktarı bakımından DKO üst toprakları 3,53-6,78 ton.ha<sup>-1</sup> arasında değişim göstermekte, ortalama ise 4,9 ton.ha<sup>-1</sup> dir. PKO üst topraklarında depolanan TA<sub>h</sub> miktarı 2,05-5,29 ton.ha<sup>-1</sup>, ortalama ise 3,2 ton.ha<sup>-1</sup> dir.

#### 4. Tartışma ve sonuç

Araştırmanın yürütüldüğü Karataşbağı Deresi havzasında 1958-1960 yıllarında başlayan ve daha sonra devam eden ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışmaları ile havzanın % 27'si ağaçlandırılmış ve çalışmalarda başarıya ulaşılmıştır (Göl ve Dengiz, 2007). Göl ve Dengiz, (2007)'de yaptıkları çalışmada Karataşbağı Deresi havzasının arazi kullanım türü ve arazi örtüsü dağılımında, bozuk karaçam ve bozuk baltalık alanlarında azalma (-%

5,7), ormandan dönüştürülen tarım arazilerinde azalma (-% 15,8), buna karşılık karaçam ormanlarında artış (+% 21,3) olduğunu belirlemişlerdir. Erozyon tehlikesi olan yüksek eğimli yerlerde ağaçlandırma çalışmalarına devam edilmelidir. Ağaçlandırmalarda tek tür yerine karışık orman kuruluşuna gidilmelidir.

Anadolu Karaçamı ülkemizde geniş bir yayılış alanına sahiptir. Orta Anadolu kurak iklim bölgelerinde ise yüksek rakımlı bölgelerde verimli ormanlar oluşturabilmektedir Anadolu Karaçamı sıcaklığa, donlara ve kuraklığa dayanıklı bir türdür (Saatçioğlu, 1969; Kayacık, 1980). Bu özelliği ile yayılış alanları dışında kurak mintika ağaçlandırmalarında tercih edilmektedir. Araştırma alanı, Eldivan Dağı yamaçlarında 1200-1300 m yükseltilerde dir. Bölgenin iklimi yarı kurak-yarı nemlidir. Yürütülen ağaçlandırma çalışmaları oldukça başarılı sonuçlar vermiş, plantasyon sahalarında tam kapalı ormanlar oluşmuştur. Bölgenin iklim, toprak ve diğer ekolojik özellikleri bakımından Anadolu Karaçamı türü için ağaçlandırmaya uygun olduğu anlaşılmaktadır. Yazıcı ve Babalık (2011)'de yürüttükleri çalışmada Anadolu Karaçamı fidanlarının kuraklığa dayanıklı olduğunu tespit etmişlerdir.

Araştırma alanı toprakları orta derin, orta taşlı, kum ve kil miktarı yüksektir. Doğal Karaçam Ormanı (DKO) toprakları homojen özellik gösterirken, Plantasyon Karaçam Ormanı (PKO) toprakları değişken özelliktedir. Bu durum ağaçlandırma çalışmaları için yapılan toprak işleme faaliyetlerinin etkisi olarak düşünülmektedir. Kalpsız (1963)'de doğal karaçam meşcerlerinde yürüttüğü çalışmada toprak derinliğinin ağaç büyümesinde önemli bir faktör olduğunu belirtmiştir. Erkan (1998) çalışmada karaçamın derin topraklı ve düz alan ağaçlandırmalarında daha başarılı olduğunu belirtmiştir.

Araştırma alanı topraklarında Ah horizonundan Cv horizonuna doğru kil ve kireç oranı artmaktadır. Toprak reaksiyonu, üst topraklardan alt topraklara gidildikçe alkalileşmektedir. Benzer araştırmalarda Cangir (1982) ve Atalay (2006) karstlaşmış ana kayalardan oluşmuş olan topraklarda kil ve kireç miktarının derinlik arttıkça arttığını bildirmiştir. Polat vd. (2014)'de üst topraklarda kireç miktarının düşük olmasını yıkanmaya bağlamışlardır.

DKO üst topraklarında genel olarak OM, TOK, TOK<sub>h</sub>, TA ve TA<sub>h</sub> değerleri yüksek, hacim ağırlığı düşüktür. Polat vd. (2014) ve Göl vd. (2010) çalışmalarında saf karaçam meşcereleri altındaki topraklarda ince toprak miktarı, toplam kireç, organik karbon, tüm azot miktarlarını yüksek bulmuşlardır. Güner vd. (2011), Anadolu Karaçamı ağaçlandırmalarının gelişimi ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkileri inceledikleri çalışmalarında; organik karbon, toplam azot, hacim ağırlığı arasında önemli ilişkiler bulunmuştur.

Çizelge 3. Doğal ve plantasyon karaçam orman üst toprak (0-15 cm) özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler, (n=30)

Orman Kuruluşu	Değişken	Min.	Maks.	$\bar{X}$	SD	Çarpıklık	Basıklık	Cv
DKO	Kum (%)	48	67	55	4,4	0,71	0,61	7,98
	Kil (%)	16	27	21	2,4	0,28	1,03	11,50
	OM (%)	4,03	8,02	6,3	0,8	-0,50	0,60	13,34
	TOK (%)	2,34	4,65	3,6	0,4	-0,50	0,60	13,32
	TOK <sub>h</sub> (ton.ha <sup>-1</sup> )	30,36	66,73	47,3	7,5	-0,49	0,58	15,87
	TA (%)	0,20	0,41	0,3	0,1	-0,65	0,49	15,20
	TA <sub>h</sub> (ton.ha <sup>-1</sup> )	3,53	6,78	4,9	0,7	-0,68	0,35	14,28
	HA (gr.cm <sup>-3</sup> )	0,46	1,18	0,8	0,2	-0,64	1,00	18,22
	Kireç (%)	0,29	13,84	2,4	3,7	2,27	4,25	51,24
	pH	3,34	7,33	6,6	0,7	-3,58	16,57	10,77
PKO	Kum (%)	57	70	62	3,2	0,13	-0,38	5,13
	Kil (%)	16	22	18	1,9	0,16	-0,82	10,06
	OM (%)	2,75	7,83	4,1	0,9	1,93	6,38	23,55
	TOK (%)	1,60	4,54	2,4	0,6	1,94	6,46	23,48
	TOK <sub>h</sub> (ton.ha <sup>-1</sup> )	20,33	53,14	32,2	7,3	1,87	5,49	22,67
	TA (%)	0,14	0,98	0,2	0,1	4,63	23,34	33,90
	TA <sub>h</sub> (ton.ha <sup>-1</sup> )	2,05	5,29	3,2	0,7	5,72	17,23	21,87
	HA (gr.cm <sup>-3</sup> )	0,59	1,12	0,9	0,1	-0,55	-0,14	15,36
	Kireç (%)	0,29	14,57	6,3	3,9	0,37	-0,65	62,99
	pH	7,07	7,71	7,3	0,1	0,65	1,86	1,79

$\bar{X}$ - aritmetik ortalama, SD- standart sapma, Cv- varyasyon katsayısı

DKO topraklarında ölü örtünün ayrışma hızına bağlı olarak hektarda karbon depolama kapasitesi A<sub>h</sub> ve A<sub>el</sub> genetik horizonlarında daha yüksektir. Sarıyıldız vd. (2008) çalışmasında türlerin ölü örtü ayrışma oranlarının içerdikleri lignin miktarı ve yetiştirme ortamı şartlarına göre değiştiğini, Karaçam ormanı ölü örtüsünün soğuk ve kurak ekosistemlerde daha hızlı ayrıştığını ortaya koymuşlardır. Raich ve Schlesinger (1992) ölü örtü ayrışmasının yıllık 68 Pg C yıl<sup>-1</sup> (Pg =1015g) olarak belirtmiştir. Karasal ekosistemlerde karbon bütçesinin hesaplanmasında, ormanlardaki ölü örtü ayrışması yüzde 70 rol oynamakta ve bu nedenle de önemli bir yer tutmaktadır (Sarılıyıldız vd, 2008). Çakır vd. (2019) Çankırı-Eldivan yöresinde yaptıkları çalışmada karaçam meşcerelerinde ayrışma hızını % 25-30, Sarılıyıldız vd. (2008) Ankara'da %26 bulmuşlardır. Karaçam ibrelerinin ayrışma süresince karbon ve azot yoğunluğunun meşcere gelişim çağlarına göre istatistiksel olarak farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Araştırma alanı DKO üst toprakları TOK<sub>h</sub> miktarları 47,3 ton.ha<sup>-1</sup>, PKO üst topraklarında 32,2 ton.ha<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Tolunay ve Çömez (2008) çalışmasında Türkiye genelinde 219 örnek alan çalışmasından elde ettikleri sonuçlara göre karaçam ormanlarında topraktaki organik karbon miktarlarının ortalama 71,6 Mg.ha<sup>-1</sup> (6,7-296,5), ağaçlandırma alanlarında ise 65,1 Mg.ha<sup>-1</sup> (9,3-174,6) olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu durum araştırma alanı üst topraklarının ülke geneli karaçam orman topraklarına göre düşük TOK<sub>h</sub> depolama kapasitesine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Karatepe (2004) Gölcük'teki karaçam meşcerelerinde farklı yetiştirme ortamı şartlarında toprakların organik karbon ve toplam azot depolama kapasitelerinin değiştiğini belirtmiştir. Bunda ise ana kaya ve özellikle topoğrafik yapının etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Araştırma alanı, erozyon, sel ve taşkın sorununu çözmek amacıyla yürütülen başarılı bir toprak muhafaza ağaçlandırma sahasıdır. PKO topraklarının, fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından DKO toprak özelliklerine yaklaştığı anlaşılmaktadır. Başarılı bir ağaçlandırma çalışması sonucunda toprakta yüksek miktarda OM, TOK, ve TA birikimi sağlanmıştır. Yürütülen benzer çalışmalarda

da (Yüksek, 2012; Yazıcı ve Turan, 2016) ağaçlandırma sonrası toprakların organik karbon ve toplam azot miktarının arttığını belirlenmişlerdir.

Küresel iklim değişikliği ile mücadele ormanlık alanların ve toprakta depolanan organik karbon miktarının artırılması büyük önem taşımaktadır (IPPC 2007; 2014b).

Bu araştırma ile ülkemizin kurak bölgelerinde havza ıslahı ve sera gazı yutak ormanlarını artırma amaçlı ağaçlandırma çalışmalarının önemini bir kez daha ortaya konulmuştur. Araştırma plantasyon karaçam ormanları üst topraklarının OM, TOK ve TA depolama kapasitesi bakımından en az doğal ormanlar kadar iyi olduğunu ortaya koymuştur.

#### Açıklama

Bu araştırma, TÜBİTAK 2209-A 1919B011502133 No'lu "Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri" kapsamında desteklenmiştir. Arazi ve laboratuvar çalışmalarındaki desteklerinden dolayı Araş. Gör. Dr. Semih EDİŞ'e ve istatistiksel analiz desteklerinden dolayı Doç. Dr. İlker Ercanlı'ya teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- 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.
- Atalay, İ., 2006. Toprak oluşumu, sınıflandırılması ve coğrafyası. Çevre ve Orman Bakanlığı, AGM yayınları, III. baskı, Meta Basım, Ankara.
- Atmış, E., 2020. Türkiye orman varlığıyla ilgili değişimler ve nedenleri, (İçinde: TOD, 2020. Türkiye Ormanlıklar Derneği'nin 95. kuruluş yıldönümünde: orman varlığımız ve ormancılık üretim faaliyetleri, (Edt: K. Ok), ISBN: 978-975-93478-8-8, 82 sayfa, Ankara.
- Birgili, Ş., Ünal, G., Yoldaş, R., 1975. Çankırı-Çorum havzası'nın jeolojisi ve petrol olanakları, MTA Genel Müdürlüğü Raporu, Rap., No: 5621, Ankara.
- Blake, G.R., Hartge K.H., 1986. Bulk density and particle density. in: Methods of Soil Analysis Part1. Physical And Mineralogical Methods. pp: 363-381. Asa. And SSSA. Agronomy Monograph No: 9 Madison, Wisconsin USA.

- Blumenthal, M., 1948. Bolu civarı ile aşağı Kızılırmak mecrası arasındaki Kuzey Anadolu silsilesi'nin jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü Raporu, Rap No. 2026, Ankara.
- Bouyoucos, G.J.A., 1951. Recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal* (Journal of American Society of Agronom) 43: 434-438.
- Bremner, J.M., 1996. Inorganic form of nitrogen in: C.A. Black Et All. *Methods of Soil Analysis Part 2. Agronomy* 9: 1179-1237 Am.Soc. of Agron., Inc. Madison, Wisconsin USA.
- Cangir, C., 1982. Kireçli materyaller üzerinde oluşmuş kahverengi, kırmızımsı-kahverengi, terra rossa, rendzina ve grumusol toprakların morfoloji ve genesisleri, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Ankara.
- Çakır, M., Akbudak, S., Sargıncı, M., 2019. Çankırı bölgesi karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) meşcerelerinde ölü örtü ayrışması ile mikroeklembacaklılar ve mikrobiyal aktivitenin zamansal değişimi ve toprağa verilen besin maddeleri. TÜBİTAK Proje Raporu, Proje No: 2150572, Ankara.
- 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.
- DSİ, 1962. Çankırı, Dümeli, Karadere havza ıslah projesi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Erkan, N., 1998. Elazığ yöresindeki sedir ve karaçam ağaçlandırmalarında büyüme analizleri, Orman Bakanlığı, Güneydoğu Anadolu Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Yayın No: 4, Elazığ.
- FAO, 2016. Global Forest Resources Assessment 2015. U.N. Food and Agricultural Organization of The United Nations FAO Yayını. Roma-İtalya.
- Gökmen, B., 2007. Çankırı ili coğrafyası. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya (Türkiye Coğrafyası) Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Göl, C., 2002. Çankırı Eldivan yöresinde arazi kullanım türleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Göl, C., Dengiz, O., 2007. Çankırı-Eldivan Karataşbağı deresi havzası arazi kullanım-arazi örtüsündeki değişim ve toprak özellikleri. *OMÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (1): 86-97.
- Göl, C., 2009. The effects of land use change on soil properties and organic carbon at Dağdamı river catchment in Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30(5): 825-830.
- Göl, C., Sezgin, M., Dölerslan, M., 2010. Evaluation of soil properties and flora under afforestation and natural forest in semi arid climate of central Anatolia. *Journal of Environmental Biology*, 31(1-2): 21-31.
- Güner, D., Özkan, K., 2019. Türkiye'deki karaçam ağaçlandırma alanlarında besin stoklarının belirlenmesi. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 6(2): 192-207.
- Güner, Ş.T., Çömez, A., Karataş, R., Çelik, N. ve Özkan, K., 2011. Eskişehir ve Afyonkarahisar illerindeki Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. *subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ağaçlandırmalarının gelişimi ile bazı yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler, ÇOB, Orman, Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 1, Eskişehir.
- Güner, Ş.T., Makineci, E., 2017. Determination of annual organic carbon sequestration in soil and forest floor of Scots pine forests on The Türkmen Mountain (Eskişehir, Kütahya). *İstanbul University, Journal of the Faculty of Forestry*, 67(2): 109-115.
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007: The physical science basis.* (Ed: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M.M.B., Miller, H.L.M. and Chen, Z.) Frequently Asked Questions and Selected Technical Summary Boxes. Canada
- IPCC, 2014a. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change.* (Ed: Edenhofer, O. R., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Minx, J.C., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K., Adler, A., Baum, I., Brunner, S., Eickemeier, P., Kriemann, B., Savolainen, J., Schlömer, S., von Stechow, C. and Zwickel, T.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1435.
- IPCC, 2014b. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp: 151.
- Kalıpsız, A., 1963. Türkiye'de karaçam meşcerelerinin tabii bünyesi ve verim kudretleri üzerine araştırmalar, OGM Yayın No: 349/8, Ankara.
- Kandemir, A., Mataracı, T., 2018. *Resimli Türkiye Florası, Cilt 2.* (Edt: Güner, A., Kandemir, A., Menemen, Y., Yıldırım, H., Aslan, S., Ekşi, G., Güner, I., Çimen, A. Ö). ss: 324-354. A NG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.
- Kantarcı, M.D., 1980. Belgrad ormanı toprak tipleri ve orman yetişme ortamı birimlerinin haritalanması üzerine araştırmalar. *İ.Ü. Orman Fak. İ.Ü. Yayın No: 2636, Fak. No: 275, İstanbul.*
- Kantarcı, M.D., 2000. *Toprak İlmi Ders Kitabı (2. baskı)*, İ.Ü. Yayın No: 4261, Orman Fakültesi Yayın No: 462, (XII+420), Çantay Basımevi, ISBN: 975-505-588 -7, İstanbul.
- Karakaya, E., Sofuoğlu, E., 2015. İklim değişikliği müzakerelerine bir bakış: 2015 Paris iklim zirvesi. *International Symposium on Eurasia Energy Issues*. 28-30 Mayıs, İzmir.
- Karatepe, Y., 2004. Gölcük (Isparta)' te karaçam (*Pinus nigra* Arn. *subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinin topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarlarının araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, A(2): 1-16.
- Kayacık, H., 1980. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematigi: *Gymnospermea*. İ.Ü. Orman Fakültesi yayını, No: 281, İstanbul.
- Lal, R., 2008. Carbon sequestration. *Philosophical Transactions*, 363: 815-830.
- Lu, D., Mause, P., Brondizio, E., Moran, E., 2004. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25: 2365-2407.
- Mann, L., 1986. Changes in soil carbon storage after cultivation. *Soil Science*. 142, p.279-288.
- Miles, L., Kapos, V., 2008. Reducing greenhouse gas emissions from deforestation and forest degradation: Global land-use implications. *Science*, 320: 1454-1455.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1996. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*, SSSA Book Ser. 5. 3. Soil Science Society of America, Madison, USA, pp. 961-1010.
- OGM, 1958. Karadere su toplama havzası ön etüt raporu ve tatbikat raporu. Ankara Orman Başmüdürlüğü, Toprak Muhafaza ve Mera Islâhı Tatbikat Grup Müdürlüğü, Ankara.
- OGM, 2015a. Türkiye Orman Varlığı 2015. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 32s., Ankara.
- OGM, 2015b. 1996-2015 Amenajman Planı, Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez İşletme Şefliği Amenajman Planı, Çankırı.
- OGM, 2021. Ormanlık İstatistikleri 2019. <https://web.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Istatistikler.aspx?RootFolder=%2Fekutuphane%2Fİstatistikler%2FOrmanC4%20B11%20C4%20B1k%20%20C4%20B0statistikleri&FolderCTID=0x012000301D182F8CB9FC49963274E712A2DC00&View={4B3B693B-B532-4C7F-A2D0-732F715C89CC}>, Erişim: 29.03.2021.

- Polat, S., Polat, O., Kantarcı, M.D., Tüfekçi, S., Aksay, Y., 2014. Mersin-Kadıncık havzası'ndaki sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ve Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ağaçlandırmalarının boy gelişimi ile bazı yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. Ormanlık Araştırma Dergisi, 1A(1): 22-37.
- Pluske, W., Murphy, D., Sheppard, J., 2013. Note on Total organic carbon; <http://soilquality.org.au/factsheets/organic-carbon>, Erişim: 30.05.2021.
- Raich, J.M., Schlesinger, W.H., 1992. The global carbondioxide flux in soil respiration and its relationship to vegetation and climate. Tellus, 44B: 81-99.
- Rhoades, J.D., 1996. Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Science of America and American Society of Agronomy. SSSA Book Series No.5. Madison-USA. pp: 417-437
- Richard, H.L., Donald, L.S., 1996. Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods. Soil Science of America and American Society of Agronomy. SSSA Book Series No. 5. Madison-USA. pp: 437-475.
- Sarıyıldız, T., Varan, S., Duman, A., 2008. Ölü örtü ayrışma oranları üzerinde kimyasal bileşenlerin ve yetişme ortamı özelliklerinin etkisi: Artvin ve Ankara yöresine ait örnek bir çalışma. Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi, 8(2): 109-119.
- Saatçioğlu, F., 1969. Silvikültür I, silvikültürün biyolojik esasları ve prensipleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 323s, İstanbul.
- 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.
- Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. USDA Handbook No: 436, Washington D.C.
- Tolunay, D., 2015. Türkiye'de ormansızlaşma ile kaybedilen karbon miktarları. 6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu, 7-9 Ekim 2015, İzmir.
- Tolunay, D., Çömez, A., 2008. Orman topraklarında karbon depolanması ve Türkiye'deki durum. Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar. 13-14 Aralık 2007, İstanbul, ss: 97-108.
- Tuttu, G., Akkemik, Ü., 2017. Çankırı-Korubaşı tepe ve civarındaki jipsli alanların florası. Ot Sistemik Botanik Dergisi, 24(1):45-88.
- Türkeş, M., 2008. İklim değişikliğiyle savaşım, Kyoto protokolü ve Türkiye. Mülkiye, XXXII (259): 103-133.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis improvement of saline and alkali soils. Agri. Handbook, No: 60, USDA.
- Yazıcı, N., Babalık, A.A., 2011. Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe.) fidanları için uygun sulama aralığının belirlenmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13(19): 100-106.
- Yazıcı, N., Turan, A., 2016. Effect of forestry afforestation on some soil properties: A case study from Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 25(7): 2509-2513.
- Yüksek, T., 2012. The restoration effects of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) plantation on surface soil properties and carbon sequestration on lower hillslopes in the semi-humid region of Coruh Drainage Basin in Turkey. Catena, 90: 18-25.

## Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.)'nin fidan kalitesi üzerinde tüp boyutu ve kökçük kırmanın etkisi

Ayşe Deligöz<sup>a,\*</sup> , Osman Gençer<sup>a</sup> 

**Özet:** Bu çalışma, ülkemizdeki kurak ve yarı kurak bölgelerde yapılan ağaçlandırma çalışmalarında tercih edilen türler arasında yer alan saçlı meşede (*Quercus cerris* L.) tüp boyutu ve kökçük kırmanın fidan kalitesi üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada dört farklı tüp boyutunda (11x22 cm, 12x25 cm, 14x35 cm ve 18x30 cm) kökçük kırma işlemleri (kontrol ve kökçük kırma) ile yetiştirilen 1+0 yaşlı fidanlarda bazı morfolojik (kök boğazı çapı, fidan boyu, gövde ve kök kuru ağırlığı, gövde:kök oranı, ana kök sayısı, yan kök sayısı, gürbüzlük indisi vb.) ve fizyolojik (gövde ve kök toplam karbonhidrat içeriği, kök gelişme potansiyeli) fidan özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tüp boyutu ana kök sayısı ve gövde toplam karbonhidrat içeriği dışında ölçümü yapılan diğer fidan kalite özellikleri üzerinde etkili bulunmuştur. Kökçük kırma işlemi ise gövde:kök oranı, çapı 1 mm'den büyük yan kök sayısı, gürbüzlük indisi, gövde toplam karbonhidrat içeriği ve kök gelişme potansiyeli üzerinde etkisiz bulunmuştur. Kökçük kırma işlemi uygulanan fidanlarda tüp boyutu arttıkça kök boğazı çapı, fidan boyu, gövde kuru ağırlığı, ana, yan ve toplam kök kuru ağırlığı arttırmıştır. Kökçük kırma işlemi ana kök sayısını arttırmış, kök yüzdesi ve kök toplam karbonhidrat içeriğini düşürmüştür. En büyük tüp boyutunda daha kalın çaplı, boylu, daha ağır, yan dal sayısı ve yan kök sayısı daha yüksek fidanlar üretilmiştir.

**Anahtar kelimeler** Saçlı meşe, Fidan kalitesi, Fidan boyu, Kök boğazı çapı, Kök gelişme potansiyeli, Morfoloji

## Effects of container size and radicle pruning on seedling quality of Turkey oak (*Quercus cerris* L.)

**Abstract:** This aim of this study was to assess the effect of container size and radicle pruning at the time sowing on seedling quality in Turkey oak (*Quercus cerris* L.), which are among the preferred species in afforestation studies in arid and semi-arid regions in our country. In the study, some morphological (root collar diameter, height, shoot and root dry weight, shoot:root ratio, number of main roots, number of lateral roots, sturdiness ratio etc.) and physiological (shoot and root total carbohydrate content, root growing potential) characteristics were determined in 1+0 year old seedling grown in four different polybag sizes (11x22 cm, 12x25 cm, 14x35 cm and 18x30 cm) with or without radicle pruning. According to the results, the container size had significant effect on the seedling quality, except for the number of main roots and stem total carbohydrate content. The radicle pruning did not affect the shoot: root ratio, the number of lateral roots greater than 1 mm in diameter, the sturdiness quotient (seedling height:diameter ratio), the stem total carbohydrate content and the root growing potential. The root collar diameter, height, shoot dry weight, main, lateral and total root dry weight increased with increasing polybags size with radicle pruning. Radicle pruning increased number of main roots, but the root percentage and root total carbohydrate content were decreased. Seedling grown in the largest polybags had greater diameter, taller, heavier, higher the number of lateral branches and the number of lateral roots.

**Keywords:** Turkey oak, Seedling quality, Seedling height, Root collar diameter, Root growth potential, Morphology

### 1. Giriş

İklim değişikliği, çölleşme, ormansızlaşma, biyolojik çeşitlilik kaybı, kuraklık gibi çevre problemleri her geçen gün insan yaşamını belirgin bir şekilde etkilemektedir. Bu problemlerin çoğunun temelinde ormanların yok olması yatmaktadır. Ülkemiz coğrafi konumu itibari ile iklim değişikliğinden en çok etkilenen ülkeler arasında yer almaktadır. Fosil yakıtların yanması, arazi kullanımındaki değişiklikler, ormansızlaştırma ve sanayi süreçleri gibi insan etkinlikleriyle atmosfere salınan sera gazı birikimindeki hızlı artışın doğal sera etkisini kuvvetlendirmesi sonucunda yerküre sıcaklığındaki artış ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan etkiler iklim değişikliği olarak tanımlanmaktadır (İğci

ve Çobanoğlu, 2019; Türkes, 2020). Küresel iklim değişikliği ile meydana gelen ısınma; ormanlara ve orman yangınlarına etki etmektedir. Diğer taraftan ormanların azalması nedeniyle karbondioksit emiliminin yeterince yerine getirilememesi ise ısınmayı tetiklemektedir (Batan ve Toprak, 2020). Bu nedenle ormanlık alanların korunması amacıyla çeşitli nedenlerle yok edilen orman alanlarının özellikle kurak-yarıkurak bölgelerdeki bozuk yapıların ağaçlandırma ve diğer imar-ihya çalışmaları ile tekrar verimli hale getirilmesi, ormanların çok yönlü fonksiyonlarının geri kazanılması açısından oldukça önemlidir.

✉ <sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü Isparta, Türkiye

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): aysedeligoz@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 24.04.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 26.07.2021



**Citation** (Atf): Deligöz, A., Gençer, O., 2021. Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.)'nin fidan kalitesi üzerinde tüp boyutu ve kökçük kırmanın etkisi. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 211-217. DOI: [10.18182/tjf.927068](https://doi.org/10.18182/tjf.927068)



Son yıllarda gerek Avrupa'da gerekse Türkiye'de doğal geniş yapraklı türlerle yapılan ağaçlandırma çalışmalarının önem kazandığı belirtilmektedir (Ayan vd., 2020). Toprağın korunması ve yararlanabilir orman kaynağını arttırmak amacıyla Orman Genel Müdürlüğü'nce yapılan ağaçlandırma çalışmalarının çoğunluğu ülkemizin toprak ve iklim koşulları bakımından en zor şartları taşıyan yarı kurak sahalarda yapılmaktadır (Tüfekçi vd., 2016). Kurak ve yarı kurak soğuk bölgelerden İç Anadolu'daki uygun ekolojik koşullarda ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kuzeyi ve güneyindeki uygun ekolojik koşullarda kullanılacak türler arasında saçlı meşe türü de gösterilmiştir (Boydak ve Çalışkan, 2014). Saçlı meşe 25-30 metreye kadar boy, 1-1.2 metre çap yapabilen geniş tepeli bir ağaçtır. Ülkemizin Kuzeydoğu ve Doğu Anadolu bölgeleri dışındaki diğer bölgelerinde geniş bir yayılışa sahiptir. Deniz seviyesinden 1500-1900 m yüksekliklere kadar çıkabilir (Yaltrık, 1984, Anşin ve Özkan, 1993).

Kurak ve yarı kurak alanlardaki başarı için öncelikle yörenin ekolojik koşullarına uygun tür ve orijin seçimi, uygun bir fidanlık tekniği ile bu alanlar için kaliteli fidan üretimi, uygun arazi hazırlığı, kaliteli fidanların dikimi ve bakımı esas olmalıdır. Kaplı fidan kullanımı bu sahalardaki başarı açısından oldukça önemlidir (Alptekin ve İmal, 2010). Kaplı fidan üretiminde yetiştirme ortamı, kaplı özellikleri ve boyutu oldukça önemlidir. Uygulamada farklı boyutlarda kaplı fidan kullanımı yaygındır. Bununla birlikte uygun kap boyutları, tipleri, nitelikleri ve başarı durumu hakkında yapılmış çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır.

Kök büyümesi bir kabın ortam hacmiyle sınırlıdır. Kaplı özellikleri, kök gelişimini ve dolayısıyla da fidan gelişimini etkilemektedir. Kaplarda yetiştirilen fidanlar kök gelişimini ve işlevini etkileyebilir ve bunun sonucu olarak da kök morfolojisini değiştirebilir (Mathers vd., 2007). Değişen kök morfolojisi küçük boyutlu kaplarda daha belirgin hale gelebilir. Ayrıca, küçük hacimli kaplar ile kök sistemi sınırlandırıldığında, kök ve gövde arasındaki hassas denge bozulabilir (NeSmith ve Duval, 1998). Fizyolojik işlevlerini yerine getirebilen iyi bir kök sistemi, fidanların yaşaması ve gelişimi için gereklidir. Bir kök sisteminin oluşumu çimlenme aşaması ile başlar ve fidanlık uygulamaları kök gelişimini büyük ölçüde etkileyebilir (Hahn ve Hutchison, 1978). Yeni dikilen fidanların dikim stresinin üstesinden gelebilme yeteneği, kök sistem büyüklüğü ve dağılımından etkilenmektedir (Sutton, 1980; Grossnickle, 2005). İyi bir kök sistemine sahip kaliteli fidanlar, dikim sonrası hayatta kalma ve gelişimi kolaylaştırır (Chouial ve Benamirouche, 2016). Tüm bu hususlar çerçevesinde bu çalışmanın amacı ekim sırasındaki kökçük kırmanın ve tüp boyutunun saçlı meşe fidanlarında özellikle kök gelişimi olmak üzere fidanların bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisini ortaya koymaktır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Tohum temini, deneme deseni ve fidan üretimi

Araştırma materyali tohumlar, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğü, Sipahiler Orman İşletme Şefliği sınırları içinde yer alan 1280 m yüksektili saçlı meşe meşeresinden (32° 26' 46" K, 41° 68' 95" D) 2018 yılının kasım ayında toplanmıştır. Oda koşullarında 24 saat suda bekletilen tohumlardan boş ve çürük olanları ayıklanarak kalan tohumlar polietilen

torbalarda +4°C'deki soğuk hava deposunda ekim tarihine kadar saklanmıştır. Ekim çalışmaları 2019 yılı mart ayında ISUBU Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Fidanlığı'nda gerçekleştirilmiştir. Yetiştirme ortamı olarak turba-perlit (3:1) karışımı içeren dört farklı boyuttaki (11x22 cm, 12x25 cm, 14x35 cm ve 18x30 cm) polietilen tüplere tohumlar ekilmiştir. Kontrol ve kökçük kırma olmak üzere iki işlem 4 farklı tüp boyutunda üç tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Her tüpe 1'er adet tohum ekilmiştir. Kökçük kırma işleminde soğuk saklama süresince çimlenen tohumların kökçükleri dipten 1 cm mesafeden bağ makası ile kesilmiştir. Kontrol işleminde ise kökçük boyları en fazla 1 cm olan tohumlar kullanılarak, herhangi bir kesim işlemi uygulanmamıştır. Tohumlar, çimlenmeler tamamlanıncaya kadar geçen sürede düzenli aralıklarla, çimlenmeler tamamlandıktan sonra yağışsız günlerde hava sıcaklığına bağlı olarak 3-4 günde bir sulanmıştır. Yaz boyunca sürdürülen sulamalar sonbahar yağışlarının başlaması ile tamamlanmıştır. Yabancı ot gelişimine bağlı olarak belli aralıklarla ot alımı gerçekleştirilmiştir.

### 2.2. Morfolojik ölçümler

2020 yılı şubat ayı sonunda dört farklı tüp boyutunda kontrol ve kökçük kırma işlemi ile yetiştirilen saçlı meşe fidanları tüplerinden sökülüştür. Fidan morfolojik özelliklerinden kök boğaz çapı, fidan boyu, gövde ve kök kuru ağırlığı, yan dal sayısı, kök sayısı (ana kök sayısı, yan kök sayısı, çapı 1 mm' den büyük yan kök sayısı), gövde/kök oranı, Dickson kalite indeksi, gürbzlük indisi ve kök yüzdesi belirlenmiştir.

### 2.3. Fizyolojik ölçümler

Fidan fizyolojik özelliklerinden toplam karbonhidrat içeriği ve kök gelişme potansiyeli tespit edilmiştir. Kök gelişme potansiyelinin tespiti için her bir işlemde toplam 18 fidan (6 x 3 yinleme) kullanılmıştır. Her bir fidanın kök sistemi üzerinde yeni oluşmuş beyaz kök uçları bulunuyorsa bu yeni kökler makas yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Fidanlar humus ve perlit karışımı (3:1 hacim olarak) içeren enso kaplara dikilmiş ve kontrollü koşullarda (19/23°C, % 55-80 bağıl nem, 16 saat fotoperiod) bitki büyütme odasına yerleştirilmiştir. Düzenli sulama yapılarak 30. gün sonunda fidanlar sökülüştür. Sökümün ardından yeni oluşan 1cm'den uzun beyaz kök uçları sayılarak kök gelişme potansiyeli belirlenmiştir. Karbonhidrat analizi için kullanılan fidanların gövde ve kök örnekleri 65 °C'de 48 saat kurutulmuş, sonrasında kahve öğütücü yardımıyla öğütülmüştür. Toplam karbonhidrat içeriği (serbest şekerler) (mg g<sup>-1</sup>) gövde ve kök örneklerinde Dubois vd. (1956) göre fenol sülfürik asit yöntemine göre belirlenmiştir. Ayrıca fidanların TSE standartlarına göre kalite değerlendirmelerinde TS 5624/Mart 1988 no'lu Yapraklı Orman Ağacı Fidanları standardı esas alınmıştır.

### 2.4. Verilerin değerlendirilmesi

Elde edilen veriler SPSS 20.0 istatistik paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüp boyutu ve kök kırmanın fidan morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisini belirleyebilmek amacıyla varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda istatistiksel anlamda önemli farklılıkların bulunması durumunda Duncan

testi uygulanmıştır. Gerekli verilerde analiz öncesi dönüşümler uygulanmıştır.

### 3. Bulgular

Tüp boyutu ana kök sayısı dışında, kökçük kırma işlemi ise gövde:kök oranı, 1 mm'den büyük yan kök sayısı ve gürbüzlük indisi dışındaki diğer ölçümü yapılan fidan morfolojik özellikleri üzerinde istatistiksel anlamda etkili bulunmuştur (Çizelge 1). Tüp boyutu x kökçük kırma etkileşimi ise yan kök sayısı dışında önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1).

Tüp boyutu ve kökçük kırma işlemlerinin fidanların morfolojik özellikleri üzerindeki etkisi incelendiğinde (Çizelge 2); Kök boğazı çapı 2.94 mm ile 5.67 mm arasında, fidan boyu 7.15 cm ile 16.23 cm arasında, gövde kuru ağırlığı 0.17 g ile 1.16 g arasında, yan kök ağırlığı 0.11 g ile 0.55 g arasında, ana kök ağırlığı 1.03 g ile 4.94 g arasında ve toplam kök kuru ağırlığı 1.14 g ile 5.49 g arasında değişmektedir. En büyük tüp boyutunda (18x30 cm) en yüksek kök boğazı çapı, fidan boyu, gövde kuru ağırlığı ve yandal sayısı, 11x22 cm tüp boyutu ile 12x25 cm tüp boyutunda ise en düşük kök boğazı çapı elde edilmiştir. En kısa boylu ve gövde kuru ağırlığı bakımından daha düşük fidanlar ise 12x25 cm tüp boyutunda üretilmiştir. Kontrol fidanları ile karşılaştırıldığında kökçük kırma işleminin yapıldığı tohumlardan elde edilen fidanlarda kök boğazı çapı, fidan boyu, gövde kuru ağırlığı, yandal sayısı, ana kök, yan kök ve toplam kök kuru ağırlığı değerleri daha yüksektir. Tüp boyutu arttıkça kök kuru ağırlıklarının da arttığı belirlenmiştir. Gövde: kök oranı bakımından en küçük tüp boyutunda en büyük gövde:kök oranı elde edilirken, diğer tüp boyutları daha küçük gövde:kök oranları ile kendi içlerinde benzer bulunmuştur (Çizelge 2).

Kökçük kırma işlemi ana kök sayısını arttırmıştır (Çizelge 2). Kontrol işleminde elde edilen tüm fidanlarda

ana kök sayısı 1 adet iken, kökçük kırma işlemlerinde en fazla 6 adet olarak belirlenmiştir. Yan kök sayısı ve 1 mm'den büyük yan kök sayısı en büyük tüp boyutunda (18x30 cm) daha fazladır. Kök yüzdesi bakımından en iyi sonucu veren grupta 12x25 cm, 14x35 cm ve 18x30 cm tüp boyutları yer almakta ve bu üç tüp boyutu benzerdir. En kaliteli fidanlar Gürbüzlük indisine göre 12x25 cm ve 14x35 cm tüp boyutlarında elde edilirken, Dickson kalite indeksine göre en büyük tüp boyutunda (18x30 cm) belirlenmiştir (Çizelge 2).

Tüp boyutu ve kökçük kırma işlemlerinin fidanların fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisi incelendiğinde ise (Çizelge 3); Köklerde belirlenen en yüksek toplam karbonhidrat içeriği en büyük tüp boyutunda (18x30 cm) kontrol işleminde elde edilmiştir. Diğer tüp boyutlarının toplam karbonhidrat içeriği benzerdir (Çizelge 3). Kökçük kırma işlemleri bazında değerlendirme yapıldığında ise kontrol fidanlarında daha yüksek kök toplam karbonhidrat içeriği tespit edilmiştir. En büyük tüp boyutunda yetiştirilen fidanların kök gelişme potansiyeli en yüksektir. Kök gelişme potansiyeli en az olan fidanlar ise 11x22 cm, 12x25 cm ve 14x35 cm tüp boyutlarında elde edilmiştir. Kökçük kırma işlemi kök gelişme potansiyeli üzerinde etkili bulunmamıştır.

TSE tarafından Mart 1988'de geniş yapraklı ağaç fidanı standardına göre tüplü saçlı meşe fidanları 2 kalite sınıfına ayrılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre I. sınıf tüplü meşe fidanların çapının en az 5 mm ve boyunun en az 40 cm olması gerekirken, II. sınıf fidanların çapının en az 4 mm ve boyunun en az 30 cm olması gerekmektedir (Çizelge 4). TS5624/Mart 1988 tarihli standarda göre yapılan değerlendirmede, saçlı meşe fidanlarının kalite sınıflarına dağıtımı yapılmıştır. Buna göre, tüp boyutu ve kökçük kırma işlemlerinde elde edilen tüm fidanların standart dışı kaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 1. Fidan morfolojik ve fizyolojik özelliklerine ait varyans analizi sonuçları

Özellikler	Tüp boyutu (A)		Kökçük kırma (B)		A x B	
	F değeri	P değeri	F değeri	P değeri	F değeri	P değeri
Kök boğazı çapı (mm)	65.74	<0.001	49.35	<0.001	1.62	.186
Fidan boyu (cm)	35.40	<0.001	13.28	<0.001	1.75	.157
Gövde kuru ağırlığı (g)	47.46	<0.001	29.12	<0.001	1.03	.380
Yan kök ağırlığı (g)	19.56	<0.001	5.89	<0.05	2.46	.065
Ana kök ağırlığı (g)	60.29	<0.001	10.43	<0.01	.61	.607
Toplam kök ağırlığı (g)	60.53	<0.001	11.15	<0.01	.63	.598
Gövde:kök oranı	8.39	<0.001	1.27	.262	.60	.616
Yandal sayısı (adet)	8.14	<0.001	7.90	<0.01	.04	.991
Ana kök sayısı (adet)	1.14	.336	583.69	<0.001	1.14	.336
Yan kök sayısı (adet)	4.28	<0.01	6.93	<0.01	3.24	<0.05
Yan kök sayısı>1 mm (adet)	8.29	<0.001	.09	.766	.13	.941
Kök yüzdesi (%)	12.36	<0.001	4.209	<0.05	.35	.789
Gürbüzlük indisi	7.26	<0.001	0.000	.987	1.42	.238
Dickson kalite indeksi	36.80	<0.001	6.41	<0.05	2.08	.105
Gövde karbonhidrat içeriği (mg g <sup>-1</sup> )	1.66	.215	.007	.933	.23	.873
Kök karbonhidrat içeriği (mg g <sup>-1</sup> )	7.63	<0.01	7.83	<0.05	4.65	<0.05
Kök gelişme potansiyeli (adet)	3.64	<0.05	3.55	.063	.48	.696

Çizelge 2. Tüp boyutu ve kökçük kırma işlemlerinin 1+0 yaşlı saçlı meşe fidanların morfolojik özellikleri üzerindeki etkisi

Özellik	İşlem	Tüp boyutu (cm)				Ortalama*
		11x22	12x25	14x35	18x30	
Kök boğazı çapı (mm)	Kontrol	3.03	2.94	3.36	4.55	3.47b
	Kökçük kırma	3.64	3.43	4.16	5.67	4.23a
	Ortalama**	3.34c	3.19c	3.76b	5.11a	
Fidan boyu (cm)	Kontrol	8.60	7.15	8.40	12.74	9.22b
	Kökçük kırma	10.75	7.33	10.10	16.23	11.10a
	Ortalama**	9.68b	7.24c	9.25b	14.49a	
Gövde kuru ağırlığı (g)	Kontrol	0.30	0.17	0.38	0.80	0.41b
	Kökçük kırma	0.53	0.30	0.66	1.16	0.66a
	Ortalama**	0.41b	0.24c	0.52b	0.98a	
Yan kök ağırlığı (g)	Kontrol	0.11	0.18	0.32	0.36	0.24b
	Kökçük kırma	0.13	0.31	0.30	0.55	0.32a
	Ortalama**	0.12c	0.24b	0.31b	0.46a	
Ana kök ağırlığı (g)	Kontrol	1.03	1.12	2.14	3.99	2.07b
	Kökçük kırma	1.42	1.47	2.98	4.94	2.70a
	Ortalama**	1.23c	1.29c	2.56b	4.47a	
Toplam kök ağırlığı (g)	Kontrol	1.14	1.30	2.47	4.35	2.31b
	Kökçük kırma	1.55	1.77	3.27	5.49	3.02a
	Ortalama**	1.34c	1.54c	2.87b	4.92a	
Gövde/kök oranı	Kontrol	0.29	0.17	0.23	0.20	0.22a
	Kökçük kırma	0.36	0.20	0.21	0.22	0.25a
	Ortalama**	0.33a	0.19b	0.22b	0.21b	
Yandal sayısı (adet)	Kontrol	0.43	0.13	0.10	0.83	0.38b
	Kökçük kırma	0.83	0.43	0.43	1.43	0.78a
	Ortalama**	0.63b	0.28b	0.27b	1.13a	
Kök yüzdesi (%)	Kontrol	78.28	85.82	83.56	83.83	82.87a
	Kökçük kırma	74.18	83.89	82.80	82.44	80.82b
	Ortalama**	76.23b	84.86a	83.18a	83.14a	
Ana kök sayısı (adet)	Kontrol	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00a
	Kökçük kırma	3.00	2.83	3.20	3.30	3.08b
	Ortalama**	2.00a	1.92a	2.10a	2.15a	
Yan kök sayısı (adet)	Kontrol	11.47	13.10	10.70	12.07	11.83b
	Kökçük kırma	10.30	12.43	13.93	20.47	14.28a
	Ortalama**	10.88b	12.77b	12.32b	16.27a	
Yan kök sayısı>1 mm (adet)	Kontrol	0.13	0.40	0.33	1.03	0.48a
	Kökçük kırma	0.20	0.37	0.50	0.93	0.50a
	Ortalama**	0.17b	0.38b	0.42b	0.98a	
Gürbzlük indisi	Kontrol	28.21	24.81	25.23	27.11	26.34a
	Kökçük kırma	30.27	21.67	24.41	28.94	26.32a
	Ortalama**	29.24a	23.24b	24.82b	28.02a	
Dickson kalite indeksi	Kontrol	0.05	0.10	0.17	0.26	0.14a
	Kökçük kırma	0.07	0.06	0.12	0.20	0.11b
	Ortalama**	0.06c	0.08c	0.14b	0.23a	

\*Sütun üzerinde farklı harfi içeren ortalamalar arasında anlamlı fark bulunmaktadır (p&lt;0.05)

\*\*Satur üzerinde farklı harfi içeren ortalamalar arasında anlamlı fark bulunmaktadır (p&lt;0.05)

Çizelge 3. Tüp boyutu ve kökçük kırma işlemlerinin 1+0 yaşlı saçlı meşe fidanların fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisi

Özellik	İşlem	Tüp boyutu (cm)				Ortalama*
		11x22	12x25	14x35	18x30	
Gövde toplam karbonhidrat içeriği (mg g <sup>-1</sup> )	Kontrol	36.36	39.04	37.37	34.62	36.85a
	Kökçük kırma	34.27	41.72	37.88	34.23	37.02a
	Ortalama**	35.32a	40.38a	37.62a	34.42a	
Kök toplam karbonhidrat içeriği (mg g <sup>-1</sup> )	Kontrol	22.85	21.42	20.06	27.51	22.96a
	Kökçük kırma	14.66	16.14	23.90	23.82	19.63b
	Ortalama**	18.76b	18.78b	21.98b	25.67a	
Kök gelişme potansiyeli (adet)	Kontrol	0.58	1.75	1.25	2.83	1.60a
	Kökçük kırma	0.42	0.33	0.67	2.08	0.88a
	Ortalama**	0.50b	1.04b	0.96b	2.46a	

\*Sütun üzerinde farklı harfi içeren ortalamalar arasında anlamlı fark bulunmaktadır (p&lt;0.05)

\*\*Satur üzerinde farklı harfi içeren ortalamalar arasında anlamlı fark bulunmaktadır (p&lt;0.05)

Çizelge 4. TS5624/Mart 1988 tarihli fidan kalite sınıflandırmasına göre fidan dağılımı

Tüp boyutu	Kökçük kırma	Fidan sayısı	Kalite sınıfları (%)		Toplam (I+II)	Iskarta
			I Boy: En az 40 cm Çap: En az 5 mm	II Boy: En az 30 cm Çap: En az 4 mm		
11x22 cm	Kontrol	30	0.0	0.0	0.0	100
	Kökçük kırma	30	0.0	0.0	0.0	100
12x25 cm	Kontrol	30	0.0	0.0	0.0	100
	Kökçük kırma	30	0.0	0.0	0.0	100
14x35 cm	Kontrol	30	0.0	0.0	0.0	100
	Kökçük kırma	30	0.0	0.0	0.0	100
18x30 cm	Kontrol	30	0.0	0.0	0.0	100
	Kökçük kırma	30	0.0	0.0	0.0	100

#### 4. Tartışma ve sonuç

Kaplı fidan üretiminde kap boyutu ve kapların tasarım özellikleri fidan kalitesinin önemli belirleyicileridir (Landis vd., 1990). Özellikle hacmi, bir kabın en belirgin ve önemli özelliklerinden birisidir. Optimum kap boyutu, tür, yetiştirme sıklığı, çevresel koşullar ve büyüme mevsiminin uzunluğu gibi birçok faktöre bağlı olarak değişir. Saçlı meşe fidanlarında tüp boyutunun ve kökçük kırmanın etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, önemli fidan kalite kriterleri arasında yer alan kök boğazı çapının ve fidan boyunun hem tüp boyutundan hem de kökçük kırma işleminden etkilendiği belirlenmiştir. Tüp boyutlarındaki artışa bağlı olarak kök boğazı çapının da arttığı tespit edilmiştir. Fidan boyu için yapılan değerlendirmelerde de en büyük tüp boyutunda (18x30cm) en boylu fidanlar yetiştirilirken, 12x25 cm tüp boyutunda en kısa boylu fidanlar üretilmiştir. Benzer şekilde Abera vd. (2018)'nin *Acacia nilotica*, *Acacia tortilis*, *Dobera glabra* ve *Ziziphus spine-christi* türlerinde 3 farklı tüp boyutunda (8x15 cm, 10x15cm ve 15x15 cm ebatında) gerçekleştirdikleri çalışmada da en büyük tüp boyutunda (15x15 cm) daha boylu ve kalın çaplı fidanlar üretilmiştir. Diğer taraftan üç farklı tüp boyutunda (170, 650 ve 1250 cm<sup>3</sup>) gübreli ve gübresiz ortamda yetiştirilen *Quercus pagoda* L. fidanlarının boyu, gürbüzlük belirteci, yaprak alanı ve yaprak, gövde ve kök ağırlıkları orta ve büyük tüp boyutunda küçük tüp boyutuna oranla tüp boyutu arttıkça çap artmış fakat istatistiksel fark çıkmamıştır. Gövde çapında ise tüp boyutu etkisi önemsiz bulunmuştur (Howell ve Harrington, 2004). Saçlı meşe fidanlarında kökçük kırmanın kök boğazı çapına ve fidan boyuna olumlu bir etkisi söz konusu olup, tüm tüp boyutlarında kontrol fidanlarına göre daha kalın çaplı, boylu fidanlar üretilmiştir. Benzer sonuç kökçükleri kırılan *Quercus ilex* L. fidanlarında da elde edilmiştir (Çalışkan, 2014). Bir yaşındaki tüplü Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) fidanlarında da kökçük koparma işleminde daha kalın çaplı fidanlar üretilirken, kökçük koparılmasının fidan boyu, gövde taze ve kuru ağırlığını etkilemediği belirlenmiştir (Çalikoğlu vd., 2007). Aynı şekilde kasnak meşesinde kökçük kırma işlemi fidan boyu üzerinde etkisiz bulunmuştur (Tilki ve Alptekin, 2006). Genç vd. (2000) tarafından Kasnak meşesi (*Quercus vulcanica* Boiss.) türünde yapılan çalışma ise kökçük kırma işlemi kök boğazı çapını etkilememiştir.

Fidan gelişiminde artan tüp boyutunun ve kökçük kırmanın olumlu etkisi yan dal sayısı, gövde kuru ağırlığı, yan kök, ana kök ve toplam kök kuru ağırlığında da elde edilmiştir. Nitekim fidan kök boğazı çapı daha kalın olan ve fidan boyu daha uzun olan en büyük tüp boyutunda (18x30

cm) yetiştirilen fidanların yan dal sayısı, gövde ve kök kuru ağırlığı değerleri daha yüksek çıkmıştır. Gövde:kök oranı, fidanın çevresindeki kısıtlı kaynakları telafi etme ve böylece rekabette başarılı olma ve hayatta kalma yeteneğinin anahtarlarından birisidir (Mašková ve Herben, 2018). Genellikle kaliteli fidanların gövde:kök oranının tüplü fidanlarda 2/1 ve altında olduğu belirtilmiştir (Haase, 2008). Çalışmamızda saçlı meşe fidanlarının gövde:kök oranı 2'in altındadır. Gövde:kök oranı ve kök ağırlığının yaşama yüzdesi ile ilişki olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (Thompson, 1985; Larsen vd., 1986). Kök sistemi, fidan gelişimi ve dikimden sonraki yaşama yüzdesini etkileyen önemli bir özelliktir (Haase, 2008). Bu çalışmada tüp boyutunun ana kök sayısı üzerinde önemli bir etkisi söz konusu değilken, kökçük kırma işlemi ana kök sayısını arttırmıştır. Tüm tüp boyutlarında ortalama ana kök sayısı kontrol fidanlarında 1 adet iken, kökçük kırma işlemi uygulanan fidanlarda ortalama 3 adet olarak belirlenmiştir. Kökçük kırmanın birden fazla ana kök dallanmasına neden olduğu çalışmada bildirilmiştir. Örneğin, çimlenen tohumlarda radikula kesimi yapılan Siirt-Pervari orijinli ceviz (*Juglans regia* L.) fidanlarında ana kök sayısı kontrol fidanlarına göre yaklaşık 3 kat artmıştır (Tonguç ve Aydın 2019). *Quercus ilex* fidanlarında ise kökçük kırma işlemi ana kök sayısını 2.8 kat arttırmıştır (Çalışkan, 2014). *Quercus garryana* Dougl.ex Hook. türünde de benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Devine vd., 2009). En büyük tüp boyutunda yan kök sayısı ve çapı 1 mm'den büyük yan kök sayısı daha yüksektir. Birçok çalışmada çapı 1 mm'den büyük yan kök sayısı fidan gelişiminin tahmininde yararlı bir ölçüm kriteri olduğu vurgulanmıştır. Yan kökler toplam kök yüzey alanını arttırlar ve buda daha fazla su ve besin alımı, daha düşük dikim stresi ve dikim sonrası daha iyi yaşama yüzdesi ve gelişim ile ilgilidir (Thompson, 1991; Thompson ve Schultz 1995; Shultz ve Thompson, 1997; Gould ve Harrington, 2009).

Bu çalışmada İngiltere'de yapılan gürbüzlük indisi sınıflamasına göre farklı boyutlardaki polietilen tüplerde kontrol ve kökçük kırma işlemi ile yetiştirilen saçlı meşe fidanlarının tamamı gürbüzlük indisi 50'nin altında olduğu için iyi fidan sınıfında yer almıştır. Dickson kalite indeksi ise artan tüp boyutu ile artmıştır. Birçok çalışmada Dickson kalite indeksinin fidanın arazideki yaşama yüzdesi ve gelişiminin potansiyel bir gücünü yansıttığı vurgulanmıştır (Mañas vd., 2009). Dikimi takiben yavaşlayan fotosentezden kaynaklanan asimilat yetersizliği, kök karbonhidrat içeriği sayesinde önemli ölçüde giderilmektedir (Genç ve Yahyaoğlu, 2007). En büyük tüp boyutunda kök toplam karbonhidrat içeriği ve kök gelişme potansiyeli de yüksektir. Kökçük kırma işlemi ise

köklerdeki toplam karbonhidrat içeriğini düşürürken, kök gelişme potansiyelini etkilememiştir. Kaliteli fidan, iyi bir arazi performansının göstergesi olarak kabul edilmektedir (Sharma ve Negi, 2018). Kök boğazı çapının ve fidan boyunun dikkate alındığı TS 5624/Mart 1988 no'lu Yapraklı Orman Ağacı Fidanları standardına göre; en boylu ve kalın çaplı fidanların yetiştirildiği en büyük tüp boyutu ve kökçük kırma işlemindeki fidanların tamamının ıskarta fidan olduğu, 2. kalite sınıfında bile olması gereken en az 30 cm boya fidanların ulaşamadığı görülmektedir. Bu durum mevcut standartta tür bazında ayırma gidilmeden bütün meşe türleri için tek bir sınıflandırma yapılmış olması ile açıklanabilir.

Sonuç olarak; 1+0 yaşlı saçlı meşe fidanlarında tüp boyutu ve kökçük kırma işlemi fidan kalitesi üzerinde etkili bulunmuştur. Tüp boyutlarındaki artışa bağlı olarak kök boğazı çapı, fidan boyu, yan dal sayısı, gövde kuru ağırlığı, yan kök, ana kök ve toplam kök kuru ağırlığında artmış, kökçük kırma işleminin ise bu artışa olumlu katkısı olmuştur. Kökçük kırma birden fazla ana kök dallanmasına neden olurken, büyük tüp boyutu kök toplam karbonhidrat içeriğini ve yan kök sayısını arttırmıştır. Bu çalışmanın sonuçları geniş yapraklı türlerde kullanılan mevcut TS 5624/Mart 1988 no'lu Yapraklı Orman Ağacı Fidanları Standardı'nın da en azından tür bazında güncellenmesi gerekliliğini de ortaya koymaktadır. Yine kap tipi, yetiştirme ortamı gibi kök sistemini etkileyen faktörler konusunda da detaylı araştırmaların yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Fidanlık sonuçlarına göre, kalın çaplı, boylu, ağır ve yan kök sayısı yüksek 1+0 yaşlı saçlı meşe fidanı üretimi için büyük tüp boyutu (18x30 cm) önerilebilir. Bununla birlikte tüp boyutu ve kökçük kırmanın fidan kalitesi üzerindeki etkisi konusunda karar verirken sadece fidanlık sonuçlarına göre hareket etmek elbette yeterli olmayacaktır. Mutlaka yetiştirme ortamına göre bu fidanların arazideki yaşama yüzdesi ve gelişim performansları konusunda detaylı bir araştırma yapılması durumunda daha güvenilir sonuçlara ulaşılabileceği göz ardı edilmemelidir.

#### Açıklama

Bu çalışma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde hazırlanan yüksek lisans tezinin bir özetidir. Çalışmayı 2019-YL1-0008 No'lu Proje ile destekleyen Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Abera, B., Derero, A., Waktole, S., Yılmaz, G., 2018. Effect of pot size and growing media on seedling vigour of four indigenous tree species under semi-arid climatic conditions. *Forests, Trees and Livelihoods*, 27(1): 61-67.
- Alptekin, Ü., İmal, B., 2010. Kurak ve yarıkurak alanlarda fidan üretimine genel bir bakış. III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, 20-22 Mayıs, Artvin, s.792-803.
- Anşin, R., Özkan, Z. C., 1993. Tohumlu Bitkiler (Odunsu Taksonlar). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon Basımevi.
- Ayan, S., Gedik, F., Yer Çelik, E.N., Gülseven, O., Yılmaz, E., Akın, Ş.S., Özel, H.B., 2020. Bazı geniş yapraklı orman ağacı fidanlarının morfolojik özellikleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(1): 245-255.
- Batan, M., Toprak, Z. F., 2000. İklim değişikliğinde etkenler ile sonuçların birbirini etkilemesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 11(2): 759-769.

- Boydak, M., Çalışkan, S., 2014. Ağaçlandırma. Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı (Ogem-Vak), Ankara, ISBN: 978-975-93943-8-7.
- Chouial, M., Benamirouche, S., 2016. Effects of sowing methods on growth and root deformations of containerized cork oak (*Quercus suber* L.) seedlings in nursery. *Ecologia Mediterranea*, 42(1): 21-28.
- Çalıkoğlu, M., Çalışkan, S., Yılmaz, M., Dirik, H., 2007. Çimlenmiş Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) tohumlarının kökçüklerinin koparılarak ekilmesinin bazı fidan karakteristiklerine etkisi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A57 (1): 17-30.
- Çalışkan, S., 2014. Germination and seedling growth of holm oak (*Quercus ilex* L.): Effects of provenance, temperature and radicle pruning. *İforest-Biogeosciences and Forestry*, 7(2): 103-109.
- Devine, W.D., Harrington, C.A., Southworth, D., 2009. Improving root growth and morphology of containerized oregon white oak seedlings. *Tree Planter Notes*, 53(2): 29-34.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., Smith, F., 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350-356.
- Genç, M., Yahyaoğlu, Z., 2007. Kalite sınıflamasında kullanılan özellikler ve tespiti. In: Fidan Standardizasyonu, Standart Fidan Yetiştiriminin Biyolojik ve Teknik Esasları (Eds: Yahyaoğlu, Z., Genç, M.), Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No. 75, Isparta, s:467-491.
- Genç, M., Gülcü, S., Bilir, N., 2000. Kasnak meşesi (*Quercus vulcanica* Boiss)'de meyve tipi-ekim şekli-fidan morfolojisi ilişkileri. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 37(8): 21-24.
- Gould, P.J., Harrington, C.A., 2009. Root morphology and growth of bare-root seedlings of oregon white oak. *Tree Planters Notes*, 53(2): 22-28.
- Grossnickle S. C., 2005. Importance of root growth in overcoming planting stress. *New Forests*, 30(2-3): 273-294.
- Haase, D.L., 2008. Understanding forest seedling quality: Measurements and interpretation. *Tree Planters Notes*, 52(2): 24-30.
- Hahn, P., Hutchison, S., 1978. Root form of planted trees and their performance. *Proceedings of The Root Form of Planted Trees Symposium*. May 16-19, Victoria, British Columbia, pp. 235-240.
- Howell, K.D., Harrington, T.B., 2004. Nursery practices influence seedling morphology, field performance, and cost efficiency of containerized Cherrybark oak. *Southern Journal of Applied Forestry*, 28(3): 152-162.
- İğci, T., Çobanoğlu, N., 2019. İklim değişikliğinin ve iklim değişikliğiyle ilgili küresel anlaşmaların çevre etiği bakımından değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 7(2): 130-146.
- Landis, T.D., Tinus, R.W., McDonald S.E., Barnett J.P., 1990. *The Container Tree Nursery Manual*. Agriculture handbook 674, USDA, Forest Service
- Larsen, H.S., South, D.B., Boyer, J.M., 1986. Root growth potential, seedling morphology and bud dormancy correlate with survival of loblolly pine seedlings planted in december in alabama. *Tree Physiology*, 1: 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.
- Mašková, T., Herben, T., 2018. Root:shoot ratio in developing seedlings: how seedlings change their allocation in response to seed mass and ambient nutrient supply. *Ecology And Evolution* 8: 7143-7150
- Mathers, H.M., Lowe, S.B., Scagel, C., Struve, D.K., Kase, L.T., 2007. Abiotic factors influencing root growth of woody nursery plants in containers. *Hort Technology*, 17(2): 151-162.
- Nesmith, D.S., Duval, J.D., 1998. The effects of container size. *Hort Technology*, 8(4): 495-498.

- Schultz, R., Thompson, J., 1997. Effect of density control and undercutting on root morphology of 1+0 bareroot hardwood seedlings: five-year field performance of root-graded stock in the central usa. *New Forests* 13: 301- 314.
- Sharma, S., Negi, P.S., 2018. Effect of seedling height and diameter of nursery stock of ban oak on out planting survival. *Journal of Tree Sciences*, 37(2): 68-74.
- Sutton, R. F., 1980. Root system morphogenesis. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 10(1): 265-283.
- Thompson, E. B., 1985. Seedling Morphological Evaluation: What You Can Tell By Looking. In *Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests*. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis.
- Thompson, J. R., 1991. Influence of root system morphology and site characteristics on development of transplanted northern red oak (*Quercus rubra* L.) seedlings. PhD Dissertation, Iowa State University, Ames, Iowa.
- Thompson, J.R., Schultz, R.C., 1995. Root system morphology of *Quercus rubra* L. planting stock and 3-year field performance in Iowa. *New Forests*, 9(3): 225-236.
- Tilki, F., Alptekin, C.U., 2006. Germination and seedling growth of *Quercus vulcanica*: effects of stratification, desiccation, radicle pruning, and season of sowing. *New Forests*, 32: 243–251.
- Tonguç, F., Aydın, M., 2019. Radikula ve yerinde kök kesimi uygulamalarının Siirt-Pervari orijinli ceviz fidanlarında (*Juglas regia*) bazı fidan kalite özelliklerine etkisi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3): 1683-1691.
- Tüfekçi S., Gürlevik N., Polat O., Topal A., Polat S., Gültekin H. C., 2016. Yerel mikorizal türlerle aılamının saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanı gelişimine etkileri. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 1(3): 38-49.
- Trke, M. T., 2020. İklim değişikliğinin tarımsal üretim ve gıda güvenliğine etkileri: Bilimsel bir değerlendirme. *Ege Coğrafya Dergisi*, 29(1): 125-149.
- Yaltırık, F., 1984. *Türkiye Meeleri Teşhis Kılavuzu*. Yenilik Basım Evi, İstanbul.

## *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* ve *Pinus sylvestris* tohumlarında *Diplodia sapinea*'nin yoğunluğu

Funda Oskay<sup>a,\*</sup> , Adem Karataş<sup>b</sup> 

**Özet:** *Diplodia sapinea*, dünya çapında, çam ağaçlarının bilinen en yaygın ve tehlikeli nekrotrofik patojenlerinden biridir. Patojenle bulaşık kozalak, tohum ve fidan gibi bitki materyallerinin taşınması bu hastalığın uzun mesafelerde yayılışında önemli bir role sahiptir. Fungusun sebep olduğu *Diplodia* sürgün yanıklığı Türkiye'de yaygınlığı ve zararı her geçen gün artan bir hastalıktır. Bununla birlikte, bildiğimiz kadarı ile Türkiye'de bu patojenin çam tohumlarındaki varlığının ve tohumlar aracılığı ile fidanlıklara ve orman alanlarına taşınma riskinin ortaya konulmasına yönelik araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışma, iptal edilmiş bazı tohum bahçelerinden toplanan karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris*) tohumlarında *Diplodia sapinea*'nin varlığının ve yoğunluğunun ortaya konulması amacıyla 2017-2018 yıllarında yürütülmüştür. Karşılaştırma amacı ile sağlıklı, aktif durumdaki tohum kaynaklarından temin edilen tohumlar da çalışmaya dahil edilmiştir. İptal edilmiş karaçam ve sarıçam tohum bahçelerinden temin edilen tohumların %70'inin (sırasıyla ortalama %72 ve %57) *D. sapinea* ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık, aktif tohum kaynaklarından sadece sarıçam tohum meşceresinde tek bir tohumdan (%0,50) *D. sapinea* izole edilmiş, aktif karaçam tohum bahçesinden gelen tohumlarda ise patojen tespit edilmemiştir. Buna ek olarak, iptal edilmiş tohum bahçelerinden gelen karaçam ve sarıçam tohumlarının bindane ağırlıkları ve çimlenmeleri aktif tohum kaynaklarından gelen tohumlardan daha düşük bulunmuştur. Tüm bunlar bir arada değerlendirildiğinde, iptal edilen tohum bahçelerinde tohum kalitesinin azalmasında *D. sapinea*'nin önemli bir rol üstlendiği söylenebilir. Daha da önemlisi, sonuçlar *D. sapinea*'nin *P. nigra* ve *P. sylvestris* tohumları aracılığıyla yayılma potansiyelini doğrulamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Orman ağacı tohumları, Tohum fungusları, Tohum sağlığı, *Diplodia sapinea*, *Sydowia polyspora*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*

## Incidence of *Diplodia sapinea* in *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* and *Pinus sylvestris* seed

**Abstract:** *Diplodia sapinea*, the causal agent of *Diplodia* shoot blight, is one of the most common and dangerous necrotrophic pathogen of pines worldwide. Movement of plant materials such as cones, seeds and seedlings infected with the pathogen plays an important role in the dissemination of the disease over long distances. While the incidence and damage caused by the pathogen is increasing in Turkey, to our knowledge, the presence of the pathogen on pine seeds and the risk of transmission to nurseries and forest areas through seed movement have not been studied before. This study was carried out between 2017 and 2018 in order to investigate the presence and incidence of *Diplodia sapinea* in Anatolian black pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*) seeds collected from four abandoned seed orchards in Turkey. Seeds obtained from an active *P. nigra* seed orchard and a *P. sylvestris* seed stand were also included in the study. *D. sapinea* was detected on both *P. nigra* and *P. sylvestris* seeds collected from the abandoned seed orchards. On average 70% of the seeds (72% and 57% for *P. nigra* and *P. sylvestris* respectively) were infected with the pathogen. The pathogen was not detected on seeds from the active *P. nigra* seed orchard, yet was detected on 0.50% of seeds from the *P. sylvestris* seed stand. Thousand-seed-weights as well as germination of seeds from the abandoned seed orchards were lower than those of active seed sources. Taken together, these findings suggest that *D. sapinea* could have an important role in the reduction of seed quality in the abandoned seed orchards. More importantly, results confirm the potential for dissemination of *D. sapinea* on *P. nigra* and *P. sylvestris* seeds.

**Keywords:** Forest tree seeds, Seed fungi, Seed health, *Diplodia sapinea*, *Sydowia polyspora*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*

### 1. Giriş

*Diplodia sapinea* (Fr.) Fuckel [syn.; *Diplodia pinea* (Desm.) J. Kickx f., *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton], dünya çapında, çam ağaçlarının bilinen en yaygın ve tehlikeli fungal patojenlerinden biridir. Fungusun sebep olduğu hastalık; *Diplodia* sürgün ya da uç yanıklığı olarak adlandırılır. Patojen, sürgün yanıklığı başta olmak üzere, tohum çürüklüğü, çökerten, kök boğazı çürüklüğü, gövde ve

dal kanseri ve odunda mavi renklenmeye sebep olmaktadır (Capretti vd., 2013). Fungus 50'ye yakın çam türüne ek olarak *Pseudotsuga* spp., *Abies* spp., *Picea* spp., *Larix* spp., *Cedrus* spp. gibi iğne yapraklı türlerde de tespit edilmiştir (Oskay vd., 2018a; Zlatković vd., 2017). Avrupa'da 19. yüzyılın başlarında saprobik bir fungus olarak tanımlanan fungusun zararı ve yaygınlığı 1980'li yıllardan bu yana hızla artmaktadır (Adamson vd., 2015; Blumenstein vd., 2020; Brodde vd., 2018; Müller vd., 2019). Dünya çapında

✉ <sup>a</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi, 18200, Çankırı, Türkiye

<sup>b</sup> Orman Genel Müdürlüğü, Kütahya Orman Bölge Müdürlüğü, Kütahya

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): fundaoskay@karatekin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 28.06.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 03.09.2021



**Citation** (Atf): Oskay, F., Karataş, A., 2021. *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* ve *Pinus sylvestris* tohumlarında *Diplodia sapinea*'nin yoğunluğu. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 218-228. DOI: [10.18182/tjf.799849](https://doi.org/10.18182/tjf.799849)

patojenin giderek artan zararı, duyarlı çam türleri ile yapılan plantasyonların yoğunlaşması ve çevresel değişimlere atfedilirken, hastalık epidemilerinin sıklıkla kuraklık, dolu zararı gibi stres faktörleri ile ilişkili olduğu ortaya konulmuştur (Fabre vd., 2011; Stanosz vd., 2001a). Fungusun konukçularında hastalık belirtisi göstermeden latent olarak kalabildiği (Flowers vd., 2001; Stanosz vd., 2001b; Stanosz vd., 1997; Stanosz vd., 2007), bununla birlikte ağaç fizyolojisinde meydana gelen değişimlerin hastalık simptomlarının ortaya çıkışını teşvik ettiği bilinmektedir (Desprez-Loustau vd., 2006). Buna göre bu fırsatçı patojen bitkilerin gövde, dal, ibre, çiçek, kozalak ya da tohumlarını enfekte ettikten sonra bu dokular içerisinde uzun yıllar belirti göstermeden bekleyebilmekte ve nihayetinde konukçusunun strese girmesinin ardından belirtileri ortaya çıkmaktadır (Bihon vd., 2011). Patojenle bulaşık ağaçlarda ilk aşamada tepede deformasyonlar oluşmaya başlarken, uzun yıllar süren enfeksiyonlarda ağaçlar zayıf düşmekte ve herhangi bir stres faktörüne maruz kalan bu ağaçlar tek bir vejetasyon döneminde ölebilmektedir (Blumenstein vd., 2020; Capretti vd., 2013).

Patojen, ölü sürgünler, ibreler ve kozalaklar üzerinde gelişen üreme yapılarından salınan sporlar ile kısa mesafelerde yayılır (Capretti vd., 2013). Bununla birlikte, kozalak, tohum ve fidan gibi bitki materyalleri fungusun uzun mesafelere yayılışında önemlidir (Burgess ve Wingfield, 2002; Stanosz vd., 2007). Belirti göstermeyen bitkilerde fungusun latent olarak bulunabilmesi, enfekteli materyallerin taşınması ile hastalığın yayılışında önemli bir etkiye sahiptir. Smith vd. (2000) tarafından, tohum hareketliliğinin bu patojenin dünya çapındaki yayılışına en fazla katkıda bulunan faktör olduğu belirtilmiştir. Tohum ve kozalakların bu patojene karşı çok hassas olduğu (Peterson, 1977) ve bunların patojen tarafından en fazla kolonize edilen bitki kısımları olduğu uzun yıllardır bilinmektedir (Munck vd., 2009; Santini vd., 2008; Smith vd., 2002). Fungus, sarıçam ve karaçam da dahil olmak üzere birçok çam türünün tohumunda tespit edilmiştir (Decourcelle vd., 2015; Smith vd., 2015; Vujanovic vd., 2000). Tohum enfeksiyonları, uzun mesafede (uluslararası ticaret ya da bölgeler arası tohum hareketliliği) patojenin yayılması ve hastalık epidemiyolojisinde kritik öneme sahiptir. Fungusla bulaşık tohumların kullanılması, patojenin özellikle fidanlıklara bulaşmasına yol açabilecek potansiyel bir araçtır (Smith vd., 2015).

*Diplodia sapinea*'nin sebep olduğu çam sürgün yanıklığı hastalığı ülkemizde de çamların yaygın hastalıklarından biridir (Oskay vd., 2018b). Patojen ülkemizde Akdeniz Bölgesi'nden Batı Karadeniz'e, Marmara Bölgesi'nden Güney Doğu Anadolu'ya, tüm yerli çam türlerimiz (*Pinus halepensis* Mill., *P. brutia* Ten., *P. nigra* Arnold, *P. sylvestris* L., *P. pinea* L.) ile bazı egzotik çam türlerinde [*Pinus radiata* D. Don, *P. brutia* var. *elderic*a (Medw.), *P. pinaster* Aiton, *P. taeda* L.] (Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2007, 2014; Laz vd., 2018; Özkazanç ve Maden, 2013; Soylu vd., 2001; Sümer, 2000; Ünlügil ve Ertaş, 1993; Yeltekin, 2015; Aday Kaya vd., 2019) ve Douglas Göknarı Göknarı [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco] ile Toros sedirinde (*Cedrus libani* A. Rich) rapor edilmiştir (Aday Kaya vd., 2014; Oskay vd., 2018a). Hastalık, kentsel alanlarda, park ve bahçelerdeki çamlarda da tespit edilmiştir (Oskay vd., 2018c; Ünal vd., 2018; Ünlügil ve Ertaş, 1993). Bunların da ötesinde, *D. sapinea*'nin, ülkemizde çeşitli çam türlerine ait tohum bahçelerinde de önemli zararlara sebep olduğu bilinmektedir (Aday Kaya vd.,

2019; Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2014). Patojenin, Kefken Orman İşletme Şefliği (Adapazarı) sınırları içerisinde bulunan karaçam ve sarıçam tohum bahçelerinde önemli oranda tahribata yol açtığı (Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2014), yine aynı işletme şefliği sınırlarında yer alan *P. radiata*, *P. pinaster* ve *P. menziesii* tohum meşcerelerinde de oldukça yaygın ve önemli zararlara sebep olduğu tespit edilmiştir (Aday Kaya vd., 2019; Yeltekin, 2015). Bunlara ek olarak, Şanlı vd. (2010) tarafından da Balıkesir'de bir karaçam tohum bahçesinde de yoğun *D. sapinea* zararı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, ülkemizde, bu patojenin çam tohumlarındaki varlığının ve tohumlar ya da kozalaklar aracılığı ile fidanlıklara ve orman alanlarına taşınma riskinin ortaya konulmasına yönelik bir çalışma bulunmamaktadır.

Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (OATIAEM) (2021)'ne göre ülke genelinde 55 adet karaçam ve 21 adet sarıçam tohum bahçesi bulunmaktadır. Yüksek maliyetlerle kurulan bu tohum kaynakları, yeterli miktar ve kalitede tohum sağlanamaması durumunda iptal edilebilmektedir. Bugüne kadar tesis edilen karaçam ve sarıçam tohum bahçelerinden sırasıyla 18 ve 7 adedi çeşitli sebeplerden ötürü iptal edilmiş durumdadır. İptal edilen bu bahçelerden bazılarında *Diplodia sapinea*'nin şiddetli zararı tespit edilmiştir (Aday-Kaya vd., 2019; Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2014; Şanlı vd., 2010; Yeltekin, 2015). Fungusun tohum bahçelerinde tespit edilmiş olması bu patojenin, ülkemiz ormancılığı için tohum kaynağı görevi üstlenen tohum bahçelerinden toplanan kozalaklar ya da tohumlar aracılığı ile yayılma ihtimali olabileceğini düşündürmektedir. Tohum bahçeleri, meşcereleri ve bu alanlardan toplanan tohumlarda bu patojenin bulunup bulunmadığının araştırılması, hem bu alanlarda hastalıkla mücadelede, hem de tohumlar aracılığı ile yayılmasının engellenmesinde oldukça önemlidir.

Bu çalışma, *D. sapinea* ile enfekteli olduğu bilinen iptal edilmiş bazı tohum bahçelerinden toplanan tohumlarda bu fungusun varlığının ve yoğunluğunun belirlenmesi amacı ile yürütülmüştür. Çalışmada, fungus izolasyonunda klasik yöntemlerden faydalanılmış, teşhisler moleküler yöntemlerle doğrulanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Araştırmada kullanılan tohumların temini

Tohumlar, Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü, İzmit-Kefken işletme şefliği sınırında bulunan ve çeşitli sebeplerden ötürü kullanımı iptal edilen üç adet karaçam tohum bahçesi [Ulusal kayıt no (UK) 49, 52 ve 53] ile 1 adet sarıçam tohum bahçesinden (UK 92) toplanan kozalaklardan ekstrakte edilmiştir. Kozalaklar 2017 yılı Aralık ayında, ağaçlara çıkılarak her bir tohum bahçesinden en az 3 ağaçtan ve en az 10'ar kozalak olacak şekilde rastgele toplanmıştır. Çalışma kapsamında, iptal edilen tohum bahçelerinden temin edilen tohumlar yanında, kontrol grubu olarak, aktif durumdaki bir adet karaçam tohum bahçesi (Ulusal kayıt no 73) ve bir adet sarıçam tohum meşceresinden (Ulusal kayıt no 156) temin edilen tohumlar da kullanılmıştır. Buna göre, çalışma kapsamında, dördü iptal edilmiş, ikisi aktif durumda olmak üzere toplam altı farklı tohum kaynağından temin edilen tohumlar kullanılmıştır (Çizelge 1). Toplanan kozalaklar OATIAEM'e getirilerek müdürlük bünyesinde bulunan ısıtmalı inkübatörlerde 45°C de 2 gün kurutulduktan sonra çıkarılmıştır.



## 2.2. Tohum kalite kontrol testleri

Tohumlar temin edildikten sonra OATIAEM, Tohum Kalite Kontrol Laboratuvarında bindane ağırlıkları ve çimlendirme testleri ile tohum çimlenme yüzdeleri (ÇY) ve enerjileri (ÇE) belirlenmiştir. Her bir tohum kaynağına ait tohumların bindane ağırlığı 8 yinelemeli olarak 100'erli gruplar halinde rastgele seçilen tohumların elektronik hassas terazide tartıldıktan sonra, 8 yinelemenin ortalamasının alınıp 10 ile çarpılması sureti ile hesaplanmıştır (ISTA, 1996).

Tohumlarda çimlendirme testleri her bir tohum kaynağı için 50 adet tohumda 4 yinelemeli olarak, Jacobsen çimlendirme havuzunda gerçekleştirilmiştir (6 tohum kaynağı x 50 tohum x 4 tekrar). Bunun için tohumlar spiralli filtre kağıtlarına birbirlerine değmeyecek şekilde dizilmiş ve 25° C ye ayarlanmış Jacobsen çimlendirme havuzlarına alınarak %60-70 nem koşullarında çimlenmeye bırakılmıştır. Yedinci ve 28. günlerde yapılan değerlendirmelerde çimlenen tohumlar sayılmıştır. Kökçüğü, tohum boyunun 1-1,5 katı olan tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir. Çimlenme testleri sonrası çimlenme enerjisi 7. gün, çimlenme yüzdesi ise 28. gün sayım sonuçlarına göre, aşağıdaki denklemler (Denklem 1;2) yardımı ile hesaplanmıştır.

$$\text{ÇE (\%)} = \frac{\sum ni}{N} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{ÇY (\%)} = \frac{\sum nii}{N} \times 100 \quad (2)$$

- ÇE (%) : Çimlenme enerjisi,  
 ni : 7. gündeki çimlenme sayısı,  
 ÇY (%) : Çimlenme yüzdesi,  
 nii : 28. gündeki çimlenme sayısı,  
 N : toplam tohum sayısı

## 2.3. Tohumlarda *Diplodia sapinea* enfeksiyonlarının tespiti

Tohumlar, *D. sapinea* ile bulaşık olup olmadıklarını belirlemek amacı ile Bavendamm ortamına (BA; 20g Agar, 15 g Malt ekstrakt, 5 g tannik asit, pH 5; Bavendamm, 1928) ekilmiştir (Decourcelle vd., 2015). Tohumlar besi ortamına ekim yapılmadan önce yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Yüzey sterilizasyonu için tohumlar önce %75'lik etanolde 30 saniye, ardından %4'lük NaOCl'de 5 dakika bekletilmiş ve steril saf suda 5 dakika yıkanıp steril kurutma kağıtları arasında kurumaya bırakılmıştır. Tohumlar kuruduktan sonra içerisinde BA ortamı bulunan 90 mm çapındaki Petri kutularına, her birine en fazla 10 adet tohum olacak şekilde ekilmiştir. Petriyer 20°C'de inkübe edilmiş ve tohumlardan gelişen fungal koloniler, 3, 5, 10. günlerde sayılmış ve ardından izole edilmiştir. Fungal kolonilerin sayımı; i) fungal gelişim olmayan, ii) *Diplodia sapinea*-benzeri koloniler (hızlı gelişen, başlangıçta beyaz daha sonra koyu gri renge dönen pamuğumsu havai misel gelişimi gösteren), iii) diğer funguslar şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Tohumlarda *D. sapinea* enfeksiyon yoğunluğu (*D. sapinea* kolonizasyonu), her bir tohum kaynağı için, üzerinde *D. sapinea* benzeri koloni gelişimi gözlemlenen tohumların yüzdesi (*D. sapinea* gelişimi görülen tohum adedi x100/ toplam tohum adedi) şeklinde hesaplanmıştır. Fungal gelişim görülmeyen ya da diğer funguslar tarafından kolonize edilen tohumların yüzdeleri de aynı şekilde hesaplanmıştır. Hesaplamalarda, tohum ekimini takip eden 10. günde yapılan koloni sayımları esas alınmıştır.

Tohumlara ek olarak, tohumların çıkarıldığı kozalaklarda da *D. sapinea*'nin varlığı morfolojik olarak araştırılmıştır. Bunun için, iptal edilmiş tohum bahçelerinden getirilen kozalaklardan tohum çıkarma işlemi tamamlandıktan kozalakların tümü, üzerinde *D. sapinea*'ya ait üreme yapıları (piknitler), bu yapıların tespit edilmesi durumunda fungusun karakteristik sporlarının varlığı bakımından stereo-mikroskop ve ışık mikroskobu kullanılarak morfolojik olarak incelenmiştir.

Çizelge 1. Kullanılan tohumların tohum kaynaklarına ilişkin bilgiler

Ağaç türü	Tohum kaynağı türü	Kullanım durumu	UK	Orijin	Bölge müdürlüğü	İşletme müdürlüğü	Şeflik	Tesis Yılı
Karaçam	Tohum bahçesi	İptal edilmiş	49	Alaçam-Gölcük	Sakarya	İzmit	Kefken	1980
			52	Bayındır-Ovacık Arş. Ormanı	Sakarya	İzmit	Kefken	1982
		Aktif	53	Denizli-Kocabaş	Sakarya	İzmit	Kefken	1983
			73	Nazilli-Sarıcaova	Muğla	Kemer	Akçay	1990
Sarıçam	Tohum bahçesi	İptal edilmiş	92	Dağay-Sarıçam	Sakarya	İzmit	Kefken	1982
		Aktif	156	Çamlıdere-Benliyayla	Sakarya	Çamlıdere	Benliyayla	1972

#### 2.4. Tür teşhisinin doğrulanması ve diğer fungusların tanınması

BA ortamında gelişen *D. sapinea* benzeri ve diğer funguslar olarak gruplandırılan fungal koloniler aseptik koşullarda içerisinde patates dekstrozu agar (PDA) bulunan 60 mm çapındaki Petri kaplarına transfer edilerek saflaştırılmıştır.

*Diplodia sapinea*-benzeri izolatların tür teşhisinin doğrulanmasında ve diğer funguslara ait fungusların teşhisinde moleküler yöntemlerden faydalanılmıştır. Bunun için, her bir tohum kaynağına ait tohum grubundan izole edilen i) *D. sapinea*-benzeri izolatlardan 1-5 adet ii) diğer funguslara ait izolatlardan makroskopik karakteristikleri bakımından teşhisi yapılamayanlar seçilmiştir. Seçilen tüm izolatlardan ilk olarak DNA izolasyonu yapılmış, ardında ITS gen bölgeleri çoğaltılarak dizilemeye gönderilmiştir. *D. sapinea*-benzeri izolatların tür tanısının doğrulanmasında, ITS dizilemesine ek olarak türe özgü primerlerle geleneksel PCR da yapılmıştır. Kullanılan yöntemlerin detayları aşağıda verilmiştir.

Fungal izolatlar, üzerinde selofan membran bulunan PDA besi ortamında 1-2 hafta boyunca 24 °C 'de geliştirilmiş, gelişen miseller bistüri yardımıyla selofandan kazınarak, steril porselen havanlar içerisinde sıvı azot yardımı ile toz haline getirilmiştir. Her bir fungal izolata ait DNA, Nucleospin Plant II miniprep (Macherey-Nagel, Hoerd, France) kiti kullanılarak, üretici firmanın talimatları doğrultusunda ekstrakte edilmiştir.

PCR amplifikasyonlarında ITS rRNA bölgesi universal primer seti ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') ve ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') kullanılmıştır (White vd., 1990). Elde edilen PCR ürünleri %1'lik agaroz jel üzerinde etidiyum bromid ile boyanarak yürütülmüş ve bant oluşumu görülen PCR ürünleri, ticari bir firmaya (SENTEBİOLAB, Ankara) gönderilerek dizilenmiştir. İzolatlara ait DNA dizilerinin, gen Bankasında yer alan diziler ile benzerliklerinin karşılaştırılmasında NCBI (National Center for Biotechnology Information) web sitesinde yer alan nucleotideblastn programı kullanılmıştır.

*D. sapinea* benzeri izolatların tür teşhisinin doğrulanmasında Smith ve Stanosz (2006) tarafından geliştirilen türe özgü primer çiftleri DpF (5' CTTATA TATCAAATAATGTTTGCA 3') ve BotR (5' GCTTACACTTTCATTTATAGACC '3) kullanılmıştır. PCR amplifikasyonu Smith ve Stanosz (2006)'da belirtilen reaksiyon karışımı bileşenleri ve döngü koşullarında

gerçekleştirilmiştir. PCR ürünleri %2'lik agaroz jelde ayrılarak etidiyum bromid ile boyanarak jel görüntüleme sisteminde fotoğraflanmış, jel üzerinde 650bp'lik bantların bulunması durumunda izolatın tanısı *D. sapinea* olarak doğrulanmıştır. PCR reaksiyonlarında negatif (yalnızca steril saf su içeren) ve pozitif (referans *D. sapinea* izolatının DNA'sı) kontrol kullanılmıştır.

### 3. Bulgular

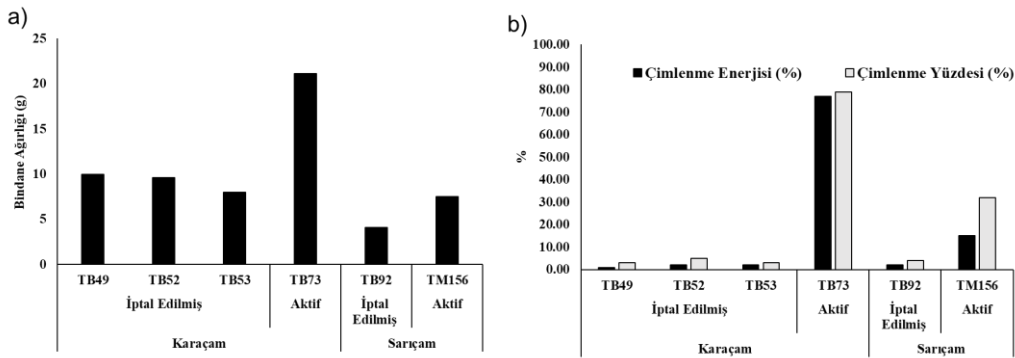
#### 3.1. Tohum kalitesi

İptal edilmiş karaçam tohum bahçelerinden (TB49, TB52 ve TB53) temin edilen tohumların bindane ağırlıkları 8,0 - 10,0 g, çimlenme enerjileri %1,0-2,0 ve çimlenme yüzdeleri %3,0-5,0 arasında ölçülürken, aktif durumdaki karaçam tohum bahçesinden (TB73) temin edilen tohumların bindane ağırlığı 21,1 g, çimlenme enerjileri %77 ve çimlenme yüzdeleri %79 olarak belirlenmiştir (Şekil 1a; Şekil 1b). Sarıçam tohumlarında bu değerler iptal edilmiş tohum bahçesine ait tohumlar (TB92) için sırası ile; 4,1g, %2,0 ve %1,0, aktif tohum meşçeresine ait tohumlar (TM156) için 7,5 g, %15,0, %32,0'dir (Şekil 1).

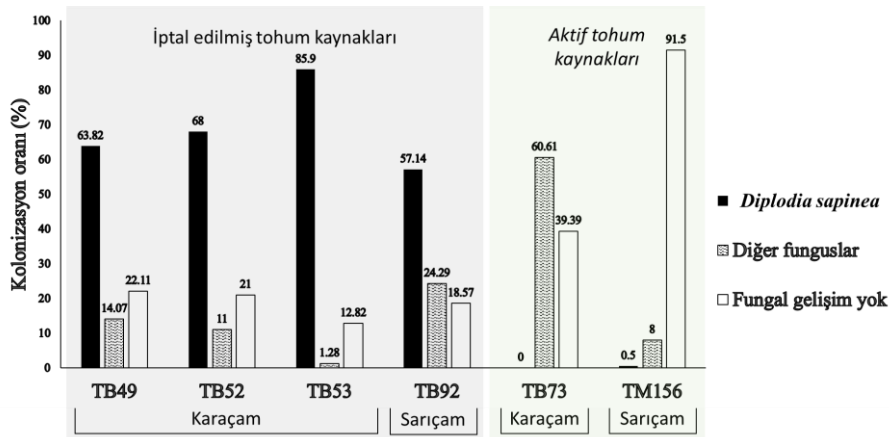
#### 3.2. Tohumlarda *D. sapinea* enfeksiyon yoğunluğu

Dördü iptal edilmiş tohum bahçesi olmak üzere, altı farklı tohum kaynağından 70 ila 200 arasında, toplam 1023 adet tohum, *D. sapinea* ile bulaşık olup olmadığını belirlemek amacı ile BA ortamına ekilmiş, tohumlardan gelişen *D. sapinea* kolonileri, fungusun enfeksiyon yoğunluğunu belirlemek amacı ile sayılmıştır. Buna göre bu çalışma kapsamında iptal edilmiş karaçam ve sarıçam tohum bahçesinden gelen 625 tohumun (sırasıyla 555 ve 70 adet) %70'inin (sırasıyla %72 ve 57) *D. sapinea* ile bulaşık olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2, Çizelge 3). İptal edilmiş tohum bahçelerinde en yüksek *D. sapinea* enfeksiyonu TB53 nolu karaçam tohum bahçesinde (%86), en düşük enfeksiyon yoğunluğu TB92 sarıçam tohum bahçesinde belirlenmiştir (%57; Şekil 2). Buna karşılık, aktif tohum kaynaklarından sadece TM156 nolu tohum meşçeresinde tek bir tohumdan (%0,50) *D. sapinea* izole edilmiş, karaçam tohum bahçesinde (TB73) ise patojen tespit edilmemiştir (Şekil 2, Çizelge 3).

Kozalaklar üzerinde yapılan incelemeler sonucunda; TB49, TB52, TB53 ve TB92 nolu iptal edilmiş tohum bahçelerinden toplanan kozalakların tümünde fungusun üreme yapıları tespit edilmiştir.



Şekil 1. İptal edilmiş ve aktif durumdaki tohum kaynaklarından temin edilen tohumlarda a) bindane ağırlıkları b) çimlenme enerjisi ve yüzdesi (%)



Şekil 2. İptal edilmiş ve aktif durumdaki tohum kaynaklarından temin edilen tohumlarda *Diplodia sapinea* ve diğer fungusların kolonizasyon oranları (%)

### 3.3. *Diplodia sapinea* tür teşhisinin doğrulanması

Tohumlarda bir (TM156) ile 136 (TB52) arasında olmak üzere *D. sapinea*-benzeri koloni gelişimi gözlemlenmiştir. TM156 tohumlarında sadece bir *D. sapinea*-benzeri izolat elde edilmiş, TB73'de ise *D. sapinea*-benzeri koloni gelişimi görülmemiştir (Çizelge 2). Tohumlardan gelişen bu koloniler saflaştırılmış ve *D. sapinea*-benzeri toplam 15 izolat (TB49-TB53 üçer izolat, TB92 beş izolat ve TM 156 bir izolat; Çizelge 2, Çizelge 3) moleküler tanı için değerlendirmeye alınmıştır. *D. sapinea*'ya özgü primerler ile test edilen tüm izolatlar pozitif sonuç vermiş (Çizelge 2). Buna ek olarak, üç izolatın; FO2018TB49AT15, FO2018TB92AT10 ve FO2018TM156AT13, ITS dizileri, genbankasında yer alan *Diplodia sapinea* tip materyali (CBS 393.84, GenBank kayıt no: NR\_152452.1) ile karşılaştırılmış, izolatlar bu referans materyalle %99 (FO2018TB49AT15) ve %100 (FO2018TB92AT10 ve FO2018TM156AT13) benzerlik göstermiştir (Çizelge 2). Buna göre, tohumlardan gelişen ve *D. sapinea* benzeri olarak gruplandırılan tüm izolatların tanısı *D. sapinea* olarak doğrulanmıştır.

### 3.4. Tohumlardan izole edilen diğer funguslar

Tüm tohumlarda, 13 farklı cinste fungus teşhis edilmiştir. Bunlara ek olarak, tohumlarda teşhisi yapılamayan mayalar ve bazı funguslar da tespit edilmiştir (Çizelge 3). *Alternaria* spp., *Sydowia polyspora* (Bref. & Tavel) E. Müll., *Mucor*

spp., tüm tohum kaynaklarından gelen tohumlarda tespit edilen yaygın funguslardır. *Nigrospora* sp., *Trichoderma* spp. ve *Trichothecium roseum* (Pers.) Link, hem iptal edilmiş hem aktif durumdaki tohum kaynaklarına ait tohumlarda tespit edilen funguslardır. Tek bir tohum kaynağında tespit edilen funguslar ise yoğunlukları bakımından sırasıyla *Chaetomium* sp. (TB73), *Scytalidium* sp. (TB73), *Fusarium* sp. (TB49), *Xylaria* sp. (TB49), *Clonostachys rosea* (Link) Schroers, Samuels, Seifert & W. Gams (TB92)'dir.

Tohumlarda *D. sapinea* dışındaki diğer fungusların kolonizasyon oranları iptal edilen tohum bahçelerinde %11,04 (%1,28 - 24,29), aktif durumdaki tohum bahçelerinde ise %34,17 (%8,00 - 60,61) olarak belirlenmiştir (Şekil 2, Çizelge 3). İptal edilmiş tohum bahçeleri arasından diğer fungusların en yoğun tespit edildiği tohumlar TB92 no'lu sarıçam tohum bahçesi tohumları (%24,29) olup, en yaygın fungus %7,14 oranında *Sydowia polyspora* olarak teşhis edilmiş, bunu *Trichoderma* spp. (%4,29) takip etmiştir. Diğer fungusların kolonizasyon oranının en düşük olduğu tohum kaynağı ise TB53 (%1,28) olup bu tohumlarda *D. sapinea* dışında yalnızca *Alternaria* sp1. ve *Trichothecium roseum* izole edilmiştir (Şekil 2, Çizelge 3). *D. sapinea* enfeksiyonun tespit edilmediği TB73 nolu tohum bahçesinde fungal kolonizasyon oranı %60,61'dir. Bu tohumlarda en yaygın funguslar arasında sırasıyla, teşhisi yapılmayan mayalar (%15,15), *Sydowia polyspora*, *Alternaria* spp., *Chaetomium* sp., *Aspergillus* spp., *Nigrospora* sp., *Penicillium* spp., *Scytalidium* sp., *Mucor* sp. yer almıştır (Çizelge 3).

Çizelge 2. Farklı moleküler yöntemlerle tanısı kesinleştirilen *Diplodia sapinea* izolatları (-: ilgili işlem bu izolat için yapılmamıştır; +: izolatın tanısı ilgili yöntemle *Diplodia sapinea* olarak kesinleştirilmiştir; \*:izolatın Genbankasında yer alan *Diplodia sapinea* tip materyali NR 152452.1 ile benzerlik oranı parantez içinde verilmiştir)

Ağaç türü	Tohum kaynağı türü	Kullanım durumu	Uk_No	İzolat adı	Doğrulama yöntemi			
					ITS dizileme*	Türe özgü cPCR		
Karaçam	Tohum Bahçesi	İptal Edilmiş	TB49	FO2018TB49AT1	-	+		
				FO2018TB49AT2	-	+		
				FO2018TB49AT15	+(%99)	+		
				FO2018TB52AT4	-	+		
				FO2018TB52AT5	-	+		
			TB52	FO2018TB52AT6	-	+		
				FO2018TB53AT7	-	+		
				FO2018TB53AT8	-	+		
			TB53	FO2018TB53AT9	-	+		
				Aktif	TB73	Izole edilmedi		
Sarıçam	Tohum Bahçesi	İptal Edilmiş	TB92	FO2018TB92TRDIP90	-	+		
				FO2018TB92TRDIP91	-	+		
				FO2018TB92AT10	+(%100)	+		
				FO2018TB92AT11	-	+		
				FO2018TB92AT12	-	+		
				Aktif	TM156	FO2018TM156AT13	+(%100)	+

Çizelge 3. Tohumlarda tespit edilen diğer funguslar ve kolonizasyon oranları (%)

Fungi	Kullanım durumu		İptal edilmiş				Aktif		Ortalama	
	Ağaç türü	Thohum kaynağı	Karaçam	Sarıçam	Karaçam	Sarıçam				
			TB49	TB52	TB53	TB92	Ortalama	TB73	TM156	
			Kolonizasyon (%)							
<i>Diplodia sapinea</i> *a			63,82	68,00	85,90	57,14	69,92	0	0,50	0,25
Diğer Funguslar										
<i>Alternaria</i> spp.			4,02	4,00	0,64	1,43	2,88	9,60	1,00	9,80
	<i>Alternaria</i> sp1		0,50	0,50	0,64	1,43	0,64	2,53	1,00	1,76
	<i>Alternaria</i> sp2		0	0	0	0	0	3,03	0	1,51
	<i>Alternaria</i> sp3		2,01	1,50	0	0	1,12	4,04	0	2,01
	<i>Alternaria</i> sp4		1,51	2,00	0	0	1,12	0	0	0
<i>Aspergillus</i> spp.			0	0	0	0	0	3,54	0,50	2,01
	<i>Aspergillus</i> sp1		0	0	0	0	0	2,02	0,50	1,26
	<i>Aspergillus</i> sp2		0	0	0	0	0	1,52	0	0,75
	<i>Aspergillus</i> sp3		0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetomium</i> sp.			0	0	0	0	0	5,56	0	2,76
<i>Clonostachys rosea</i>			0	0	0	1,43	0,16	0	0	0
<i>Fusarium</i> sp.			1,51	0	0	0	0,48	0	0	0
<i>Mucor</i> spp.			1,01	1,00	0	2,86	0,96	2,02	0,50	1,26
	<i>Mucor</i> sp1.		0	0	0	2,86	0,32	1,52	0	0,75
	<i>Mucor</i> sp2.		1,01	1,00	0	0	0,64	0,51	0,50	0,50
<i>Nigrospora</i> sp. <sup>tb</sup>			0	2,00	0	1,43	0,8	3,03	0	1,51
<i>Penicillium</i> spp.			2,51	2,00	0	2,86	1,76	3,54	1,00	2,26
<i>Scytalidium</i> sp. <sup>tc</sup>			0	0	0	0	0	2,53	0	1,26
<i>Sydowia polyspora</i>			3,52	1,50	0	7,14	2,4	9,60	1,50	5,53
<i>Trichoderma</i> spp.			0	0	0	4,29	0,48	1,52	1,00	1,26
<i>Trichothecium roseum</i>			0	0	0,64	0	0,16	0,51	0	0,25
<i>Xylaria</i> sp. <sup>td</sup>			0,50	0	0	0	0,16	0	0	0
Teşhis edilemeyen funguslar			1,00	0,50	0	2,86	0,80	19,19	2,50	10,81
Diğer funguslar toplam kolonizasyon			14,07	11,00	1,28	24,29	11,04	60,61	8,00	34,17

\*Teşhis, ITS dizilemesi ile gerçekleştirilmiştir. <sup>a</sup> Teşhis detayları 3.3 ve Çizelge 2'de sunulmuştur. <sup>b</sup> izolatlar *Nigrospora osmanthi* tip materyali (NR\_153474.1) ile %99 benzerlik göstermiştir. <sup>c</sup> İzolatlar *Scytalidium circinatum* tip materyali (NR\_160180.1) ile %98 benzerlik göstermiştir. <sup>d</sup> izolatlar *Xylaria* sp. (KF573972.1) ile %98 benzerlik göstermiştir.

#### 4. Tartışma

Doğmuş-Lehtijärvi vd. (2014), TB52, TB92 ve TB93 nolu iptal edilmiş tohum bahçelerinde geriye doğru ölüm ve sürgün yanıklığı simptomlarından *Diplodia sapinea*'nın sorumlu olduğunu ortaya koymuş, bu tohum bahçelerinde fungusun zarar şiddetini sırasıyla %59, 34 ve 24 olarak tespit etmiştir. Bununla birlikte giderek artan tohum kayıplarından da bu fungusun sorumlu olabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmaya ek olarak, 49 no'lu karaçam tohum bahçesinin de içinde yer aldığı çam plantasyonlarında da *D. sapinea* tespit edilmiştir (Aday-Kaya vd., 2019; Yeltekin, 2015). Ancak söz konusu çalışmalar kapsamında *D. sapinea*'nın tohumlardaki varlığı ve tohum kayıpları ile ilişkisi araştırılmamıştır. Bu çalışmamızda, iptal edilmiş tohum bahçelerinden temin edilen tohumların tümünde *D. sapinea* tespit edilmiştir. Bu çalışma ile ülkemizde *D. sapinea* belirtilerinin görüldüğü tohum bahçelerinde, fungusun tohumları da enfekte edebildiği ilk kez ortaya konulmuştur.

Karaçam (TB49, TB52 ve TB53) ve sarıçam (TB92) tohumlarında *D. sapinea* enfeksiyon oranı sırasıyla %64, 68, 86 ve 57 olarak belirlenmiştir. *Diplodia sapinea* dünya çapında birçok çam türüne ait tohumlarda tespit edilmiştir (Bihon vd., 2011; Cleary vd., 2019; Decourcelle vd., 2015; Fraedrich vd., 1994; Rees ve Webber, 1988; Romero, 1997; Smith vd., 2002; Smith vd., 1996; Vujanovic vd., 2000; Zakauallah, 2000). Bununla birlikte bu çalışmaların çoğunda *D. sapinea* ile bulaşık tohum oranları nispeten düşüktür. Örneğin Vujanovic vd. (2000) Kanada'da bir arboretumda çeşitli çam türlerinin tohumlarında fungal enfeksiyonları araştırdığı çalışmada, çamlarda *D. sapinea* enfeksiyon oranını ortalama %4 civarında bulmuştur. Bihon vd. (2011), Güney Afrika'da yaptığı çalışmada *P. radiata* tohumlarında *D. sapinea* enfeksiyon oranını %2 olarak tespit ederken, *P. patula* tohumlarından bu fungusun izole edilmediğini bildirmiştir. Smith vd. (2015), yüzey sterilizasyonu yapılmış ya da yapılmamış *Pinus resinosa* ve *P. banksiana* tohumlarında *D. sapinea* enfeksiyon oranlarını %0-4,7 arasında tespit etmişlerdir. Diğer taraftan bazı çalışmalarda ise nispeten daha yüksek oranlarda *D. sapinea* enfeksiyonları tespit edilmiştir. Örneğin, Smith vd. (2002), yüzey sterilizasyonu yapılmamış *P. patula* tohumlarında *D. sapinea* enfeksiyon oranını %23 olarak belirlemiştir. Decourcelle vd. (2015), şiddetli *D. sapinea* enfeksiyon belirtileri gösteren bir çam plantasyonundan toplanan tohumlar ile, daha önceden *D. sapinea*'nin varlığının tespit edilmediği sağlıklı görünen bir meşcereden toplanan tohumlarda fungusun yoğunluğunu sırasıyla %38 ve %57 olarak tespit etmişlerdir. Enfeksiyon oranlarının geniş oranda çeşitlilik göstermesinde, araştırmalarda kullanılan yöntemlerin önemli bir etkisi olabilir (Decourcelle vd., 2015; Smith vd., 2015). Nitekim Decourcelle vd. (2015), çalışmada enfeksiyon oranının yüksek bulunmasının, fungus izolasyonunda seçici bir ortam olarak Bavendamm ortamının kullanımından kaynaklandığını, diğer çalışmalarda yaygın olarak tercih edilen PDA gibi genel besi ortamlarında aynı tohum partisine ait örneklerde bu fungusun izolasyon oranının %17 olduğunu, Blodgett ve Swart ortamlarında ise tohumlardan fungusun izole edilemediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmamızda da Decourcelle vd. (2015)'de olduğu gibi Bavendamm ortamı kullanılmıştır. Buna göre bu ortamın karaçam ve sarıçam tohumlarında bu fungusun seçici izolasyonu için etkili bir ortam olduğu da belirlenmiştir.

Çalışmamızda iptal edilmiş karaçam ve sarıçam tohum bahçelerinden temin edilen tohumların bindane ağırlıklarının normalden çok daha düşük olduğu (sırasıyla ortalama 9,2 ve 4,1g), ayrıca çimlenme yüzde ve enerjilerinin % 5'in altında olduğu tespit edilmiştir. Sağlıklı karaçamlarda bindane ağırlığı ortalama 22,5g, sarıçam tohumlarında ise 9,6g'dır (Gezer ve Yücedağ, 2006). Ülkemizde yapılan birçok çalışmada karaçam ve sarıçam tohumlarının bindane ağırlıklarının tohum kaynağına göre yüksek varyasyon gösterebildiği belirlenmiştir. Örneğin Deligöz ve Gezer (2005), tohum meşcereleri, klonal tohum bahçeleri ve plantasyonlarından topladıkları karaçam tohumlarının bindane ağırlıklarının 18-27g arasında olduğunu bildirmiştir. Söz konusu çalışmadaki yüksek varyasyona rağmen, bizim çalışmamızda karaçam tohumlarının bindane ağırlığı bu aralığın altındadır. Bu çalışmamızda iptal edilmiş üç karaçam tohum bahçesine ait tohumların çimlenme yüzdeleri ortalama %4 olup, bu tohumların %64, 68 ve 86'sının *D. sapinea* tarafından kolonize edildiği tespit edilmiştir. *D. sapinea*'nin tohum çürüklüğüne sebep olduğu, tohumların çimlenme enerjisini ve yüzdesini önemli oranda düşürebildiği bilinmektedir. Rees ve Webber (1988), *D. sapinea* ile yapay olarak inokule edilen çam tohumlarında çimlenme yüzdesinin inokule edilmeyen tohumlara kıyasla %20 azaldığını tespit etmiştir. Başka bir çalışmada Bihon vd. (2011) de yapay olarak inokule edilen çam tohumlarında çimlenme yüzdesinin kontrole göre %38 azaldığını bildirmiştir. Buna ek olarak Rees ve Webber (1988) bazı *D. sapinea* izolatlarının, bazı çam türlerine ait 14-20 günlük fideliklerin %98'inin ölümüne yol açabildiğini de ortaya koymuşlardır. Bu bilgiler ışığında, çalışmamızda kullanılan tohumların bindane ağırlıklarının ve çimlenme özelliklerinin azalmasında bu fungusun önemli bir rolünün olduğu ileri sürülebilir.

Bu çalışmamızda kullanılan tohumlar, 45°C'de etüvde 2 gün bekletilen kozalaklardan çıkarılmış ve fungal izolasyon öncesinde yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Buna rağmen tohumlarda ortalama %70 gibi yüksek oranda *D. sapinea* tespit edilmiştir. Decourcelle vd. (2015) 40 °C'de 1 saat tutulan kozalaklardan çıkarılan *P. nigra* subsp. *laricio* tohumlarında enfeksiyon oranının 35 °C'de 10 gün bekletilen ya da hiç ısı muamelesi görmeyen tohumlara kıyasla daha düşük olduğunu belirlemiştir. Diğer taraftan Iturrutxa vd. (2011), *P. radiata* tohumlarında, yüzey sterilizasyonunun *D. sapinea* ve *Fusarium circinatum* için engelleyici olmadığını, ancak tohum çıkarma işlemi sırasında 55 °C'de 8 saat ya da daha uzun süre bekletilen kozalaklardan çıkarılan tohumlarda her iki fungusun da tohum yüzeyinden ve endosperminden %100'e kadar elemine edilebildiğini ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmamızda, tohumların yanı sıra, iptal edilmiş tohum bahçelerinden temin edilen kozalakların tümünde bol miktarda *D. sapinea* piknidi tespit edilmiştir. Fungus, ölü sürgünler, ibreler ve kozalaklar üzerinde üreme yapıları oluşturur ve buradan salınan sporlar ile kısa mesafelere, örneğin aynı meşcere içinde ya da civar meşcerelere yayılır (Capretti vd., 2013). Özellikle kozalaklar üzerinde fungusun bol miktarda üreme yapısı oluşturabilmesi ve bu üreme yapılarında üretilen sporların uzun süre canlılığını koruyabilmesi, hastalığın yeni bireylere bulaşmasında ve yayılmasında kritik bir role sahiptir (Munck vd., 2009; Santini vd., 2008; Smith vd., 2002). Örneğin Smith vd. (2002), genç *P. patula* sürgünlerinin, ağaçlarda asılı bulunan kozalaklardan yayılan sporlar aracılığı ile enfekte edildiğini ortaya koymuştur. Bu sebeple birçok çalışmada, hastalığın

belirli bir alandaki yoğunluğunun ve yayılma riskinin belirlenmesinde fungusun kozalaklardaki yoğunluğunun ve inokulum miktarının araştırıldığı görülmüştür. Örneğin İtalya’da yapılan bazı çalışmalarda fıstık çamı kozalaklarının %74 ve %80’inin *D. sapinea* ile enfekteli olduğu belirlenmiştir (Feducci vd., 2009; Santini vd., 2008). Amerika’da yapılan başka bir çalışmada ise iki farklı çam türünde *D. sapinea* üreme yapısı bulunan kozalak oranlarının %37-95 arasında olduğu belirlenmiştir (Munck vd., 2009). Ülkemizde yapılan bir çalışmada, Aday-Kaya vd. (2019) sarıçam ve karaçam kozalaklarında *D. sapinea* bulunma oranlarını sırasıyla %81 ve 88 olarak bildirmiş, bu kozalaklardaki inokulum miktarını ise yine sırasıyla  $1.3 \times 10^6$  ve  $1.1 \times 10^6$  olarak belirlemiştir.

Bu çalışma sonucunda karaçam ve sarıçam tohumlarında, *D. sapinea*’ya ek olarak *Sydowia polyspora* gibi diğer patojenik türler de tespit edilmiştir. Tohumlarda tespit edilen diğer funguslar; *Penicillium* spp., *Mucor* spp., *Aspergillus* spp., *Alternaria* spp., *Ulocladium* sp., *Chaetomium* sp., *Trichoderma* spp., *Fusarium* sp., *Xylaria* sp., *Nigrospora* sp.’dir. Ülkemizde, orman ağaçlarının tohumlarında görülen fungusların tespitine yönelik sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır (Akıllı, 2004; Akıllı ve Katırcıoğlu, 2006; Argun vd., 2014; Veliöğlu, 2001). Veliöğlu (2001), bazı iğne yapraklı ağaç türleri ve gladiçyaya ait tohumlarda çimlendirme testleri sırasında gözlemlenen fungusları, Akıllı ve Katırcıoğlu (2006) karaçam, kızılçam ve sarıçam tohum meşcerelerinden toplanmış tohumların fungal bulaşıklığını belirlemiştir. Her iki çalışma sonucunda tespit edilen fungusların genelde kozalak hasat ve tohum depolama safhalarında bulaşan türler olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan Argun vd. (2014) tarafından, karaçam tohum bahçeleri ve meşcerelerinden toplanan tohumlarda bulunan funguslar ve bunların fidanlardaki patojenisiteleri araştırılmıştır. Araştırmada, belirlenen fungusların çoğunluğunun tohumlarda çürümeye ve çimlenmeyi engelleyici etkileri olan küf fungusları olduğu belirlenmiş, çalışma sonucunda yaygın küf funguslarından *Penicillium* türlerinin fidanlarda ölüme sebep olduğu, ayrıca *Fusarium oxysporum* ve *Alternaria alternata*’nın fidanlarda ölüme ve gelişme geriliğine sebep olduğu tespit edilmiştir. Ülkemizde yapılan diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında, bu çalışma ile birlikte *Diplodia sapinea*, *Sydowia polyspora*, *Xylaria* sp. ve *Nigrospora* sp.’nin çam tohumlarından ilk defa izole edildiği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, Cleary vd. (2019), İsveç, Portekiz, İngiltere, ABD ve Türkiye’den çeşitli çam türlerine ait tohumların fungal topluluklarını yüksek verimli DNA dizilemeye dayanan metabarkodlama yaklaşımı ile moleküler olarak belirledikleri çalışmalarında, Türkiye’yi temsil eden tohum örneklerinde *D. sapinea*, *Sydowia polyspora* ve *Xylaria* sp. moleküler olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan, söz konusu çalışmada, Türkiye’den temin edilen *P. pinaster*, *P. nigra* subsp. *pallasiana*, *P. brutia*, *P. sylvestris*, *P. radiata*, *P. halepensis* ve *P. pinea* tohumları arasından *P. sylvestris* tohumlarında bu üç fungus tespit edilmemiştir. Buna göre bu çalışmada, ülkemizde sarıçam tohumlarında, *D. sapinea* ve *S. polyspora* ilk kez belirlenmiştir.

## 5. Sonuç

Tohum ve kozalak zararlıları ile patojenik funguslar, iğne yapraklı türlerde kozalak ve tohum kayıplarından sorumlu başlıca biyotik faktörlerdir. Ülkemizde çeşitli çam türleri ile kurulan, ana amacı sağlıklı ve yüksek verimli tohum üretimi olan tohum ıslah tesislerinde kozalak ve tohum üretimini ve

sağlığını önemli derecede sınırlandıran zararlılar üzerine bazı araştırmalar bulunmakla birlikte (Aslan, 2018; Can, 2003; Özçankaya ve Can, 2006), kozalak ve tohumlarda, hastalık etmeni fungusların araştırıldığı çalışmalar yok denecek kadar azdır. Bununla birlikte ülkemizde orman ağacı tohumları ile ilişkili fungusların araştırıldığı sınırlı sayıdaki çalışmada, tohumla taşınan hastalıklar ve bu bağlamda iç ve dış karantinada tohum patojenlerinin tespitinin önemi vurgulanmış olsa da (Akıllı, 2004; Akıllı ve Katırcıoğlu, 2006; Veliöğlu, 2001) bu çalışmalarda tohumların genel mikrobiotasının belirlenmesi hedeflenmiş ve özellikle hasat ve tohum depolama safhalarında bulaşan saprobik fungal türler tespit edilerek tohum sağlığı hususunda yalnızca tohumu etkileyen fungusların, diğer bir deyişle hasat ve depolama koşullarının uygunluğu üzerinde durulmuştur (Akıllı ve Katırcıoğlu, 2006; Argun vd., 2014; Veliöğlu, 2001).

Günümüzde, önemli birçok zararlı organizmanın ulusal ya da uluslararası yayılışında bulaşık tohumların ciddi boyutlarda risk teşkil ettiği bilinmekte ve canlı bitki ve tohum ticareti hastalık etmenlerinin uzun mesafelerde ülkeler ve kıtalar arasında taşınmasında önemli bir yol olarak kabul edilmektedir (Cleary vd., 2019; Franic vd., 2019; Santini vd., 2013). Dolayısıyla, tohumla taşınan patojenlerin tespiti, hastalıkların yeni alanlara taşınmasının ya da geniş alanlara yayılmasının engellenmesinde oldukça önemlidir. *Diplodia sapinea* tohumla taşınan önemli bir orman patojenidir ve bu patojenin tohumlarda tespiti, tohumların taşınması (fidanlık ve orman alanlarına) ya da ticareti (uluslararası ya da ülke içinde) ile hastalığın yayılmasının engellenmesinde kritiktir. Bu çalışmamızda, *D. sapinea* karaçam ve sarıçam tohumlarında yüksek bulaşıklık oranları ile tespit edilmiştir. Bununla birlikte çalışmada kontrol olarak değerlendirmeye alınan sağlıklı bir sarıçam tohum meşceresine ait tohumlarda da %0,5 gibi düşük bir oranda da olsa *D. sapinea* tespit edilmiştir. Fungusun belirti göstermeyen orman alanlarında ve bu tür alanlardan toplanan tohumlarda da bulunabileceği bilinmektedir. Örneğin Decourcelle vd. (2015), hastalık belirtisi göstermeyen ağaçlardan toplanan tohumlarda, belirti gösteren bir orman alanından toplanan tohumlara kıyasla daha yüksek oranda *D. sapinea* enfeksiyonu tespit etmiştir. Bu durum ülkemizde de sağlıklı ya da sağlıksız tohum kaynaklarından toplanacak tohumlarda bu fungusun bulunabileceğine, dolayısıyla, enfekteli tohumların taşınması ile hastalığın yayılabileceğine işaret etmektedir. Nitekim Smith vd. (2015) de, fidanlıklarda çok yüksek miktarlarda tohum kullanıldığı göz önünde bulundurulduğunda, enfeksiyon oranı çok düşük oranlarda bile olsa, bulaşık tohum kullanılmasının hastalığın fidanlıklara, fidan yastıklarına taşınmasına yol açabilecek önemli bir risk faktörü olduğunu belirtmiştir.

Tohumların yanı sıra, kozalaklar da patojenin yeni alanlara bulaşmasında ve yayılmasında oldukça önemlidir. İptal edilmiş tohum bahçelerinin (TB49, TB52, TB53, TB92) bulunduğu bölgede daha önceden yapılan çalışmalarda (Aday Kaya vd., 2019; Doğmuş-Lehtijärvi vd., 2014; Yeltekin, 2015) ve bu çalışmada, kozalaklarda da yüksek oranda *D. sapinea* bulunduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla hem kozalak hem de tohumların kontrol edilmeden kullanımı, hastalığın fidanlıklara ya da orman alanlarına taşınmasına yol açabilecek ciddi bir risk oluşturmaktadır.

Orman hastalıklarının yeni alanlara bulaşmasında ve yayılmasında fidanlık ve ormancılık uygulamalarının etkisi oldukça önemlidir. Örneğin fidanlıklarda tohumların

kozalaklardan çıkarılmasında kullanılan ya da doğal gençleştirmede kullanılan yöntem kozalak ya da tohumda bulunan enfeksiyonun fidanlığa ya da doğal ormana bulaşma/yayıma riskini etkileyecektir. Ülkemizde, kozalaklardan tohum çıkarma işlemleri genellikle tohumların kullanılacağı orman fidanlıklarında yapılmaktadır. Kozalakların açıkta serilerek 10-15 gün kadar bekletilmesini esas alan “güneşte kurutma yöntemi” gibi yöntemlerle kozalaklardan tohum çıkarma işlemleri, kozalaklar üzerinde bulunan üreme yapılarından salınan sporlar aracılığıyla hastalığın fidanlıkta üretilen fidanlara bulaşma riskini doğurabilir. Bunun aksine yüksek sıcaklıklarda (55-60 °C gibi) kapalı ve dar alanlarda özel ısıtma sistemleri kullanılarak kozalaklardan tohum çıkarma işlemi *D. sapinea* ve diğer tohum patojenlerinin tamamen yok etmese de, hem kozalaklar hem de tohumlardaki miktarını azaltabilir. Diğer taraftan, kozalaklı dal serme gibi doğal gençleştirmede kullanılan yöntemler *D. sapinea* üreme yapısı bulunduran kozalaklar aracılığıyla hastalığın doğal gençliklere bulaşma riskini doğurabilir.

Yasal önlemler, bilinen bitki hastalıklarının yayılmasının engellenmesinde etkili bir mücadele yöntemidir. Ülkemizde yakın zamanda orman bitkisi tohumluklarının üretimi ve ticaretinde usul ve esasların belirlendiği yeni yasal bir düzenleme de yapılmıştır<sup>1</sup>. Bu yasal düzenlemede orman bitkileri tohumluklarının ülke içerisindeki hareketinde istenen özel şartların belirtildiği ekte, fidanlarda *Diplodia sapinea* varlığının bitkisel materyal hareketliliğine mâni teşkil edebileceği belirtilirken, tohumlarda bulunabileceği göz önünde bulundurulmamıştır. Bu çalışma, şiddetli hastalık belirtisi görülen ya da hiç hastalık belirtisi görülmeyen orman alanlarından toplanan karaçam ve sarıçam tohumlarında ve kozalaklarında bu patojenin bulunabileceğini net bir şekilde ortaya koymaktadır.

Ülkemizde, tohum ekimi öncesinde tohumların kalite kontrol testleri (bindane ağırlığı, rutubet oranı ve çimlenme %) rutin olarak OATIAEM tarafından yapılmaktadır. Bu testlere ek olarak, orman ağacı tohumlarında önemli patojenlerin varlığının belirlenmesine yönelik testlerin de yapılabilmesi için olanakların sağlanmasına yönelik adımların atılması önemlidir. Bununla birlikte hali hazırda bulunan imkânlar doğrultusunda, en azından tohum kalite özelliklerinin düşük bulunduğu durumlarda tohumlarda *D. sapinea*'nın bulunup bulunmadığının test edilmesi, hastalığın yayılışının engellenmesine yardımcı olacaktır. Fungusun varlığının test edilemediği durumlarda, düşük kaliteli tohumların kullanımından kesinlikle kaçınılması önerilebilir.

Bu çalışmada toplam 6 farklı tohum kaynağından gelen, iki çam türüne ait tohumlar analiz edilmiştir. Tohumlarda fungal patojenlerin tespitine yönelik testlerin yapılabileceği kurumsal laboratuvarların geliştirilmesi ve daha etkili yasal önlemlerin alınması hususundaki gerekliliğin daha net bir şekilde ortaya koyulabilmesinde, örneğin orman fidanlıklarımızdaki depolarda saklanan diğer çam türlerinin tohumlarında da *D. sapinea*'nın ya da diğer orman ağacı patojenlerinin belirlenmesine yönelik bilimsel araştırmaların yapılması faydalı olacaktır.

Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda, ülkemiz koşullarında kozalak ve tohumların kontrol edilmeden kullanımının, hastalığın fidanlıklara ya da orman alanlarına taşınmasına yol açabilecek ciddi bir risk oluşturduğu

anlaşılmaktadır. Bununla birlikte fidanlık ve ormancılık uygulamaları bu riskin azaltılmasında etkili bir şekilde kullanılabilir. Ülkemizde giderek daha ciddi problemlere sebep olan ve özellikle kuraklığın etkisi ile zarar şiddeti artan *D. sapinea* ve benzeri orman patojenlerinin yayılmasının engellenmesinde fidanlık ve ormancılık pratiğine aktarılacak tekniklerin geliştirilmesine yönelik araştırmalara acilen ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak, *D. sapinea* ile enfekteli tohum ve kozalakların fidanlıklara ve orman alanlarına taşınması hastalığın yayılmasında önemli bir risk faktörü olarak ele alınmalıdır. Bunun için özellikle fidanlıklara getirilecek ya da getirilen kozalak ve tohumların fungusla bulaşık olup olmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, fidanlıklarda kozalaklardan tohum çıkarma işlemlerinden tohumun saklama ve ekim öncesinde görebileceği, patojen aleyhinde ancak tohum çimlenmesi üzerinde de olumsuz etkisi olmayacak fiziksel (ısı) ya da kimyasal (fungisit) uygulama olanakları üzerinde araştırmaların yapılarak uygulamaya aktarılması gerekmektedir.

#### Açıklama

Bu çalışmanın bir kısmı TÜBİTAK 2209/A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programı 1919B011700637 numaralı proje tarafından desteklenmiştir. Çalışma sonuçlarının bir kısmı “Diseases and Insects in Forest Nurseries Working Party Meeting, 21-26 October 2018, Kuşadası, Turkey (IUFRO Working Party 7.03.04)” isimli sempozyumda sözlü olarak sunulmuş, özet metni bildiri kitabında yayınlanmamıştır.

Çalışmada kullanılan tohumların ilgili tohum bahçeleri ve meşcerelerinden toplanılmasına izin veren, arazi çalışmaları ile tohum kalite testlerinin yapılmasına kurum olanaklarını sunan Orman Ağaçları ve Tohumları İslah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne çok teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Adamson, K., Klavina, D., Drenkhan, R., Gaitnieks, T., Hanso, M., 2015. *Diplodia sapinea* is colonizing the native Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the northern Baltics. *European Journal of Plant Pathology*, 143: 343-350.
- Aday-Kaya, A.G., Yeltekin, Ş., Doğmuş-Lehtijärvi, T., Lehtijärvi, A., Woodward, S., 2019. Severity of *Diplodia* shoot blight (caused by *Diplodia sapinea*) was greatest on *Pinus sylvestris* and *Pinus nigra* in a plantation containing five pine species. *Phytopathologia Mediterranea*, 58: 249-259.
- Aday Kaya, A., Gültekin, H.C., Karakaya, A., 2019. Marmara Bölgesindeki orman fidanlıklarında yetiştirilen odunsu bitkilerdeki fungus ve su küflerinin tespiti. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 20: 324-332.
- Aday Kaya, A., Lehtijärvi, A., Kaya, Ö., Doğmuş-Lehtijärvi, T., 2014. First report of *Diplodia pinea* on *Pseudotsuga menziesii* in Turkey. *Plant disease*, 98: 689-689.
- Akıllı, S., 2004. Türkiye'de ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan bazı iğne yapraklı orman ağaçları tohumlarında fungal floranın tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fenbilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı Ankara.
- Akıllı, S., Katırcıoğlu, Y.Z., 2006. Türkiye'de Ağaçlandırma Çalışmalarında Kullanılan Bazı İğne Yapraklı Orman Ağaçları Tohumlarında Fungal Floranın Tespiti. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 6: 63-73.

<sup>1</sup> 31 Ekim 2020, 31290: Orman Bitkisi Tohumlukları Piyasasında Yetkilendirme, Denetleme Ve Orman Bitki Pasaportu Yönetmeliği

- Argun, N., Ceylan, S., Velioglu, E., Aydın, Ü., 2014. Karaçam [*Pinus nigra* J. F. Arnold subsp. *nigra* var. *pallasiana* (Loudon) Rehder] tohum meşçere ve bahçelerinde üretilen tohumlarda bulunan fungusların tespiti ve fidanlardaki patojeniteleri Türkiye II. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu. Orman Genel Müdürlüğü, Antalya, Türkiye, pp. 748-758.
- Aslan, B., 2018. Kastamonu Taşköprü-Tekçam klonal tohum bahçesindeki kozalak zararlıları ve bazı doğal düşmanlarının araştırılması. Master, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Bihon, W., Slippers, B., Burgess, T., Wingfield, M.J., Wingfield, B.D., 2011. Sources of *Diplodia pinea* endophytic infections in *Pinus patula* and *P. radiata* seedlings in South Africa. Forest Pathology, 41: 370-375.
- Blumenstein, K., Langer, G., Bußkamp, J., Langer, E., Terhonen, E., 2020. The opportunistic pathogen *Sphaeropsis sapinea* is found to be one of the most abundant fungi in symptomless and diseased Scots pine in Central-Europe. BMC Plant Biology. [Preprint]. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-48366/v1>.
- Brodde, L., Adamson, K., Julio Camarero, J., Castano, C., Drenkhan, R., Lehtijarvi, A., Luchi, N., Migliorini, D., Sanchez-Miranda, A., Stenlid, J., Ozdag, S., Oliva, J., 2018. Diplodia Tip Blight on Its Way to the North: Drivers of Disease Emergence in Northern Europe. Front Plant Sci, 9: 1818.
- Burgess, T., Wingfield, M.J., 2002. Quarantine is important in restricting the spread of exotic seed-borne tree pathogens in the southern hemisphere. International Forestry Review, 4: 56-65.
- Can, P., 2003. İzmir ve Manisa illeri Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) tohum bahçelerinde bulunan kozalak ve tohum zararlıları, zarar şekilleri ve bulunma dönemlerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Capretti, P., Santini, A., Solheim, H., 2013. 21 Branch and Tip Blights. Infectious Forest Diseases: 420.
- Cleary, M., Oskay, F., Doğmuş, H.T., Lehtijarvi, A., Woodward, S., Vetraino, A.M., 2019. Cryptic Risks to Forest Biosecurity Associated with the Global Movement of Commercial Seed. Forests, 10: 459.
- Decourcelle, T., Piou, D., Desprez-Loustau, M.L., 2015. Detection of *Diplodia sapinea* in Corsican pine seeds. Plant Pathology, 64: 442-449.
- Deligöz, A., Gezer, A., 2005. Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe]Nin Bazı Tohum Meşçereleri, Klonal Tohum Bahçeleri ve Plantasyonlarında Kozalak ve Tohum Özellikleri. Türkiye Ormancılık Dergisi, 6: 1-16.
- Desprez-Loustau, M.-L., Marçais, B., Nageleisen, L.-M., Piou, D., Vannini, A., 2006. Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. Annals of forest science, 63: 597-612.
- Doğmuş-Lehtijarvi, H., Aday-Kaya, A.G., Lehtijarvi, A., Oskay, F., Kaya, Ö.D., 2014. Occurrence and genetic similarity of *Diplodia pinea* on shoots and cones in seed orchards of *Pinus* spp. in north-western Turkey. Plant Protection Science, 50: 217-220.
- Doğmuş-Lehtijarvi, H., Lehtijarvi, A., Karaca, G., Aday, A., 2007. *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton associated with shoot blight on *Pinus brutia* Ten. in Southwestern Turkey. Acta Silvatica & Lignaria Hungarica: 95-99.
- Fabre, B., Piou, D., Desprez-Loustau, M.L., Marçais, B., 2011. Can the emergence of pine Diplodia shoot blight in France be explained by changes in pathogen pressure linked to climate change? Global Change Biology, 17: 3218-3227.
- Feducci, M., Pepori, A., Benassai, D., Cambi, M., Capretti, P., 2009. Cone damages by *Diplodia pinea* and seed boring insects on *Pinus pinea* L.(italian stone pine) in central Italy. SDU Faculty of Forestry Journa, Special Issue: 41-47.
- Flowers, J., Nuckles, E., Hartman, J., Vaillancourt, L., 2001. Latent Infection of Austrian and Scots Pine Tissues by *Sphaeropsis sapinea*. Plant Dis, 85: 1107-1112.
- Fraedrich, S.W., Miller, T., Zarnoch, S.J., 1994. Factors affecting the incidence of black seed rot in slash pine. Canadian Journal of Forest Research, 24: 1717-1725.
- Francic, I., Prospero, S., Hartmann, M., Allan, E., Auger-Rozenberg, M.A., Grunwald, N.J., Kenis, M., Roques, A., Schneider, S., Snieszko, R., Williams, W., Eschen, R., 2019. Are traded forest tree seeds a potential source of nonnative pests? Ecol Appl, 29: e01971.
- Gezer, A., Yücedağ, C., 2006. Orman ağaçları tohumları ve tohumdan fidan yetiştirme tekniği ders kitabı. Süleyman Demirel Üniversitesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Isparta.
- ISTA, 1996. International Rules For Seed Testing, Seed Science and Technology (Supplement), 24: 1-335
- Iturrirtxa, E., Desprez-Loustau, M.L., García-Serna, I., Quintana, E., Mesanza, N., Aitken, J., 2011. Effect of alternative disinfection treatments against fungal canker in seeds of *Pinus radiata*. Seed Technology: 88-110.
- Laz, B., Babur, E., Akpınar, D.M., Avgın, S.S., 2018. Kahramanmaraş-Elmalar Yeşil Kuşak Ek-3 Plantasyon Sahasında Görülen Biyotik ve Abiyotik Zararlıların Tespiti. Tarım ve Doga Dergisi, 21: 926.
- Müller, M.M., Hantula, J., Wingfield, M., Drenkhan, R., 2019. *Diplodia sapinea* found on Scots pine in Finland. Forest pathology, 49: e12483.
- Munck, I.A., Smith, D.R., Sickley, T., Stanosz, G.R., 2009. Site-related influences on cone-borne inoculum and asymptomatic persistence of *Diplodia* shoot blight fungi on or in mature red pines. Forest ecology and management, 257: 812-819.
- OATIAEM, O.A.v.T.I.A.E.M., 2021. Islah Tesisleri, p. <https://ortohum.ogm.gov.tr/Documents/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2fDocuments%2fislah%5ftesisleri&FolderCTID=0x012000B012002E012004C64252896A64252894FBBF64252891D64252894DF64252890BB64252896AA64252858>.
- Oskay, F., Lehtijarvi, A., Doğmuş-Lehtijarvi, H., Woodward, S., 2018a. First report of *Diplodia sapinea* on *Cedrus libani* in Turkey. New Disease Reports, 38: 13-13.
- Oskay, F., Lehtijarvi, A., Doğmuş Lehtijarvi, H.T., 2018b. Ülkemiz Çam Ormanlarının En Yaygın ve Tehlikeli Hastalığı; Diplodia Sürgün Yanıklığı, in: Akinci, H.A. (Ed.), III. Türkiye Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu, Artvin, p. 117.
- Oskay, F., Lehtijarvi, A., Doğmuş Lehtijarvi, H.T., Woodward, S., Cleary, M., 2018c. Diplodia shoot blight in sentinel plantings in Sweden and Turkey Sentinel plantings for detecting alien, potentially damaging tree pests State of the art 2018 COST Conference, Campus Sursee, Switzerland, p. 133.
- Özçankaya, İ.M., Can, P., 2006. Ege Bölgesi tohum bahçelerinde kozalak zararlılarının ve mücadele yöntemlerinin belirlenmesi. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Ege Forestry Research Institute, İzmir.
- Özkazanç, N.K., Maden, S., 2013. Some important shoot and stem fungi in pine (*Pinus* spp.) and firs (*Abies* sp.) in western Blacksea region, Turkey. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 15: 32-38.
- Peterson, G.W., 1977. Infection, epidemiology, and control of Diplodia blight of Austrian ponderosa and Scots pines. Phytopathology, 67: 511-514.
- Rees, A.A., Webber, J.F., 1988. Pathogenicity of *Sphaeropsis sapinea* to seed, seedlings and saplings of some central American pines. Transactions of the British Mycological Society, 91: 273-277.
- Romero, G., 1997. Relationship of seed-borne pathogens to nursery and plantation diseases of eucalypts and pines in Uruguay, in: Prochazkova, Z., Sutherland, J.R., (Ed.), Proceedings of the ISTA Tree Seed Pathology Meeting. International Seed Testing Association: , Opocno, Czech Republic, pp. 82-85.



- Santini, A., Ghelardini, L., De Pace, C., Desprez-Loustau, M.L., Capretti, P., Chandelier, A., Cech, T., Chira, D., Diamandis, S., Gaitniekis, T., Hantula, J., Holdenrieder, O., Jankovsky, L., Jung, T., Jurc, D., Kirisits, T., Kunca, A., Lygis, V., Malecka, M., Marçais, B., Schmitz, S., Schumacher, J., Solheim, H., Solla, A., Szabo, I., Tsopelas, P., Vannini, A., Vettraino, A.M., Webber, J., Woodward, S., Stenlid, J., 2013. Biogeographical patterns and determinants of invasion by forest pathogens in Europe. *New Phytol*, 197: 238-250.
- Santini, A., Pepori, A., Ghelardini, L., Capretti, P., 2008. Persistence of some pine pathogens in coarse woody debris and cones in a *Pinus pinea* forest. *Forest Ecology and Management*, 256: 502-506.
- Smith, D.R., Stanosz, G.R., 2006. A species-specific PCR assay for detection of *Diplodia pinea* and *D. scrobiculata* in dead red and jack pines with collar rot symptoms. *Plant disease*, 90: 307-313.
- Smith, D.R., Stanosz, G.R., Albers, J., 2015. Detection of the *Diplodia* shoot blight and canker pathogens from red and jack pine seeds using cultural methods. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 37: 61-66.
- Smith, H., Wingfield, M.J., Coutinho, T.A., 2002. The role of latent *Sphaeropsis sapinea* infections in post-hail associated die-back of *Pinus patula*. *Forest Ecology and Management*, 164: 177-184.
- Smith, H., Wingfield, M.J., Coutinho, T.A., Crous, P.W., 1996. *Sphaeropsis sapinea* and *Botryosphaeria dothidea* endophytic in *Pinus* spp. and *Eucalyptus* spp. in South Africa. *South African Journal of Botany*, 62: 86-88.
- Smith, H., Wingfield, M.J., de Wet, J., Coutinho, T.A., 2000. Genotypic Diversity of *Sphaeropsis sapinea* from South Africa and Northern Sumatra. *Plant Dis*, 84: 139-142.
- Soylu, S., Kurt, Ş., Soyly, E., 2001. Determination of important fungal disease agents on pine trees in the Kahramanmaraş regional forests. *Journal of Turkish Phytopathology*, 30: 79.
- Stanosz, G., Blodgett, J., Smith, D., Kruger, E., 2001a. Water stress and *Sphaeropsis sapinea* as a latent pathogen of red pine seedlings. *New Phytologist*, 149: 531-538.
- Stanosz, G.R., Blodgett, J.T., Smith, D.R., Kruger, E.L., 2001b. Water stress and *Sphaeropsis sapinea* as a latent pathogen of red pine seedlings. *New Phytologist*, 149: 531-538.
- Stanosz, G.R., Smith, D.R., Guthmiller, M.A., Stanosz, J.C., 1997. Persistence of *Sphaeropsis sapinea* on or in Asymptomatic Shoots of Red and Jack Pines. *Mycologia*, 89: 525-530.
- Stanosz, G.R., Smith, D.R., Leisso, R., 2007. *Diplodia* shoot blight and asymptomatic persistence of *Diplodia pinea* on or in stems of jack pine nursery seedlings. *Forest Pathology*, 37: 145-154.
- Sümer, S., 2000. Shoot Blight Disease Caused by *Sphaeropsis sapinea* in Pine Stands at the South-Eastern Region, Turkey. (OGM inceleme raporu)
- Şanlı, B.N., Balkız, B., Çelik, O., Semerci, A., Şahin, Ö., 2010. Some Tree Mortality Cases Based on Drought Insect and Diseases in Turkey, EFİMED Annual Progress Meeting and Scientific Seminar "Knowledge-based management of Mediterranean forests under climate driven risks: the ways ahead", Antalya, Turkey.
- Ünal, F., Koca, E., Aşkın, A., Kurbetli, İ., Sarpkaya, K., 2018. Identification and virules of *Sphaeropsis* tip blight (*Sphaeropsis sapinea*) on *Pinus* spp. in Istanbul and Bursa parks. *Acta Biologica Turcica*, 31: 18-21.
- Ünlügil, H., Ertaş, A., 1993. İstanbul yakınlarındaki çam ağaçlarında *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & Sutton mantar hastalığı. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 43: 131-138.
- Velioglu, E., 2001. Detection of Fungal Flora in Certain Forest Tree Seeds. Ministry of Forestry, Ankara.
- Vujanovic, V., St-Arnaud, M., Neumann, P.J., 2000. Susceptibility of cones and seeds to fungal infection in a pine (*Pinus* spp.) collection. *Forest Pathology*, 30: 305-320.
- White, T., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J., 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, JJ, White TJ, eds. *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. New York, USA: Academic Press Inc., ss. 315-322.
- Yeltekin, Ş., 2015. Kerpe araştırma ormanı konifer türlerinde *Diplodia* spp.'den kaynaklanan kozalak ve sürgün enfeksiyonlarının belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Isparta.
- Zakaullah, A.F., 2000. Mycoflora associated with blue pine seed. *Pakistan Journal of Forestry*, 50: 25-31.
- Zlatković, M., Keča, N., Wingfield, M.J., Jami, F., Slippers, B., Kim, M.S., 2017. New and unexpected host associations for *Diplodia sapinea* in the Western Balkans. *Forest Pathology*, 47: e12328.

## Türkiye’de orman yangını sorunu: Güncel bazı konular üzerine değerlendirmeler

Mustafa Avcı<sup>a,\*</sup> , Mehmet Korkmaz<sup>a</sup> 

**Özet:** Bu çalışma ile Türkiye’de son yıllarda çıkan orman yangınlarının sayı ve alansal olarak değişiminin incelenmesi ve yangınların çıkış sebepleri itibarıyla analiz edilmesi, orman yangınları konusunda zaman zaman tartışmaların da yaşandığı bazı konular hakkında değerlendirmeler yapılması ve bu bilgiler ışığında orman yangınlarının önlenmesi ve mücadelesinde faydalı olacağı düşünülen öneriler getirilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda Orman Genel Müdürlüğü’nün yangın kayıtları değerlendirilmiş ve orman yangınlarıyla mücadele tecrübesine sahip 22 uzman ile mülakatlar yapılmıştır. Sonuç olarak; yangın verilerinin değerlendirilmesiyle Türkiye’de yangın sayılarının genel olarak artma eğiliminde olduğu, alansal olarak bir azalma eğiliminin görüldüğü ancak bazı yıllar gerçekleşen birkaç büyük yangın nedeniyle kimi yıllar önemli artışlar olduğu görülmektedir. Yangınların çıkış sebepleri itibarıyla dikkat çeken en önemli husus sebebi bilinmeyen yangınların son yıllarda arttığı ve tüm yangınların artık yarıdan fazlasının “meçhul” olarak kayıtlara geçtiği şeklindedir. Orman yangınları ile ilgili olarak Türkiye’de güncel sorunların; yangın sayılarının artması, iklim değişikliği ve kuraklığa bağlı olarak yangına hassas alanların genişlemesi ve yanıcı madde birikiminin ve sürekliliğinin artmasına bağlı olarak çıkan yangınların büyümesi, yangın sebeplerinin belirlenmesindeki eksiklikler, deneyimli yangın işçisi sayısının azlığı olduğu görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Orman yangınlarının önlenmesi, Orman yangınları ile mücadele, Toplumsal algılar, İklim değişikliği, Türkiye

## Forest fire problems in Turkey: Evaluations of some current issues

**Abstract:** In this study, the number and spatial changes in forest fires in Turkey over recent years were examined and the causes of the fires analyzed. Evaluations were made concerning issues on which there were discussions about forest fires from time to time, and suggestions for reduction and prevention of forest fires were made. Fire records of the General Directorate of Forestry were evaluated, and interviews conducted with 22 experts with experience in fighting forest fires. Evaluation of the fire data showed that the number of forest fires in Turkey has increased in general, with decreasing trends noted in terms of area. There are significant increases in fire areas in some years due to a few big fires taking place. The most important point that draws attention in terms of the causes of the fires is that those of unknown cause have increased in recent years, with more than half of all fires are now recorded as "unknown". Current problems in Turkey regarding forest fires include increasing numbers of fires, fire sensitive areas due to heating and drought have increased, lack of understanding of the causes of fire, and the low number of experienced fire workers.

**Keywords:** Prevention of forest fires, Combating forest fires, Social perceptions, Climate change, Turkey

### 1. Giriş

Ormanlar, barındırdığı tüm organizmalar ile birlikte oldukça dinamik bir yapıya sahip ekosistemler olarak zaman zaman büyük ölçüde insan kaynaklı tehlikelere maruz kalmakta ve devamlılıkları tehlikeye düşmektedir. Biyotik ve abiyotik faktörler olarak sınıflandırılan bu etkenler içinde insan kaynaklı yangınlar, ormanların sürekliliğini tehlikeye atan en önemli faktörlerden biridir. Yangınlar, ülkemizle birlikte diğer Akdeniz ülkeleri ve Avustralya ile ABD’nin bazı bölgelerinde de ormanların geleceğini tehdit etmektedir. Türkiye’nin önemli bir bölümünde, ülkenin yer aldığı coğrafya itibarıyla yangınlar açısından uygun meteorolojik koşulların bulunması, daha kolay yanma özelliklerine sahip bitki örtüsü ile kaplı olması ve kıyı bölgelerinde yangın sezonu boyunca yoğun nüfus

hareketleri nedeniyle her yıl çok sayıda orman yangını çıkmaktadır.

Orman Genel Müdürlüğü (OGM) 182 yıllık bilgi birikimi ve kurumsal yapısı ile ülkenin ormanlarını koruyan ve geliştiren önemli bir kamu kurumudur. OGM, iyi bir organizasyon kurmuş, sürekli bu organizasyonu genişletmiş, yenilemiş ve gelişen teknoloji ile desteklemiştir. Buna karşın, 2019 yılında yapılan III. Tarım ve Orman Şurası “Orman Yangınlarıyla Mücadelede Yenilikçi Yaklaşımlar” grubu çalışma belgesinde orman yangınları ile mücadelenin en önemli bileşenlerinden olan arazöz ve yer ekiplerinin, orman yangın işçilerinin azalması nedeniyle yeterli sayıda oluşturulamaması, işçilerin yaş ortalamalarının yükselmiş olması nedeniyle fiziksel özelliklerinin yeterli olmaması, yangınlar konusunda uzmanlaşmış teknik personelin rotasyonla başka görev ve yerlere atanması nedeniyle orman

✉ <sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): mustafaavci@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 25.05.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 07.09.2021



**Citation** (Atf): Avcı, M., Korkmaz, M., 2021. Türkiye’de orman yangını sorunu: Güncel bazı konular üzerine değerlendirmeler. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 229-240. DOI: [10.18182/tjf.942706](https://doi.org/10.18182/tjf.942706)

yangınları konusunda kurumsal hafızanın zayıflamış olması OGM'nin zayıf yönleri olarak belirtilmiştir (OGM, 2019).

Orman yangınlarına yönelik ülkemizde yapılan bilimsel çalışmalar incelendiğinde; yangın verilerinin analizi (Küçükosmanoğlu, 1998; Bilgili vd., 2010; Bilgili, 2020), yanıcı madde ve yangın davranışı (Sağlam, 2002; Küçük, 2004; Sağlam vd., 2008; Dinç Durmaz, 2014; Bilgili ve Sağlam, 2003), yangın ekolojisi (Tavşanoğlu, 2009), yangınların dağılımı (Göktepe, 2011; Duran, 2014; Kurt, 2014) yangın riskinin haritalandırılması ve modellenmesi (Güney, 2013; Çoban ve Özdamar, 2014; Çoban ve Erdin, 2020; Baltacı ve Yıldırım, 2021), görünürlük analizi (Çoban ve Bereket, 2020), yangın kriminolojisi (Zile, 2018; Kavcin ve Kesler, 2019), eğitim ve toplum-orman kaynakları ilişkisinin sosyo-ekonomik boyutu (Coşgun, vd., 2010; Özden vd., 2012), organizasyon (Sağkaya, 2009), denetimli yakma ve yangına dirençli orman kurma teknikleri (Neyişçi vd., 1999; Neyişçi vd., 2002) konularının ele alındığı görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, ülkemizdeki orman yangınlarının sayı ve alansal olarak değişimi ile sebeplerini analiz etmek, aynı zamanda son yıllarda üzerinde çeşitli tartışmalara konu olan hususlarda uzman görüşleri yardımıyla bir değerlendirme yaparak sorunların çözümüne katkısı olacağı düşünülen bazı öneriler getirebilmektir.

## 2. Materyal ve yöntem

Çalışma kapsamında ilk olarak OGM'nin geçmiş yıllara ait yangın verileri, Yangın Değerlendirme Raporları ve Yangın Eylem Planlarından yararlanılmıştır. Ardından orman yangınları konusunda güncel bazı konuların değerlendirilmesi için uzun yıllar yangına hassas bölgelerde görev yapmış, önleme ve mücadele çalışmalarına idari ve teknik ölçekte önemli katkılar sağlamış, konusunda tecrübeli, emekli veya halen aktif çalışan ve meslekte farklı kademelerde en az 20 yıl süreyle görev yapmış meslektaşlarımız ile değerlendirmeler yapılmıştır (Çizelge 1).

Konunun geniş bir çerçevede ortaya konulabilmesi için 11 adet sorudan oluşan mülakat formları hazırlanmıştır. Yöneltilen sorular ve yanıtlar ile öğrenilmesi hedeflenen konular; (1) Orman yangınlarının sayısal olarak son yıllarda artmasının nedenleri, (2) Orman yangınlarıyla mücadelede hava araçlarının organizasyonu, gerekliliği ve etkinliği, (3) Orman yangınlarının önlenmesi amacıyla yapılan mevcut faaliyetlerin yeterliliği, (4) Orman yangınlarında yanan alan miktarının belirlenmesi, (5) Sebebi bilinmeyen yangınların sayısının giderek artmasının nedenleri, (6) Orman yangınlarının sebeplerinin tespiti için öneriler (7) Orman yangınlarıyla mücadelede başarı göstergeleri, (8) Orman yangınlarının sebepleri-yöresellik değerlendirmesi, (9) Orman yangınları-rekreasyonel etkinlikler ilişkisi, (10) Orman yangınları ile mücadelede yapılan harcamaların değerlendirilmesi, (11) Toplumun orman yangınları ile ilgili bilgi ve bilinç düzeyinin geliştirilebilmesi için öneriler şeklinde sıralanmaktadır. Bu kapsamda 28 uzman e-posta ile mülakat formlarını doldurmaları için davet edilmiştir. Yapılan davete 22 uzman tarafından yanıt verilmiş ve bu uzmanların mülakat formları değerlendirmeye alınmış olup geri dönüş oranı %81,5 olarak gerçekleşmiştir. Bu oran, ilgili yazın incelendiğinde yeterli görülmektedir (Nulty, 2008). Elde edilen bilgiler her konu başlığı altında ayrı ayrı birleştirilerek değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

## Çizelge 1. Uzmanların profili

	Sayı	%
<b>Görev yılı</b>		
20-25 yıl	5	22,7
26-30 yıl	5	22,7
>30 yıl	12	54,6
<b>Çalışma durumu</b>	<b>Sayı</b>	<b>%</b>
Aktif çalışan	19	86,4
Emekli	3	13,6

## 3. Bulgular ve tartışma

Türkiye'de 1937 yılından 2020 yılı sonuna kadar kayıtlara geçen yangın sayısı 114.941 olup uzun yıllar ortalaması 1.369 adet/yıl'dır. 2011-2020 yıllarını kapsayan son on yıllık dönemde ise yıllık ortalama sayı 2.631'dir. Yıllık meydana gelen yangın sayılarında küçük dalgalanmalar olmakla birlikte son 50 yılda sürekli bir artış eğilimi görülmektedir (Şekil 1). En fazla yangın çıkan üç yıl sırasıyla 2013 (3755 adet), 2020 (3399 adet) ve 1994 (3239 adet)'tür. Orman yangınlarıyla mücadeleye ek olarak her yıl hemen hemen orman yangını sayısına yakın zirai alan yangınına da müdahale edilmekte olup bu sayı 2020 yılı için 3.007'dir (OGM, 2021).

1937 yılından 2020 yılı sonuna kadar olan dönemde 1.711.973 ha saha yanmış, yıllık ortalama yanan saha miktarı 20.380 ha ve birim yangın başına düşen saha miktarı ise 14,9 ha olmuştur. 2011-2020 yıllarını kapsayan son 10 yıllık dönemde ise toplam 90.955 ha saha yanmış, yıllık ortalama kayıp miktarı 9.096 ha, yangın başına isabet eden saha 3,45 ha olmuştur. Yanan alan miktarı son on yılda yangın sayısının artmasına rağmen uzun yıllar ortalamasının yarısına kadar çekilebilmiştir. 2020 yılında yangın başına düşen zarar gören alan miktarı 6,17 ha olarak gerçekleşmiştir (OGM, 2021). OGM Stratejik Planı (2019-2023)'nda 2023 yılı için yangın başına düşen alan miktarının 2,2 ha seviyesine düşürülmesi hedeflenmektedir (OGM, 2018).

### 3.1. Orman yangınlarının sebepleri

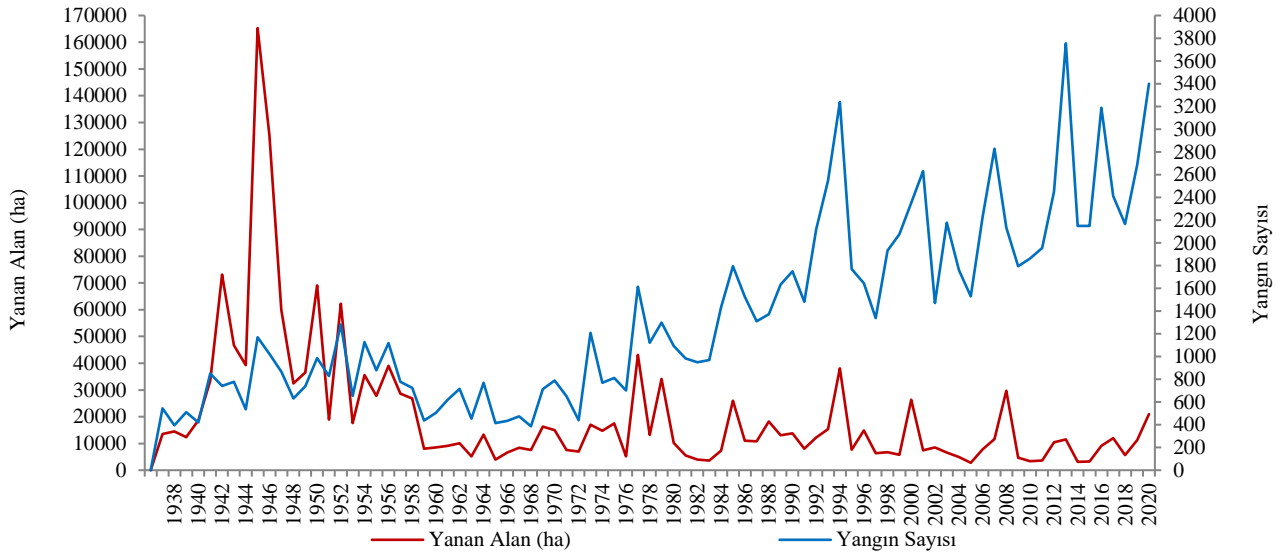
Türkiye'de 2001-2020 dönemi orman yangınlarının sebepleri incelendiğinde yangınların %40'ının sebebinin belirlenemediği, %35,3'ünün ihmal-dikkatsizlik, %11,8'inin yıldırım, %8,0'ının kasıt ve %4,9'unun kaza olduğu anlaşılmaktadır. Bu verilerin 2001-2010 dönemi için sırasıyla %20,3, %51,8, %12,2, %11,0 ve %4,7, 2011-2020 döneminde ise %46,8, %31,0, %11,5, %5,6 ve %5,1 olduğu (Şekil 2) görülmektedir (OGM, 2021).

Türkiye'de 2001-2020 dönemi orman yangınlarının sebeplerinin yıllara göre değişimi değerlendirildiğinde dikkat çeken en önemli iki değişim ihmal ve dikkatsizlik kaynaklı yangınlarda görülen düşüş ve sebebi bilinmeyen yangın sayılarındaki önemli artıştır. Önceki dönemlerde tüm yangınların yaklaşık %30'unun sebebi bilinmezken son yıllarda bu oran %50 seviyesine çıkmıştır. Örneğin; bu yangınların oranı 2013 yılında %48,4, 2016 yılında %54,3, 2017 yılında %53,2, 2019 yılında %48,7 ve 2020 yılında ise %54,7 oranında gerçekleşmiştir (Şekil 3). Bu durum orman yangınlarının daha çıkmadan önlenmesi aşamasında önemli bir sorun olarak karşımızda durmaktadır. Yangınların çıkış sebepleri bilinemediği takdirde bunu önlemeye yönelik alınabilecek önlemlerin yeterli olmayacağı açıktır. Aynı zamanda bu oranın son yıllardaki artışının ayrıntılı bir şekilde sorgulanması gereklidir.

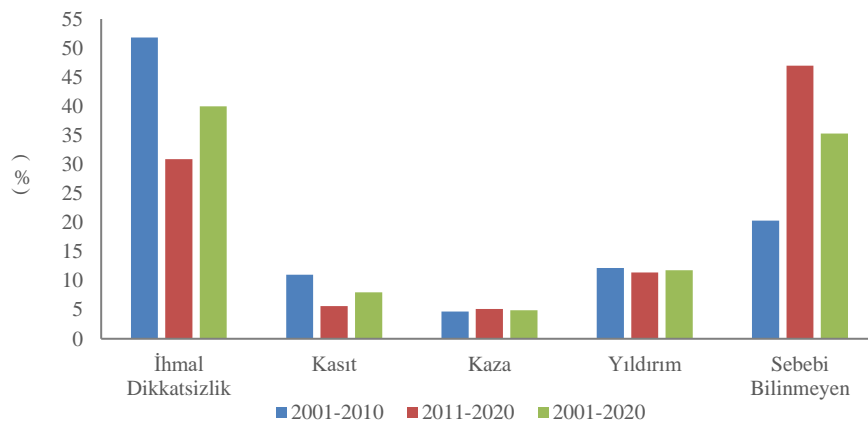
Yangına ulaşım süresi (2020 yılı için 12 dk.) kısalmışken (OGM, 2021) ve teknolojik olanaklara sahiplilik düzeyi artmışken bu oranın kötüye doğru seyri düşündürücüdür.

Sebebi belirlenen yangın sayıları içinde en yüksek oranda olan ihmal-dikkatsizlik, tali sebepler olarak anız, çöplük, avcılık, çoban ateşi, sigara, piknik ve diğer şeklide ayrılmaktadır. Şekil 4 incelendiğinde, bu sebepler içinde anız kaynaklı yangınların önemli bir yer tuttuğu görülmektedir. Bunun yanında dikkat çeken diğer bir durum ise sigara kaynaklı yangınlarda görülen önemli azalmadır. Ancak ihmal-dikkatsizlik ana başlığı altında bulunmakla beraber incelenen dönemde bu yangınların da %44'ünün tali sebebinin "diğer" olarak yazıldığı, yeterli bir tespitin

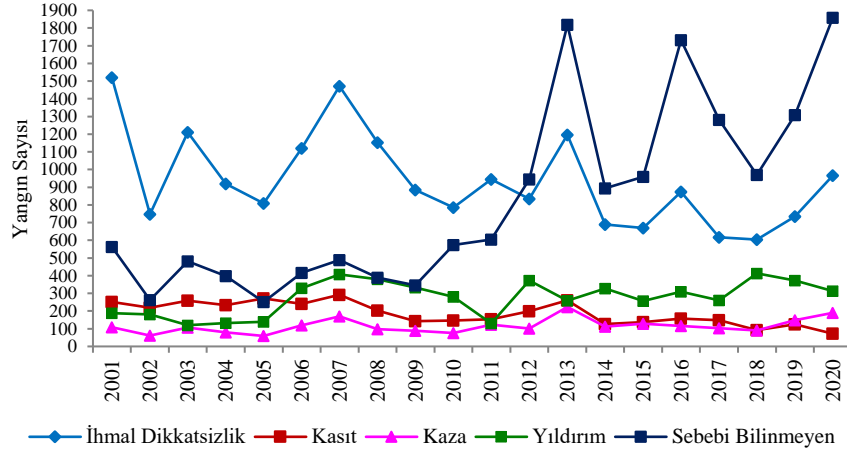
yapılmadığı anlaşılmaktadır. 2020 yılı yangınları incelendiğinde ihmal ve dikkatsizlik sonucu çıkan yangınların %21'i anız, %5'i çoban ateşi, %4'ü sigara nedeniyle çıkmış olup %3'ü ise çöplük yangınlarıdır (OGM, 2021). Benzer şekilde Avcı vd. (2009), 1998-2008 yıllarını kapsayan dönemde çıkan 85.865 adet yangının sebeplerini inceledikleri çalışmalarında yangına neden olan en önemli etmenin ihmal ve dikkatsizlik olduğunu, yıldırım kaynaklı yangınların artış eğilimi gösterdiğini ve sebebi bilinmeyen yangınların sayısının gitgide arttığını belirtmişlerdir.



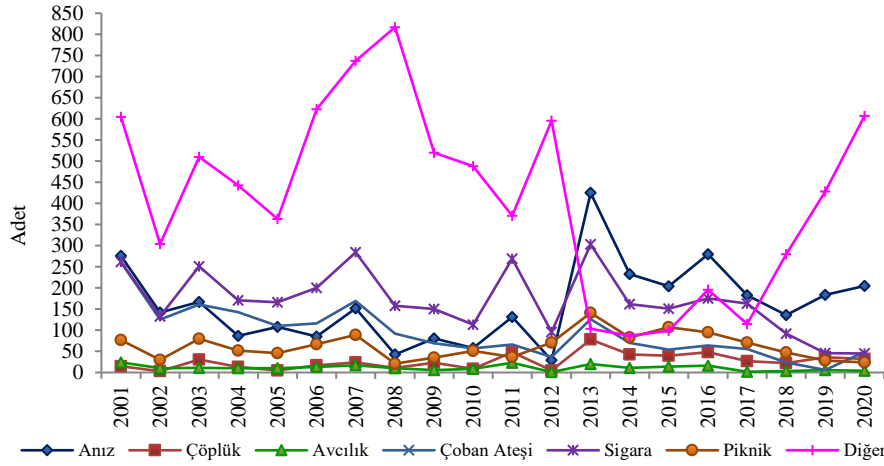
Şekil 1. Türkiye'de 1937-2020 dönemi orman yangını sayıları ve yanan alan miktarları



Şekil 2. Türkiye'de 2001-2020 dönemi orman yangınlarının sebepleri



Şekil 3. Türkiye’de 2001-2020 dönemi orman yangınlarının sebeplerinin yıllara göre değişimi



Şekil 4. Türkiye’de 2001-2020 dönemi ihmal-dikkatsizlik yangınlarının tali sebeplere dağılımı

### 3.1.1. Yangın sayılarında son yıllardaki artışın nedenleri

Türkiye’de çıkan orman yangın sayıları incelendiğinde daha önce de belirtildiği üzere son yıllarda bir artış olduğu gözlenmektedir. Özellikle 2020 yılında son on yıllık ortalamaya göre %35 oranında bir artış meydana gelmiştir. Bu konuda görüşleri sorulan uzmanların verdikleri yanıtlara göre orman yangınlarının son yıllarda sayısal olarak artışı üzerinde birçok faktörün etkili olduğu görülmekte olup bu kapsamda uzmanların görüşleri Çizelge 2’de gösterilmiştir.

Uzman görüşlerine göre (%54,5) orman yangın sayılarının son yıllarda artışındaki en önemli neden, orman içi ve bitişindeki nüfus hareketliliğinin artışıdır. Son yıllara ait kayıtlara göre yangınların %88’inin insan kaynaklı olduğu düşünülürse bu beklenen bir durumdur. Örneğin, yangına hassas olan Ege ve Akdeniz Bölgelerinde nüfus, Anadolu’dan bu bölgelere olan yoğun göç hareketi ile son yıllarda hızlı bir şekilde artmaktadır. Buna ek olarak yaz aylarında bu bölgelerde turizm etkinlikleri de yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Örneğin bir çalışmada Bodrum sahil bölgesi için 2015 yılı verilerine göre yaz nüfusunun kış nüfusuna göre %728 oranında artış gösterdiği tespit

edilmiştir (Öner vd., 2019). Ayrıca orman içerisinde verilen maden, enerji, turistik tesis vb. izinler orman yangınlarının artmasına ve söndürme çalışmalarının daha da karmaşıklaşmasına yol açmaktadır. Bu durum aynı zamanda sınır coğrafyasını değişime uğratmıştır. Örneğin 2008-2019 yılları arasında 10 hektardan küçük parça sayısı %118 oranında artış göstermiştir (OGM, 2009; 2020).

Turizm ve rekreasyonel etkinliklere (piknik vb.) olan talep artışı ve bu kapsamda yakılan kontrolsüz ateşler ve atılan sigara izmaritleri ve rekreasyon alanları dışındaki ormanlarda izinsiz olarak piknik yapılması, bu hususta etkili olan diğer etmenlerdir. Benzer şekilde Bilgili (2020), turizmin artan bir hızla gelişmesi ve rekreasyonel amaçlı orman alanlarındaki kullanımın artması nedeniyle ihmal ve dikkatsizlik sonucu çıkan yangınlarda önemli bir artış olduğuna dikkat çekmektedir. Halkın eğlenme ve dinlenme amaçlarına yönelik rekreasyon alanlarını uzmanların %59,1’i yeterli görürken, yetersiz olduğunu belirten uzmanlar gerek yer seçimi gerekse alt yapı donatıları bakımından yangın riski değerlendirilerek bu alanların artırılmasını önermiştir.

Çizelge 2. Orman yangınlarının sayısal olarak son yıllarda artmasının nedenlerine ilişkin görüşlerin dağılımı\*

Görüşler	Sayı	%
Nüfusun ve orman içi ve bitişiğindeki nüfus hareketliliğinin artışı ile ormanda verilen izinler	12	54,5
Turizm ve rekreasyonel taleplerin artışı	11	50,0
Hava hallerindeki ciddi dalgalanmalar, sıcaklıkların artışı, yağışların azalması ve orta/uzun süreli kuraklıklar	8	36,4
Toplumun orman yangınlarına yönelik bilinç düzeyinin yeterli olmaması	7	31,8
Bahçe ve sera artıklarının temizliği ve anız yakma	7	31,8
Enerji nakil hatlarının yıpranmış olması ve tamir-bakımlarının yeterince yapılmaması	7	31,8
Terör	6	27,3
Yangınların geçmiş yıllara göre daha fazla kayıt altına alınması	3	13,6

\*Her bir uzman birden fazla yanıt vermiştir.

Son yıllardaki hava hallerindeki ciddi dalgalanmalar, sıcaklığın artması, yağışın azalması ve orta/uzun süreli kuraklıklar sonucu yanıcı maddenin neminin düşmesinin yanmayı kolaylaştırarak orman yangın sayılarının artışında etkili olduğu görüşü üçüncü sırada yer almaktadır (%36,4). Genel iklim değişikliklerinin etkisiyle yaz mevsiminin daha sıcak ve kurak geçmesi ve hava sıcaklıklarının mevsim normalleri üzerinde seyretmesi, yangınların sayısal olarak artması üzerinde etkisini göstermektedir. Türkiye son yıllarda iklim değişikliğinin sonucu olarak daha sıcak ve kurak bir dönem geçirmektedir. Dünyada 2016 yılı en sıcak yıl olarak kayıtlara geçmiş olup 2020 yılı ise ölçümlenen en sıcak ikinci yıl olmuştur. Bunu sırasıyla 2019, 2017, 2018, 2015, 2010, 2014, 2005 ve 2013 yılları izlemiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) verilerine göre, Türkiye'de uzun yıllar sonbahar (eylül, ekim, kasım) mevsimi ortalama sıcaklığı 14,8 °C olarak ölçülmüşken, 2020 yılının sonbaharında ise ortalama sıcaklık 2,5 °C artarak 17,3 °C'ye yükselmiştir (MGM, 2021). Türkiye'de yağışlarda genel bir azalma (normalden daha kurak), yüzey hava sıcaklıklarında belirgin bir artış (hava normalinden daha sıcak ve çok sıcak), yüzey hava bağıl neminde önemli azalma (hava normalinden daha kuru) ve üst toprak (0-7 cm) neminde azalma (normalinden daha kurak ve çok kurak) gerçekleşmiştir. Bir yıllık verilere baktığımızda, yani 12 aylık kuraklık indis analizleri incelendiğinde Orta ve Doğu Karadeniz'de bile bir kuraklık söz konusudur (Türkeş, 2020).

MGM tarafından yayınlanan 2020 yılının, 3, 6, 9 ve 12 aylık meteorolojik kuraklık analiz haritaları incelendiğinde, Türkiye'nin özellikle yılın ikinci yarısında beklenen yağışları alamadığı, hatta önemli bir bölümünün olağanüstü ve şiddetli kurak koşullar yaşadığı görülmektedir. Bu ekstrem koşullar nedeniyle, 2020 yılında yanan alan itibarıyla çok sayıda önemli yangın gerçekleşmiştir. Bunlar; Hatay/Karaçay (3.594 ha), Adana/Kozan (1.870 ha), İzmir/Gazimemir (1.455 ha), Kastamonu/Taşköprü (1.323 ha), Manisa/Ahmetli (864 ha), Manisa/Gördes (790 ha), Çanakkale/Anafartalar (783 ha), Hatay/Belen (669 ha), Ankara/Nallıhan (663 ha), Adana/Pozantı (652 ha), Hatay/İskenderun (617 ha) ve İzmir/Gazimemir (430 ha) yangınları olup daha önceki yıllarda bu miktarlarda yangınlar bir sezonda gerçekleşmemiştir (OGM, 2021).

2020 yılı, orman yangınlarının sadece Akdeniz, Ege ve kısmen Marmara Bölgesine ait bir tehdit olmadığını Karadeniz ve İç Anadolu Bölgelerinin de bu tehdit altında olduğunu göstermesi bakımından önemli bir yıl olmuştur. Örneğin Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, yanan alan bakımından Muğla, Antalya ve Mersin Orman Bölge Müdürlüklerini geride bırakarak dördüncü sırada yer almıştır. Yangına hassas olarak kabul edilen bölgeler dışında çıkan önemli yangınlar; Kastamonu/Taşköprü (1323 ha), Ankara/Nallıhan (663 ha), Sinop/Boyabat (361 ha), Çorum/Kargı (241 ha), Edirne/Meriç (142 ha),

Bolu/Dörtdivan (132 ha), Kütahya/Emet (76 ha) ve Çorum/İskilip (66 ha) yangınlarıdır (OGM, 2021).

Meteorolojik verilerin bundan sonra da kuraklık yönünde seyrinin devam etmesi durumunda yangına hassas alanların giderek genişleyeceği anlaşılmaktadır. Türkeş ve Altan (2012), Muğla'da 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesine yönelik yaptıkları çalışmalarında bu konuya dikkat çekmiş ve mevcut egemen iklim özellikleri ile gözlenen ve kestirilen iklim değişikliği ve değişkenlikleri göz önünde bulundurularak yöneticilerin bugünden gelecekte oluşabilecek afetler konusunda önlem almaları ve özelde orman yangınlarının önlenmesine yönelik ulusal, bölgesel ve yöresel çözüm önerilerinin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Calda vd. (2020), iklim değişikliğinin Akdeniz Havzası orman yangınlarına etkisinin son yıllarda giderek arttığını, bu sorunun temelinde iklim değişikliği ile birlikte Akdeniz ikliminin hâkim olduğu bölgelerde yazların daha sıcak ve kurak geçmeye başlamasının olduğunu ve böylelikle orman yangınlarının sayısının artmasına neden olduğunu bildirmiştir.

Orman yangınları konusunda toplumda artan bilgi düzeyine rağmen bilinç düzeyinin yeterli olmaması, insanların dikkatsizliği, bilinçsiz ateş yakmaları, orman yangınlarının önlenmesi hususlarında genel olarak toplumsal duyarlılığın yetersiz olması da uzmanların %31,8'i tarafından son yıllarda yangın sayısındaki artışın nedenleri olarak ifade edilmiştir.

Günümüzde orman bitişiği yerleşimlerde gerekli tedbirler alınmamasından dolayı çıkan ve ormana sirayet eden yangın sayısında artış gözlenmektedir. Örneğin 2017 yılında kırsal alan yangın sayısı 2.541 iken bu sayı 2020 yılında 3.007 olarak gerçekleşmiştir (OGM, 2021). Tarla, bağ, bahçe ve sera artıklarının temizlik amaçlı yakılması önüne geçilemeyen bir sorundur. Özellikle anızdan ve tarımsal arazi temizliğinden dolayı çıkan yangınların sayısının daha önce de belirtildiği üzere geçmiş yıllar ile karşılaştırıldığında artma eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır. Anız yangınları, ince ve kuru yanıcı materyal nedeniyle hızlı ilerlemesi ve cephesinin geniş olması nedeniyle kısa zamanda ormanlık alanlara sirayet ederek önemli bir orman yangınına dönüşebilmektedir. Örneğin 27 Temmuz 1994 tarihinde Çanakkale/Eceabat'ta anız kaynaklı çıkan orman yangınında 4.049 ha alan zarar görmüştür (OMO, 1994). Anız yakmanın yasaklanması bu sorunun çözümü için yeterli olmayıp anız yakmayı gerekli kılan nedenlerin irdelenerek anız yakmadan bu sorunu ortadan kaldıracabilecek çözümlerin bulunması ve uygulanması önem arz etmektedir (Neyişçi, 1994).

Yangın sezonunda kuvvetli (özellikle Akdeniz ve Ege Bölgelerinde poyraz/fön rüzgârı, Karadeniz Bölgesinde kible ve lodos) rüzgârların olduğu günlerde, orman içerisinden geçen enerji nakil hatları (ENH)'nda meydana gelen arklar, yaz aylarında aşırı enerji gereksinimi nedeniyle hatlardan yüksek oranda enerji çekilmesi nedeniyle trafo

merkezinde meydana gelen patlamalar ve iletim hatlarının kopması, ENH'lerin çoğunluğunun yıllar boyunca yıpranmış olması ve tamir-bakımlarının yeterince yapılmaması sonucu gerçekleşen yangınlar sayısal olarak yüksek olmamakla birlikte alansal olarak önemli etkiye sahiptir. Örneğin 2020 yılında ENH'lerden kaynaklanan yangınların sayısal olarak tüm yangınlara oranı %3,91 iken yanan alan bakımından ise %16,68'dir (OGM, 2021). Türkiye'nin en büyük yangınlarından biri olan ve 31 Temmuz 2008 tarihinde Taşağıl Orman İşletme Müdürlüğü Karabük Orman İşletme Şefliği Pelitdibi mevkiinde başlayan ve 15.795 ha orman alanını etkileyen yangının nedeni, ENH kaynaklıdır.

Orman yangınlarının sayıca artışında terör amaçlı yakmaların da etkili olduğu bilinmektedir. Ülkemizde 2001-2020 döneminde meydana gelen 62 adet terör kaynaklı yangından 47 adedinin 2015 yılı ve sonrasında çıktığı belirlenmiştir (OGM, 2021).

Orman yangınlarının son yıllardaki artışının nedenlerinden birisi de uzman görüşlerine göre düşük düzeyde önemli görülen yangınların geçmiş yıllara göre daha fazla kayıt altına alınmasıdır. Bu görüşe katılım oranı %13,6 ile düşük düzeydedir.

### 3.1.2. Kök sebeplerin belirlenmesi

Kök sebep, bir sorunun altında yatan temel sebep veya sebepler bütünü olarak tanımlanabilir. Kök sebep analizi ise bir sorunun; yalnızca hata veya uygunsuzluk olarak tanımlanması yaklaşımından farklı olarak, sorunun neden ortaya çıktığını belirleme süreci olup (İSKİ, 2021) meydana gelen hatalarda, hataların çıkış noktasındaki asıl sebebin ne olduğunun tespitine ve hataların tekrarlanmaması için alınacak tedbirlere yönelik çalışmaları kapsamaktadır (Kaya, 2017).

Orman yangınlarının yerel olarak dağılımı ve çıkan yangınların sebepleri bakımından belli yerlerde yoğunlaşmaların olduğu, bu yönleriyle yangınların homojenlik göstermediği hususunda yapılmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Göktepe, 2011; Kurt, 2014; Duran, 2014). Zile (2018) tarafından Adana ve Mersin illerinde 23 Temmuz 2011 ile 12 Ağustos 2013 tarihleri arasında meydana gelmiş ENH'lerden kaynaklı sekiz adet orman yangınına ait gözlemsel ve kayıtların incelenmesi ile bu yangınlardaki kusurların neler olduğu tespit edilerek yangınların tekrar çıkmasının önlenebileceği belirtilerek kök sebeplerin belirlenmesinin önemi vurgulanmıştır. Bu bölümde orman yangınlarına neden olan kök sebeplerin araştırılması gerekliliği konusundaki görüşlere ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

Uzmanlara yöneltilen "Orman yangınları ile ilgili tutulan kayıtların daha kapsamlı analiz edilmesiyle (örneğin yangınların çıkış yerleri ve sebepleri) yöresel olarak bazı önlemlerin alınabilmesi mümkün müdür?" sorusuna verilen yanıtlar değerlendirildiğinde, tüm uzmanlar tarafından evet yanıtı verilmiş olup orman yangınlarına yol açan kök sebeplerin yöresel düzeyde incelenmesinin, orman yangınlarını önleme çalışmalarına çok yüksek düzeyde katkı yapacağı belirlenmiştir.

Her yörenin kendine özgü ekonomik, sosyal, kültürel ve ekolojik koşulları vardır. Özellikle yangın çıkış sebepleri üzerine yoğunlaşmak, daha yangın çıkmadan alınması gereken önlemler açısından önemli bilgiler sağlayabilecektir. Tarla açma, işgal, yaylacılık, otlatma,

kaçakçılık vb. birçok konuda her yörede farklı insan davranışları vardır. Bunlara karşı idarenin ve insanların birbirlerine yönelik tavırları da farklılaşmaktadır. Bu karşılıklı davranışların ormana zarar vermemesi için şeffaf, tarafsız ve adil yönetim önemlidir. Ayrıca caydırıcılıkla ilgili teknik ve hukuki birçok yerel tedbir de söz konusu olacaktır. Yani ormancılık etkinliklerinin genelinde olduğu gibi yangınlarla ilgili çözümlerde de yöresellik önemli bir husustur. Bu da her yöre için farklı önlem ve yangınla mücadele yöntem ve stratejileri gerektirir. Diğer bir deyişle hassas bölgelerde yangına karşı alınacak farklı önlemlerin belirlenmesi ve uygulanması, başarı için önemlidir. Yangın başlama noktası ve yangın sebepleri sağlıklı olarak belirlenebilirse, hedef kitle ve hedef alan (olası yangın başlama yerleri) için yöresel ölçekte alınacak önlemler etkili olacaktır.

Orman Bölge Müdürlükleri 2012-2015 döneminde değerlendirildiğinde tali sebeplere göre ilk sırada yer alan bölgeler ve oranları şu şekildedir; anız (İzmir %26), çöplük (İzmir %17), avcılık (Mersin %32), çoban ateşi (İzmir %29), sigara (İzmir %33), piknik (İstanbul %42), terör (Kahramanmaraş %33), kundaklama (Muğla %46), açma (Amasya %22), ENH (Mersin %13), ve yıldırım (Muğla %32). Benzer şekilde Antalya Orman Bölge Müdürlüğünde çıkan yangınlar, 2014-2018 dönemi 13 adet Orman İşletme Müdürlüğü bakımından değerlendirildiğinde, yangın sebepleri işletmelere göre önemli farklılık göstermekte olup sebeplerin dağılımı; anız (Alanya %26), sigara (Antalya %28), piknik (Manavgat %32), kundaklama (Antalya %22), ENH (Antalya %19), meçhul (Antalya %28) ve yıldırım (Taşağıl %19) şeklindedir. Bu durumu Manavgat Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı 4 Orman İşletme Şefliği açısından 2014-2018 dönemi için incelediğimizde ise; anız (Şelale %80,0), sigara (Şelale %75), piknik (Şelale %84), kundaklama (Şelale %43), ENH (Yaylaalan %50) ve yıldırım (Yaylaalan %77) sebepleri görülmektedir (OGM, 2021). Bu değerlendirmelere göre gerek bölge gerekse işletme ve şeflikler itibarıyla yangın sebeplerinin önemli oranda değişiklik gösterdiği anlaşılmaktadır. Ege Bölgesi ile Akdeniz Bölgesi arasındaki farklılıkların büyük bölümü topoğrafya ile açıklanabilirken Çanakkale ve Muğla'nın belli kesimlerinde rüzgâr daha belirleyici olabilmektedir. Ayrıca Antalya Orman Bölge Müdürlüğünde en çok yangın çıkan İşletme Müdürlükleri poyraz rüzgârlarına açık Serik ve Manavgat Orman İşletme Müdürlükleridir (Neyişçi, 1988). Bu nedenle orman yangınlarını önlemeye yönelik tedbirlerin daha küçük ölçekte düşünülmesinin daha doğru olacağı aşikârdır.

### 3.2. Yangın sayısı ve yanan alan ilişkileri

Orman yangınları sonucu zarar gören alan miktarı ile ilgili olarak yıllardır tartışmalar devam etmektedir. Bunlara 31 Temmuz 2008 tarihinde çıkan ve 15.795 ha alanın yandığı Antalya Taşağıl/Serik yangını ile 17 Ağustos 2019 tarihinde İzmir Gazimir/Yeniköy'de çıkan ve 4.346 ha alanın yanmasına neden olan yangınlar örnek olarak gösterilebilir. Yanan alan miktarına ilişkin tartışmanın nedeni, orman kaynakları yöneticilerinin yanan alan miktarını düşük gösterip göstermedikleridir. Bu çalışma kapsamında uzman grubuna bu soru yöneltilmiş ve alınan yanıtlara göre bu konuda iki farklı görüşün ortaya çıktığı belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Yanan alan miktarına yönelik görüşlerin dağılımı

Görüşler	Sayı	%
Orman yangınlarında yanan alan miktarı olması gerekenden daha az gösterilmektedir.	12	54,6
Yanan alan miktarı doğru ve tam olarak gösterilmektedir.	10	45,4

“Orman yangınlarında yanan alan miktarının az gösterildiği” görüşünü belirten uzmanlar (%54,6), bazı bölgelerde ve bazı yöneticiler açısından bu sorunun olduğunu ve uzun yıllardan beri devam ettiğini belirtmektedir. Uzmanlara göre alan miktarının az gösterilmesinin çeşitli nedenleri bulunmaktadır. En önemlisi kamuoyu baskısıdır ki, çoğunlukla büyük yangınlarda alan miktarı düşük gösterilmektedir. Çünkü bu yangınlara basın mensupları yoğun ilgi göstermektedir. Haber niteliği taşıyan büyük yangınlarda basın mensuplarının büyük oranda ilgilendikleri en önemli konu, yanan alan miktarıdır. Diğer bir neden ise idare gözünde başarısız olarak addedilme korkusudur. Yani yangındaki alan miktarı yüksek olursa yangın söndürme ekibinin söndürmede başarısız olarak değerlendirileceği düşüncesidir ki, bunun nedeni yangınların başarı/başarısızlığında yanan alan miktarının en önemli gösterge olarak değerlendirilmesindeki yanlış inanıştır. Bu konuda detaylı açıklamalara “başarı göstergeleri” bölümünde yer verilmiştir.

İkinci görüş, yanan alan miktarının doğru ve tam olarak gösterildiği (%45,4) şeklindedir. Bu noktada tartışılabilir neden olan farklılıkların, yanan sahalar içerisinde bulunan ve OT, bozuk maki, taşlık, kayalık vb. orman örtüsü bulunmayan alanların düşülmesinden kaynaklandığı bu görüş kapsamında belirtilmektedir. Ayrıca bu konuda belirtilen diğer görüş, özellikle büyüme eğiliminde olan ve haber niteliği taşıyarak basına yansıyan orman yangınları ile ilgilidir. Bu tür yangınlar devam ederken basın mensupları sürekli yetkililerden yanan alan miktarını almak istemektedir. Yani yangın açısından basının merak ettiği en önemli konu yanan alan miktarıdır. Bu kapsamda yangın devam ederken gerçek yanan alan miktarının ölçülmemesi, yangının devam etmesinden dolayı alanın değişecek olması, kamuoyu baskısı ve/veya yöneticilerin kamuoyunda başarısız oldukları algısının oluşmasından duyulan endişe nedeniyle, basına düşük alan miktarının verildiği belirtilmektedir. Bu noktada yangın çıkış formunda yanan alan miktarı, belirtilen nedenlerden dolayı itidalli ve tedbirli olarak bildirilmektedir. Basın mensuplarının yanan alan ile ilgili olarak yönelttiği sorular, yangın kontrol altına alınmaya kadar gündemdedir. Yanan alan miktarı, soğutma çalışmalarının bitiminden itibaren yapılan ölçümlerle netleşir ve resmileşir. Yani yangın çıkış formu ile söndürme formu arasında fark olup basının ilk formdaki alan miktarını kullanması sanki düşük bildiriliyormuş gibi bir algının ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Uzmanlar, meydana gelen her yangında yanan alan miktarının (orman ve kırsal alan) doğru olarak bildirilmesinin önemine dikkat çekmektedirler. Yanan alan miktarını düşük belirtmenin önemli olumsuz sonuçları; toplumsal duyarlılığın yeterli düzeyde sağlanamaması, toplumun kuruma karşı güveninin sarsılması, amenajman plan verileriyle uyumsuzluk ve silvikültürel çalışmalarda öngörülen alan için tahsis edilen bütçenin yetersizliği olarak sıralanmaktadır. Yanan alanın az gösterilmesi, sorunu adeta küçültüp gerekli önlemlerin alınamamasına da neden olabilecek, yangınla mücadele eden çalışanların yaptıkları

mücadeleyi de değersiz kılacaktır. Ayrıca orman işletme şefleri yangın zararlarının belirlenmesinde yanan alanın az gösterilmesi sonucunda eksik tazminat hesaplanması ve şikâyet halinde sorumlu olmaları gibi sonuçlarla da karşılaşabilmektedir.

### 3.3. Orman yangınlarının sebepleri arasında “meçhul” yangınların oranının gittikçe artması

Orman yangınlarının sebepleri incelendiğinde daha önce de belirtildiği üzere yarısından fazlasının meçhul olarak kayıtlara geçtiği görülmektedir. Bunun nedenlerine ilişkin uzman görüşlerinin değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur (Çizelge 4).

Birinci görüş (%45,5); bu husustaki temel yaklaşımın en kolay ve sorun oluşturmayacak olması nedeniyle “meçhul” olarak zabıt tutulması ve yangın sicil fişinin bu şekilde düzenlenmesi şeklindedir.

Yangın araştırması profesyonel (kriminal) bir inceleme gerektirir. Bu incelemelerde amaç; yangının başlama yerinin, nedeninin, ateşleme kaynağının ve failin (sorumlusunun) belirlenmesidir (Kavcin ve Kesler, 2019). Uzmanların %40,9’u kriminal inceleme konusunda uzman personel eksikliğini önemli bir neden olarak görmektedir.

Yangınların birçoğunun aslında nedeni ve faili belli olmasına rağmen ispatı mümkün olmadığından yani somut deliller bulunmadığından kayıtlara bu şekilde geçtiği bir diğer görüştür (%40,9). Orman yangınlarına erken müdahale, yangının büyümemesi bakımından çok önemli olduğu için yangın mahalline giden ekiplerin önce yangının kontrol altına alınması sonra da söndürülmesine odaklanması bazen yangının ilk çıktığı noktadaki varsa delillerin de tamamen yanmasına ve yangının sebebinin tespit edilememesine neden olabilmektedir. Dolayısıyla yangınların sebeplerinin ve faillerinin belirlenmemesi, belirlenenler hakkında da yeterli delilin mahkemeye sunulmamasından dolayı suçtan hüküm giyen sanık sayısı oldukça az olmakta, bu durum yangınlarla mücadelede zafiyet oluşturmaktadır. Ayrıca suçüstü durumu en zor eylemlerden olduğu için şahit bulunamamasından dolayı da yangınların bir bölümü meçhul olarak kayıtlara geçmektedir (%22,7).

Bir diğer görüşe göre ise genel olarak yangınlarda cezaların ağır olması ve yüksek tazminatların çıkması köylerde gerçek failerin gizlenmesinde bir etkidir. Bu görüşe katılım oranı %9,1 ile düşük düzeydedir.

Çizelge 4. Orman yangınlarında “meçhul” yangınların sayısının gittikçe artmasının nedenlerine yönelik görüşlerin dağılımı\*

Görüşler	Sayı	%
En kolay ve sorun oluşturmayacak olması nedeniyle “meçhul” olarak zabıt tutulması	10	45,5
Kriminal inceleme konusunda uzman personel eksikliği	9	40,9
Delil yetersizliği	9	40,9
Suçüstü yapılamaması	5	22,7
Faillerin gizlenmesi	2	9,1

\*Bazı uzmanlar birden fazla yanıt vermiştir.



### 3.4. Orman yangınları ile mücadelede hava araçları organizasyonu, araçların gerekliliği ve etkinliği

#### 3.4.1. Hava araçları organizasyonu uygulamaları

Orman yangınları ile mücadele kapsamında OGM bünyesinde Havacılık Şube Müdürlüğü 1988 yılında kurulmuş olup günümüze kadar çeşitli nitelik ve su atma kapasitesine sahip uçak ve helikopterlerden faydalanılmaktadır. OGM'nin envanterinde Mayıs 2021 itibarıyla 6 adet yönetim helikopteri ve 1 adet yönetim uçağı bulunmaktadır. Helikopterlerinden birer adedi İzmir, Muğla ve Antalya Orman Bölge Müdürlüklerinde, 3 helikopter ve yönetim uçağı Ankara'da konuşlanmıştır. Ayrıca aynı yıl içerisinde ilk kez gece uçuşu yapabilen helikopterler, orman yangınları ile mücadelede kullanılmıştır. Yangın organizasyonu içinde yer alan hava araçlarının payı ve önemi her yıl artmakta olup 2020 yılında 27 adet helikopter kiralanmış ve 5.760 saat uçuş gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bir adet 10 tonluk su atma kapasitesine sahip helikopter, Muğla'da konuşlandırılmış ve toplam 202 saat görev yapmıştır. Bunun yanında 2 adet amfibik uçak kiralanmıştır. Hava araçlarının uçuşunun %60'ı 01 Ağustos-15 Eylül döneminde gerçekleşmiş ve tüm sezon için hava aracı ödemesi 338,6 milyon TL olmuştur. Bu kapsamda toplam mücadele harcamaları içinde hava araçlarının payı %29,4 ile önemli düzeydedir.

#### 3.4.2. Hava araçlarının gerekliliği ve etkinliği

Bu başlık altında hava araçlarının orman yangınlarıyla mücadele çalışmaları kapsamında gerekliliği ve etkinliğine yönelik uzman görüşleri değerlendirilmiş olup uzmanların tamamı hava araçlarının gerekliliği konusunda hemfikir kalmışlardır.

Orman yangını ihbarı alınır alınmaz ekiplerin hareket etmesi, hızlı bir şekilde yangın mahalline ulaşılması ve erken müdahalede bulunulabilmesi yangının büyümeden söndürülmesi açısından çok önemlidir. Hava araçlarının esas başarısı ilk müdahaleyi erken ve etkin yapabilme kabiliyetlerinde yatmaktadır. İlk müdahalenin başarısız olduğu durumlarda, hava araçları ancak hava hallerinin ve arazi şartlarının elverdiği ölçüde, yangınlarla mücadele amacıyla ve yangınların can ve mal kayıplarına sebep olabileceği alanlarda diğer yardımcı kaynak olarak kullanılırlar. Bununla birlikte karadan ulaşım imkânı bulunmayan bir yerde başlayan yangınlarda, havadan yangına en yakın güvenli bir noktaya ekip indirerek de etkili olmaktadır. Hava araçları orman yangınlarına müdahale eden kara ekiplerinin işlerini kolaylaştırmakta ve daha rahat ve güvenli bir çalışma ortamı oluşturmaktadır. Bazı uzak yangınlarda kara ekiplerinden daha önce yangına ulaşarak müdahale edebilmekte ve yangının ilerlemesini geciktirerek kontrol altına alacak ve soğutma çalışmalarını gerçekleştirecek olan yer ekiplerine avantaj sağlamaktadır. Bu kapsamda hava araçları, yer ekipleriyle koordineli çalışması durumunda faydalı olabilmektedir. Tek başlarına şiddetli ve hızlı ilerleyen yangınları kontrol altına alabilme kabiliyetleri düşüktür. Ayrıca toplumun gözünde hızlı ve güçlü bir destek aracı olarak görüldüğü için psikolojik olarak da güven vermektedir.

Orman yangınlarıyla mücadelede en önemli unsur su kullanımınıdır. Yangın bölgesine su ne kadar kısa sürede ulaştırılabilirse yangını kontrol altına alma süresi o kadar

kısalabilmektedir. Ülke genelinde doğal kaynakların yanı sıra yaklaşık 4 km<sup>2</sup>'de bir yapılan 4.150 adet havuz ve gölet ile helikopterlerin yangına su atma süreleri düşürülerek yangınlarla mücadele başarısında etkin rol oynamaları sağlanmaktadır. Komuta/idare helikopteri ile yangına müdahale daha etkin ve verimli şekilde yapılmaktadır. Ayrıca şiddetli rüzgâr ile büyüme eğilimi gösteren yangınlarda yangının atmalarla (spot) büyümesinin önlenmesi yönüyle de hava araçları etkilidir.

Hava araçları kapsamında faydalanılan uçak ve helikopterlerin karşılaştırılmasına yönelik görüşler aşağıda sunulmuştur.

Kapasite olarak uçakların daha fazla su alıp atmasına (8-12 ton) karşın, su alınabilecek kaynaklar kısıtlıdır. Helikopterler ise daha az su almasına (2,5-3,5 ton) rağmen orman içerisine yapılan 700-2.000 ton kapasiteli havuz ve göletlerden rahatlıkla su alıp yangın mahalline seri git-gel yaparak etkin müdahalede bulunabilmektedir. Hava araçlarında önemli olan su kaynağı ile yanan alan arasındaki yatay ve dikey mesafedir. Arazi yapısının kırık olduğu alanlarda helikopterlerin daha etkili olmasına karşın, uçakların yüksek irtifadan uçuşu nedeniyle atılan suyun hedefe isabeti ve etkisi nispeten daha düşüktür.

Uçakların helikopterlere göre kiralama maliyetlerinin yüksek olması, yangın yerindeki hareket kabiliyetinin topoğrafyadan dolayı daha sınırlı olması, su alımı yapabileceği kaynakların kısıtlı olması ve yangına çok alçalamaması olumsuzluklar olarak sıralanmaktadır. Buna karşın yangın yerine çok hızlı ulaşması, attığı su miktarının fazla olması, yangın hattını daha fazla kapatması nedeniyle özellikle denize yakın yerlerde çıkan yangınlarda, arazi yapısı da çalışmaya uygunsuz uçaklardan faydalanılması önem arz etmektedir.

Yukarıdaki açıklamalardan hareketle her iki hava aracının etkili veya az etkili olduğu yerler ve durumlar olduğu için yangın amirinin uçak veya helikopter talebi dikkate alınarak merkezden uygun hava aracı sevk edilmesi en uygun yaklaşım olmalıdır.

#### 3.5. Yangın harcamalarına yönelik değerlendirmeler

Orman yangınları ile mücadele kapsamında gereğinden fazla harcama yapıp yapılmadığı, orman yangınlarının ekonomisinin değerlendirilmesi bağlamında çok önemli olup bu konuda iki farklı görüş öne çıkmaktadır (Çizelge 5).

Birinci görüşe göre; orman yangınları ile mücadelede gereğinden fazla harcama yapıldığı belirtilmektedir. Bu görüşe uzmanların %60'ından fazlası katılmaktadır. Orman yangınlarında ihbarla başlayan ve ilk müdahale ekiplerinin alana ulaşması ile devam eden süreçte, hava ve kara araçlarının konuşlandırılması, yakın bölgelerde başta olmak üzere diğer bölgelerdeki yer ekiplerinin yönlendirilmesi gibi olağanüstü bir müdahale gerçekleştirilmektedir. Bazen büyüme ihtimali çok düşük olan orman yangınlarında bile hava araçlarının müdahale etmesi istenebilmektedir.

Çizelge 5. Orman yangınları ile mücadelede gereğinden fazla harcama yapıp yapılmadığına ilişkin görüşler

Görüşler	Sayı	%
Gereğinden fazla harcama yapılmaktadır	14	63,6
Gereğinden fazla harcama yapılmamaktadır.	8	36,4

Bazı yangınlarda talep edilen hava veya kara araçlarına ihtiyaç bulunmadığı değerlendirilerek, araçlar yangın alanına ulaşmadan geri gönderilebilmektedir. Yani bazı yangınlarda gereksiz yerlere gereksiz güç transferi yapılabilmektedir. Bu durum, masrafları artırmanın yanında aynı zamanda başka alanlarda çıkabilecek ve tehlike yaratabilecek orman yangınları ile mücadele gücünün zayıflaması anlamına da gelebilmektedir. Büyüme ihtimalinin olduğu yangınlarda bu durum kesinlikle anlaşılabilirken, bu ihtimalin neredeyse olanaksız olduğu yangınlar için böyle kararların verilmesi yangın amiri ve müdahalede bulunan teknik ekibin yangın davranışlarına yönelik bilgi ve tecrübe düzeylerinin düşük olduğunu göstermektedir. Böyle durumlarda yangın amiri; rüzgâr yönü ve hızı, nem düzeyi, yangın davranışı, örtü/tepe yangını durumu, yanıcı maddenin durumu, ihtiyaç durumu vb. çok sayıda meteorolojik, topoğrafik, biyolojik, teknik ve yönetsel açıdan yangını değerlendirmeli ve buna göre takviye ihtiyacı olup olmadığına karar vermelidir. Bunun yanında kamuoyu baskısı da özellikle yoğun hava aracı kullanımına neden olmaktadır. Çünkü toplumun büyük bir bölümünde orman yangınlarının hava araçları tarafından söndürüldüğü düşüncesi hâkimdir.

İkinci görüş ise yangınların söndürülmesinde gereğinden fazla harcama yapılmadığını, özellikle büyük orman yangınlarında uçak ve helikopter başta olmak üzere hava ve kara araçları ile yoğun müdahalenin yapılmasının masrafları yükselttiğini belirten görüştür. Bunun yanında yangınla mücadelenin ormanların bekası için önemli olduğu belirtilerek harcama miktarının düşünülmesi gerektiği, esas olanın yangının söndürülmesi olduğu görüşü de bulunmaktadır. Ülke ormanlarının parçalı ve yerleşim alanları ile iç içe olması, yangın ekiplerinin görel olarak yaşlı olması ve teknik bilgi konusunda yeterli düzeyde bilgi sahibi olmamaları masrafları artıran diğer etmenlerdir.

Masrafların azaltılmasına yönelik olarak, orman yangınlarında helikopterlerin yanında uçak kullanımının da yaygınlaşmaya başlaması ve helikopterlerin kullanması için yapılan yangın havuzlarının uçaklar tarafından kullanılmaması nedeniyle uçak yerine helikopter kiralınmasıyla maliyetin azaltılabileceği belirtilen görüşler arasındadır.

Bir başka öne çıkan konu, bütçenin büyük bir bölümünün yangın söndürme kapsamında kullanılması, yangınların önlenmesi ile ilgili yapılan çalışmaların toplam bütçe içerisindeki payının düşük düzeyde kalmasıdır. Bu bağlamda önleme ile ilgili faaliyetlere daha fazla bütçe ayrılmasının yangın sayısını azaltabileceğinin unutulmaması gerekliliği sıklıkla dile getirilmektedir. Benzer şekilde Bilgili (2020), orman idaresinin yangın politikalarını genelde yangınla mücadeleye yoğunlaştırdığını, ancak yangınların nedenlerini belirleme ve önleme hususunda yetersiz kaldığını ifade etmiştir. Aynı zamanda yangınlarla ilgili bilimsel çalışmaların da büyük ölçüde yangın davranışı ve ekolojisi hakkında yapıldığını, yangınların sosyal, ekonomik ve kültürel boyutunun ise hemen hemen hiç dikkate alınmadığını belirtmiştir.

### 3.6. Orman yangınlarına ilişkin toplumsal algılara yönelik değerlendirmeler

Bu başlık altında toplumsal algılara yönelik değerlendirmeler yapılmıştır. OGM tarafından 2014 yılında yaptırılan "Ormanlık Algı Araştırması"nın sonuçlarına

göre; orman yangınlarını söndürmede en etkili kuruluş %60,8 ile itfaiye olarak görülürken, OGM %25,6'lık bir oranda kalmıştır (OGM, 2014). Benzeri değerlendirmeler günümüzde de devam etmektedir. Uzmanlara göre bu algıların en önemli nedenleri;

- Özellikle büyük orman yangınlarında basın mensupları tarafından alınan görüntü ve röportajlarda yangının yakınında takviye amacıyla diğer kurum ve kuruluşların (itfaiye vb.) personel, araç ve ekipmanlarının bulunması,
- Bölge müdürlüğü düzeyinde orman yangınlarının seyri ile ilgili olarak basına sürekli ve güvenilir bilgi ve görüntülerin paylaşılması görevini yapacak basın müşavirliği veya benzeri birimlerin bulunmaması,
- Ulusal basında orman yangını uzmanı olmayan farklı kurum ve kuruluş yöneticileri veya çalışanları tarafından orman yangınları ile ilgili eksik veya yanlış bilgiler içeren röportaj vb. verilmesi,
- Toplumun orman yangınları başta olmak üzere çok sayıda ormancılık faaliyetine yönelik bilgi düzeyinin düşüklüğü ve ormancılık teşkilatının halkla ilişkiler çalışmalarının yetersizliği,
- Son yıllarda medya ve kamuoyu oluşturmaya yönelik projeler olumlu gelişmeler olarak nitelendirilmesine rağmen ormancılık örgütünün toplumda mevcut olan orman ve ağaç konusundaki duyarlılıktan yeterli düzeyde yararlanamaması şeklinde sıralanmaktadır.

### 3.7. Orman yangınları ile mücadelede başarı göstergeleri

Orman yangınları konusunda başarının veya başarısızlığın ölçümü çok önemlidir. OGM'nin 2019-2023 yılları arasında kapsayan Stratejik Planında 3 gösterge orman yangınlarını değerlendirmek için belirlenmiştir. 2023 yılı için belirlenen hedefler;

- İnsan kaynaklı yangın sayısının toplam yangın sayısına oranı (%84),
- Yangın başına düşen alan miktarı (2,2 ha),
- Yangına birinci derecede hassas bölgelerde ilk müdahale süresi (13 dk.) şeklinde sıralanmaktadır (OGM, 2018).

Bu konuda başarı durumunun ölçülmesi ile ilgili olarak göstergelerin neler olması gerektiği uzman grubuna sorulmuş ve alınan yanıtlara ilişkin değerlendirmeler aşağıda sunulmuştur.

Orman yangınları ile mücadelede başarı konusunda geçmişten günümüze iki gösterge her zaman ilk akla gelir; (1) yangın sayısı, (2) yanan alan miktarı. Uzman görüşlerine göre yangın sayısı, büyük oranda yangınların başarısını ölçmede kullanılması gereken en önemli göstergelerden biri olarak öne çıkmıştır. Gerek ülke gerekse bölge düzeyinde çıkan orman yangını sayısının azalması; toplumun bilinç düzeyinin artışı, denetimlerin yeterliliği veya ceza mekanizmalarının işe yaradığını göstermesi bakımından önem arz etmektedir.

Yanan alan miktarı, yangının başlamasından itibaren söndürme çalışmalarının tamamlanmasıyla ölçümler sonucu ortaya konulan bir göstergedir. Uzmanların tamamına yakını yanan alan miktarının; hava durumu, topoğrafya, kapalılık ve büyüme çağı, diri örtü durumu, yola olan mesafe, su kaynaklarına uzaklık, yangının çıkış saati vb. faktörler nedeniyle bir başarı göstergesi olarak kullanılmaması

gerektiğini belirtmektedir. Görüldüğü üzere gerek arazi koşulları ve meteorolojik durum, gerekse meşcere yapıları gibi birçok etmeden dolayı orman yangınları büyüebilmekte ve büyük alanlar yanabilmektedir. Orman yangınlarında başarı için yangın bölgesinin öncelikli olarak yangına hassasiyet derecesi önemlidir. Örneğin Trabzon'da 10 ha alanın yanmasına neden olan bir yangın, Muğla'da 100 ha'lık yangına eşdeğer olabilir. Çünkü şartlar ve yangına hassasiyet çok farklıdır. Bundan dolayı yanan alanın tek başına bir gösterge olarak alınmasının sakıncalı yanları bulunmaktadır.

Orman yangınlarının söndürülmesi sırasında kara ve hava araçlarından çok yoğun bir biçimde faydalanılmaktadır. Bu kapsamda özellikle hava araçlarının orman yangını söndürme çalışmalarına katılmasının maliyeti oldukça yüksektir. Bu noktada bazı orman yangınlarında gerekli olmasa da ihtiyaten hava araçlarının yönlendirildiği ve bu nedenle yangın söndürme maliyetlerinin çok yükseldiği, belirtilen görüşler arasındadır. Bu durumu ölçmek için önerilen gösterge; harcama miktarı/yanan alan şeklindedir. Ancak, bu gösterge ile müdahaleyi zorlaştıran ve/veya hava araçlarının kullanımını zorunlu kılan faktörler göz ardı edilebilecektir. Bu durum, birçok faktörün işin içine dahil edilmesini ve çoğul değerlendirmeyi gerektiren bir husustur.

Yangın başladıktan sonraki yani söndürme sürecini değerlendirmek için önerilen diğer göstergeler;

- İlk müdahale süresi,
- Kara ve hava araçlarının toplanma zamanı ve eşgüdümü şeklindedir.

Yukarıda belirtilen iki gösterge de yangına doğru ve zamanında müdahalenin ölçümü için önerilmiştir. Bu noktada ikinci gösterge kapsamında ise;

- Yangın amirinin ve ekibin yöreyi iyi tanınması: En kısa ulaşım yolları, su kaynaklarının bilinmesi vb.
- Teknik yeterlilik: Yol ağının yeterliliği, bakım durumu vb.
- Yangın ekibinin durumu: Uzman yangın işçisi çalıştırma durumu, ekibin profesyonel olup olmaması, ekip içi ilişkilerin durumu, ekip ruhu vb.
- Orman kaynaklarının yangınlara dayanıklılığı: Meşcere bakımları vb.
- Erken haber alma durumu: Alo 177, 112, yangın gözetleme kuleleri vb. alt göstergeler öne çıkmıştır.

Yukarıda görüldüğü üzere uzmanlar tarafından çok sayıda gösterge önerilmiştir. Orman yangınları mücadelede çok sayıda etmen etkili olmaktadır. Bu nedenle tüm yangınlarda mücadelenin başarısını ölçmek için kullanılacak standart bir gösterge setinin belirlenmesi hem güç hem de gerçekçi olmayacaktır. Bu bağlamda her bir yangının kendine has özellikleri ve etkileyen etmenler değerlendirilerek, belirlenecek göstergeler ile mücadele başarısının ölçümü doğru bir yaklaşım olabilecektir.

#### 4. Sonuç ve öneriler

Türkiye'de orman yangınları ile mücadelede özellikle sayısal olarak yangınların azaltılmasına yönelik önleme tedbirleri ağırlıkta olmak üzere genel olarak mücadele hususunda belirlenen eksikliklerin giderilmesi ve daha

başarılı olunabilmesi için uzmanlardan elde edilen bilgiler ışığında ulaşılan sonuçlar ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

• *Halkla İlişkiler:* Orman yangınlarının sayısal olarak azaltılması ve çıkan yangınların nedenlerinin belirlenebilmesi için orman-halk ilişkilerinin oldukça önemli olduğu bilinmektedir. Sosyolojik yapı, ekonomik durum, kültür, eğitim seviyesi ve halkın ormandan beklentilerinde görülen farklılıklar halkla iyi bir iletişim kurulması hususunda yöresel olarak farklı yaklaşımlar ve politikaların üretilmesini gerektirmektedir. Yerel koşulların iyi bilinmesi, orman halk ilişkilerinin sağlıklı bir şekilde sürdürülmesi için önemlidir. Ormancılık örgütü yönetici ve çalışanlarının hedef kitle ile olan samimiyeti ve sağladığı güven hem yangın sayısının azalmasını hem de yangınların nedenlerinin ve faillerinin belirlenmesi açısından fayda sağlayabilecektir. Bununla birlikte OGM başta olmak üzere ormancılık ile ilgili kamu kurumları, orman fakülteleri, ormancılıkla ilgili sivil toplum kuruluşları ve meslek odası ormancılıkta halkla ilişkileri geliştirmek için daha etkin çalışmalar yapmalıdır.

• *Bilinçlendirme eğitimi:* Orman yangınlarının önleminde hedef kitle olarak görülen orman köylülerine ve ilköğretim çağındaki öğrencilere her yıl eğitimler verilmektedir. Ancak verilen bu eğitimlerin hafızalardaki tazeliğini sürekli muhafaza ettirebilmek için ulusal medya platformlarında kamu spotları şeklinde yayımlara daha sık yer verilmelidir. İlköğretim sınıflarından eğitime başlanarak müfredatlarda orman sevgisi, orman yetiştiriciliği, orman yangınları ve verdiği zararlar ile alınacak önlemlere daha çok yer verilmesi, genç kuşaklarda bilinç oluşturulması açısından faydalı olacaktır. Birçok ülkede bulunan, gençlerin ve çocukların orman ve ormancılık faaliyetleri ile ilgili bilgi ve bilinç düzeyini arttırmayı hedefleyen "orman (doğa) okulları"nın hayata geçirilmesi ile özellikle küçük yaşlardan itibaren doğru bilgi, bilinç ve algıların oluşturulması sağlanabilir. Bu kapsamdaki eğitimlerin mevcut müfredatla bütünlük olarak planlanmasına özen gösterilmelidir. Son yıllarda TÜBİTAK tarafından desteklenen "Doğa Eğitimi Projeleri" de yine aynı amaca hizmet eden ve çeşitli toplum kesimlerinden katılımcıları doğa ve orman ile buluşturan etkinlikler olup bu projelere yönelik desteklere devam edilmelidir.

Sosyal medyanın etkin kullanımı sayesinde tüm toplum kesimlerine hızlı bir şekilde ulaşmak mümkündür. Bu açıdan "geleceğe nefes" çalışmasının sosyal medya araçları kullanılarak toplum kesimlerine ulaşma başarısı değerlendirilmelidir. Ayrıca bölge ve işletme müdürlükleri düzeyinde de sosyal medya araçları, profesyonel birimler/görevliler tarafından yönetilmelidir.

Özellikle anız yakma ve tarla-bahçe temizliği konusunda halkın bilinçlenmesi için gerekli uyarılar yapılmalı, anız yakmanın nedenleri analiz edilerek bu sorunun çözümü için etkin çalışmalar yapılmalıdır. Toplumda "yanan alanların başka amaçlarla (otel, tatil köyü vb.) kullanılacağı" konusunda algılar yaygın olarak bulunmaktadır. Ancak orman yangınları ile zarar gören alanlar en kısa sürede ağaçlandırılmakta ve Anayasamızın 169. maddesi gereğince yanan alanların başka bir amaca tahsis edilmesi söz konusu olmamaktadır. Bu bağlamda özellikle habere konu olmuş büyük yangınlardan sonra yapılan ağaçlandırma çalışmaları

sonucunda yanan alanların son durumu paylaşılarak bu algıların değişmesi sağlanabilir.

• **Rekreatif ihtiyaçlar:** Nüfus artışı ve toplumun yaşam tarzındaki değişikliklerle birlikte doğa tabanlı rekreasyonel etkinliklere talep gün geçtikçe artmakta, ancak mevcut alanlar bu talepleri karşılayamamakta, bu nedenle talebin karşılanması için orman içi mesire alanları ve korunan alanlar içerisinde yeni günübirlik kullanım alanları oluşturulmaktadır. Ancak bu alanların bir kısmının ücretli olması, özellikle bu alanların kalabalık olduğu dönemlerde bazı insanların daha sessiz ve doğal olduğu düşüncesiyle kontrolsüz bir şekilde orman içinde piknik vb. rekreatif faaliyetlere yönelmesi yangın riskini arttırabilmektedir. Bu konuda toplumsal bilincin arttırılması, kamu kurumları (OGM, DKMP vb.) ve yerel yönetimler (Belediyeler vb.) tarafından yeni rekreasyonel alanların oluşturulması ve yangın riskinin yüksek olduğu dönemlerde yerleşim birimleri yakınlarındaki orman alanlarının düzenli denetimi gibi önlemler ile yangın riski azaltılabilecektir.

• **Yangın sayı ve nedenlerinin analizi:** Yangın sezonu başlamadan önce geçmiş yıllarda sayı ve alan olarak hangi orman işletme müdürlüğünde, hangi orman işletme şefliğinde, hangi köyde ve mevkiide daha çok yangın çıkmış irdelenmeli ve nedenleri araştırıldıktan sonra gerekli tedbirler alınmalıdır. Yangınların yoğunlaştığı yerlerde, ilk müdahale araçlarının buna göre konuşlandırılması veya devriyesi, yangın ekibi sayısının bu alanlarda kalıcı olarak artırılması gibi uygulamalara ağırlık verilmelidir. Yangın çıkış nedenlerinin doğru olarak tespiti yapılırsa yangın öncesi alınacak tedbirlerde karar alınması ve kararlardaki isabet oranı yüksek olacaktır.

• **Mevzuat geliştirme:** “Orman Yangınlarının Önlenmesi ve Söndürülmesinde Uygulama Esasları” isimli 1995 yılında yürürlüğe giren 285 sayılı Tebliğ günümüzün ihtiyaçlarına yeterli cevap veremediği için yenilenmesine ihtiyaç vardır. Ayrıca 2010 yılında yürürlüğe giren 6665 sayılı “Yanan Alanların Rehabilitasyonu ve Yangına Dirençli Ormanlar Tesisi Projesi” isimli Tamim Eylül 2014’te yenilenerek 6976 sayılı Tamim olarak yürürlükte. Ancak bu hususta bilgi ve tecrübenin artmasına paralel olarak Tamimim bazı yönleriyle değiştirilmesi gerektiği meslektaşlar tarafından dile getirilmektedir.

• **Olay yeri incelemesi-kriminal çalışmalar:** Olay yeri incelemesi; yangın nedeninin tespiti, değerlendirme yapılması ve yerel/bölgesel/ulusal politikalar/önlemler belirlenmesi açısından çok önemlidir. Bu kapsamda adli tıp, polis/jandarma kriminal gibi akredite olmuş, bilimsel tabana oturtulmuş veriler sunan, delil olarak kabul edilen tespitler yapabilecek birimlerin kurulması zorunludur. Bu birimlerin altında her bölgede yangın nedenlerinin tespiti için görev yapacak ekipler oluşturulmalı, orman yangınlarının söndürülmesinde görevli personel aynı zamanda kriminal farkındalık eğitimleri alarak bu konuda yetiştirilmelidir. Bununla birlikte olay yeri incelemelerinin tüm kolluk görevlileriyle eşgüdümü olarak yürütülmesi faydalı sonuçlar sağlayacaktır.

• **Personel eğitimi ve deneyim:** Yangınla mücadele personelinin (işçi, mühendis ve özellikle operatörlerin)

teknik yönden yapılacak eğitimlerinin yanı sıra motivasyon, kararlılık, irade ve inisiyatif kullanma yönünden iyi yetiştirilmesi ve bu eğitimlerin süreklilik arz etmesi gerekmektedir. Bunun yanında uzmanlaşmış teknik personelin rotasyonla başka görev ve yerlere atanması nedeniyle orman yangınları konusunda kurumsal hafızanın zayıflamış olması önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu kapsamda personel rotasyonu uygulamaları yeniden değerlendirilmelidir.

• **İşçi sayısı:** 2011 yılından itibaren 2020 yılı dâhil yangın müdahale işçisi sayısı sırasıyla 8386, 8860, 9619, 9642, 9367, 9182, 9255, 8138, 8566 ve 8388 şeklindedir. Yani son on yıl boyunca daha fazla işçiye ihtiyaç olmasına rağmen yeterli düzeyde artış göstermediği, aksine son üç yılda önemli bir azalma yaşandığı görülmektedir. Bu eksikliğin ivedilikle giderilmesi gereklidir. Bu kapsamda doğrudan işçi istihdamının yanında yangınla mücadelede serbest ormancılık büro ve şirketlerinden hizmet alınmasının yaygınlaştırılması ve yapılan uygulamaların aksayan yönlerinin giderilmesi ile daha etkili hale getirilmesi üzerinde çalışılmalıdır.

• **Orman bakımı çalışmaları ve ENH’ler:** Yangınların etkisinin azaltılması için orman yangınları ile mücadelede önleyici faaliyetlerden olan ve süreklilik arz etmesi gereken orman bakımlarının (silvikültürel müdahale) ihmal edilmeksizin yapılması gereklidir. Trafik yoğunluğu fazla olan yol kenarları öncelikli olmak üzere yol kenarlarında bulunan aşırı yanıcı yükü (orman altı şüceyrat) kaldırılmalıdır. Orman içinden geçen ENH’lerin gecikmiş bakımları en kısa sürede yapılmalı ve eskimiş olanlar yenilenmelidir. Buna ek olarak ENH altındaki yanıcı maddenin temizlenmesinin çoğunlukla ihmal edildiği ve rüzgârlı havalarda bu alanlarda büyük yangınlar görülmesi nedeniyle yangın sezonu öncesinde gerekli temizliğin yapılmasına önem verilmelidir.

• **Teknoloji kullanımı:** Ormanlar, yangın ve diğer suçlara karşı kamera, fotokapan ve dron gibi teknolojik cihazlarla takip edilmeye başlanmıştır. 2021 yılı yangın sezonunda Adana, Isparta, İzmir ve Muğla’da konuşlanan 4 adet İHA ile de yangına hassas orman alanlarının gözetlenmesi gerçekleştirilmektedir. Kritik alanların bu araçlarla özellikle sıkı bir şekilde gözlem altında tutulması gereklidir. Ayrıca orman yangınlarının nedenlerinin ve faillerinin bulunması ve bunların delillendirilerek yargıya taşınması oldukça güç olduğundan ormanlık alanları tarayarak kayıt yapan hava araçları sayesinde gerçek suçluların tespitine de katkı sağlanabilecektir.

Sonuç olarak; orman yangınlarının gelecekte bugünden daha fazla çıkma ve büyük yangınların sıklığının artma ihtimali bulunmaktadır. Çünkü yangının çıkması ve büyümesi üzerinde etkili olan nüfus yoğunluğunun artması ve iklim değişikliği ile beraberinde sıcak ve kurak yılların daha sık yaşanması bu tehlikeyi arttırmaktadır. Orman yangınlarının nedenlerinin kapsamlı irdelenmesi, sosyo-ekonomik etkilerinin en aza indirilmesi ve yöresel önlemlere ağırlık verilmesi, yangınların çıkma ve büyüme potansiyellerini azaltmak suretiyle ormanların yangın riskine karşı daha dayanıklı hale getirilmesi, böylelikle yangın söndürme potansiyelinin artırılması, yanıcı madde

yükünün azaltılması, orman yangınları yönetim planlamasına geçilmesi ve bütün bu konuları kapsayan bilimsel çalışmaların artırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

#### Kaynaklar

- Avcı, M., Korkmaz, M., Alkan, H., 2009. Türkiye’de orman yangınlarının nedenleri üzerine bir değerlendirme. 1. Orman Yangınları İle Mücadele Sempozyumu, 07-10 Ocak, Antalya, s. 33-45.
- Baltacı, U, Yıldırım, F., 2021. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü’nde orman yangını riskinin cbs tabanlı çok kriterli analizi ve haritalandırılması. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 8 (1): 1-11.
- Bilgili, E., Sağlam, B. 2003. Fire behavior in maquis fuels in Turkey. *Forest Ecology and Management*, 184: 201-207.
- Bilgili, E., Dinç Durmaz, B., Sağlam, B., Baysal, İ., Küçük, Ö., 2010. Türkiye’de 2008 yılında çıkan büyük orman yangınlarının değerlendirilmesi. III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, Artvin, 20-22 Mayıs, s. 1270-1279.
- Bilgili, E., 2020. Türkiye’de orman yangınlarına genel bir bakış. Yeşil Dünya, Orman Mühendisleri Odası, 57(1-2-3): s. 58-67.
- Calda, B., An, N., Turp, M.T., Kurnaz, M.L., 2020. Effects of climate change on the wildfires in the Mediterranean Basin. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*. 1: 15-32.
- Coşgun, U., Yolcu, İ., Tolunay, A., Orhan, K.H., 2010. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü’nde Orman Yangınlarına Neden Olan Sosyo-Ekonomik Faktörlerin Belirlenmesi. *Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten Serisi*, No: 40, Antalya.
- Çoban, H.O., Özdamar, S., 2014. Mapping forest fire in relation to land-cover and topographic characteristics. *Journal of Environmental Biology*, 35(1): 217-224.
- Çoban, H.O., Bereket, H., 2020. Visibility analysis of fire lookout towers protecting the Mediterranean forest ecosystems in Turkey. *Sumarski List*, 144(7-8): 393-407.
- Çoban, H.O., Erdin, C., 2020. Forest fire risk assessment using GIS and AHP integration in Bucak Forest Enterprise, Turkey. *Applied Ecology And Environmental Research*, 18(1): 1567-1583.
- Dinç Durmaz, B., 2014. Aralama görmüş genç kızılçam ağaçlandırma alanlarında yangın davranışı. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Duran, C., 2014. Mersin ilindeki orman yangınlarının başlangıç noktalarına göre mekânsal analizi (2001-2013). *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 1, A, 1:1, 38-49.
- Göktepe, S., 2011. Muğla-Fethiye ormanlarında yangın sorunu, yangınların dağılımı ve yangınlar üzerinde etkili olan ekolojik faktörler. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Güney, C.O., 2013. Antalya-Manavgat yöresi ormanlarında tutuşma riskinin coğrafi dağılım modellemesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- İSKİ, 2021. Kök Neden Analizi (Bulgularda Tespit Edilen Hususların Sebeplerinin Neler Olduğuna İlişkin Yapılacak Analiz Çalışmaları Hakkında Açıklamalar). <https://www.iski.gov.tr/web/assets/SayfalarDocs/icdenetimfiles/icdenetim/EK27.pdf> (Erişim 17/08/2021)
- Kavcin, A.B., Kesler, E., 2019. Orman Yangınları-Olay Yeri İnceleme ve Kriminal Yaklaşım. İkinci Adam Yayınları, İstanbul.
- Kaya, Ş.D., 2017. Root cause analysis: examples of scenario. *Gümüşhane University Journal of Health Sciences*, 6(4): 247-251.
- Kurt, B., 2014. Türkiye’de orman yangınlarının coğrafi dağılışı. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Küçük, Ö. 2004. Yanıcı madde tipleri ve yangın davranışına bağlı yangın potansiyelinin belirlenmesi ve haritalanması. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Küçükosmanoğlu, A. 1998. Forest fires in Turkey. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 48(1): 53-59.
- MGM, 2021. Türkiye 2020 Yılı İklim Değerlendirmesi. 18 s., Ankara
- Neyişçi, T., 1988. Orman yangınlarına ekolojik yaklaşım. *Orman Mühendisliği*, 25(2): 26-29.
- Neyişçi, T., 1994. Anız, orman, yangın, araç, trafik, kaza. *Orman Mühendisliği*, 31(8): 7-8.
- Neyişçi, T., Ayaşlıgil, Y., Sönmezşık, S., 1999. Yangına dirençli orman kurma ilkeleri. Tübitak-Togtag-1342, TMMOB Orman Müh. Odası Yayın No: 21, Ankara.
- Neyişçi, T., Şirin, G., Sarıbaşak, H., 2002. Batı Akdeniz Bölgesi’nde Orman Yangını Tehlikesinin Düşürülmesinde Denetimli Yakma Tekniğinin Uygulama Olanakları. TÜBİTAK Projesi, Proje No: TARP-2170, Türkiye Ormanlıklar Derneği Yayın. Yayın No: 2, Ankara: 63 s.
- Nulty, D.D., 2008. The Adequacy of response rates to online and paper surveys: what can be done? *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 33(3): 301-314.
- OGM, 2009. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri 2008 Yılı Raporu. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 142s.
- OGM, 2014. OGM Algı Araştırması. Orman Genel Müdürlüğü, Analitik Teknik Araştırma ve Danışmanlık Ltd. Şti., Ankara, 207s.
- OGM, 2018. Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Plan (2019-2023). Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 63s.
- OGM, 2019. Orman Yangınlarıyla Mücadelede Yenilikçi Yaklaşımlar Çalışma Grubu Belgesi, III. Tarım ve Orman Şûrası, 2019, Ankara.
- OGM, 2020. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri 2019 Türkiye Raporu. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 215s.
- OGM, 2021. Orman Yangınlarıyla Mücadele Değerlendirme Raporları. Ankara
- OMO, 1994. Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkı Yangını. Orman Mühendisleri Odası Yayın No: 18, Ankara, 49s.
- Öner, B., Çalışkan Eleren, S., Salıhoğlu, N.K., 2019. Turistik sahil bölgelerinde atık yönetimine bir örnek: Bodrum. *Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 24(1), 207-218.
- Özden, S., Kılıç, H., Ünal, H. E., Birben, Ü., 2012. Orman Yangını İnsan İlişkisi, Türkiye Ormanlıklar Derneği Yayını, Ankara.
- Sağkaya, A., 2009. Yangın öncesi ekiplerin organizasyonu, eğitimi ve motivasyonu. I. Orman Yangınları İle Mücadele Sempozyumu, 07-10 Ocak, Antalya, s. 9-11.
- Sağlam, B., 2002. Meteorolojik faktörlere bağlı yanıcı madde nem içerikleri ve maki tipi yanıcı maddelerde yangın davranışı. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Sağlam, B., Bilgili, E., Küçük, O., Durmaz, B. D., 2008. Fire behavior in Mediterranean shrub species (Maquis). *African Journal of Biotechnology*, 7(22): 4122-4129.
- Tavşanoğlu, Ç. 2009. Akdeniz havzası ormanlarında yangın sonrası kendiliğinden gençleşme. Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu. 7-10 Ocak. Antalya, s. 310-317.
- Türkeş, M., 2020. Kuraklık Şiddetli, Su Sıkıntısı Ciddi. Aynalı Pazar, 8-9. Çanakkale
- Türkeş, M., Altan, G., 2012. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü’ne bağlı orman arazilerinde 2008 yılında çıkan yangınların kuraklık indisleri ile çözümlenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 9: 912-931.
- Zile, M., 2018. Orman yangınlarının olay yerinde analizi, kusurların ile kusur oranlarının belirlenmesi ve alınması gereken önlemler. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 4(2): 89-97.

## Çok kriterli yaklaşımla orman kadastro komisyonlarının performanslarına göre önceliklendirilmesi

İsmet Daşdemir<sup>a,\*</sup> , Ersin Gençay<sup>b</sup> 

**Özet:** Orman kadastro komisyonlarının çalışma performanslarının ve buna göre önceliklerinin çok kriterli bir yaklaşımla belirlenmesi orman kadastro çalışmalarının etkinliğinin artmasına katkı sağlayacaktır. Bu çalışma Bartın ilindeki orman kadastro komisyonlarının çalışma performanslarına göre önceliklerini Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) tekniği ile belirlemek amacıyla ele alınmıştır. Çalışma, 2017 yılında Bartın ili sınırlarında faaliyet gösteren, toplam 9 adet orman kadastro komisyonu üzerinde yürütülmüştür. Araştırma verilerinin bir kısmı 16 kişiden oluşan Danışma Grubu üyeleriyle yüz yüze görüşme yöntemiyle yürütülen anket ve bilgi toplama formları yardımıyla elde edilmiştir. Bir kısmı da ilgili orman kadastro komisyonlarının kayıtlarından sağlanmıştır. Elde edilen veriler AHS tekniği ile değerlendirilmiş ve uzman görüşlerine dayalı olarak çok kriterli ve objektif bir yaklaşımla performanslarına göre orman kadastro komisyonlarının öncelik değerleri ve sıraları belirlenmiştir. Çalışmada, orman kadastro komisyonlarının çalışma koşullarının eşitlenmesi amacıyla performans kısıtları (kısmi hizmet satınalma, tam hizmet satınalma, başkan veya üye eksikliği, başka komisyona vekalet, şantiye usulü çalışma) geliştirilmiş ve düzeltme katsayıları hesaplanmıştır. Geliştirilen altı kriter (ilan edilen birim adedi, toplam orman alanı, 2/B parsel adedi, 2/B parsel alanı, ölçülen nokta adedi, çalışma hassasiyeti) yardımıyla orman kadastro komisyonlarının performansları değerlendirilmiş ve AHS tekniğiyle önceliklerine göre sıralanmıştır. Çalışmada, performans kriterlerinin ağırlıkları sırasıyla; çalışma hassasiyeti (0,5380), ölçülen nokta adedi (0,1353), 2/B parsel adedi (0,1083), 2/B parsel alanı (0,0774), ilan edilen birim adedi (0,0740) ve toplam orman alanı (0,0671) şeklinde belirlenmiştir. Bu kriterler ve ağırlıkları çerçevesinde en iyi performans gösteren komisyonun E Orman Kadastro Komisyonu, en düşük performans gösteren komisyonun ise G Orman Kadastro Komisyonu olduğu anlaşılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre orman kadastro komisyonlarının performanslarının artırılmasına yönelik bazı öneriler geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Orman kadastro komisyonu, Performans kısıtları, Performans kriterleri, AHS Tekniği, Bartın, Türkiye

## Prioritization of forest cadastre commissions by a multi-criteria approach according to their performances

**Abstract:** Determining the working performances and priorities of forest cadastre commissions with a multi-criteria approach will contribute to increase the efficiency of forest cadastre activities. This study was handled in order to determine the priorities of forest cadastre commissions in the Bartın province according to their performance by the Analytical Hierarchy Process (AHP) technique. The study was conducted on 9 forest cadastre commissions working in the Bartın province borders in 2017. Some of the research data were obtained through the questionnaires and information collection forms conducted on the Advisory Group members consisting of 16 people by face-to-face interviews. Some of them were obtained from the records of the related forest cadastre commissions. The data obtained were evaluated by the AHP technique and the priority values and ranks of the forest cadastre commissions were determined according to their performances with a multi-criteria and objective approach based on expert opinions. In the study, performance constraints (partial service purchase, full service purchase, lack of chairman or member, proxy to another commission, site-based work) were developed in order to equalize the working conditions of forest cadastre commissions and their correction coefficients were calculated. The performances of forest cadastre commissions were evaluated using the six criteria developed (the number of declared units, total forest area, 2/B parcel number, 2/B parcel area, number of measured points, working precision) and ranked according to their priorities by the AHP technique. In the study, the weights of performance criteria were respectively; working precision (0.5380), number of measured points (0.1353), 2/B parcel number (0.1083), 2/B parcel area (0.0774), number of declared units (0.0740) and total forest area (0.0671). Within the framework of these criteria and weights, it was determined that the best performing commission was the E Forest Cadastre Commission and the lowest performing commission was the G Forest Cadastre Commission. According to the results of the research, some suggestions were developed to increase the performance of forest cadastre commissions.

**Keywords:** Forest cadastre commission, Performance constraints, Performance criteria, AHP Technique, Bartın, Turkey

✉ <sup>a</sup> Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Bartın, Türkiye

<sup>b</sup> Orman Kadastro Komisyonu Başmühendisi, Bartın, Türkiye

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 20.04.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 15.06.2021



**Citation** (Atf): Daşdemir, İ., Gençay, E., 2021. Çok kriterli yaklaşımla orman kadastro komisyonlarının performanslarına göre önceliklendirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 241-249.

DOI: [10.18182/tjf.922347](https://doi.org/10.18182/tjf.922347)

## 1. Giriş

İnsanoğlu doğası gereğince tasarrufunda bulundurduğu taşınmaz mallarının mülkiyetine sahip olmak istemektedir. İlk çağlardan bu yana taşınmaz malların mülkiyeti kadastro ile sağlanmaktadır. Dünyanın birçok ülkesinde taşınmazların (tarım arazisi, orman alanı, mera alanı, iskan alanları vb.) sınırlarının belirlenmesi genel kadastro adı altında yürütülmekte iken, Türkiye’de geçmişten gelen genel kadastro-orman kadastrusu ayrımı ve uygulaması vardır. Kadastro, bir taşınmazın hukuki ve geometrik durumunun ölçülerek kağıt (harita, kroki) üzerine geçirilmesi olarak tanımlanırken (Aras, 2002), orman kadastrusu, orman tanımına uyan yerlerin ve bu yerler üzerindeki hakların tayin ve tespitine ilişkin iş ve işlemler olarak tanımlanmıştır (Ayanoglu, 1994). Türkiye’de genel kadastro çalışmaları, Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) tarafından 1987 tarihli 3402 sayılı kanuna göre yapılırken, orman kadastrusu 2005 yılına kadar Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından 1956 tarihli 6831 sayılı Orman Kanuna göre yapılmıştır. Ancak 2005 yılından itibaren orman kadastro komisyonları tamamen kaldırılmadan, ihtiyaca göre genel kadastro komisyonları ile bütünlük bir şekilde çalışmaları sağlanmıştır.

Türkiye’de orman alanlarının sınırlarının belirlenmesi yönetim, planlama, koruma, üretim, bakım ve halkla ilişkiler gibi ormancılık faaliyetlerinin etkili yürütülmesi için gereklidir. Sınırları tam olarak belli olmayan bir alanda planlı bir ormancılık faaliyetinin yürütülmesi mümkün değildir. Bu amaçla orman kadastro çalışmaları 1937 yılında yürürlüğe giren ve ülkedeki tüm ormanların beş yıl içerisinde sınırlarının belirlenmesini amaçlayan 3116 sayılı Orman Kanunu ile başlamış, 1956 tarihinde yenilenen 6831 sayılı Orman Kanunu ve çeşitli mevzuat uygulamalarıyla günümüze kadar devam ettirilmiş ve henüz ormanların kadastro tamamlanıp tapuya tescil işlemi tamamlanamamıştır. Orman kadastrusu çalışmalarını yürütmek üzere orman kadastro komisyonları kurulmuş, günümüze kadar bu görevi yürüten orman kadastro komisyonlarının yapıları ve görevleri sürekli değişmiştir. En son 2012 yılında düzenlenen Orman Kadastrusu ve 2/B Uygulama Yönetmeliği (OK2BY, 2012) ile orman kadastro komisyonlarının görevleri ve yapıları belirlenmiştir. Orman kadastrusunun Türkiye çapında bitirildiği ve 2/B uygulamasının ise 2023 yılına kadar bitirilmesinin planlandığı bilinmektedir. Bu amaçla orman kadastro komisyonları büyük ölçüde 2/B uygulaması ile görevlendirilmektedir. Halen sayıları 200 civarında olan OGM’ye bağlı orman kadastro komisyonları bu yönetmelik hükümlerine göre çalışmaktadır. Orman kadastro komisyonlarının çalışma koşulları, bölgeye, personel durumuna, kullanılan çalışma tekniği gibi birçok etkene bağlı olarak değişmektedir. Bu farklı koşullar komisyonların ürettikleri işlerin niteliğini ve niceliğini etkilemektedir.

Orman kadastro komisyonlarının yapısı, teknik uygulamalar, teknoloji kullanımı ve dönemin olanaklarına göre yasal ve idari düzenlemelerle sürekli değişmiştir. Bu değişiklikler zaman içinde komisyonların çalışma verimliliğini de etkilemiştir. Orman kadastro komisyonlarının kendilerine verilen yıllık iş programı çerçevesinde yaptıkları çalışmaların objektif kriterler kullanılarak, komisyonların içinde bulunduğu şartları göz önünde bulundurarak ölçüm ve değerlendirmeye tabi tutulması ihtiyacı bulunmaktadır. Orman kadastro

komisyonlarının optimum iş yükünün ortaya konulması, daha etkin ve verimli çalışmalarının sağlanması için performans analizi yapılması gerekmektedir. Orman kadastro komisyonlarının yıllık iş yükünün fazla olması, yapılan işin kalitesini azaltarak çeşitli hukuki sorunlar doğurabilmektedir. Optimum düzeyin altında iş programının verilmesi ise orman kadastro komisyonlarının etkin ve verimli çalışmaları sonucunu doğurmaktadır.

Türkiye’de yaklaşık 84 yıldır süren orman kadastrusu çalışmaları sürecinde yasal, idari, teknik ve uygulamadan kaynaklanan pek çok sorunla karşılaşmıştır. Bu sorunların tespiti ve çözüm önerileri konusunda yapılmış bazı çalışmalar (Ayanoglu, 1992, 1994; Bıyık vd., 2011; Gençay, 2013) bulunmasına rağmen, orman kadastro komisyonlarını performanslarına göre önceliklerini çok kriterli bir yaklaşımla belirleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca bu çalışmada çok kriterli bir karar verme tekniği olarak kullanılan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) tekniği pek çok ormancılık çalışmasında (Kangas, 1992, 1993; Engür, 1996; Pukkala ve Kangas, 1996; Kangas ve Pukkala, 1996; Pukkala vd., 1997; Kangas vd., 2000; Daşdemir ve Güngör, 2002; Yılmaz vd., 2004; Yılmaz, 2005; Geray vd., 2007; Güngör, 2010) kullanıldığı halde, orman kadastro komisyonlarının performanslarına göre önceliklerinin saptanması konusunda kullanılmamıştır. Aynı şekilde ormancılıkta işletme bazında fiziksel, teknik, ekonomik, sosyal ve yönetsel kriterler kullanılarak çok boyutlu yaklaşımla performans ölçümü konusunda yapılmış bazı çalışmalar (Çağlar ve Öncer, 1990; Daşdemir, 1996; Bayramoğlu, 2013) ile verimlilik ve iktisadilik konusunda yapılmış çalışmalar (Akbulut, 2004; Şentürk, 2005; Oktay, 2005; Demirdöğen, 2009; Korkmaz, 2011, 2012; Şehitoğlu, 2012; Demir, 2014; Bülbül, 2019) bulunmasına rağmen orman kadastro komisyonlarının performanslarının hangi kriterlerle ve hangi tekniklerle ölçüleceğinin konusunda yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle orman kadastro komisyonları 2/B uygulaması yaparken ölçme ve değerlendirmeye tabi tutulabilmesi için çok kriterli bir yaklaşımla uygun değerlendirme kriterlerinin geliştirilmesine, kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesine ve orman kadastro komisyonlarının performans derecelerine göre önceliklerinin belirlenmesine ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada orman kadastro komisyonlarının performanslarını objektif olarak değerlendirmek için çeşitli performans kriterleri tespit edilmiş, bu kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış ve AHS tekniği yardımıyla performanslarına göre öncelik sıraları belirlenmiştir. Böylece orman kadastro komisyonlarının performanslarına göre objektif olarak karşılaştırmalarına olanak veren değerlendirme yöntemi ve bu yöntemin uygulanmasıyla elde edilen sonuçlar açıklanmıştır. Ayrıca orman kadastro komisyonlarının çalışma koşullarının iyileştirilmesi, sorunlarının çözümü ve performanslarının artırılması amacıyla bazı öneriler geliştirilmiştir.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Araştırma alanı

Araştırma, 2017 yılında orman kadastro faaliyetleri bakımından yoğun olan Bartın ilinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Bartın ili toplam 2.143 km<sup>2</sup>’lik bir alana sahip olup, %46’sını ormanlar, %35’ini tarımsal alanlar, %7’sini çayır ve meralar, %12’sini de kültüre elverişsiz alanlar ile

yerleşim merkezleri kaplamaktadır. Bartın'ın bitki örtüsünde geniş yer tutan ormanlar genellikle geniş ve iğne yapraklı ağaçlardan oluşur. Sahil boyunca 600 m yüksekliğe kadar olan alanın karakteristik ağaçları; meşe, kayın ve gürgendir. Sahilden içeride ve 1.500 m'den yüksek kesimlerde kayın, kestane, köknar ve çam türleri, sahil şeridinde de ceviz, kestane ve fındık plantasyonları yaygındır (BTSO, 2021).

2020 yılı itibariyle Bartın ilinin nüfusu 198.979'dur. Bu nüfusun %52,4'ü şehirlerde yaşamaktadır. İlde yıllık nüfus artış oranı %0,37 olmuştur. TÜİK verilerine göre Bartın ilinde 4 ilçe (Merkez, Ulus, Amasra, Kuruçayı) 8 belediye, bu belediyelerde 50 mahalle ve ayrıca 263 köy vardır (Vikipedi, 2021).

## 2.2. Araştırma verileri

Çalışma 2017 yılında Bartın ilinde çalışan, 2'si yerleşik ve 7'si diğer illerden görevlendirilmiş toplam 9 adet orman kadastro komisyonu üzerinde yürütülmüştür. Araştırma verilerinin bir kısmı AHS tekniği gereğince anket ve bilgi toplama formları yardımıyla elde edilmiştir. Bir kısmı da ilgili orman kadastro komisyonlarının kayıtlarından sağlanmıştır. Orman kadastro komisyonlarının performans kriterlerine ilişkin verileri elde etmek amacıyla üç bölümden oluşan bir AHS anket ve bilgi toplama formu geliştirilmiştir. *Birinci bölümde*; orman kadastro komisyonlarının çalışma koşullarının eşitlenmesi amacıyla geliştirilen performans kısıtları (kısmi hizmet satınalma, tam hizmet satınalma, başkan veya üye eksikliği, başka komisyona vekalet, şantiye usulü çalışma) ve bu kısıtların açıklamaları yer almıştır. *İkinci bölümde*; orman kadastro komisyonlarının performanslarını değerlendirmek amacıyla geliştirilen altı adet kriterin tanımları (ilan edilen birim adedi, toplam orman alanı, 2/B parsel adedi, 2/B parsel alanı, ölçülen nokta adedi, çalışma hassasiyeti) ve kriterleri ikili karşılaştırıp 1-9 arasında puanlamaya yarayan skala yer almıştır. *Üçüncü bölümde*; 9 adet orman kadastro komisyonunun adları ve bu komisyonların faaliyetlerini çalışma hassasiyeti ve mevzuata uygunluk yönünden 1-9 arasında puanlamaya yarayan çizelge yer almıştır. Böylece üç aşamalı bir süreç dahilinde orman kadastro komisyonları hakkında elde edilen bilgiler ile her bir orman kadastro komisyonu başkanlığının kayıtlarından alınan veriler (ilan edilen birim adedi, toplam orman alanı, 2/B parsel adedi, 2/B parsel alanı ve ölçülen nokta adedi) bu çalışmada materyal olarak kullanılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının haritası

## 2.3. Veri toplama ve değerlendirme yöntemi

Çalışmada, orman kadastro komisyonlarının performanslarını çok kriterli ve uzman görüşlerine dayalı olarak belirlemek ve önceliklerini saptamak için çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHS tekniği kullanılmıştır. AHS tekniğine uygun olarak hazırlanan anket ve bilgi toplama formu, söz konusu orman kadastro komisyonlarını tanıyan, faaliyetlerini iyi bilen, orman kadastro konusunda uzman ve en az on yıllık tecrübesi olan, OGM'nin merkez ve taşra teşkilatında halen çalışan ve emekli olmuş şube müdürü, başmühendis ve mühendislerden oluşan 16 kişilik bir Danışma/Uzman Grubu üzerinde yüz yüze görüşme yöntemiyle uygulanmıştır.

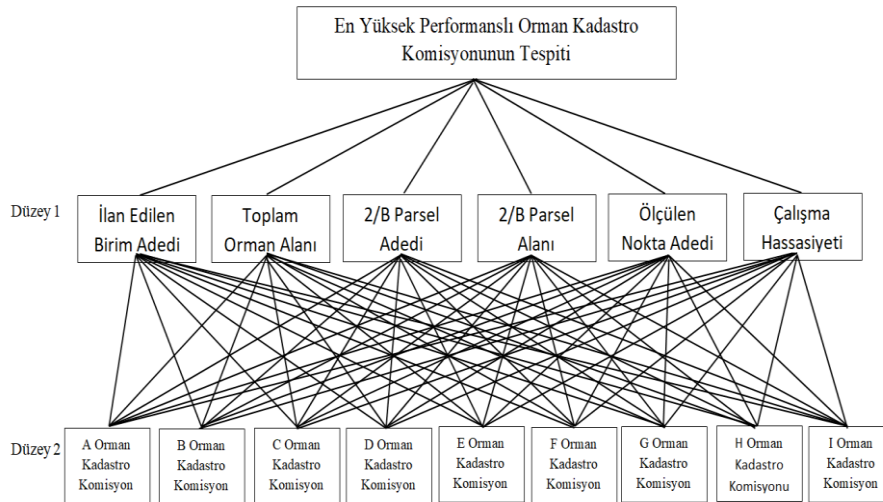
Danışma Grubu üyelerinden anket ve bilgi toplama formunun birinci bölümündeki performans kısıtlarının orman kadastro komisyonunun performansına etkisini (+ veya -) yüzde cinsinden değerlendirmeleri istenmiş ve verilen cevapların geometrik ortalamaları alınarak performans kısıtlarının ağırlıkları (düzeltme katsayıları) hesaplanmıştır. Danışma Grubu üyeleri anket ve bilgi formunun ikinci bölümündeki performans kriterlerini ikili karşılaştırmış ve karşılaştırma sonucunu 1-9 arasında bir puanla sayısalılaştırmıştır. Aynı şekilde Danışma Grubu üyeleri anket ve bilgi formunun üçüncü bölümde yer alan 9 adet orman kadastro komisyonunu çalışma hassasiyeti yönünden değerlendirerek 1-9 arasında puanlandırmıştır. Anket ve bilgi toplama formundan ve kayıtlardan elde edilen veriler AHS tekniği ile analiz edilmiş ve değerlendirilmiştir. Böylece çok kriterli bir yaklaşımla ve uzman görüşlerine dayalı olarak orman kadastro komisyonları performanslarına göre sıralanmıştır.

AHS tekniği 1970'li yıllarda Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir (Saaty, 1980; 1987). AHS tekniğinde öncelikle en üst düzeyde bir amaç belirlenir ve bu amaç doğrultusunda seçimi etkileyen kriterler ortaya konur. Daha sonra kriterler göz önüne alınarak potansiyel alternatifler belirlenir ve böylece karar için hiyerarşik bir model kurulur (Dağdeviren ve Eren, 2001; Daşdemir, 2012). AHS tekniği ile bir karar verme problemi çözümlenirken, aşağıdaki gibi dört aşama söz konusudur;

- 1) Karar elemanlarından oluşan bir karar hiyerarşisinin kurulması,
- 2) Karar elemanlarının ikili karşılaştırılması,
- 3) Karar elemanlarının göreceli önceliklerinin tahmin edilmesi,
- 4) Karar elemanlarının göreceli öncelik değerlerine göre alternatiflerin öncelik değerlerinin ve sıralamalarının belirlenmesidir (Daşdemir, 2012). Buna göre çalışmada, Şekil 2'deki gibi bir AHS karar hiyerarşisi modeli kurularak değerlendirmeler ve veri analizleri buna göre yapılmıştır.

AHS tekniğinin gereği olarak hiyerarşik model kurulduktan sonra, ilk aşamada Düzey 1'de yer alan performans kriterlerinin 1-9 puanlı ıskalaya göre ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak göreceli üstünlükleri (ağırlıkları) hesaplanmış ve tutarlılık oranları saptanmıştır. İkinci aşamada Düzey 2'de yer alan alternatiflerin (orman kadastro komisyonlarının) her bir kriter açısından göreceli önemleri hesaplanmıştır. Son aşamada ise performans kriterlerinin ağırlıkları ile alternatiflerin göreceli önemlerinin çarpımı sonucunda her bir alternatif için öncelik değeri bulunmuştur (Saaty, 1994; 2008). Çalışmada AHS tekniğiyle ilgili olarak tüm hesaplamaları yapmak amacıyla Excel-2010 programı kullanılmıştır.





Şekil 2. En yüksek performanslı orman kadastrosunu belirlemeye yönelik AHS karar hiyerarşisi modeli

### 3. Bulgular ve tartışma

#### 3.1. Performans kısıtlarına ilişkin bulgular ve değerlendirmeler

Çalışmada orman kadastro komisyonlarının çalışma koşullarının eşitlenmesi için Danışma Grubu üyelerinin görüşleri de dikkate alınarak beş adet performans kısıtı (kısmi hizmet satınalma, tam hizmet satınalma, başkan veya üye eksikliği, başka komisyona vekalet, şantiye usulü çalışma) geliştirilmiştir. Danışma Grubu üyelerinin performans kısıtlarının orman kadastro komisyonunun performansına etkisini (+ veya -) yüzde cinsinden değerlendirmeleri sonucunda alınan cevapların, tutarlılığın yüksek olması için geometrik ortalamaları alınarak performans kısıtlarının ağırlıkları, yani düzeltme katsayıları “DK = 1 - Geometrik Ortalama” şeklinde hesaplanmıştır (Çizelge 1).

Bu sonuçlara göre orman kadastro komisyonlarının performans kısıtlarının etki düzeyleri ve düzeltme katsayıları ilgili olarak aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır:

1) Kısmi Hizmet Satın Almanın Etkisi: Orman kadastro komisyonları çalışmalarını bitirdikten sonra hazırlanan dosyanın 9 nüsha çoğaltılmasının hizmet satınalma yoluyla yaptırılmasının performansı %14,58 oranında *arttırdığı* tespit edilmiştir. Komisyon üyelerinin fotokopi çekme, pafta katlama gibi kırtasiye işlerinden kurtularak asli işlerini yapmak için daha fazla zaman bulmaları nedeniyle komisyonun ürettiği toplam iş miktarı kayda değer bir

biçimde artmaktadır. Hizmet satınalma yolu ile yükleniciye ücret ödense de, bunun karşılığında komisyonun ürettiği fazladan hizmet ve çalışma süresinin kısalmasından dolayı şantiye masraflarında oluşan düşüş, hizmet satınalma yoluyla ödenen ücretten çok daha fazla olmaktadır. Orman kadastro komisyonlarının performansları değerlendirilirken kısmi hizmet satın almayı kullanan komisyonlarda 0,8542 düzeltme katsayısının kullanılması gerektiği tespit edilmiştir.

2) Tam Hizmet Satın Almanın Etkisi: Orman kadastro komisyonlarının çalışmaları sırasında ihtiyaç duydukları haritacılık hizmetinin ve dosya çoğaltılmasının tam hizmet satınalma yoluyla yaptırılmasının performansı %42,57 oranında *arttırdığı* tespit edilmiştir. Komisyonların OGM bünyesinde yeterli miktarda bulunmayan harita teknikerleri marifetiyle yaptırmaya çalıştıkları ölçüm, tersimat, paftalama, teknik kontrol onayı gibi haritacılık işlerinin yanında fotokopi çekme, pafta katlama gibi kırtasiye işleri yerine, asli işlerini yapmak için daha fazla zaman bulmaları nedeniyle komisyonun ürettiği toplam iş miktarı önemli derecede artmaktadır. Haritacılık hizmetinin satın alınması aynı zamanda şantiye usulü çalışmalarda yerel firmaların o bölgelerdeki kadastro müdürlüklerinin işleyişini daha iyi bilmelerinden dolayı teknik kontrol onaylarının daha hızlı şekilde alınmasını da sağlamaktadır. Orman kadastro komisyonunun performanslarını değerlendirirken dosya çoğaltma yanında, haritacılık hizmeti satın almayı kullanan komisyonlarda 0,5743 düzeltme katsayısının kullanılması gerektiği belirlenmiştir.

Çizelge 1. Performans kısıtları ve ağırlıkları

Kısıt	Açıklama	Geometrik ortalama (%)	Düzeltilme katsayısı (DK= 1 - Geometrik ortalama)
Kısmi hizmet satınalma	Orman kadastro dosyalarının çoğaltılması hizmetinin satın alınması	14,58	0,8542
Tam hizmet satınalma	Ölçüm, tersimat, teknik onay alınması ve dosya çoğaltılması hizmetinin satın alınması	42,57	0,5743
Başkan veya üye eksikliği	Orman kadastro komisyonun başkan veya üyelerinden birinin eksikliği nedeniyle vekaleten yürütülmesi	-31,62	1,3162
Başka komisyona vekalet	Orman kadastro komisyonun başkan veya üyelerinden birinin diğer bir komisyona da vekalet etmesi	-13,00	1,1300
Şantiye usulü çalışma	Kadastro komisyonunun kuruluş yeri dışında şantiye usulü çalışması	30,26	0,6974





### 3.5. Orman kadastro komisyonlarının performanslarına göre ağırlıklı öncelik değerleri ve sıralamaları

Orman kadastro komisyonlarının performans kriterlerinin normalize edilmesi sonucu hesaplan değerler (Çizelge 8) ile kriterlerin nispi önemlerini (ağırlıklarını) gösteren öncelik vektörü (W) katsayıları (Çizelge 4) çarpılmak suretiyle her bir komisyonun bütün performans kriterleri açısından ağırlıklı öncelik değerleri hesaplanmış ve sıralamaları belirlenmiştir (Çizelge 9).

Yapılan hesaplamalar sonucunda orman kadastro komisyonlarının iş programı dahilinde yaptıkları çalışmalar objektif kriterler kullanarak değerlendirilebilir ve sıralanabilir hale getirilmiştir. Bu sonuçlara göre örnek olarak alınan Bartın ilinde 2017 yılında çalışan 9 adet orman kadastro komisyonunun çok sayıda performans kriterine ve uzman görüşlerine dayalı olarak AHS tekniği ile sıralanmıştır. Performans kriterleri tek tek ele alındığında; ilan edilen birim adedi kriteri bakımından en başarılı komisyonun D Orman Kadastro Komisyonu olduğu, diğer beş kriterin tamamında ise E Orman Kadastro Komisyonunun en başarılı komisyon olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca tüm kriterlerin toplamına göre genel performans değerlendirmesi yapıldığında E Orman Kadastro Komisyonu en başarılı, G Orman Kadastro Komisyonu ise en başarısız komisyon olarak saptanmıştır.

## 4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, orman kadastro komisyonlarının OGM tarafından tevdi edilen yıllık iş programları dahilinde yapmış oldukları çalışmalara göre performansları çok kriterli ve uzman görüşlerine dayalı olarak AHS tekniği ile belirlenmiş ve buna göre komisyonların sıralaması yapılmıştır. Çalışma 2017 yılında Bartın ili sınırlarında çalışan, toplam 9 adet orman kadastro komisyonu üzerinde yürütülmüştür. Araştırma verilerinin bir kısmı 16 kişiden oluşan Danışma Grubu üyeleriyle yüz yüze görüşme yöntemiyle yürütülen ve üç bölümden oluşan anket ve bilgi toplama formları yardımıyla elde edilmiştir. Bir kısmı da ilgili orman kadastro komisyonlarının kayıtlarından sağlanmıştır. Çalışma kapsamında metot olarak kullanılan AHS tekniği uygulamasına yeni bir yaklaşım getirilerek uzman kişilerin görüşlerine göre performans kısıtlarına ilişkin Düzeltme Katsayıları hesaplara katılmıştır. Düzeltme katsayılarına göre performans kriterlerinin ağırlıkları hesaplanmış ve kadastro komisyonlarının sıralanmasında

dikkate alınmıştır. Böylece yıllık iş programlarından kaynaklanan farklı özelliklerden dolayı komisyonların çalışmalarının değerlendirilememesinin veya yanlış değerlendirilmesinin önüne geçilerek, orman kadastro komisyonlarının performanslarının objektif ve doğru bir şekilde değerlendirilmesi için yöntem geliştirilmeye çalışılmıştır.

Performans değerlendirmesi yapılmadan önce bütün orman kadastro komisyonlarının aynı koşullarda çalışmadığı ve aralarında performanslarını menfi veya müspet etkileyen ve çalışanlardan kaynaklanmayan farklılıkların tespiti ve bu farklılıkların performansa hangi yönde ne oranda etki ettiği araştırılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda; kısmi hizmet satın alınan komisyonların performansını %14,58 oranında arttırdığı, tam hizmet satın alınan performansını %42,57 oranında arttırdığı, başkan veya üye eksikliğinin performansını %31,62 oranında düşürdüğü başkan veya üyelerin başka komisyona vekalet etmesinin asli komisyonunun performansını %13,00 oranında düşürdüğü ve şantiye usulü çalışmanın performansını %30,26 oranında arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlara göre her bir kısıt için hesaplanan düzeltme katsayıları kullanılarak, komisyonların performans kriterlerine ilişkin ilk bulgularında düzeltmeler yapılmıştır. Böylece düzeltme katsayıları kullanılarak orman kadastro komisyonlarının çalışmalarının sonuçları eşitlenmiş ve aralarındaki performansa müspet ve menfi etkili faktörler ortadan kaldırılmıştır.

Orman kadastro komisyonlarının çalışmalarını değerlendirmek amacıyla geliştirilen altı adet performans kriterinin Danışma Grubu üyeleri tarafından ikili karşılaştırması ve puanlaması yapılmış olup, buna göre kriterlerin öncelikleri sırasıyla; çalışma hassasiyeti (0,5380), ölçülen nokta adedi (0,1353), 2/B parsel adedi (0,1083), 2/B parsel alanı (0,0774), ilan edilen birim adedi (0,0740) ve toplam orman alanı (0,0671) şeklinde belirlenmiştir. Buna göre "Çalışma Hassasiyeti" en yüksek önem ve öncelik değerine (ağırlığa) sahiptir. Yani orman kadastro komisyonlarının gelen tüm 2/B taleplerini ve potansiyel 2/B sahalarının tamamını incelenmesi, çalışma için gerekli tüm bilgi ve belgelerin temini ve diğer yönetmelik hükümlerinin yerine getirilmesi konusunda gösterdiği hassasiyet, özen ve mevzuata uygunluğu arttıkça, komisyonların performansı artmaktadır. Bu nedenle kadastro komisyonlarının çalışmalarında şekil ve esas bakımında gerekli hassasiyeti ve özeni göstermeleri gerekmektedir.

Çizelge 9. Orman kadastro komisyonlarının performans kriterleri açısından ağırlıklı öncelik değerleri ve sıralamaları

Komisyon/kriter	İlan edilen birim adedi	Toplam orman alanı	2/B parsel adedi	2/B parsel alanı	Ölçülen nokta adedi	Çalışma hassasiyeti	Toplam	Öncelik sıralaması
E Komisyonu	0,0079	0,0168	0,0203	0,0186	0,0257	0,0858	0,1751	1
I Komisyonu	0,0088	0,0056	0,0115	0,0123	0,0146	0,0819	0,1347	2
B Komisyonu	0,0079	0,0164	0,0107	0,0054	0,0136	0,0678	0,1218	3
D Komisyonu	0,0097	0,0062	0,0141	0,0077	0,0179	0,0617	0,1172	4
A Komisyonu	0,0075	0,0027	0,0071	0,0071	0,0090	0,0816	0,1150	5
F Komisyonu	0,0088	0,0076	0,0147	0,0090	0,0186	0,0502	0,1088	6
C Komisyonu	0,0088	0,0052	0,0107	0,0058	0,0135	0,0348	0,0789	7
H Komisyonu	0,0079	0,0038	0,0109	0,0071	0,0118	0,0342	0,0757	8
G Komisyonu	0,0067	0,0028	0,0084	0,0043	0,0107	0,0400	0,0729	9

Nitel bir özellik taşıyan “Çalışma Hassasiyeti” kriterinin değeri, kadastro komisyonlarının kayıtlarında böyle bir veri bulunmadığı için, çalışmada uzman görüşlerine dayalı olarak puanlama yoluyla tayin edilmiştir. Her bir komisyon için 16 uzmanın 1-9 arasında verdiği puanların geometrik ortalaması alınarak bulunmuştur. Aslında çok sayıda uzman görüşüne dayandığı için bir nevi objektif değer özelliğini taşımaktadır. Zira AHS tekniği gereğince uzman görüşlerine dayalı olarak bu tür sayısallaştırmalar yapılabilir. Dolayısıyla Çalışma Hassasiyeti kriterinin değeri, ilerleyen süreçlerde benzer şekilde kadastro komisyonlarının çalışmalarını bilen uzman görüşlerine dayalı olarak sayısallaştırılarak analizlere katılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca komisyonların iş programları tamamladığında altı kişilik Şekli ve Hukuki Noksanlıkları İnceleme Komisyonu üyeleri tarafından yapılan inceleme sonucunda verilen puanlar da bu kriterin sayısallaştırılmasında kullanılabilir. Keza komisyonların tüm çalışmalarında birinci derece amirleri olan kadastro mülkiyet şube müdürleri ve bölge müdür yardımcılarının da komisyonların çalışma hassasiyetini değerlendirmeleri doğru sonuçlara ulaşmada etkili olacaktır.

Orman kadastro komisyonlarının performanslarını belirlemek amacıyla aplikasyon faaliyetleri, mahkeme kararları uygulaması, 4999 fenni hata düzeltme uygulamaları ve tescile uygun hale getirme uygulamaları gibi başka kriterler de değerlendirilmeye alınabilir. Ancak gelinen noktada Türkiye’deki orman kadastro komisyonlarının büyük çoğunluğu yalnızca 2/B madde uygulaması ile görevlendirildiği için, diğer uygulamaları temsil eden söz konusu kriterlerin değerlendirmeye alınmasının uygun ve pratik olmayacağı düşünülerek çalışmaya dahil edilmemiştir.

Orman kadastro komisyonlarının, iş programlarını gerçekleştirirken hızlı ve verimli çalışması gerekmektedir. Ancak hızlı çalışma sırasında gelen tüm 2/B taleplerinin ve potansiyel 2/B sahalarının incelenmesi, çalışma yapılacak kadastral birimle ilgili tüm yazışmaların yapılarak çeşitli kurumlardan bilgi belgelerin toplanması, bu bilgi ve belgelerin derinlemesine incelenmesi, orman kadastro dosyasının mevzuattaki tüm esaslara uygun, şekli ve hukuki olarak eksiz ve doğru olarak hazırlanması gerekmektedir. Daha hızlı çalışarak daha fazla iş üretmek amacıyla bu gerekliliklerden ödün vermenin ve yapılan çalışmanın kalitesini düşürmenin yanlışlığı, çalışma hassasiyeti kriterine verilen öncelik vektörü değeri ile bir kez daha ortaya konmuştur. Yapılan çalışmanın askı ilanı ile hukuki bir değere kavuşması ve herhangi bir düzeltme veya iptalinin idari yoldan yapılamaması nedeniyle, çalışma yapılırken azami hassasiyet gösterilmesi gereklidir. İşte orman kadastro komisyonların performansının ölçülmesi esansında bu nokta üzerinde önemle durmak gerekmektedir. Çünkü OGM tarafından orman kadastro komisyonlarının en verimli şekilde kullanılması, onlardan en fazla miktarda iş almak değildir. Üretilen iş miktarının fazlalığı ile üretilen işin kalitesi birbiriyle ters orantılıdır. Bu sebeple yıllık iş programları hazırlanırken yeterli kalitede iş ve hizmetin en fazla miktarda üretilmesi için optimum miktarda görevlendirilme yapılması gerekmektedir. Optimumun üstünde bir görevlendirme komisyonların çalışma hassasiyetini düşürmekte ve yukarıda belirtildiği üzere düzeltilmesi ancak yargı yoluyla olan sonuçlar doğurmaktadır. Aynı şekilde optimum düzeyin altında iş programı ile görevlendirme ise kaynakların verimli

kullanılamaması sonucunu doğurmaktadır. Bütün bu nedenlerden dolayı, orman kadastro komisyonlarının performanslarının doğru ve objektif kriterlerle ölçülmesi, değerlendirilmesi ve gelecek yılların iş programlarının olabildiğince optimuma yakın düzeylerde hazırlanarak komisyonlara tevdi edilmesi gerekmektedir.

Mevcut durumda orman kadastro komisyonlarına verilen yıllık iş programlarında çalışılacak kadastral birim sayısı genellikle 20 dolayındadır. İş programlarının verildiği bölgenin arazi şartları, sosyoekonomik yapısı, bölgede yapılan kadastro çalışmalarının yoğunluğu ve komisyonların personel durumu gibi ana faktörler dikkate alınmadan, Türkiye genelinde tek bir ortalama iş yüküne göre tüm kadastro komisyonları için aynı ağırlıkta iş programı hazırlanması geçekçi olmayıp, yapılan işin kalitesinin düşmesine ve programın tamamlanamamasına neden olmaktadır. Bu nedenle orman kadastro komisyonlarının kaliteli iş yapabilmesi ve hassas çalışması için optimum iş yüküne sahip olması gerekmektedir. Optimum iş yükü bölgesel koşullara ve komisyon personelinin niteliğine göre değişmektedir. Ancak bu konuda bölgesel şartları ve komisyonun özelliklerini dikkate alan çok yönlü bilimsel çalışmalara ihtiyaç vardır. Özellikle üst üste birkaç sene fazla miktarda orman kadastro komisyonu görevlendirilen bölgeler için performans analizleri yapılarak, elde edilen sonuçlar ışığında o bölgeler için kadastro komisyonlarının optimum iş yükü miktarının bulunması gerekmektedir.

Ayrıca orman kadastro komisyonlarının ürettiği hizmet miktarının artırılması için kısmi hizmet ve tam hizmet satın almalarının yaygınlaştırılması ve kolaylaştırılması sağlanmalıdır. Keza, performansı düşüren başkan veya üye eksikliği ile üyelerden başka komisyona vekalet etmekten kaynaklı performans düşüşlerinin önlenmesi için, boş olan kadrolara uygun personel atamalarının yapılması sağlanmalıdır.

Sonuç olarak bu çalışma, orman kadastro komisyonlarının çok kriterli ve uzman görüşlerine dayalı olarak performanslarına göre AHS tekniği ile önceliklerinin belirlenmesi konusunda yapılmış ilk araştırma olup, hem konu itibarıyla hem de AHS tekniğinin bu alanda uygulanması itibarıyla orijinal ve özgün bir çalışmadır. Bu bakımdan araştırma sonuçlarının bilime ve uygulamaya katkı sağlama potansiyeli yüksektir. Uygulamada, özellikle geliştirilen performans kısıtları ve performans kriterlerine göre AHS tekniğini kullanarak orman kadastro komisyonlarının önceliklerinin saptanması ve sonuçlarının bu kapsamda değerlendirilmesi, orman kadastrosu çalışmalarında verimliliği ve başarıyı artıracak, kıt kaynakların etkin kullanımına hizmet edecektir. Keza bundan sonra orman kadastro komisyonlarının performanslarının objektif ve çok kriterli olarak belirlenmesi konusunda yapılacak bilimsel çalışmalara da öncülük edecektir.

#### Açıklama

Bu çalışma, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalında 2019 yılında sonuçlandırılan “Orman Kadastro Komisyonlarının Performanslarına Göre AHS Tekniği ile Önceliklendirilmesi” adlı Yüksek Lisans Tezi kapsamında üretilmiştir.

**Kaynaklar**

- Akbulut, O., 2004. Mustafakemalpaşa ve Bartın Orman İşletmelerinde Verimlilik ve İktisadilik Analizi. ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi Bitirme Tezi, 31 s., Bartın.
- Aras, C., 2002. Açıklamalı İçtihatlı Orman Kanunu. Adil Yayınevi, ISBN 975-6749-40-7, 990 s., Ankara.
- Ayanoğlu, S., 1992. Genel kadaströ-orman kadaströ ilişkileri üzerinde incelemeler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 42(3-4): 79-92.
- Ayanoğlu, S., 1994. Türk hukukunda orman kadaströ. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 44(1-2): 63-82.
- Bayramoğlu, M.M., 2013. Devlet Orman İşletmelerinin Başarı Düzeylerinin Ölçülmesi ve Optimal İşletme Büyüklüğünün Belirlenmesi (Doğu Karadeniz Bölgesi Örneği). KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 172 s., Trabzon.
- Bıyık, C., Acar, H.H., Yavuz, A., 2011. Orman kadaströ komisyonları. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1(1): 2-9.
- BTSO, 2021. TOBB Bartın Ticaret ve Sanayi Odası web sayfası. <https://www.bartintso.org.tr/sayfalar/bartin/cografi-konum>. Erişim:25.03.2021.
- Bülbül, H.B., 2019. Gerede ve Bartın Orman İşletmelerinde Verimlilik ve İktisadilik Analizi. BÜ, Bartın Orman Fakültesi Bitirme Tezi, 29 s., Bartın.
- Çağlar, Y., Öncer, M., 1990. Devlet Orman İşletmelerinde Başarı Düzeylerinin Belirlenmesi. MPM Yayın No: 420, 52 s., Ankara.
- Dağdeviren, M., Eren, T., 2001. Tedarikçi firma seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 16(2): 41-52.
- Daşdemir, İ., 1996. Orman İşletmelerinin Başarı Düzeylerinin Belirlenmesi (Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesi Örneği). Doğu Anadolu Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 1, 162 s., Erzurum.
- Daşdemir, İ., 2012. Orman Mühendisliği İçin Planlama ve Proje Değerlendirme (2. Baskı). Bartın Üniversitesi Yayın No: 6, Orman Fakültesi Yayın No: 4, ISBN 978-605-60882-4-7, 169 s., Bartın.
- Daşdemir, İ., Güngör, E., 2002. Çok boyutlu karar verme metodları ve ormancılıkta uygulama alanları. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Yıl 2002-2003-2004, 4(4): 1-19, Bartın.
- Demir, S., 2014. Çorum ve İskilip Orman İşletmelerinde Verimlilik ve İktisadilik Analizi. BÜ, Bartın Orman Fakültesi Bitirme Tezi, 33 s., Bartın.
- Demirdöğen, C., 2009. Araç ve Bartın Orman İşletmelerinde Verimlilik ve İktisadilik Analizi. BÜ, Bartın Orman Fakültesi Bitirme Tezi, 31 s., Bartın.
- Engür, M.O., 1996. Orman Ürünlerinin Hasadında Teknoloji Seçimi ve Mekanizasyon Olanakları. İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 161 s., İstanbul.
- Gençay, G., 2013. Orman kadaströsunun güncel sorunları üzerinde hukuksal incelemeler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 62(2): 173-195.
- Geray, A.U., Şafak, İ., Yılmaz, E., Kiracıoğlu, Ö., Başar, H., 2007. İzmir İlinde Orman Kaynaklarına İlişkin İşlev Önceliklerinin Belirlenmesi. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ege Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Bakanlık Yayın No: 300, Müdürlük Yayın No: 46, Teknik Bülten: 35, 137 s., İzmir.
- Güngör, E., 2010. Orman Kaynaklarının Bütünleşik İşlevsel Yönetim Planlaması. Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 303 s., Bartın
- Kangas, J., 1992. Multiple-use planning of forest resources by using the analytic hierarchy process. Scandinavian Journal of Forest Research, 7(1-4): 259-268.
- Kangas, J., 1993. A multi-attribute preference model for evaluating the reforestation chain alternatives of a forest stand. Forest Ecology and Management, 59(3-4): 271-288.
- Kangas, J., Pukkala, T., 1996. Operationalization of biological diversity as a decision objective in tactical forest planning. Canadian Journal of Forest Research 26(1):103-111.
- Kangas, J., Store, R., Leskinen, P., Mehtatalo, L., 2000. Improving the quality of landscape ecological forest planning by utilising advanced decision-support tools. Forest Ecology and Management, 132(2-3): 157-171.
- Korkmaz, M., 2011. Measuring the productive efficiency of forest enterprises in Mediterranean Region of Turkey using data envelopment analysis. African Journal of Agricultural Research, 6(19): 4522-4532.
- Korkmaz, M., 2012. Orman işletmelerinde iktisadilik düzeyinin TOPSIS yöntemi ile analizi. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 13(1): 14-20.
- OK2BY, 2012. Orman Kadaströ ve 2/B Uygulama Yönetmeliği. Resmi Gazete Tarihi: 20.11.2012 Resmi Gazete Sayısı: 28473, 24 s.
- Oktaç, M., 2005. Edremit ve Dursunbey Orman İşletmelerinde Verimlilik ve İktisadilik Analizi. ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi Bitirme Tezi, 33 s., Bartın.
- Pukkala, T., Kangas, J., 1996. A method for integrating risk and attitude toward risk into forest planning. Forest Science, 42(2): 198-205.
- Pukkala, T., Kangas, J., Kniivila, M., Tainen, A.M., 1997. Integrating forest-level and compartment level indices of species diversity with numerical forest planning. Silva Fennica, 31(4): 417-429.
- Saaty, T.L., 1980. The Analytic Hierarchy Process. McGraw-Hill International Book Company, USA.
- Saaty T.L., 1987. Concepts, theory and techniques - rank generation, preservation and reversal in the Analytic Hierarchy Decision Process. Decision Sciences, 18(2): 157-177.
- Saaty, T.L., 1994. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. Interfaces, 24(6): 19-43.
- Saaty, T.L., 2008. Decision making with the Analytic Hierarchy Process. International Journal of Services Sciences, 1(1): 83-98.
- Şehitoğlu, G., 2012. Yatağan ve Köyceğiz Orman İşletmelerinde Verimlilik ve İktisadilik Analizi. BÜ, Bartın Orman Fakültesi Bitirme Tezi, 38 s., Bartın.
- Şentürk, G., 2005. Devlet Orman İşletmelerinde Verimlilik ve İktisadilik Analizi (İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü Örneği). ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi Yüksek Lisans Tezi, 84 s., Bartın.
- Vikipedi, 2021. Bartın İli. Wikipedi web sayfası. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Bartın>. Erişim:25.03.2021.
- Yılmaz, E., 2005. Analitik hiyerarşi süreci tekniği ve orman kaynakları planlamasına uygulanması örnekleri. Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü. Doğa Dergisi, 11: 1-33.
- Yılmaz, E., Ok, K., Okan, T., 2004. Ekoturizm Planlamasında Katılımcı Yaklaşımla Etkinlik Seçimi: Cehennemdere Vadisi Örneği. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Bakanlık Yayın No: 237, DOA Yayın No: 30, Teknik Bülten No: 21, 56 s., Tarsus.

## Kantil regresyon ile gövde çapı modelinin geliştirilmesi

Ramazan Özçelik<sup>a</sup>, Onur Alkan<sup>a,\*</sup>, Şerife Kalkanlı<sup>b</sup>

**Özet:** Büyüme ve hasılat modellerinin en önemli bileşenlerinden birisi ağaç hacim tahminleridir. Hacim tahminleri amacıyla kullanılan en modern yaklaşımlardan birisi de gövde çapı modelleridir. Günümüze kadar farklı formlarda pek çok gövde çapı modeli geliştirilmiştir. Gövde çapı modellerinin geliştirilmesi amacıyla geleneksel doğrusal olmayan en küçük kareler (ONLS) yöntemi başta olmak üzere farklı regresyon teknikleri kullanılmıştır. Son yıllarda, ormancılık uygulamalarında ve gövde çapı modellerinin geliştirilmesi amacıyla Kantil Regresyon (QR) tekniği de kullanılmaya başlamıştır. Bu çalışmada, doğal karaçam meşcereleri için ONLS ve QR teknikleriyle Max ve Burkhardt (1976) modelini temel alan gövde çapı modeli geliştirilmiştir. Bu amaçla, birbirinden bağımsız iki farklı karaçam meşceresinden örnek ağaç verileri elde edilmiş ve verilerin bir kısmı (grup I) model geliştirmek, diğer kısmı ise (grup II) ise geliştirilen modelin test edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Çalışmada, QR tekniği iki farklı kantil setini (3QR ve 5QR) esas alarak kullanılmıştır. Sonuçlar, dört farklı değerlendirme ölçütü kullanılarak tüm ağaç gövdesi ve on farklı nisbi boy sınıfı için karşılaştırılmıştır. QR tekniği ile elde edilen gövde çapı tahminlerinin hem tüm gövde hem de farklı nispi boy sınıfları için ONLS ile elde edilen sonuçlara göre daha başarılı olduğu görülmüştür. Çap tahminleri için 3QR ile elde edilen sonuçlar, 5QR ile elde edilen sonuçlara göre nispeten daha başarılıdır. Sonuç olarak, QR tekniği de, gövde çapı tahminleri için diğer regresyon tekniklerine alternatif olarak kullanılabilir bir yaklaşımdır.

**Anahtar kelimeler:** Kantil regresyon, Kantil seti, Gövde çapı, Karaçam

## Development of stem diameter model using quantile regression

**Abstract:** Tree volume estimates are one of the most important components of growth and yield models. Stem diameter models are one of the most modern approaches used for stem volume estimation. Different regression methods, especially the nonlinear least squares (ONLS) method, were used to develop stem diameter models. Recently, the quantile regression (QR) method has also been used in forestry applications for the development of taper models. In this study, a stem diameter model based on Max and Burkhardt (1976) model was developed using ONLS and QR methods for natural black pine stands. For this purpose, sample tree data were obtained from two different black pine stands, and some of the data (group I) were used to develop the models and the rest of the data (group II) was used to test the models developed. In the study, the QR technique was used based on two different quantile sets (3QR and 5QR). The results were compared for the whole tree stem and ten different relative height classes using four different evaluation criteria. Evaluation statistics showed that both quantile regression models provided better results as compared to ONLS and 3QR model performed relatively better than 5QR. In conclusion, QR technique is an approach that can be used as an alternative to other regression techniques for stem diameter estimations.

**Keywords:** Quantile regression, Quantile set, Stem diameter, Black pine

### 1. Giriş

Büyüme ve hasılat modellerinin en önemli altlıklarından birisi ağaç ve meşcere hacim tahminidir (Alkan vd., 2019). Bir meşceredeki ağaçların gövde hacmi ve biyokütlesinin tahmini, orman ekosisteminin yapı ve fonksiyonlarının ekonomik ve ekolojik açıdan değerlendirilmesi için temel parametrelerdir (He vd., 2021). Hacim tahminleri, ağaç ve meşcerelere ilişkin hacmin ve bu hacim miktarının farklı ticari sınıflara dağılımının tahmininde (Diéguez-Aranda vd. 2006; Crecente-Campo vd., 2009), amenajman planlarının düzenlenmesinde (de-Miguel vd., 2012; Rodríguez vd. 2014), orman ürünleri sanayisinin geleceğine ilişkin projeksiyonların yapılmasında (Fang vd., 2000; Jiang vd., 2005; de-Miguel vd., 2012) ve uygun biyokütle dönüşüm faktörleri yardımı ile biyokütle ve karbon birikim miktarının

tahmin edilmesinde (Castedo-Dorado vd., 2012; Gómez-García vd., 2015) kullanılmaktadır. Gövde çapı modelleri, günümüzde, dikili ağaçlara ilişkin hacimlerin doğru tahmini için var olan farklı yöntemler arasında en etkin ve çok yönlü yaklaşım tarzlarından biridir (Özçelik ve Alkan, 2011; Özçelik vd., 2018b). Gövde çapı modellerinin ormancılık uygulamaları için diğer bir önemi de; büyüme ve hasılat modellerine entegre edilebilmesi, farklı yetiştirme ortamları ve farklı planlama alternatiflerinden elde edilecek ürün sınıflarının ve miktarlarının tahminine imkân sağlamasıdır (de-Miguel vd., 2012).

Sharma ve Parton (2009), bir ağaca ilişkin hacim tahmininin başarısının, gövde üzerindeki çap tahminlerinin başarısı ile doğru orantılı olduğunu ifade etmiştir. Ağaç gövdesinin farklı yüksekliklerdeki çap değerleri ne kadar doğru tahmin edilirse, gövdenin tamamı ya da herhangi bir

<sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi  
32260, Isparta

<sup>b</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,  
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı 32260, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 23.06.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 27.07.2021



**Citation** (Atf): Özçelik, R., Alkan, O., Kalkanlı, Ş., 2021. Kantil regresyon ile gövde çapı modelinin geliştirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 250-256.  
DOI: [10.18182/tjf.955881](https://doi.org/10.18182/tjf.955881)

bölümüne ilişkin hacim de o derece doğru tahmin edilebilecektir. Gövde çapı modellerinin geliştirilmesinde kullanılan iki temel değişken, göğüs çapı ( $D$ ) ve ağaç boyudur ( $H$ ). Ancak bazı çalışmalarda, model performansının artırılması amacıyla çeşitli ağaç (tepe oranı ya da tepe tacı yüksekliği) ya da meşcere özellikleri (meşcere sıklığı) de modele eş değişken olarak eklenmiştir. Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar farklılıklar göstermekle birlikte, modele yardımcı değişken eklenmesi ile modelin çap ve hacim tahmin performansının önemli derecede arttığı gözlenmiştir. Ancak bu ekstra değişkenlerin ölçümünün zaman zaman zor ve masraflı olması nedeniyle, son yıllarda gövde çapı tahminleri amacıyla yeni metotların (regresyon teknikleri ve yapay sinir ağı modelleri vb.) kullanılmasına yönelik ilgi artmıştır.

Gövde çapı modellerinin geliştirilmesi amacıyla genellikle doğrusal olmayan en küçük kareler (ONLS) yöntemi kullanılmaktadır. Ancak, gövde çapı modellerinin geliştirilmesinde kullanılan çap değerleri, aynı ağaç üzerinde düzenli ya da düzensiz aralıklarla yapılan ölçümlerden elde edilmektedir. Bunun sonucu olarak da ölçüm değerleri birbiri ile ilişkili olmaktadır. Bu ilişki, regresyondaki kovaryans matrisinin yansız tahmini için gerekli olan hataların bağımsız olma kuralını ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle, son yıllardaki araştırmalar, hem yeni model formlarının (parçalı veya değişken şekil gövde çapı modelleri vb.) geliştirilmesine hem de gövde formundaki ağaçlar arası değişkenliğin hesaplanmasına ilişkin yeni yaklaşımlara (metotlara) odaklanmıştır. Bu kapsamda, gövde çapı modellerinin geliştirilmesi amacıyla kullanılan yeni yaklaşım tarzlarından birisi de Kantil Regresyon (Quantile Regression-QR)'dur (Cao ve Wang, 2015). Bu teknik; mühendislik, finans, ekonomi ve tıp gibi birçok alanda yoğun bir şekilde kullanılmasına rağmen, ormancılık çalışmalarında sadece son 20 yıldır kullanılmaktadır. Kantil Regresyon (QR), bağımlı değişkenin dağılımındaki herhangi bir kantil ile bağımsız değişkenler arasındaki fonksiyonel ilişkinin tahmini amacıyla geliştirilmiştir (Koenker ve Bassett 1978). QR, özellikle koşullu kantillerin değişkenlik gösterdiği durumlarda daha kullanışlı bir yöntem olup, kantillere bağlı olarak regresyon katsayıları belirlenmektedir (Chen ve Wei, 2005). Bu yöntem ormancılıkta, orman envanterindeki hata değerlendirmelerinde (Mäkinen et al., 2008), doğal dal budanmasının sınırlarının belirlenmesinde (Zhang vd., 2005; Ducey ve Knapp, 2010), böcek yayılımı (Evans ve Gregoire, 2007) ve hastalık (Evans ve Finkral, 2010) oranlarının belirlenmesinde, çap yüzdelerinin belirlenmesinde (Mehtätalo vd., 2008), çap gelişimi çalışmasında (Bohora ve Cao, 2014), büyüme ve hasılat modellerinin geliştirilmesinde (Farias vd., 2021; Paula vd., 2021), gövde çapı modelinin geliştirilmesinde (Cao ve Wang, 2015; Ma ve Jiang, 2019; Özçelik vd., 2019; He vd., 2021) ve çap-boy modellerinin geliştirilmesinde (Rust, 2014; Zang vd., 2016; Özçelik vd., 2018a) kullanılmıştır.

QR yaklaşımını temel alan ilk gövde çapı modeli Cao ve Wang (2015) tarafından geliştirilmiştir. Çalışmada, Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen gövde çapı modelinin değiştirilmiş bir formu kullanılarak iki farklı kantil seti (5 kantil-5QR ve 3 kantil-3QR) yardımıyla çap tahminleri yapılmış. Çalışma sonucunda 3 ve 5 kantil setleri arasında önemli fark olmadığı, 5 kantili temel alan QR'nin çap tahminlerinde daha başarılı olduğu görülmüştür. Ma ve Jiang (2019) tarafında yapılan çalışmada, huş ağaçları için

Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen gövde çapı modeli kullanılarak doğrusal olmayan kantil regresyon tekniği ile gövde çapı modelleri geliştirilmiştir. Çalışmada farklı kantiller ( $\tau = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8$  ve  $0.9$ ) ve kantil setleri (3, 5, 7 ve 9 kantil) kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. En başarılı çap tahminlerinin 5 kantil seti ile elde edildiği görülmüştür. He vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada, huş ağaçlarının gövde çapı tahmini amacıyla Kozak (2004) tarafından geliştirilen gövde çapı modelini temel alan dört farklı regresyon tekniği (en küçük kareler yöntemi (ONLS), sabit-etkili model (FE), kantil regresyon (QR) ve genelleştirilmiş eklemeli model (GAM)) karşılaştırılmıştır. Gövde çapı tahminleri açısından GAM en başarılı sonuçları üretirken, QR üçüncü sırada yer almıştır. Ülkemizde ise, QR metodu ormancılık alanında ilk kez çap-boy modeli geliştirmek amacıyla kullanılmıştır (Özçelik vd., 2018a). Özçelik vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada ise, Sharma ve Parton (2009) tarafından geliştirilen gövde çapı modelini temel alan dört farklı regresyon tekniği (sabit etkili (FE), karışık etkili (ME), kantil regresyon (üç kantil (3QR) ve 5 kantil (5QR)) ve yapay sinir ağı yöntemi karşılaştırılmıştır. Çalışmada ME, 3QR ve 5QR yöntemlerinin FE'ye göre daha başarılı sonuçlar ürettiği görülmüştür. 3QR ve 5QR yöntemleri arasında büyük bir farkın olmadığı ancak, 5QR yönteminin nispeten daha başarılı olduğu ifade edilmiştir.

Karaçam ülkemizin ekolojik ve ekonomik açıdan en önemli asli ağaç türlerinden birisidir. 2019 yılı orman envanteri verilerine göre karaçam ormanları yaklaşık 4.4 milyon hektar ile ülke ormanlık alanlarının yaklaşık %19'unu kaplamaktadır (OGM, 2019). Karaçam ormanları ekonomik önemi yanında biyolojik çeşitliliğin korunması ve küresel iklim değişiminin olumsuz etkilerinin azaltılması açısından da önemli çevresel işlevlere sahiptir. Bu nedenle, karaçam ormanlarının sürdürülebilir yönetimi ve çok amaçlı kullanımı için güvenilir büyüme ve hasılat modellerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, gövde çapı modellerinin geliştirilmesinde ve çap tahminlerinde geleneksel doğrusal olmayan en küçük kareler yöntemi (ONLS) ile Kantil regresyon tekniğinin başarı durumları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, her iki regresyon tekniğine de temel olması amacıyla, pek çok çalışmada başarı ile kullanılan Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen parçalı gövde çapı modeli seçilmiştir. QR yaklaşımı, 3 kantil (3QR) ve 5 kantil (5QR) olmak üzere iki farklı kantil seti ile değerlendirilmiştir.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Örnek ağaç verileri, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nün iki farklı alanındaki doğal ve saf karaçam meşcerelerinden toplanmıştır. Verilerin Grup I olarak ifade edilen kısmı (172 örnek ağaç), Eğirdir Orman İşletme Müdürlüğü'nden, Grup II olarak ifade edilen diğer kısmı ise Sütçüler Orman İşletme Müdürlüğü (240 örnek ağaç) doğal ve saf karaçam meşcerelerinden toplanmıştır. Örnek ağaçlar, çalışma alanları içerisinde mevcut tüm çap ve boy sınıflarını ile yetiştirme ortamı şartlarını temsil edecek şekilde galip ya da müşterek galip ağaçlar arasında seçilmiştir. Örnek ağaçlar seçilirken gövdeleri çatallı, tepeleri kırık, azman yapmış ve gövde formu bozuk bireyler olmamasına azami özen gösterilmiştir. Çalışma kapsamında toplam 412 adet



örnek ağaç üzerinde detaylı ölçümler yapılmıştır. Bu amaçla, örnek ağaçlar kesilmeden önce kabuklu göğüs çapları ( $D$ , cm), kesildikten sonra, bütün ağaçların şerit metre yardımı ile toplam boyu ( $H$ , m) ve dijital çap ölçer yardımı ile 1.3 m'den sonra yaklaşık olarak 1 m aralıkla ağaçların en uç noktasına kadar değişik yükseklikteki ( $h$ ) çap ( $d$ ) değerleri ölçülmüştür. Grup I'de yer alan 172 ağaç gövde çapı modelinin geliştirilmesi amacıyla, Grup II'de yer alan 240 ağaç ise geliştirilen modellerin test edilmesi amacıyla kullanılmıştır. Her iki grupta yer alan örnek ağaçlara ilişkin nisbi boy-nispi çap dağılım grafikleri Şekil 1a ve b'de; nitelendirici istatistikler ise Çizelge 1'de verilmiştir.

## 2.2. Yöntem

### Gövde çapı modeli

Yüz yılı aşkımdır pek çok ağaç türü için değişik formlarda gövde çapı modelleri geliştirilmiştir (Max ve Burkhardt, 1976; Cao vd., 1980; Biging, 1984; Clark vd., 1991; Fang vd., 2000; Kozak, 2004; Sharma ve Zhang, 2004; Sharma ve Parton, 2009). Bazı araştırmacılar, parçalı gövde çapı modellerinin, diğer gövde çapı modellerine göre daha üstün olduklarını ifade etmiştir (Martin, 1981; Clark vd., 1991; Figueiredo-Filho vd., 1996; Jiang, 2004; Dieguez-Aranda vd., 2006; Coble ve Hilpp, 2006; Özçelik ve Crecente-Campo, 2016). Parçalı gövde çapı modellerinin diğer gövde çapı modellerine göre en önemli üstünlüklerinden birisi, gövde çapı modellerinin hacim hesaplamaları için kolaylıkla hacim denklemlerine dönüştürülebilir olmasıdır (Fang vd., 2000). Bu nedenle, bu çalışmada geleneksel regresyon yöntemine (ONLS) ve Kantil regresyon (QR) yöntemine altlık olması amacıyla Max ve Burkhardt (1976) tarafından geliştirilen parçalı gövde çapı modeli seçilmiştir. Max ve Burkhardt (1976) parçalı gövde çapı modeli, üç farklı ikinci dereceden fonksiyondan oluşmakta ve bu fonksiyonlar iki katılım noktası ile birleştirilmektedir. Bu nedenle de, karmaşık ağaç gövde formunun tanımlanması için yeterince esneklik sağlamaktadır (Cao ve Wang, 2015). Bu modelin genel formu aşağıdaki gibi yazılabilmektedir:

$$\hat{y}(x_{ij}) = D \left[ b_1(x_{ij} - 1) + b_2(x_{ij}^2 - 1) + b_3(a_1 - x_{ij})^2 I_1 + b_4(a_2 - x_{ij})^2 I_2 \right]^{0.5} \quad (1)$$

Burada:

$\hat{y}(x_{ij})$  = verilen bir  $x_{ij}$  değeri için  $\hat{y}$  nin tahmin edilen değerini,

$$y_{ij} = y(x_{ij}) = d_{ij}^2 / D_i^2$$

$D_i$  =  $i$ . ağacın göğüs çapını ( $i = 1, 2, 3, \dots, N$ )

$N$  = örnekteki ağaç sayısını

$d_{ij}$  =  $i$ . ağaç üzerindeki  $h_{ij}$  yüksekliğinde ölçülen  $j$ .

kabuklu göğüs çapını

$n_i$  =  $i$ . ağaç için çap ölçümlerinin sayısını

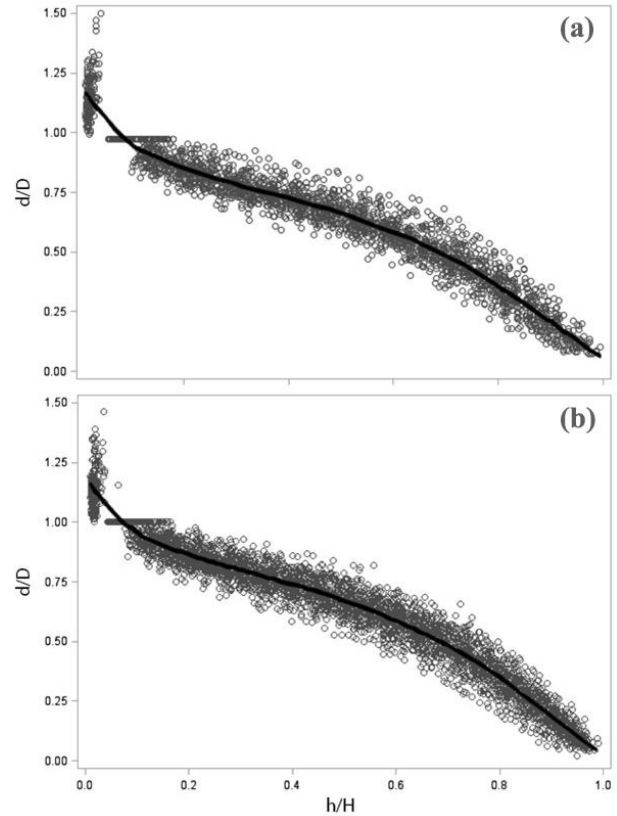
$$x_{ij} = h_{ij} / H_i$$

$H_i$  =  $i$ . ağacın boyunu (m)

$a_1$  ve  $a_2$  = tahmin edilen katılma noktalarını

$I_i = 1$  eğer  $x_{ij} \leq a_i$  ve  $I_i = 0$  eğer  $x_{ij} \geq a_i$

$b_i$  = regresyon katsayılarını ifade etmektedir.



Şekil 1. Model geliştirmek (a) ve test etmek (b) amacıyla kullanılan örnek ağaçlara ilişkin nisbi boy-nispi çap dağılım grafikleri

Çizelge 1. Model geliştirmek ve test etmek için kullanılan örnek ağaçlara ilişkin nitelendirici istatistikler

Veri	Ortalama	SD <sup>a</sup>	Minimum	Maksimum
Model Geliştirme Verisi (n = 172 ağaç ve 2433 çap ölçümü)				
Göğüs çapı, $D$ (cm)	31.4	10.21	9.0	56.6
Ağaç Boyu, $H$ (m)	15.57	3.22	7.2	22.6
Disk çapı, $dob$ (cm)	21.2	11.0	2.0	62.7
Disk yüksekliği, $h$ (m)	7.27	4.67	0.3	20.3
Hacim, $V$ (m <sup>3</sup> )	0.67	0.51	0.02	2.21
Model Test Verisi (n = 240 ağaç ve 4230 çap ölçümü)				
Göğüs çapı, $D$ (cm)	33.2	9.96	10.5	59.0
Ağaç Boyu, $H$ (m)	19.30	4.35	7.90	3.30
Disk çapı, $dob$ (cm)	21.5	11.17	1.0	6.3
Disk yüksekliği, $h$ (m)	9.18	5.96	0.30	29.3
Hacim, $V$ (m <sup>3</sup> )	0.89	0.68	0.03	3.37

<sup>a</sup> Standart sapma

### Kantil regresyon

Doğrusal olmayan en küçük kareler (ONLS) yöntemi için hataların bağımsız olması, verilerin normal dağılıma sahip olması ve bağımsız değişkenler arasında çoklu bağıntı probleminin olmaması gibi bazı temel varsayımların sağlanması gerekmektedir. Bu varsayımların sağlanmadığı ya da veri yapısında ekstrem değerlerin bulunduğu durumlarda ONLS yönteminin etkinliği oldukça azalmakta ve parametre tahminlerinin varyansında tutarsızlıklar ortaya çıkmaktadır (West, 1984; Yang vd., 2009; Huang vd., 2017). Günümüzde, birçok veri seti normal dağılım göstermemekte ve veri yapısı içerisinde diğer gözlemlerden önemli derecede farklılık gösteren aykırı değerler barındırabilmektedir. Bu gibi durumlara özellikle son yıllarda alternatif teknikler olarak karışık-etkili modelleme ve kantil (QR) regresyon kullanılmaya başlamıştır (Bohara ve Cao, 2014; Cao ve Wang, 2015; Zang vd., 2016; Özçelik vd., 2018; Özçelik vd., 2019). Diğer yandan son yıllarda hiyerarşik yapı gösteren verilerin analizinde de QR kullanılmaktadır (Koenker, 2004).

Çalışma kapsamında, Kantil regresyon ile gövde çapı modelinin geliştirilmesinde aşağıda açıklanan yöntem izlenmiştir. Kantil regresyon ile gövde çapı modelinin geliştirilmesine ilişkin ayrıntılı bilgiler; Cao ve Wang (2015) ve Özçelik vd. (2019)'da bulunabilir.

$\tau$ . gövde çapı kantilini tahmin etmek için denklem (1) deki aynı model formu denklem (2)'deki şekliyle düzenlenerek kullanılmıştır.

$$\hat{y}_\tau(x_{ij}) = \beta_{1\tau}(x_{ij} - 1) + \beta_{2\tau}(x_{ij}^2 - 1) + \beta_{3\tau}(\alpha_{1\tau} - x_{ij})^2 I_1 + \beta_{4\tau}(\alpha_{2\tau} - x_{ij})^2 I_2 \quad (2)$$

Burada,  $\hat{y}_\tau(x_{ij})$ , verilen  $x_{ij}$  için  $y$ 'nin  $\tau$ . kantilinin tahmin edilen değeridir. En küçük kareler yönteminin aksine, kantil regresyon denklem (3)'ün minimizasyonu ile parametreleri tahmin etmektedir (Cao ve Wang, 2015).

$$S = \sum_{y(x_{ij}) \in A} \tau[y(x_{ij}) - \hat{y}_\tau(x_{ij})] + \sum_{y(x_{ij}) \notin A} (1 - \tau)[y(x_{ij}) - \hat{y}_\tau(x_{ij})] \quad (3)$$

Burada,  $x_{ij} \leq 1$  olduğu zaman  $y(x_{ij}) \geq \hat{y}_\tau(x_{ij})$  ve  $x_{ij} > 1$  olduğu zaman  $y(x_{ij}) < \hat{y}_\tau(x_{ij})$ 'dir.  $x_{ij} \leq 1$  olduğunda, daha düşük kantil için eğri daha yüksek kantilinkinden aşağıda yer alır ve  $x_{ij} > 1$  için bunun tersi doğrudur çünkü, her iki eğride  $x_{ij} = 1$  noktasından geçmektedir. Çalışmada, SAS alt sekmesi NLP kullanılarak

0.1, 0.3, 0.5, 0.7 ve 0.9 kantillerini temel alan kantil regresyon seti geliştirilmiştir.

### Değerlendirme

Çalışmada geleneksel regresyon yöntemi (ONLS) ile 3 kantili temel alan (0.1, 0.5, and 0.9) 3QR yöntemi ve beş kantili temel alan (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, and 0.9) 5QR yöntemleri değerlendirilmiştir. Kozak ve Kozak (2003), modelin geçerliliğinin test edilmesi için model performanslarının değerlendirilmesi gerektiğini ve bu amaçla genellikle bağımsız veri setlerinden yararlanıldığını ifade etmiştir. Bağımsız veri setinin olmadığı durumlarda, çapraz geçerlilik testi veya veri gruplandırma gibi alternatif yöntemlerin kullanılabilirliğini ifade etmiştir. Ancak, bu yöntemlerin kullanılması ile elde edilecek değerlendirme sonuçlarının, tüm veri setinin analizi ile elde edilen değerlendirme istatistikleri ile karşılaştırıldığında nadiren ekstra katkı sağlayan bilgiler ortaya koyduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle çalışma kapsamında model performanslarının değerlendirilmesi amacıyla model geliştirme verisinden bağımsız olarak farklı bir yöreden sağlanan veri seti kullanılmıştır.

Bu amaçla hem model geliştirme verileri hem de model test verileri için aşağıdaki dört değerlendirme istatistiği hesaplanmıştır.

$$\text{Ortalama Hata: MD} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n_i} (d_{ij} - \hat{d}_{ij})}{\sum_{i=1}^n n_i} \quad (4)$$

$$\text{Ortalama Mutlak Hata: MAD} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n_i} |d_{ij} - \hat{d}_{ij}|}{\sum_{i=1}^n n_i} \quad (5)$$

$$\text{Hata Kareler Ortalamasının Karekökü: RMSE} = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n_i} (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2}{\sum_{i=1}^n n_i} \right]^{1/2} \quad (6)$$

$$\text{Belirtme Katsayısı: } R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n_i} (d_{ij} - \hat{d}_{ij})^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{n_i} (d_{ij} - \bar{d}_i)^2} \quad (7)$$

Burada,  $n$  ağaç sayısını,  $n_i$   $i$ . ağaç gövdesi üzerindeki çap ölçümlerinin sayısını,  $d_{ij}$  ve  $\hat{d}_{ij}$  sırasıyla  $i$ th ağaç üzerindeki  $j$ . gövde çapı için ölçülen ve tahmin edilen değerleri ve  $\bar{d}_i$  ise  $d_{ij}$ 'nin ortalamasını ifade etmektedir.

### 3. Bulgular ve tartışma

Model geliştirme verileri kullanılarak ONLS ve QR teknikleri ile elde edilen parametre tahminleri Çizelge 2'de verilmiştir. Her iki regresyon tekniği ile elde edilen parametre tahminleri 0.0001 düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 2. ONLS ve QR teknikleri için parametre tahminleri

Parametreler	ONLS	QR				
		$\tau = 0.1$	$\tau = 0.3$	$\tau = 0.5$	$\tau = 0.7$	$\tau = 0.9$
$\beta_1$	-6.10083	-4.96859	-5.17964	-5.92421	-4.43472	-6.34665
$\beta_2$	2.98986	2.52283	2.56395	2.90192	2.00776	2.89049
$\beta_3$	-3.26929	-2.46440	-2.62042	-2.97507	-2.05307	-3.19864
$\beta_4$	16.18681	15.52829	15.82862	16.62237	18.49029	16.83915
$\alpha_1$	0.82375	0.79893	0.80737	0.83510	0.83151	0.87064
$\alpha_2$	0.18324	0.16329	0.17694	0.17925	0.17550	0.21037

Şekil 2’de ise 5QR ile elde edilen regresyon eğrilerinin bağımsız veri seti ile birlikte gösterimi verilmiştir.

Model geliştirme verileri için ONLS, 3QR ve 5QR teknikleri için hesaplanan değerlendirme istatistikleri ise Çizelge 3’te verilmiştir. Çizelge 3’teki sonuçlar değerlendirildiğinde; kullanılan üç değerlendirme ölçütü için de en başarılı sonuçların 3QR ile; en başarısız sonuçların ise ONLS ile elde edildiği görülmektedir. Farklı kantil setlerini esas alan 3QR ve 5QR tekniklerinin başarı performansları arasında önemli sayılabilecek farklılıkların bulunmadığı da görülmüştür.

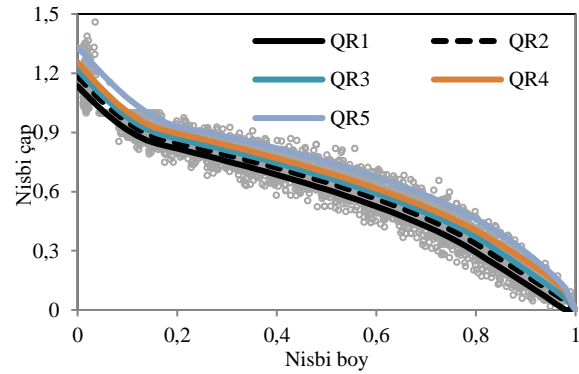
Bağımsız veri seti için iki farklı regresyon tekniği ile elde edilen sonuçlar ise Çizelge 4’te verilmiştir. Burada da model geliştirme verilerine benzer bir sonuç ortaya çıkmıştır. En başarılı sonuçlar 3QR ile; en başarısız sonuçlar ise ONLS ile elde edilmiştir. Çizelge 4’ten de görüleceği gibi bağımsız veri seti için 3QR ve 5QR ile elde edilen sonuçlar arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. Diğer önemli bir durum da, 3QR ve 5QR ile model geliştirme ve model test verileri için birbirine yakın sonuçlar ortaya çıkmış iken, ONLS ile model geliştirme ve model test verileri için elde edilen sonuçlar arasında ölçüt değerleri açısından nispeten önemli farklılıklar bulunmuştur.

Ma ve Jiang (2019) tarafından Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen gövde çapı modeli temel alınarak yapılan çap tahminlerinde bu çalışmanın aksine, en başarılı kantil setinin 5QR olduğu ortaya konmuştur. Yine Özçelik vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada da, farklı kalibrasyon alternatifleri için en başarılı gövde çapı tahminleri 5QR ile elde edilmiştir. Ancak 3QR ve 5QR ile elde edilen sonuçlar arasında önemli bir farklılık olmadığı da ifade edilmiştir. Benzer sonuçlar Cao ve Wang (2015) tarafında da rapor edilmiştir. Kalibre edilmiş 5QR ile elde edilen sonuçlar çap tahminleri açısından az da olsa kalibre edilmiş 3QR ye göre daha başarılıdır. Burada belirtmek gerekir ki, yukarıdaki çalışmalarda farklı kantil setlerini kullanan kantil regresyon tekniği için kalibrasyon işlemi yapılmış iken, bu çalışmada modellerin kalibrasyonu yapılmamıştır. Xin ve Jiang (2020) tarafından yapılan çalışmada ise, farklı formlarda gövde çapı modelleri (Kozak vd., 1969; Max ve Burkhart, 1976; Kozak 2004); QR ve ONLS teknikleri kullanılarak geliştirilmiş ve 4 farklı ölçüt değeri kullanılarak karşılaştırılmıştır. Her bir gövde çapı modeli ayrı ayrı değerlendirildiğinde; QR tekniği kullanılarak geliştirilen modellerin, ONLS yaklaşımı ile geliştirilen modellere göre daha başarılı sonuçlar ürettiği görülmüştür. Genel olarak değerlendirildiğinde ise, Kantil regresyonu temel alan Kozak (2004) modelinin diğer modellere göre daha başarılı ölçüt değerleri ürettiği ortaya konmuştur.

Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen gövde çapı modelini temel alan her iki regresyon tekniği ile elde edilen sonuçların ağaç gövdesi boyunca farklı noktalarda göstermiş olduğu performanslarını değerlendirebilmek için, regresyon tekniklerinin performansı nisbi boy ( $\frac{h}{H}$ ) sınıfları içinde değerlendirilmiştir. Bu amaçla bağımsız veri seti on nisbi boy sınıfına ayrılmış ve her nisbi boy sınıfı için farklı regresyon teknikleri ile elde edilen MAD, RMSE ve R<sup>2</sup>

değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlendirmeye ilişkin sonuçlar da Çizelge 5’te verilmiştir. Çizelge 5’ten de görüleceği gibi, 3QR ve 5QR teknikleri ile elde edilen sonuçların ONLS ile elde edilen sonuçlara göre nispi boy sınıfları için daha başarılı olduğu görülmektedir. Sadece ağacın dip kısmında (%0-%10) ONLS daha başarılıdır. 3QR ile elde edilen sonuçların toplam ağaç boyunun %40-60’lık bölümü hariç, 5QR ile elde edilen sonuçlara göre daha başarılı olduğu da görülmektedir. Özellikle gövdenin %20-%70’lik bölümünde 3QR ve 5QR ile elde edilen sonuçların ağaç gövdesinin diğer bölümlerine göre daha tutarlı ve başarılı olduğu görülmektedir.

Şekil 3’te ise bağımsız veri seti için ONLS, 3QR ve 5QR ile elde edilen çap tahminleri ile ortaya çıkan hata dağılım grafiği verilmiştir. 3QR ve 5QR ile ONLS’ye göre daha homojen bir hata dağılımının ortaya çıktığı görülmektedir. Her iki regresyon tekniğinin de kalın çap değerleri için daha yüksek hata dağılımı varyansına sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun bu çap sınıflarındaki ağaç sayısının nispeten diğer çap sınıflarına göre az olması ile de ilişkisi olduğu söylenebilir. Özellikle, 50 cm’den daha kalın çap değerinin nispeten az olduğu görülmektedir. Bu durum modelin tahmin performansı üzerinde olumsuz etki göstermiştir.



Şekil 2. Bağımsız veri setindeki ölçülen çap-boy değerleri ile kantil regresyon eğrilerinin (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, ve 0.9) gösterimi

Çizelge 3. Model geliştirme verileri için farklı regresyon teknikleri ile elde edilen değerlendirme istatistikleri

Models	n	MD	MAD	R <sup>2</sup>
3QR	2424	0.0015	1.0239	0.9831
5QR	2424	0.0076	1.0387	0.9827
ONLS	2424	0.0123	1.3892	0.9708

Çizelge 4. Bağımsız veri seti için farklı regresyon teknikleri ile elde edilen değerlendirme istatistikleri

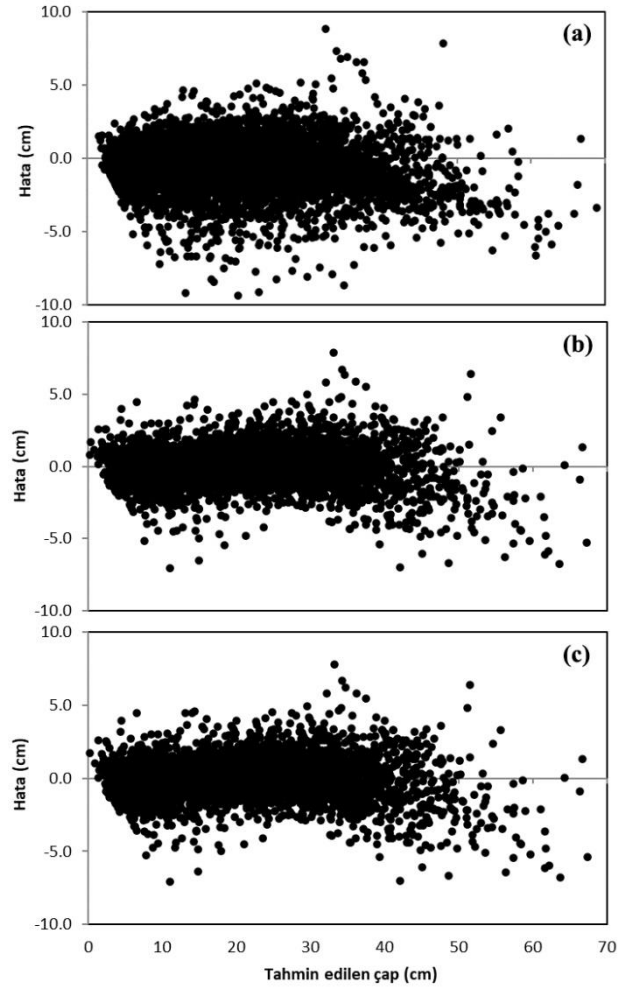
Models	n	MD	MAD	R <sup>2</sup>
3QR	4230	0.0248	1.0247	0.9846
5QR	4230	0.0311	1.0343	0.9843
ONLS	4230	0.6562	1.4845	0.9688

Çizelge 5. Bağımsız veri seti kullanılarak nisbi boy sınıfları (h/H) için elde edilen değerlendirme istatistikleri

Nisbi boy sınıfları	n	ONLS	3QR	5QR
		MAD		
0.0 ≤ h/H < 0.1	484	1.6386	1.7367	1.7534
0.1 ≤ h/H < 0.2	431	1.2263	1.0384	1.0429
0.2 ≤ h/H < 0.3	442	1.1821	0.8383	0.8451
0.3 ≤ h/H < 0.4	432	1.3379	0.7957	0.7984
0.4 ≤ h/H < 0.5	429	1.4383	0.8549	0.8501
0.5 ≤ h/H < 0.6	448	1.5020	0.9049	0.8937
0.6 ≤ h/H < 0.7	434	1.6085	0.8868	0.8882
0.7 ≤ h/H < 0.8	437	1.7946	1.0226	1.0396
0.8 ≤ h/H < 0.9	426	1.7342	1.1104	1.1171
0.9 ≤ h/H ≤ 1.0	267	1.2965	0.9168	1.0006
<i>Tüm veri</i>	4230	1.4845	1.0247	1.0343
RMSE				
0.0 ≤ h/H < 0.1	484	2.1877	2.2304	2.2506
0.1 ≤ h/H < 0.2	431	1.5583	1.3412	1.3443
0.2 ≤ h/H < 0.3	442	1.5227	1.0758	1.0862
0.3 ≤ h/H < 0.4	432	1.7538	1.0442	1.0481
0.4 ≤ h/H < 0.5	429	1.9050	1.1812	1.1734
0.5 ≤ h/H < 0.6	448	1.9992	1.2508	1.2361
0.6 ≤ h/H < 0.7	434	2.1469	1.1769	1.1783
0.7 ≤ h/H < 0.8	437	2.3952	1.3517	1.3681
0.8 ≤ h/H < 0.9	426	2.3419	1.5131	1.5133
0.9 ≤ h/H ≤ 1.0	267	1.7307	1.2530	1.3665
<i>Tüm veri</i>	4230	1.9748	1.3418	1.3565
R <sup>2</sup>				
0.0 ≤ h/H < 0.1	484	0.9547	0.9530	0.9521
0.1 ≤ h/H < 0.2	431	0.9672	0.9757	0.9756
0.2 ≤ h/H < 0.3	442	0.9661	0.9831	0.9828
0.3 ≤ h/H < 0.4	432	0.9498	0.9822	0.9821
0.4 ≤ h/H < 0.5	429	0.9320	0.9739	0.9742
0.5 ≤ h/H < 0.6	448	0.9122	0.9656	0.9664
0.6 ≤ h/H < 0.7	434	0.8640	0.9591	0.9590
0.7 ≤ h/H < 0.8	437	0.7389	0.9168	0.9148
0.8 ≤ h/H < 0.9	426	0.5456	0.8103	0.8103
0.9 ≤ h/H ≤ 1.0	267	0.1473	0.5528	0.4681
<i>Tüm veri</i>	4230	0.9688	0.9846	0.9843

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada, gövde çapı tahmini amacıyla, doğal ve saf karaçam meşcerelerinden elde edilen veriler kullanılarak iki farklı regresyon tekniğini temel alan (ONLS ve QR) gövde çapı modeli geliştirilmiştir. Her iki regresyon tekniğine temel olmak üzere Max ve Burkhart (1976) tarafından geliştirilen parçalı gövde çapı modeli seçilmiş ve kullanılmıştır. Kantil regresyon tekniği için 3 (0.1, 0.5 ve 0.9) ve 5 (0.1, 0.3, 0.5, 0.7 ve 0.9) kantil setlerini esas alan iki farklı yöntem kullanılmıştır. Her iki regresyon tekniği ile de elde edilen sonuçlar iki farklı veri grubu (model geliştirme ve model test verileri) için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, kantil regresyon tekniği ile ONLS'ye göre hem toplamda hem de farklı nispi boy sınıfları için daha başarılı çap tahminleri yapılabildiğini göstermiştir. 3QR ve 5QR için elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında ise, 3QR ile elde edilen sonuçların 5QR'ye göre nispeten daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak, gövde çapı tahminleri amacıyla kantil regresyon tekniğinin kullanımı, ülkemizde diğer regresyon tekniklerine alternatif bir yaklaşım olarak önerilebilir.



Şekil 3. ONLS (a), 3QR (b) ve 5QR (c) ile elde edilen gövde çapı tahminlerine ilişkin hata dağılımı

#### Açıklama

Bu çalışmada kullanılan veriler, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından maddi olarak desteklenen (Proje No: 109 O 714) proje ile elde edilmiştir. Arazi çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Orman Genel Müdürlüğü çalışanlarına da teşekkür ederiz. Yazarlardan Şerife KALKANLI Sürdürülebilir Ormanlık tematik alanında 100/2000 YÖK doktora bursiyeridir.

#### Kaynaklar

- 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.
- Biging, G.S., 1984. Taper equations for second-growth mixed conifers of Northern California. Forest Science, 30(4): 1103-1117.
- Bohara, S.B., Cao, Q.V., 2014. Prediction of tree diameter growth using quantile regression and mixed-effects models. Forest Ecology and Management, 319: 62-66.
- 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.
- Cao, Q.V., Wang, J., 2015. Evaluation of methods for calibrating a tree taper equation. Forest Science, 61(2): 213-219.
- 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.

- Chen, C., Wei, Y., 2005. Computational issues for quantile regression. *Sankhyā: The Indian Journal of Statistics*, 67(2): 399-417.
- Clark, A., Souter, R.A., Schlaegel, B.E., 1991. Stem profile equations for southern tree species. Research paper SE (USA).
- Coble, D.W., Hilpp, K., 2006. Compatible cubic-foot stem volume and upper-stem diameter equations for semi-intensive plantation grown loblolly pine trees in East Texas. *Southern Journal of Applied Forestry*, 30(3): 132-141.
- Crecente-Campo, F., Alboreca, A.R., Diéguez-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., Mehtätalo, 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(7): 1383-1394.
- Diéguez-Aranda, U., Castedo-Dorado, F., Álvarez-González, J.G., Rojo, A., 2006. Compatible taper function for Scots pine plantations in northwestern Spain. *Canadian Journal of Forest Research*, 36(5): 1190-1205.
- Ducey, M.J., Knapp, R.A., 2010. A stand density index for complex mixed species forests in the northeastern United States. *Forest Ecology and Management*, 260(9): 1613-1622.
- Evans, A.M., Finkral, A.J., 2010. A new look at spread rates of exotic diseases in North American forests. *Forest Science*, 56: 453-459.
- Evans, A.M., Gregoire, T.G., 2007. A geographically variable model of hemlock woolly adelgid spread. *Biological Invasions*, 9(4): 369-382.
- 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.
- Farias, A.A., Soares, C.P.B., Leite, H.G., da Silva, G.F., 2021. Quantile regression: Prediction of growth and yield for a eucalyptus plantation in northeast Brazil. *European Journal of Forest Research*, 1-7.
- 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-Biogeosciences and Forestry*, 9(1): 72.
- He, P., Hussain, A., Shahzad, M.K., Jiang, L., Li, F., 2021. Evaluation of four regression techniques for stem taper modeling of Dahurian larch (*Larix gmelinii*) in Northeastern China. *Forest Ecology and Management*, 494: 119336.
- Huang, Q., Zhang, H., Chen, J., He, M.J.J.B.B., 2017. Quantile regression models and their applications: A review. *Journal of Biometrics & Biostatistics*, 8(3): 354.
- 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.
- Jiang, L. 2004. Compatible taper and volume equations for yellow-poplar in West Virginia. PhD Thesis, West Virginia University, Morgantown
- Koenker, R., Bassett, G., 1978. Regression quantiles. *Econometrica* 46: 33-50.
- Koenker, R., 2004. Quantile regression for longitudinal data. *Journal of Multivariate Analysis*, 91(1): 74-89.
- Kozak, A., 2004. My last words on taper equations. *The Forestry Chronicle*, 80(4): 507-515.
- Kozak, A., Munro, D.D., Smith, J.H.G., 1969. Taper functions and their application in forest inventory. *The Forestry Chronicle*, 45(4): 278-283.
- Kozak, A., Kozak, R., 2003. Does cross validation provide additional information in the evaluation of regression models?. *Canadian Journal of Forest Research*, 33(6): 976-987.
- Ma, Y., Jiang, L., 2019. Stem taper function for *Larix gmelinii* based on nonlinear quantile regression. *Scientia Silvae Sinicae*, 55(10): 68-75.
- Mäkinen, A., Kangas, A., Kalliovirta, J., Rasinmäki, J., Välimäki, E., 2008. Comparison of tree-wise and stand-wise forest simulators by means of quantile regression. *Forest Ecology and Management*, 255(7): 2709-2717.
- Martin, A.J., 1981. Taper and volume equations for selected Appalachian hardwood species. Research Paper. NE-490. Broomall, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. 22p., 490.
- Max, T.A., Burkhart, H.E., 1976. Segmented polynomial regression applied to taper equations. *Forest Science*, 22(3): 283-289.
- Mehtätalo, L., Gregoire, T.G., Burkhart, H.E., 2008. Comparing strategies for modeling tree diameter percentiles from re-measured plots. *Environmetrics: The Official Journal of The International Environmetrics Society*, 19(5): 529-548.
- OGM, 2019. Ormançılık İstatistikleri. <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz/resmi-istatistikler>, Erişim: 18.06.2021.
- Özçelik, R., Alkan, H., 2011. Okaliptüs ağaçlandırmaları için uyumlu gövde çapı ve gövde hacim modellerinin geliştirilmesi. I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim, Kahramanmaraş, s. 720-730
- 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., Cao, Q.V., Trincado, G., Göçer, N., 2018a. Predicting tree height from tree diameter and dominant height using mixed-effects and quantile regression models for two species in Turkey. *Forest Ecology and Management*, 419: 240-248.
- Özçelik, R., Alkan, O., Korkmaz, M., 2018b. Local Volume Equations for Eucalyptus Plantations. International Congress on Agriculture and Animal Sciences, Kasım 7-9, Antalya, s. 383-396.
- Özçelik, R., Diamantopoulou, M.J., Trincado, G., 2019. Evaluation of potential modeling approaches for Scots pine stem diameter prediction in north-eastern Turkey. *Computers and Electronics in Agriculture*, 162: 773-782.
- Paulo, J.A., Firmino, P.N., Faias, S.P., Tomé, M., 2021. Quantile regression for modelling the impact of climate in cork growth quantiles in Portugal. *European Journal of Forest Research*, 1-14.
- Rodriguez, F., Lizarralde, I., Fernández-Landa, A., Condés, S., 2014. Non-destructive measurement techniques for taper equation development: a study case in the Spanish Northern Iberian Range. *European journal of forest research*, 133(2): 213-223.
- Rust, S., 2014. Analysis of regional variation of height growth and slenderness in populations of six urban tree species using a quantile regression approach. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(2): 336-343.
- Sharma, M., Parton, J., 2009. Modeling stand density effects on taper for jack pine and black spruce plantations using dimensional analysis. *Forest science*, 55(3): 268-282.
- Sharma, M., Zhang, S., 2004. Height-diameter models using stand characteristics for *Pinus banksiana* and *Picea mariana*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 19(5): 442-451.
- West, P.W., Ratkowsky, D.A., Davis, A.W., 1984. Problems of hypothesis testing of regressions with multiple measurements from individual sampling units. *Forest Ecology and Management*, 7(3): 207-224.
- Xin, S., Jiang, L., 2020. Modeling stem taper profile for *Pinus sylvestris* plantations using nonlinear quantile regression. *Journal of Beijing Forestry University*, 42(2): 1-8.
- Yang, Y., Huang, S., Trincado, G., Meng, S.X., 2009. Nonlinear mixed-effects modeling of variable-exponent taper equations for lodgepole pine in Alberta, Canada. *European Journal of Forest Research*, 128(4): 415-429.
- Zang, H., Lei, X., Zeng, W., 2016. Height-diameter equations for larch plantations in northern and northeastern China: A comparison of the mixed-effects, quantile regression and generalized additive models. *Forestry*, 89(4): 434-445.
- Zhang, L., Bi, H., Gove, J.H., Heath, L.S., 2005. A comparison of alternative methods for estimating the self-thinning boundary line. *Canadian Journal of Forest Research*, 35(6): 1507-1514.

## Dar dikim aralıklarında kurulan kavak (*P.x euramericana* ve *P. deltoides* klonları) ağaçlandırmalarının ekonomisi

Sacit Koçer<sup>a\*</sup>, M. Said Kara<sup>a</sup>

**Özet:** Türkiye’de kavak ağaçlandırmaları, kaliteli (kalın çaplı) kavak odunu üretmek amacıyla, genellikle geniş dikim aralıklarında tesis edilmektedir. Bu çalışmada, daha dar dikim aralıklarında tesis edilen deneysel kavak ağaçlandırmaları kullanılarak, daha kısa idare sürelerinde, daha küçük boyutlu kitlesel odun üretimi modelleri incelenmiştir. Üç ayrı bonitet sınıfındaki ağaçlandırmaların ekonomik analizi, beş değişik dikim aralığı ve I-214, I-45/51, Samsun (I-77/51), İzmit (S.307-26) ve 89.M.060 olmak üzere, beş farklı kavak klonu için yapılmıştır. Ekonomik analizlerde Net Bugünkü Değer (NBD) ve İç Kârlılık Oranı (İKO) ölçütleri kullanılmıştır. İnce boyutlu kitlesel kavak odunu üretimi için, en yüksek NBD ve İKO, 89.M060 klonunda ve 4,5 m<sup>2</sup>/ağaç dikim aralığında elde edilmiştir. Tüm seçenekler için NBD ve İKO ölçütlerine göre idare süreleri belirlenmiştir. NBD ölçütünde kullanılan faiz oranı değiştikçe idare sürelerinin değiştiği görülmüştür. İKO ölçütüne göre belirlenen idare süreleri, NBD ölçütü ile belirlenenden daha kısa olmaktadır. Bu nedenlerle, endüstriyel ağaçlandırma yatırımlarının değerlendirilmesinde İKO ölçütü kullanılmalıdır. İdare sürelerinin değişik dikim aralıklarına göre, I., II. ve III. bonitet sınıfları için, sırasıyla 6 – 8, 7 – 9 ve 8 – 10 yıl olması önerilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kavak, Endüstriyel ağaçlandırma, Dikim aralıkları, İdare süresi, NBD, İKO

## Economics of poplar (clones of *P.x euramericana* ve *P. deltoides*) plantations established in closer spacings

**Abstract:** At present, majority of commercial poplar plantations aimed at producing quality timbers with larger dimension are established in wider planting spacings in Turkey. The experimental poplar plantations in closer spacings were established for this study purposes in order to investigate the prospects for producing mass quantity of small dimensioned chip wood relatively in shorter period of plantation rotation rather than producing quality timber of larger dimension in longer period of rotation. Along with five various planting spacings, five different poplar clones such as “I-214”, “I-45/51”, “Samsun (I-77/51)”, “İzmit (S.307-26)” and “89.M.060” were sampled in the experimental plantation blocks which were repeated on sites of three different growth conditions. The criteria of “Net Present Value (NPV) and “Internal Rate of Return” (IRR) were used for economic analyses. The results of the analyses showed that the most suitable spacing for producing mass quantity of chip wood is “3m x 1,5m” (4,5 m<sup>2</sup> / plant) and most promising poplar clone is “89.M.060”. The plantation rotation periods were also determined in accordance with the criteria of NPV and IRR. The period of rotation varied by the variation of the discount rate involved when the NPV criterion is used for the evaluation. The periods of rotation determined in accordance with the IRR criterion are shorter than the period determined in accordance with the NPV criterion. Therefore, the IRR criterion should be preferred for the evaluation of industrial plantation investments. According to the results of the analyses, the recommended period of plantation rotation varies between 6 to 8 years on good sites, 7 to 9 years on medium sites and 8 to 10 years on poor sites.

**Keywords:** Poplar, Industrial plantations, Closer spacings, Rotation period, NPV, IRR

### 1. Giriş

II. Dünya Savaşı sonrası ve sonrasında, hızlı nüfus artışı ve ülkelerin yüksek oranlı büyümeleri, dünyadaki enerji ve değişik hammadde taleplerini artırmıştır. Benzer gelişme odun hammaddesi için de yaşanmıştır. Ancak, devasa boyutlardaki odun hammaddesi talep artışının doğal ormanlardan karşılanamayacağı anlaşılmış ve ince çaplı kitlesel odun üretimine yönelik endüstriyel ormancılık uygulamaları yaygınlaşmaya başlamıştır. Başta kavak olmak üzere söğüt, okalipütüs, bazı çam türleri gibi, hızlı gelişen orman ağacı türleriyle endüstriyel ormancılığın ve ağaçlandırmaların geliştirilmesi önem kazanmıştır. Ülkeler, doğal ormanlardan nitelikli hammadde temini yerine,

endüstriyel ağaçlandırmalardan kitlesel ince çaplı odun hammaddesi teminine dayalı üretim modellerini geliştirmişlerdir. Halen Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) bünyesinde çalışmalarını yürüten Uluslararası Kavak Komisyonu (IPC) 1947 yılında kurulmuştur. Ülkemizde de, Türkiye Milli Kavak Komisyonu (TMKK) kurulmuş ve TBMM kararıyla 1955 yılında IPC’ye üye olmuştur. Sürecin devamında, IPC’nin de katılımıyla alınan bir dizi karar uyarınca, Kavakçılık Araştırma Enstitüsü 1962 yılında çalışmalara başlamıştır. Ülkemizde 1960’lı yıllardan beri yapılan topraklarda, devletimizin hazırlamış olduğu dokümanlarda (DPT, Şura Kararları, Kongre Kararları vb.), endüstriyel ağaçlandırmalara önem verilmesi gerektiği belirtilmesine

☒ <sup>a</sup> Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kocaeli

\* **Corresponding author** (İletişim yazarı): sacitkocer@ogm.gov.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 08.06.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 23.08.2021



**Citation** (Atıf): Koçer, S., Kara, M.S., 2021. Dar dikim aralıklarında kurulan kavak (*P.x euramericana* ve *P. deltoides* klonları) ağaçlandırmalarının ekonomisi. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 257-270.  
DOI: [10.18182/tjf.949462](https://doi.org/10.18182/tjf.949462)

rağmen, beklenen gelişme sağlanamamış, hammadde yetersizliği kağıt fabrikalarımızın kapatılmasının ana sebeplerinden biri olmuştur.

Kısa idare sürelerinde daha yüksek miktarda hammadde üretilmesi, dünyada kültürünün bilinmesi, elde edilen odununun geniş kullanım alanının bulunması, ıslah ve melezleme çalışmalarına uygun olması, değişik coğrafyalardaki toprak ve iklim koşullarına uyum sağlayan farklı tür ve klonlarının bulunabilmesi gibi nedenlerle, kavak cinsi endüstriyel ağaçlandırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ülkemizde Karakavak dışındaki, yabancı kavak kültürü çalışmaları ilk kez Sümerbank Selüloz ve Kağıt Sanayii (SEKA) tarafından 1946 yılında başlatılmıştır (Birler, 2010). Yabancı kavak klonu kültür çalışmaları ve yetiştirme teknikleri, o zamanki teknolojiye ve kavak odununa olan talep yapısına göre şekillenmiş, kaliteli ve kalın çaplı kavak odunu üretimine yönelik ve geniş dikim aralıklarının uygulandığı üretim sistemi benimsenmiş ve yerleşmiştir.

Endüstri, tüketim alanı ile ilgili değil, üretim sistemi ile ilgili bir kavramdır. Endüstriyel ağaçlandırmalar, kitlesel odun hammaddesi üretimine yönelik hızlı gelişen ağaç türleri ile kurulan ticari amaçlı yatırımlardır (Koçer, 2006). Endüstri, belirli bir süreçte, sermaye yoğun teknoloji (ıslah edilmiş materyal, mekanizasyon, sulama vb.) kullanarak, bir maddenin, enerjinin veya gücün niteliğini ve/veya biçimini değiştirerek kitlesel üretimde bulunma faaliyetidir. 20. yüzyılın üçüncü çeyreğinde, orman ürünleri endüstrisi, doğal ormanlardan arz edilen emvale dayalı teknolojiye sahipken, orman ürünleri arz ve talep yapısındaki değişimlere paralel olarak, özellikle dördüncü çeyrekte sonra, orman endüstrisinin üretim sistemleri ve teknolojileri de yenilenmeye başlamıştır.

Ülkemizde de bu gelişmelere paralel bir durum yaşanmıştır. 2000'li yılların başından itibaren Türkiye levha sektörünün yatırımları büyük boyutlara ulaşmış, Avrupa ve Dünya üretim kapasitesi içerisindeki yeri ve önemi artmıştır. Anılan gelişmelere bağlı olarak, ince çaplı odun hammaddesine olan iç talep devasa düzeye çıkmıştır. Levha sektörünün en önemli odun hammaddesi girdilerinden birisini de kavak odunu oluşturmaktadır. Levha sektörünün 2018 yılı içerisinde yaklaşık 700 bin ton kavak odunu tükettiği bildirilmektedir (Dedebaş, 2019). Bu miktar yaklaşık ince çaplı 1 milyon m<sup>3</sup> odun hammaddesine karşılık gelmektedir. Bu miktarda ince çaplı kavak odunu üretiminin ise, toplam 3,5 – 4 milyon m<sup>3</sup> lük kavak odunu üretiminden elde edilmesi mümkündür. İnce çaplı odun hammaddesi üretimini artırmak, hem ithal ikamesi, hem doğal ormanlar üzerindeki üretim baskısını azaltması için bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu nedenle, yerli levha sektörünün talebini karşılayabilmek ve kağıt sektörünü yeniden canlandırmak için daha fazla kavak odunu üretebilmek gereklidir. Bu kapsamda, daha kısa idare sürelerinde, levha ve kağıt sektörünün talebine uygun ince çaplı emval üretiminin artırılması yollarından hangisinin veya hangilerinin daha ekonomik olduğunun araştırılması gerekmektedir. Bu çalışma, ince çaplı kavak odunu üretimi modellerinin geliştirilmesi ve uygulamaya konulması amacıyla yürütülmüştür.

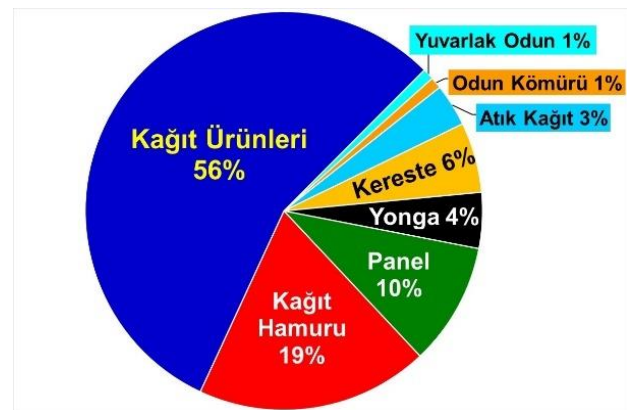
Dünyada 2017 yılında orman ürünleri dış ticaret hacmi yaklaşık 250 milyar \$ civarındadır. Çin, orman ürünleri dış ticaretinde yaklaşık 34,5 milyar \$ açık vermektedir. Bu nedenle Çin, Dünya'da hem kavak hem de diğer türlerle tesis edilen ağaçlandırmaların %25'ini tek başına

yapmaktadır. Endüstriyel ağaçlandırmaların büyüklüğü toplam orman alanının %9'unu oluşturmakla birlikte, toplam odun üretimi içerisindeki payı %46 düzeyine ulaşmıştır. Ülkemizin 2017 yılındaki orman ürünleri ithalat tutarı yaklaşık 4,3 milyar \$ kadardır. Bunun yaklaşık 3,1 milyar \$'ını kağıt ürünleri ve hamuru, 420 milyon \$'ını levha ve 191 milyon \$'lık bölümünü ise yonga ithalatı oluşturmaktadır. Ülkemizin 2017 yılındaki orman ürünleri ithalatının yapısı Çizelge 1 ve Şekil 1'de verilmiştir (FAO, 2018; 2019).

Şekil 1'de görüldüğü üzere, toplam ithalatın önemli bir bölümü mamul ve yarımamul ürünlerdir. Üstelik bu ürünlerin hammaddesinin %89 kadarlık önemli bölümü endüstriyel ormancılık ve ağaçlandırmalardan sağlanabilen ürünlerdir. Dolayısıyla orman ürünleri ithalatında ilk 20 ülke arasında yer alan ve kendi kaynaklarını kullanamayan Türkiye'den önemli tutarda katma değer transferi yapılmaktadır. Örneğin, hammadde niteliğindeki yuvarlak oduna ödenen ithalat tutarının giderek azaldığı, ancak yuvarlak odunu ikame eden yarı mamul niteliğindeki biçilmiş ürün (kereste) ithalatına ödenen tutarın giderek arttığı belirlenmiştir (Akkaya vd., 2020). Kağıt ürünleri ve panelden oluşan mamul ürün bölümü ise toplam ithalatın yaklaşık 2/3'ünü oluşturmaktadır.

Çizelge 1. Ülkemizin 2017 yılındaki orman ürünleri ithalatı

Ürün çeşidi	Milyon \$	Toplam	%	Hammadde kaynağı
Yuvarlak odun	39	464	11	Diğer
Odun kömürü	39			
Atık kağıt	146			
Kereste	240			
Diğer	52	3807	89	Endüstriyel ağaçlandırma
Yonga	191			
Panel	420			
Kağıt hamuru	799			
Kağıt ürünleri	2345			
Toplam	4271	4271	100	



Şekil 1. Ülkemizin 2017 yılındaki orman ürünleri ithalatının yapısı

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmada, dördü ülkemizde ticari olarak tescil edilmiş beş adet kavak klonu kullanılmıştır. Bu klonlardan I-214 ve I-45/51 klonları *euramericana*, geriye kalan Samsun, İzmit ve 89.M.060 klonları *P. deltooides* melezleridir.

Farklı kavak dikimlerinin ekonomik analizlerin yapılabilmesi için, oluşan gider ve gelirlerin bilinmesi gerekmektedir. Giderler kavak ağaçlandırmalarında yürütülen standart işlemler dikkate alınarak belirlenmiştir. İnce çaplı odun üretimini amaçlayan kavak işletmeciliğinde giderlerin belirlenmesinde, kaliteli odun üretim amaçlı ağaçlandırmalarda uygulanan budama ve tepe düzeltme işlemleri, standart işlemler arasında çıkarılmıştır. Ayrıca ağaçlandırmaların tesisinde kaliteli emval üretiminin amaçlanmaması ve maliyetlerin azaltılması için, fidan ve sırk çeliği yerine, gövde çeliği dikim materyali olarak seçilmiştir. Bu nedenle, fidan dağıtımı, dikim çukurlarının açılması, fidan dikimi gibi işlemler girdi unsurları arasına dahil edilmemiştir. Ağaçlandırmaların tesisinde kullanılan dikim materyali, aynı nitelik ve niceliklerde olduğu için, tesis maliyetleri beş değişik dikim sıklığına (4,5 m<sup>2</sup>, 6,0 m<sup>2</sup>, 9 m<sup>2</sup>, 12 m<sup>2</sup> ve 15 m<sup>2</sup>) göre ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Kavak ağaçlandırmalarında gelirlerin belirlenmesi için odun hasıllarının bilinmesi gerekmektedir. Kavak ağaçlandırmalarından elde edilebilecek odun hasıla miktarları, klon çeşidine, bonitet sınıfına ve dikim sıklığına göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle, çalışmaya konu olan kavak klonlarının üç bonitet sınıfı ve beş dikim sıklığına göre, Koçer vd. (2020) tarafından hazırlanmış olan “değişken sıklık hasılat tabloları” ve bu tablolarda yer alan yongalık odun miktarlarından yararlanarak hasıllar belirlenmiştir. Yararlanılan hasılat tablolarından bir tanesi, Çizelge 2’de örnek olarak verilmiştir.

### 2.2. Yöntem

Kavak ağaçlandırmaları, ticari kazanç sağlamak için, kavak odunu üretimini amaçlayan yatırımlardır. Bu yatırımlarda tek amaç kâr etmek olduğu için, ülkemizde kavak ağaçlandırmalarının çok büyük çoğunluğu, özel kişi ya da kurumlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle, kavak ağaçlandırmaları sulanabilir ve verimliliği yüksek ovaların bulunduğu havzalarda yaygınlaşmıştır. Kavak ağaçlandırmaları, tarımsal üretime alternatif olduğu için, girişimciler en az tarımsal üretimden sağlayabilecekleri kadar kâra, faydaya ulaşmak durumundadır. Bu nedenle, kavak ağaçlandırmalarındaki ticari kârlılık ve başarı düzeyi, yatırımlara karar vermede etkili olmaktadır.

Ticari kârlılık analizlerinde, projenin net finansal sonuçlarına göre, işletmenin kârlılığının parasal olarak belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ticari kârlılık analizleri Basit Kârlılık Oranı, Geri Ödeme Süresi, Net Bugünkü Değer, Net Fayda Maliyet Oranı, İç Kârlılık Oranı ölçütleri kullanılarak yapılmaktadır (UNIDO, 1977). Kârlılık analizinde kullanılabilen basit kârlılık oranı ve geri ödeme süresi ölçütleri, projenin ömrünü ve nakit akımının oluştuğu zamanı dikkate almayan, basit ve statik nitelikte ölçütlerdir (Geray, 1986). Bu nedenle, anılan iki ölçüt çalışmada kullanılmamıştır. Kavak ağaçlandırma yatırımlarının kârlılığını belirlemek için, Net Bugünkü Değer (NBD) ve İç Kârlılık Oranı (İKO) karar ölçütleri olarak seçilmiştir.

Çizelge 2. 89.M.060 klonu için hasılat tablosu Bonitet Sınıfı:1, Dikim Sıklığı: 4,5 m<sup>2</sup>/ağaç – 2222 ağaç/ha

Yaş	Orta ağaç			Meşcere			
	Göğüs çapı (cm)	Tam boyu (m)	Hacmi (dm <sup>3</sup> )	Ağaç hacmi (m <sup>3</sup> /ha)	Yongalık odun hacmi	Genel ortalama artım (m <sup>3</sup> /ha/yıl)	Yıllık cari artım
3	9,5	10,3	39,3	87,3	77,9	29,092	61,996
4	12,1	14,2	80,0	177,8	167,5	44,452	90,533
5	14,0	17,1	124,0	275,5	264,0	55,095	97,664
6	15,4	19,2	165,1	366,8	354,2	61,132	91,318
7	16,5	20,8	201,1	446,9	433,2	63,846	80,128
8	17,4	22,0	232,0	515,5	500,8	64,441	68,613
9	18,0	22,9	258,3	574,0	558,3	63,775	58,442
10	18,6	23,6	280,8	623,9	607,4	62,395	49,972
11	19,1	24,1	300,2	667,0	649,8	60,638	43,074
12	19,5	24,5	317,1	704,5	686,6	58,709	37,488

#### 2.2.1. Net Bugünkü Değer (NBD)

NBD, bir projenin ömrü boyunca gerçekleşecek net nakit akışını, paranın zaman değerini dikkate alarak, belli bir yıla (genellikle sıfır yılına) ve önceden belirlenmiş bir faiz oranı ile indirgeyerek belirlenmektedir (Eşitlik 1-2). Bugüne indirgenmiş net değerler, sıfırdan büyük veya eşit (NBD≥0) ise proje kabul edilmektedir (Geray, 1986).

$$NBD = \sum_{t=1}^n (CI - CO)_t \alpha_t \quad (1)$$

$$NBD = \sum_{t=1}^n CI_t \alpha_t - \sum_{t=1}^n CO_t \alpha_t \quad (2)$$

CI<sub>t</sub> : t yıllarındaki gelirler

CO<sub>t</sub> : t yıllarındaki giderler

α<sub>t</sub> : Seçilen faiz oranı (p) ve zamana (t) göre oluşan indirgeme oranı

Seçilen faiz (getiri, iskonto, indirgeme) oranının, ilgili sektörün koşullarına uygun ve olabildiğince sermaye piyasasındaki faiz oranlarına yakın olması gerekmektedir. Eğer yatırım borç alınarak yapılmış ise, ödenen faiz oranı indirgeme oranı olarak kullanılmaktadır (Geray, 1986). Bu çalışmada, faiz oranı %8 olarak seçilmiştir. Ayrıca %6, %10 ve %12 faiz oranları için duyarlılık analizi yapılmıştır.

NBD ölçütü, indirgeme oranının önceden bilinmesini zorunlu kılmaktadır. Ancak bu oran zamana ve sektöre göre değişebildiği için, belirlenmesi güç olmakta ve öznel yanı bulunmaktadır. Bunun yanında NBD proje büyüklüğünden de etkilenmektedir.

#### 2.2.2. İç Kârlılık Oranı (İKO)

İKO ölçütünde, NBD’den farklı olarak, bir faiz oranı hesaplanmak istenmektedir. Projenin bugüne indirgenmiş gelirlerini ve giderlerini birbirine eşitleyen veya net nakit akışını sıfır yapan, yani NBD’yi sıfıra eşitleyen faiz oranı belirlenmektedir (Eşitlik 3-4). Elde edilen bu faiz oranına İKO denilmektedir. İKO, yatırılan sermayenin kârlılığını yansıtmakta ve projenin borçlanmalarda ödeyebileceği en yüksek faiz oranının kaç olması gerektiğini göstermektedir (UNIDO, 1977; Geray, 1986).

$$NBD = 0 = \sum_{t=1}^n (CI - CO)_t \alpha_t \quad (3)$$

$$\sum_{t=1}^n CI_t \alpha_t = \sum_{t=1}^n CO_t \alpha_t \quad (4)$$

İKO, içinde bulunulan koşullara göre baz alınabilecek herhangi bir faiz oranından, yatırılan sermayenin ödenmesini gösteren asgari kabul edilebilir oranı ifade eden



sınır bir orandan ya da eğer proje borç alınarak yapılacak ise, borca uygulanan faiz oranından büyük ise proje kabul edilmektedir (UNIDO, 1977; Geray, 1986). İKO ölçütü, projenin büyüklüğünden etkilenmemekte, bu yönüyle farklı seçeneklerin karşılaştırılmasında tercih edilmektedir. Ancak İKO ölçütü alternatif projelerin yatırım için gerekli fon düzeyini dikkate almamakta, en yüksek İKO'ya sahip proje seçilmektedir. Yüksek düzeyde fon bulunması durumunda, seçilen proje, eğer düşük düzeyde yatırım gerektiriyorsa, girişimcinin elinde atıl fon kalma riski veya yeniden yatırım riski bulunmaktadır.

### 3. Bulgular

Kavak ağaçlandırmalarında yatırım süresi, ağaçlandırmanın tesisinden kesim zamanına kadar geçen süredir. Girdiler, ağaçlandırmanın tesisinden idare süresi sonuna kadar yürütülen işlemlerin maliyetlerinin toplamından oluşmaktadır. Çıktılar ise, varsa ara hasıla ve idare süresi sonunda elde edilen odun hasılasının toplam parasal karşılığı kadar olmaktadır. Üretim modelinde herhangi bir odun veya ara tarım kaynaklı ara hasıla olmadığı öngörülmüştür. Odun hasıla miktarları ve ürün çeşitleri bonitet sınıfı, dikim sıklığı ve yaş basamağına göre değişmektedir. Levha ve kağıt sektörünün talebine uygun odun hammaddesi üretim modelinin ortaya konulması amaçlandığından, kaliteli emval yerine ince çaplı emval üretileceği, yani yongalık odun elde edileceği kabul edilmiştir. Gelirler hasılat tablolarında verilen yongalık odun miktarı ile odun birim fiyatı çarpılarak belirlenmiştir.

Kavak ağaçlandırma maliyetleri, kullanılan materyal ve yürütülen işlemlerin nitelikleri ve maliyetleri aynı olduğu için, klonlara ve bonitet sınıflarına göre değişmemektedir. Dolayısıyla girdiler, beş farklı dikim sıklığı ve değişik yaş basamaklarına göre belirlenmiştir.

#### 3.1. Girdiler

Kavak ağaçlandırmasının tesisinden kesimine kadar, idare süresi boyunca yürütülen standart işlemlerin maliyetleri girdileri oluşturmaktadır. Kaliteli odun üretimini amaçlayan ve geniş dikim aralıklarında kurulan kavak ağaçlandırmaları için yürütülmesi gereken standart işlemler belirlenmiştir (Birler vd., 1989). Belirlenen standart işlemler arasında, kaliteli odun üretim miktarını artırmayı amaçlayan kültür ve bakım işlemleri bulunmaktadır. Bu çalışmada ince çaplı odun üretimi amaçlandığı için, odun kalitesini artırmayı amaçlayan, “tepe düzeltme” ve “budama” işlemleri standart işlemler arasından çıkarılmıştır.

Klasik kavak ağaçlandırmalarının kurulmasında 1 veya 2 yaşlı fidan veya sırik çeliği kullanılmaktadır. Bu çalışmanın odun hasılasının elde edildiği denemelerin tesisinde 20 – 25 cm uzunluğundaki gövde çelikleri kullanıldığı için, klasik kavak ağaçlandırmalarının tesisinde yürütülen “fidan dikim çukurlarının açılması”, “dikim çukurlarında gübreleme”,

“dikim çukurlarına gübre nakli” ve “fidan dikimi” işlemleri, standart işlemler arasından çıkarılmıştır. Bu işlemlerin yerine “gövde çeliği dikimi” standart işlem olarak belirlenmiş ve materyal maliyeti için fidan veya sırik çeliği bedeli değil, gövde çeliği bedeli alınmıştır.

Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından her yıl “Ağaçlandırma, Rehabilitasyon, Toprak Muhafaza, Erozyon ve Sel Kontrolü, Mera Islahı, Fidanlık Çalışmaları, Silvikültür ve Etüt Proje İşlerine Ait Birim Fiyat Cetveli” yayımlanmaktadır. İşlemlerin maliyetlerinin belirlenmesinde, 2019 yılına ait birim fiyatlar kullanılmıştır (OGM, 2019).

İnce çaplı kavak odunu üretimini amaçlayan ve dar dikim aralıklarında kurulan kavak ağaçlandırmalarında yürütülen standart işlemler ve yıllık yineleme sayıları Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 3’te görüldüğü üzere, 7. yaştan itibaren, ağaç kökleri taban suyuna ulaştığı için, sulama gereksinimi ortadan kalkmaktadır. Kavak meşceresinde kapalılık oluşması ve gölgeleme etkisi nedeniyle, bakım sürümü ve diskaro çekme işlemlerinin yürütülmesine gerek duyulmamaktadır. Ağaç diplerinde ot alma çapa işleminin ilk üç yıl yürütülmesi yeterli olmaktadır.

OGM tarafından yayımlanan birim maliyetler bazı işlemlerde adet üzerinden hesaplanmaktadır. Bu nedenle, işlem birim maliyetleri dikim aralıklarına göre ayrı ayrı hesaplanmış ve Çizelge 4’te verilmiştir.

Yıllık işlem maliyetleri, her bir dikim aralığı için, işlemlerin yıllara göre yineleme sayıları (Çizelge 3) ile birim maliyetleri (Çizelge 4) çarpılarak belirlenmiştir. Yıllık maliyetleri belirlemek için, yürütülen işlemlerin yıllık toplamalarının %10’u kadar beklenmeyen giderlerin olması öngörülmüştür. Dikim aralıklarına göre yıllık işlem maliyetleri Çizelge 5–9’da verilmiştir. Dar dikim aralığında tesis edilen kavak ağaçlandırmalarındaki yıllık maliyetler, dikim aralıklarına göre Çizelge 10’da özetlenmiştir.

Çizelge 3. Standart işlemlerin yineleme sayıları

İşlemler	Ağaçlandırma yaşı ve işlem yineleme sayısı							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Tam alan çapraz derin sürüm	1	-	-	-	-	-	-	-
Tam alan diskaro çekme	1	-	-	-	-	-	-	-
Dikim yerlerinin işaretlenmesi	1	-	-	-	-	-	-	-
Gövde çeliği bedeli	1	-	-	-	-	-	-	-
Gövde çeliği dikimi	1	-	-	-	-	-	-	-
Sulama (İşçi ile)	4	3	3	3	2	2	1	-
Ağaç diplerinde ot alma ve çapa	3	2	2	-	-	-	-	-
Tek yönlü bakım sürümü	2	2	2	2	1	1	1	-
Tek yönlü diskaro çekme	2	2	2	2	1	1	1	-

Çizelge 4. Standart işlemlerin birim maliyetleri

İşin türü	İşlemler	Poz no.	Birimi	Birim fiyatı	Dikim aralığı (Ağaç sayısı) ad/ha				
					4,5	6,0	9,0	12,0	15,0
					2222	1667	1111	833	667
Dikim	Tam alan çapraz derin sürüm	2001.1	ha	485,60	485,60	485,60	485,60	485,60	485,60
	Tam alan çift yönlü diskaro çekme	2002.1	ha	279,07	279,07	279,07	279,07	279,07	279,07
	Dikim yerlerinin işaretlenmesi	2003.1	1000 adet	273,85	608,49	456,51	304,25	228,12	182,66
	Gövde çeliği bedeli	3601.1	1000 adet	250,00	555,50	416,75	277,75	208,25	166,75
	Gövde çeliği dikimi	3602.1	1000 adet	74,76	166,12	124,62	83,06	62,28	49,86
Bakım	Sulama (İşçi ile)	2104.1	ha	144,44	144,44	144,44	144,44	144,44	144,44
	Ağaç diplerinde ot alma ve çapa	2103.1	1000 adet	166,79	370,61	278,04	185,30	138,94	111,25
	Tek yönlü bakım sürümü	2101.2	ha	237,24	237,24	237,24	237,24	237,24	237,24
	Tek yönlü diskaro çekme	2102.2	ha	136,76	136,76	136,76	136,76	136,76	136,76

Çizelge 5. Kavak ağaçlandırmalarında 3m x 1,5m dikim sıklığı için yıllık işlem maliyetleri

İşlemler	Birim maliyet (TL/ha)	Yaş sınıfları ve yıllık işlem maliyetleri (TL/ha)								İşlem toplamı (TL/ha)
		1	2	3	4	5	6	7	8 - 12	
Tam alan çapraz derin sürüm	485,60	486	0	0	0	0	0	0	0	486
Tam alan çift yönlü diskaro çekme	279,07	279	0	0	0	0	0	0	0	279
Dikim yerlerinin işaretlenmesi	608,49	608	0	0	0	0	0	0	0	608
Gövde çeliği Bedeli	555,50	556	0	0	0	0	0	0	0	556
Gövde çeliği Dikimi	166,12	166	0	0	0	0	0	0	0	166
Sulama (İşçi ile)	144,44	578	433	433	433	289	289	144	0	2.600
Ağaç diplerinde ot alma ve çapa	370,61	1112	741	741	0	0	0	0	0	2.594
Tek yönlü bakım sürümü	237,24	474	474	474	474	237	237	237	0	2.610
Tek yönlü diskaro çekme	136,76	274	274	274	274	137	137	137	0	1.504
Ara toplam		4532	1923	1923	1181	663	663	518	0	11.403
Beklenmeyen giderler (%10)		453	192	192	118	66	66	52	0	1.140
Yıllık maliyet toplamı (TL/ha)		4986	2115	2115	1299	729	729	570	0	12.543

Çizelge 6. Kavak ağaçlandırmalarında 3m x 2m dikim sıklığı için yıllık işlem maliyetleri

İşlemler	Birim maliyet (TL/ha)	Yaş sınıfları ve yıllık işlem maliyetleri (TL/ha)								İşlem toplamı (TL/ha)
		1	2	3	4	5	6	7	8 - 12	
Tam alan çapraz derin sürüm	485,60	486	0	0	0	0	0	0	0	486
Tam alan çift yönlü diskaro çekme	279,07	279	0	0	0	0	0	0	0	279
Dikim yerlerinin işaretlenmesi	456,51	457	0	0	0	0	0	0	0	457
Gövde çeliği bedeli	416,75	417	0	0	0	0	0	0	0	417
Gövde çeliği dikimi	124,62	125	0	0	0	0	0	0	0	125
Sulama (İşçi ile)	144,44	578	433	433	433	289	289	144	0	2.600
Ağaç diplerinde ot alma ve çapa	278,04	834	556	556	0	0	0	0	0	1.946
Tek yönlü bakım sürümü	237,24	474	474	474	474	237	237	237	0	2.610
Tek yönlü diskaro çekme	136,76	274	274	274	274	137	137	137	0	1.504
Ara toplam		3922	1737	1737	1181	663	663	518	0	10.423
Beklenmeyen giderler (%10)		392	174	174	118	66	66	52	0	1.042
Yıllık maliyet toplamı (TL/ha)		4315	1911	1911	1299	729	729	570	0	11.465

Çizelge 7. Kavak ağaçlandırmalarında 3m x 3m dikim sıklığı için yıllık işlem maliyetleri

İşlemler	Birim Maliyet (TL/ha)	Yaş sınıfları ve yıllık işlem maliyetleri (TL/ha)								İşlem toplamı (TL/ha)
		1	2	3	4	5	6	7	8 - 12	
Tam alan çapraz derin sürüm	485,60	486	0	0	0	0	0	0	0	486
Tam alan çift yönlü diskaro çekme	279,07	279	0	0	0	0	0	0	0	279
Dikim yerlerinin işaretlenmesi	304,25	304	0	0	0	0	0	0	0	304
Gövde çeliği bedeli	277,75	278	0	0	0	0	0	0	0	278
Gövde çeliği dikimi	83,06	83	0	0	0	0	0	0	0	83
Sulama (İşçi ile)	144,44	578	433	433	433	289	289	144	0	2.600
Ağaç diplerinde ot alma ve çapa	185,30	556	371	371	0	0	0	0	0	1.297
Tek yönlü bakım sürümü	237,24	474	474	474	474	237	237	237	0	2.610
Tek yönlü diskaro çekme	136,76	274	274	274	274	137	137	137	0	1.504
Ara toplam		3311	1552	1552	1181	663	663	518	0	9.441
Beklenmeyen giderler (%10)		331	155	155	118	66	66	52	0	944
Yıllık Maliyet Toplamı (TL/ha)		3643	1707	1707	1299	729	729	570	0	10.385

Çizelge 8. Kavak ağaçlandırmalarında 3m x 4m dikim sıklığı için yıllık işlem maliyetleri

İşlemler	Birim Maliyet (TL/ha)	Yaş sınıfları ve yıllık işlem maliyetleri (TL/ha)								İşlem Toplamı (TL/ha)
		1	2	3	4	5	6	7	8 - 12	
Tam alan çapraz derin sürüm	485,60	486	0	0	0	0	0	0	0	486
Tam alan çift yönlü diskaro çekme	279,07	279	0	0	0	0	0	0	0	279
Dikim yerlerinin işaretlenmesi	228,12	228	0	0	0	0	0	0	0	228
Gövde çeliği bedeli	208,25	208	0	0	0	0	0	0	0	208
Gövde çeliği dikimi	62,28	62	0	0	0	0	0	0	0	62
Sulama (İşçi ile)	144,44	578	433	433	433	289	289	144	0	2.600
Ağaç diplerinde ot alma ve çapa	138,94	417	278	278	0	0	0	0	0	973
Tek yönlü bakım sürümü	237,24	474	474	474	474	237	237	237	0	2.610
Tek yönlü diskaro çekme	136,76	274	274	274	274	137	137	137	0	1.504
Ara toplam		3006	1459	1459	1181	663	663	518	0	8.950
Beklenmeyen giderler (%10)		301	146	146	118	66	66	52	0	895
Yıllık Maliyet Toplamı (TL/ha)		3306	1605	1605	1299	729	729	570	0	9.845

Çizelge 9. Kavak ağaçlandırmalarında 3m x 5m dikim sıklığı için yıllık işlem maliyetleri

İşlemler	Birim Maliyet (TL/ha)	Yaş sınıfları ve yıllık işlem maliyetleri (TL/ha)								İşlem Toplamı (TL/ha)
		1	2	3	4	5	6	7	8 - 12	
Tam alan çapraz derin sürüm	485,60	486	0	0	0	0	0	0	0	486
Tam alan çift yönlü diskaro çekme	279,07	279	0	0	0	0	0	0	0	279
Dikim yerlerinin işaretlenmesi	182,66	183	0	0	0	0	0	0	0	183
Gövde çeliği bedeli	166,75	167	0	0	0	0	0	0	0	167
Gövde çeliği dikimi	49,86	50	0	0	0	0	0	0	0	50
Sulama (İşçi ile)	144,44	578	433	433	433	289	289	144	0	2.600
Ağaç diplerinde ot alma ve çapa	111,25	334	223	223	0	0	0	0	0	779
Tek yönlü bakım sürümü	237,24	474	474	474	474	237	237	237	0	2.610
Tek yönlü diskaro çekme	136,76	274	274	274	274	137	137	137	0	1.504
Ara toplam		2823	1404	1404	1181	663	663	518	0	8.657
Beklenmeyen giderler (%10)		282	140	140	118	66	66	52	0	866
Yıllık Maliyet Toplamı (TL/ha)		3106	1544	1544	1299	729	729	570	0	9.522

Çizelge 10. Kavak ağaçlandırmalarında dikim aralıklarına göre yıllık maliyetler

Yıl	Yıllık maliyetler (TL/ha) ve Dikim aralığı (m x m)				
	3 x 1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5
1	4986	4315	3643	3306	3106
2	2115	1911	1707	1605	1544
3	2115	1911	1707	1605	1544
4	1299	1299	1299	1299	1299
5	729	729	729	729	729
6	729	729	729	729	729
7	570	570	570	570	570
8 - 12	0	0	0	0	0
Toplam	12543	11465	10385	9845	9522

### 3.2. Çıktılar

Bir ormancılık yatırımından sağlanacak odun satış gelirleri, meşcerede üretilen çeşitli ürünlerin miktarlarının, ürünün birim fiyatları çarpılması ile elde edilen gelirlerin toplamından oluşmaktadır. Kavak ağaçlandırmalarında emvalin ince uç çapı, 25 cm'den kalın olanlar soymalık tomruk, 17-25 cm arası kerestelik tomruk, 5-17 cm yongalık odun ve 5 cm'den küçük olanlar iskarta odun olarak sınıflandırılmaktadır. Birim alana düşen ağaç sayısı

arttıkça, bir başka deyişle dikim sıklığı daraldıkça, ağaçların (meşcere) ortalama çapı azalmakta, kalın çaplı ve kaliteli emval oranı düşmekte, ince çaplı emval oranı artmaktadır. Bununla birlikte dikim sıklığı daraldıkça, elde edilen toplam ürün miktarı artmaktadır. Ayrıca, elde edilen ürün miktarı, bonitet sınıfına göre de değişmektedir. Ürün miktarı, bonitet sınıfı iyileştikçe artmakta, kötüleştikçe azalmaktadır. Bu çalışmada dar dikim aralıkları uygulanarak, levha ve kağıt sektörünün talebine uygun ince çaplı kavak odunu üretimi hedeflendiği için; odun üretiminden sağlanacak gelirler, hasılat tablolarındaki yongalık odun miktarı ile yongalık odun birim fiyatı çarpılarak hesaplanmıştır. Ülkemizde kavak odunu genellikle dikili olarak pazarlanmaktadır. Kavaklığı satın alan kişi veya kurumlar, kavak odunu istihsalini (hasadını) ve taşımasını kendisi üstlenmektedir. Bu nedenle yongalık kavak odunu birim fiyatının belirlenmesinde dikili satış fiyatı esas alınmıştır. Yapılan piyasa araştırmaları sonucunda yongalık kavak odunu dikili birim satış fiyatının 125 TL/m<sup>3</sup> olduğu takdir edilmiştir. Beş farklı klon, üç ayrı bonitet sınıfı ve beş değişik dikim aralığına göre, 12 yaş kademesi için sağlanacak gelirler Çizelge 11-15'te verilmiştir.

Çizelge 11. I-214 klonu kavak ağaçlandırmalarında gelirler

Yıl	Yıllık gelirler (TL/ha) ve Dikim aralığı (m x m)														
	Bonitet 1					Bonitet 2					Bonitet 3				
	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5
3	6319	5025	3736	3101	2732	2954	2320	1685	1368	1181	1286	1011	736	599	517
4	14548	11779	9061	7760	7034	8888	7025	5172	4259	3728	5485	4276	3067	2466	2111
5	22812	18831	14990	13217	12284	16029	12869	9753	8247	7392	11039	8700	6373	5226	4558
6	30005	25167	20584	18556	17566	23209	18920	14735	12755	11670	17297	13806	10354	8675	7713
7	35976	30547	25499	23362	22408	29742	24567	19576	17273	16062	23547	19023	14579	12448	11254
8	40920	35064	29710	27540	26666	35429	29584	24015	21513	20258	29366	23977	18724	16245	14890
9	45075	38884	33306	31133	30347	40311	33958	27974	25358	24113	34590	28500	22611	19878	18425
10	48636	42161	36395	34223	33519	44513	37761	31468	28789	27581	39208	32553	26167	23252	21749
11	51746	45014	39073	36897	36260	48163	41082	34546	31831	30672	43277	36160	29379	26337	24813
12	54509	47533	41420	39230	38644	51371	44008	37266	34526	33418	46874	39370	32268	29132	27608

Çizelge 12. I-45/51 klonu kavak ağaçlandırmalarında gelirler

Yıl	Yıllık gelirler (TL/ha) ve Dikim aralığı (m x m)														
	Bonitet 1					Bonitet 2					Bonitet 3				
	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5
3	5947	5008	3999	3408	2973	2959	2598	2199	1943	1733	1775	1624	1452	1325	1205
4	12639	10611	8504	7346	6547	7868	6759	5601	4948	4479	5384	4733	4052	3657	3358
5	19204	16188	13112	11477	10391	13440	11510	9545	8492	7780	9833	8561	7271	6575	6093
6	25176	21325	17450	15442	14148	18778	16109	13437	12054	11154	14268	12407	10557	9601	8973
7	30536	25967	21419	19112	17663	23604	20302	17038	15391	14354	18302	15935	13616	12456	11724
8	35284	30086	24956	22398	20824	27873	24025	20257	18395	17253	21815	19024	16322	15004	14199
9	39400	33647	28002	25222	23541	31587	27257	23047	20997	19765	24791	21644	18621	17174	16313
10	42867	36621	30514	27529	25743	34747	29986	25373	23147	21828	27247	23794	20492	18930	18016
11	45683	38997	32464	29281	27386	37355	32202	27212	24811	23396	29205	25481	21925	20249	19277
12	47861	40776	33846	30462	28446	39415	33900	28548	25967	24443	30688	26719	22919	21123	20079

Çizelge 13. Samsun klonu kavak ağaçlandırmalarında gelirler

Yıl	Yıllık gelirler (TL/ha) ve Dikim aralığı (m x m)														
	Bonitet 1					Bonitet 2					Bonitet 3				
	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5
3	6757	5248	3741	2992	2550	4764	3687	2610	2073	1756	2489	1919	1349	1064	895
4	15984	12589	9213	7550	6582	11794	9226	6665	5398	4655	7178	5569	3963	3164	2692
5	26017	20779	15602	13086	11650	19719	15598	11507	9500	8337	13025	10195	7374	5979	5161
6	35053	28340	21754	18607	16855	27110	21657	16268	13650	12156	18970	14969	10994	9040	7904
7	42517	34725	27143	23583	21658	33407	26905	20511	17437	15711	24389	19382	14421	11998	10603
8	48475	39919	31660	27851	25854	38568	31266	24119	20718	18839	29065	23233	17472	14676	13083
9	53195	44097	35381	31430	29423	42745	34855	27126	23492	21514	32997	26503	20105	17019	15277
10	56953	47466	38437	34410	32424	46130	37753	29619	25816	23775	36276	29250	22346	19034	17180
11	59980	50204	40956	36890	34943	48895	40151	31688	27761	25679	39011	31555	24245	20755	18816
12	62451	52454	43047	38965	37061	51177	42140	33417	29395	27287	41302	33495	25855	22223	20219

Çizelge 14. İzmit klonu kavak ağaçlandırmalarında gelirler

Yıl	Yıllık gelirler (TL/ha) ve Dikim aralığı (m x m)														
	Bonitet 1					Bonitet 2					Bonitet 3				
	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5
3	10150	7980	5819	4751	4126	6936	5387	3840	3071	2616	4402	3386	2370	1863	1562
4	20268	16256	12293	10370	9274	15422	12155	8905	7304	6369	10934	8498	6065	4856	4143
5	29266	23913	18692	16225	14878	23994	19191	14443	12134	10813	18404	14466	10546	8611	7479
6	36393	30198	24242	21520	20115	31437	25466	19607	16804	15240	25559	20300	15085	12532	11058
7	41957	35234	28868	26059	24703	37582	30759	24117	20994	19300	31879	25545	19290	16257	14530
8	46415	39331	32716	29897	28630	42640	35182	27975	24642	22885	37299	30105	23032	19633	17724
9	50122	42755	35959	33153	31979	46875	38915	31274	27794	26007	41932	34041	26312	22630	20590
10	53312	45696	38740	35943	34850	50500	42120	34121	30524	28721	45928	37454	29183	25273	23133
11	56134	48281	41164	38364	37333	53672	44921	36605	32906	31090	49420	40443	31709	27605	25384
12	58684	50597	43309	40490	39503	56500	47408	38800	35004	33171	52514	43092	33946	29673	27380

Çizelge 15. 89.M.060 klonu kavak ağaçlandırmalarında gelirler

Yıl	Yıllık gelirler (TL/ha) ve Dikim aralığı (m x m)														
	Bonitet 1					Bonitet 2					Bonitet 3				
	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5	3x1,5	3 x 2	3 x 3	3 x 4	3 x 5
3	9734	7576	5420	4348	3715	7053	5452	3851	3053	2579	4959	3810	2660	2086	1744
4	20931	16506	12101	9928	8658	15653	12232	8817	7124	6126	11358	8801	6245	4974	4220
5	33001	26306	19670	16424	14552	25268	19929	14616	11997	10466	18777	14664	10560	8524	7325
6	44270	35574	26988	22823	20451	34515	27417	20373	16918	14918	26138	20539	14961	12205	10591
7	54146	43762	33544	28623	25851	42799	34177	25638	21472	19076	32894	25969	19080	15686	13708
8	62594	50798	39221	33678	30583	50002	40079	30272	25505	22780	38875	30795	22769	18825	16535
9	69784	56797	44078	38015	34653	56203	45172	34285	29010	26009	44095	35017	26008	21592	19035
10	75928	61924	48230	41724	38136	61547	49563	37749	32038	28801	48638	38694	28834	24008	21221
11	81221	66335	51796	44906	41121	66178	53366	40746	34656	31213	52604	41905	31301	26117	23129
12	85825	70166	54883	47654	43693	70225	56685	43355	36931	33307	56089	44722	33462	27963	24798

### 3.3. Ekonomik analiz bulguları

Kavak ağaçlandırmalarının ekonomik analizinde, yatırım süresince yapılan işlem maliyetleri (Çizelge 10) ve kavak odun satışından sağlanan gelirler (Çizelge 11-15) kullanılmıştır. Dar dikim aralıklarında kurulan kavak ağaçlandırmaları için, idare süresi boyunca gerçekleşen maliyetler ve gelirlerin farkları hesaplanarak, her yaş basamağı için net nakit akımları belirlenmiştir. NBD'nin hesabında; faiz oranı %8 alınmış, yıllık maliyetlerin dönem başında yapıldığı ve gelirlerin ise dönem sonunda elde edildiği kabul edilmiştir. Klon, bonitet sınıfı, dikim aralığı ve yaşa göre oluşturulan yatırım senaryoları, net nakit akımlarına dayalı olarak yapılan ekonomik analizler ile değerlendirilmiştir. 89.M.060 klonu, I. bonitet ve 3,0m x 1,5m (4,5m<sup>2</sup>/ağaç) dikim aralığı için yapılan ekonomik analiz örneği Çizelge 16'da verilmiştir.

Her bir kavak klonu için, bonitet sınıfı ve dikim aralıklarına göre elde edilebilecek en yüksek NBD ve İKO'nun ait oldukları yaşlar Çizelge 17'de verilmiştir. NBD ve İKO, bonitet sınıfı iyileştikçe ve dikim aralığı daraldıkça, daha erken yaşlarda en yüksek değerlere ulaşmaktadır. İKO değerleri, NBD'ye göre, daha erken yaşlarda en yüksek düzeye ulaşmaktadır.

Daha geniş dikim aralıklarında tesis edilen kavak ağaçlandırmalarında, faiz oranı değiştikçe, NBD'nin en yüksek düzeye ulaştığı yılların da farklılık gösterdiği (Koçer, 1999) belirlenmiştir. Benzer duyarlılık analizi, %6, %8, %10 ve %12 faiz oranı kullanılarak yapılmış ve değişik faiz oranlarına göre, NBD'nin en yüksek olduğu yıllar belirlenmiş ve İKO ile karşılaştırmalı olarak Çizelge 18'de verilmiştir.

Çizelge 18'de görüldüğü üzere, her bir seçenek için en yüksek NBD ve İKO, farklı yıllarda elde edilmektedir. Bir başka deyişle, idare süreleri her iki ölçüte göre değişmektedir. Örneğin Samsun klonu için değişik dikim aralıkları ve bonitet sınıflarına göre; NBD 8-12 ve İKO 6-11 yaşlar arasında en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Tüm ölçütler için en yüksek değerlere, en dar dikim aralık mesafesinde (3m x 1,5m – 4,5 m<sup>2</sup>/ağaç) ulaşılmıştır. Klonlar

arasında en yüksek değerler ise, 89.M.060 klonunda elde edilmiştir. Bunun yanında, NBD hesabında kullanılan faiz oranı değiştikçe, NBD'nin en yüksek olduğu yıllar, yani ekonomik idare süreleri de değişmektedir. Bu çalışmada, faiz oranı %6'dan %12'ye doğru yükseldikçe, NBD'nin en yüksek olduğu yıllar düşmekte, bir başka deyişle idare süresi kısalmaktadır. NBD'deki bu değişim tüm klonlar, bonitet sınıfları ve dikim aralıkları için geçerlidir. İKO ölçütünde bir faiz oranı belirlenmeye çalışıldığı için, idare süresi değişimi söz konusu olmamaktadır.

89.M.060 klonu, I. bonitet ve 3,0m x 1,5m (4,5m<sup>2</sup>/ağaç) dikim aralığı için, NBD ve İKO gelişimleri Şekil 2'de, toplam gelir gelişimi Şekil 3'te verilmiştir. Şekil 2'de görüleceği üzere, NBD, üstten basık çan eğrisi şeklinde bir gelişim göstermekte, eğri daha düşük eğimle artmakta ve en yüksek düzeye ulaştıktan sonra yine yavaşça düşmektedir. İKO sola dayalı olarak gelişim göstermekte, NBD'ye nazaran daha erken yaşlarda hızla en yüksek düzeye ulaşmakta ve yine hızla azalmaktadır. Şekil 3'te görüldüğü üzere, toplam para hasılası "S" eğrisi şeklinde gelişim göstermektedir. Bu gelişim ekonomideki toplam üretim fonksiyonuna karşılık gelmektedir (Geray, 1991; Daşdemir, 2013).

Çizelge 16. 89.M.060 klonu I. bonitet ve 3,0m x 1,5m (4,5m<sup>2</sup>/ağaç) dikim aralığı için ekonomik analiz tablosu

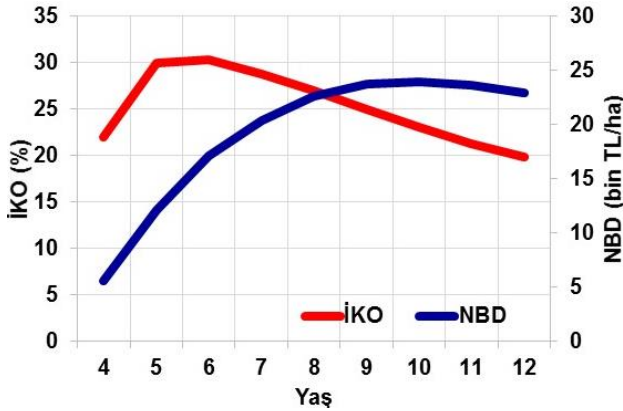
Yaş	Meşçere				NBD (TL/ha)	İKO (%)
	Hacim		Artım			
	Ağaç (m <sup>3</sup> /ha)	Yon.Od. (m <sup>3</sup> /ha/yıl)	Ortalama (m <sup>3</sup> /ha/yıl)	Cari		
3	87,3	77,9	29,092	61,996	-1 030	-
4	177,8	167,5	44,452	90,533	5 597	22,03
5	275,5	264,0	55,095	97,664	12 135	29,93
6	366,8	354,2	61,132	91,318	17 077	30,32
7	446,9	433,2	63,846	80,128	20 414	28,81
8	515,5	500,8	64,441	68,613	22 638	27,03
9	574,0	558,3	63,775	58,442	23 730	24,97
10	623,9	607,4	62,395	49,972	23 989	23,05
11	667,0	649,8	60,638	43,074	23 654	21,33
12	704,5	686,6	58,709	37,488	22 902	19,80

Çizelge 17. Klon, bonitet sınıfı ve dikim aralıklarına göre en yüksek İKO ve NBD ile ait olduğu yıllar

Klon	m x m	En Yüksek Net Bugünkü Değer (NBD)						En Yüksek İç Kârlılık Oranı (İKO)					
		I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet		I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet	
		TL/ha	yıl	TL/ha	yıl	TL/ha	yıl	%	yıl	%	yıl	%	yıl
I - 214	3 x 1,5	11369	9	9476	11	7434	12	20,48	6	16,99	8	14,31	9
	3 x 2	9383	10	7474	11	5489	12	18,91	7	15,67	8	13,10	10
	3 x 3	7748	10	5706	11	3704	12	17,76	8	14,36	9	11,76	11
	3 x 4	7260	10	5119	12	2977	12	17,54	8	13,81	9	11,19	11
	3 x 5	7269	11	4988	12	2681	12	17,68	8	13,72	10	10,96	12
I - 45/51	3 x 1,5	8676	10	4915	10	1346	11	16,92	8	12,98	9	9,48	9
	3 x 2	6817	10	3744	10	875	10	15,96	8	12,29	9	9,05	10
	3 x 3	5024	10	2643	10	382	10	14,70	8	11,46	9	8,53	10
	3 x 4	4159	10	2130	10	176	10	13,90	8	10,97	9	8,26	10
	3 x 5	3641	10	1828	10	62	10	13,30	8	10,63	9	8,10	10
Samsun	3 x 1,5	15431	9	10203	9	5623	10	24,36	6	18,63	7	13,63	8
	3 x 2	11914	9	7341	10	3402	10	21,69	6	16,62	8	11,88	9
	3 x 3	8694	10	4609	10	1288	11	18,89	8	14,11	8	9,65	10
	3 x 4	7346	10	3366	10	309	11	17,74	8	12,65	9	8,41	11
	3 x 5	6736	10	2731	11	-213	11	17,13	8	11,91	9	7,70	11
İzmit	3 x 1,5	13897	8	12269	9	10094	10	26,17	5	21,63	6	17,88	8
	3 x 2	11242	9	9364	10	7202	10	23,32	5	19,05	7	15,97	8
	3 x 3	8879	9	6695	10	4489	11	20,73	6	16,70	8	13,44	9
	3 x 4	8057	10	5546	10	3247	11	19,32	7	15,58	8	12,09	9
	3 x 5	7860	10	5051	11	2604	11	19,02	7	14,96	8	11,38	10
89.M.060	3 x 1,5	23989	10	17328	10	11381	11	30,32	6	23,97	6	18,59	8
	3 x 2	18537	10	12811	10	7826	11	27,51	6	21,27	7	16,36	8
	3 x 3	13230	10	8375	10	4314	11	23,50	6	18,09	8	13,26	9
	3 x 4	10734	10	6271	11	2609	11	21,35	7	16,18	8	11,39	9
	3 x 5	9381	10	5104	11	1637	11	20,15	8	14,88	8	10,24	10

Çizelge 18. İKO ve değişik faiz oranlarına göre NBD'nin en yüksek olduğu yıllar

KOLON	m <sup>2</sup> /ağ	NBD ve İKO'nun en yüksek olduğu yıl														
		I. Bonitet					II. Bonitet					III. Bonitet				
		%6	%8	%10	%12	İKO	%6	%8	%10	%12	İKO	%6	%8	%10	%12	İKO
I - 214	4,5	11	9	9	9	6	12	11	10	9	8	12	12	11	10	9
	6,0	11	10	9	9	7	12	11	10	9	8	12	12	11	10	10
	9,0	12	10	9	9	8	12	11	10	10	9	12	12	11	11	11
	12,0	12	10	9	9	8	12	11	11	10	9	12	12	12	11	11
	15,0	12	11	10	9	8	12	12	11	10	10	12	12	12	11	12
I - 45/51	4,5	11	10	9	8	8	11	10	10	9	9	11	11	9	9	9
	6,0	11	10	9	8	8	11	10	10	9	9	11	10	9	9	10
	9,0	11	10	9	9	8	11	10	10	9	9	11	10	10	9	10
	12,0	11	10	9	9	8	11	10	10	10	9	11	10	10	9	10
	15,0	11	10	9	9	8	11	10	10	9	9	11	10	10	9	10
Samsun	4,5	10	9	8	8	6	10	9	9	8	7	11	10	9	9	8
	6,0	10	9	9	8	6	11	10	9	8	8	12	10	10	9	9
	9,0	11	10	9	8	8	11	10	9	9	8	12	11	10	9	10
	12,0	11	10	9	9	8	11	10	9	9	9	12	11	10	9	11
	15,0	12	10	10	9	8	12	11	10	9	9	12	11	10	9	11
İzmit	4,5	10	8	8	7	5	11	9	8	8	6	12	10	9	9	8
	6,0	10	9	8	7	5	11	10	9	8	7	12	10	10	9	8
	9,0	11	9	8	8	6	11	10	9	8	8	12	11	10	9	9
	12,0	11	10	9	8	7	11	10	9	9	8	12	11	10	9	9
	15,0	11	10	9	8	7	12	11	10	9	8	12	11	10	9	10
89.M.060	4,5	11	10	9	8	6	12	10	9	9	6	12	11	10	9	8
	6,0	11	10	9	8	6	12	10	9	9	7	12	11	10	9	8
	9,0	11	10	9	9	6	12	10	10	9	8	12	11	10	9	9
	12,0	12	10	9	9	7	12	11	10	9	8	12	11	10	9	9
	15,0	12	10	10	9	8	12	11	10	9	8	12	11	10	9	10



Şekil 2. Kavak ağaçlandırmalarında NBD ve İKO gelişimi



Şekil 3. Kavak ağaçlandırmalarında toplam para hasılası gelişimi

#### 4. Tartışma, sonuç ve öneriler

20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren odun hammaddesine olan talebin artması ve bu talebin doğal ormanlardan karşılanmasının mümkün olmadığını anlaşılması üzerine, kitlesel üretime yönelik ince çaplı odun üretilen endüstriyel ağaçlandırmalar yaygınlaşmış, üretilen hammaddeyi kullanan endüstri kolunun kapasitesi giderek büyümüş ve buradan elde edilen yeni ürünlerin kullanımı insan yaşamında yer almıştır. Kavak başta olmak üzere, çam, okaliptüs, söğüt gibi hızlı gelişen ağaç türleri endüstriyel ağaçlandırmalarda kullanılmaya başlanmıştır.

Ağaç başına daha fazla yaşam alanının düştüğü ormancılık çalışmalarında, uzun sayılabilecek idare sürelerinde, daha kalın çaplı ve gövde kalitesi yüksek hammadde üretilmektedir. Bu üretim modeli artan talebin karşılanmasına yeterli olamamaktadır. Bu nedenle, birim alandan daha fazla odun hammaddesinin daha kısa idare sürelerinde sağlanabileceği üretim modellerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Kitlesel üretim miktarını artırmaya yönelik olarak, dar dikim aralıklarında tesis edilen ağaçlandırmaların rolü önem kazanmıştır. Ayrıca, endüstriyel ağaçlandırmalarda, daha fazla artım ve büyüme gösteren genetik yönden üstün nitelikli dikim materyali kullanılması, çalışmaların işgücü yerine mekanizasyona dayalı yürütülmesi sonucunda, sermaye yoğun teknolojiye geçilmiş olmaktadır.

Dikim materyali, diğer fiziki ve biyolojik değişkenleri aynı olan bir arazide, dikim aralıklarını değiştirerek, farklı

işletme amaçları doğrultusunda değişik idare sürelerine sahip işletmecilik yapılabilecektir. Bu nedenle, dikim aralığı değişkeni orman işletmeciliğinde idare sürelerini değiştirme olanağı vermektedir. Bu çalışmada, daha kısa idare sürelerinde, kitlesel olarak ince çaplı emvalin elde edildiği üretim modellerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Kağıt ve levha endüstrisinin talebine uygun, ince çaplı ve kitlesel kavak odunu üretiminin tasarlandığı bu tür ağaçlandırmalarda, sadece yongalık odun ürün çeşidinin elde edilebileceği, soymalık ve kerestelik tomruğun üretilmeyeceği kabul edilmiştir.

Ağaçlandırmalarda maliyetler, yürütülen işlemlere ve kullanılan materyal maliyetlerine göre değişmektedir. İşlemlerin birim maliyetleri tüm kavak klonları için aynı olduğundan, maliyetler kavak klonlarına göre değişmemektedir. Ayrıca, arazi kira maliyetleri, alternatif maliyetler, arazinin rantı vb. unsurlar hesaplanmadığı için, maliyetler bonitet sınıflarına göre değişmemektedir. Dolayısıyla maliyetler klon çeşidi ve bonitet sınıfına göre değil, beş dikim aralığı için ayrı ayrı belirlenmiştir. Toplam maliyet, en yüksek en dar dikim aralığında (3m x 1,5m) 12543 TL/ha, en düşük en geniş dikim aralığında (3m x 5m) 9522 TL/ha olarak belirlenmiştir (Çizelge 10).

Kavak klonu, bonitet sınıfı, dikim aralığı ve yaşa göre elde edilecek yongalık odun miktarları, ürünün birim fiyatıyla çarpılarak para hasılası belirlenmiştir. Ülkemizdeki kavak ağaçlandırmalarında yaygın olarak kullanılan I-214 Melez Kavağı ve Samsun Kavağı klonlarının, ürün birim satış fiyatları arasında farklılık bulunmamaktadır. Dolayısıyla ürün birim fiyatlarının kavak klonlarına göre değişmediği kabul edilmiştir (Çizelge 11-15).

Para hasılası, elde edilen odunun miktarına paralel olarak, dikim aralığı daraldıkça ve bonitet sınıfı iyileştikçe artmakta ve dikim aralığı genişledikçe ve bonitet sınıfı kötüleştikçe azalmaktadır. Para hasılası en yüksek 89.M.060 klonunda, en düşük I-45/51 klonunda elde edilmektedir.

Ekonomik analizler idare süresi boyunca gerçekleşen maliyetlere ve idare süresi sonunda elde edilen gelirlere göre yapılmıştır. Ekonomik analiz sonuçlarına göre, dar dikim aralıklarında kurulan kavak ağaçlandırmalarının yapılabilir yatırımlar olduğu ortaya konulmuştur.

İzmit Orman Fidanlığındaki deneme ağaçlandırmalarının 11. yaştaki deneysel değerlerine göre, İKO en yüksek 89.M.060 klonunda, en düşük I-45/51 klonunda elde edilmiştir. Aynı çalışmada geniş ve dar dikim aralıkları da karşılaştırılmış ve tüm klonlarda ve sıklıklarda, dar dikim aralıklarının İKO değerlerinin, geniş dikim aralığına nazaran daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Örneğin, 11. yaşta I-214 klonunda 3m x 2m dikim aralığında %22,4 İKO'ya ulaşılırken, geniş dikim aralığında 6m x 6m için en yüksek İKO %19,0 olarak elde edilmiştir (Kara, 2017).

İKO, NBD'den daha erken yaşlarda en yüksek düzeye ulaşmaktadır. Bonitet sınıfı iyileştikçe ve dikim aralığı daraldıkça, NBD ve İKO'nun en yüksek değere ulaştığı yaşlar, bir başka deyişle ekonomik idare süreleri kısalmaktadır. Tüm klonlarda NBD ve İKO, I. bonitet sınıfında ve 4,5 m<sup>2</sup>/ağaç dikim aralığında en yüksek düzeye ulaşmaktadır. NBD ve İKO, en yüksek 89.M.060 klonunda, en düşük I-45/51 klonunda belirlenmiştir. En yüksek NBD, 89.M.060 klonunda 10. yaşta sağlanmakta olup 23989 TL/ha kadardır. En yüksek İKO ise, yine 89.M.060 klonunda 6. yaşta %30,32 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 17).

Adapazarı ve Düzce ovalarında uydu görüntülerine göre, kavak arazilerinde %95 oranında I-214 klonunun kullanıldığı ortaya konulmuştur (Ercan vd., 2002). Karakaya (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada, Sakarya'daki kavak üreticilerinin %64'ünün Samsun klonunu tercih ettiği belirlenmiştir. Bozkurt vd. (2017) Samsun yöresindeki üreticilerin tamamının Samsun klonunu seçtiklerini ifade etmişlerdir. Samsun klonunun daha hızlı büyümesi, piyasada talep görmesi ve düzgün gövdeli olması nedeniyle, yetiştiriciler tarafından tercih edildiği ve zaman içerisinde klon tercihlerinin değişebildiği belirlenmiştir. Samsun klonu ile I-214 klonunun maliyetlerinin aynı olmasına rağmen, üreticinin Samsun klonundan daha fazla gelir elde ettiği için, bu klonu tercih ettiği belirlenmiştir (Bozkurt vd., 2018). Kavak ağaçlandırmalarında kullanılan klonlar zaman içerisinde değişmekte, yetiştiriciler daha hızlı büyüyen ve daha çok gelir getiren klonlara yönelmektedir. Bu nedenle, ARGE çalışmalarıyla, yeni kavak klonlarının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

89.M.060 klonu halen tescilli yapılmış kavak klonlarına göre daha yüksek büyüme ve kârlılık performansı göstermektedir. Bir çalışmada, 89.M.060 klonunun, diğer ticari klonlara göre zararlılara karşı daha dirençli olduğu ortaya konulmuştur (Uluer vd., 2008). Ayrıca, 89.M.060 klonunda teknolojik özellikler bakımından tatminkâr sonuçların (Akkılıç, 2019) alındığı belirlenmiştir. Sayılan bu nedenlerle, 89.M.060 klonunun ulusal ve uluslararası tescilli yapılmalıdır.

Çalışmada kullanılan dört ticari klon başka ülkelerde selekte edilerek ülkemize getirilmiştir. 89.M.060 klonu, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Genetik ve Islah Araştırmaları Bölümü tarafından, 1989 yılında yapılan *P. deltoides* melezlerinin çaprazlamaları sonucunda ülkemizde selekte edilmiş bir klondur (Tunçtaner, 2008; Tunçtaner vd., 1992). Bu nedenle, tüm fikri ve mülkiyet haklarının ülkemize ait olması, bu klonun önemini artırmaktadır.

Günümüzde giderek artan çevresel bilinç ve duyarlılık nedeniyle, fosil kökenli yakıtlara ve petrol türevli plastik malzemelere olan tepki, son yıllarda giderek büyümekte ve kullanımının azaltılması gündeme gelmektedir. Yenilenebilir bir hammadde kaynağı olarak, ileri teknoloji ile üretilmiş odun kökenli ürünlerin, bazı petrol türevi ürünleri ikame edebileceği öngörülmektedir. Bu talebin karşılanmasında başta kavak olmak üzere, hızlı gelişen orman ağacı türleri önemli bir rol üstlenecektir. Dolayısıyla ülkemiz ormancılık sektörünün politikalarını ve stratejilerini, beklenen hedeflere göre oluşturması gerekmektedir. ARGE birimlerinin de belirlenen stratejilere göre çalışmalarını yürütmelerinde ve gözden geçirmelerinde yarar bulunmaktadır.

Önümüzdeki yıllarda biyoenerji ve biyoyakıt sektöründe önemli gelişmelerin olacağı öngörülmekte ve özellikle gelişmiş ülkeler bu sektöre ciddi destekler sağlamaktadır. Bu konuda ARGE yatırımlarına büyük önem verilmektedir. Dolayısıyla endüstriyel enerji ağaçlandırmalarının yaygınlaştırılması bir zorunluluk olarak karşımıza çıkabilecektir. Biyoenerji üretiminde kullanılacak odun hammaddesi, diğer orman ürünleri sanayi kuruluşlarının kullanmadığı standartlardaki çok ince çaplı emval, odun artığı vb. niteliktedir. Bu nedenle, dikim aralıkları daha da daraltılarak ve dolayısıyla idare süreleri (2-5 yıl) daha da kısaltılarak, enerji sektörünün talebine uygun kitlesel odun

hammaddesi üretim modellerinin geliştirilmesi söz konusu olabilecektir.

Kavak ağacı odunlarından sağlanabilecek etanol miktarı teorik olarak hesaplanmış ve elde edilen değerler literatür değerleri ile karşılaştırılmış, biyoetanol üretiminde kullanılacak uygun ağaç türlerinin seçiminde, üretim miktarı ve idare süreleri önemli parametreler olarak ortaya çıkmış ve kavak ağacının oldukça yüksek performansa sahip olduğu belirlenmiştir. Teorik biyoetanol verimi ve üretim göstergeleri dikkate alındığında, kavak ağacının biyoetanol üretimi için uygun bir materyal olduğu ortaya konulmuştur (Gürboy vd., 2008). Endüstriyel enerji ağaçlandırmalarının geliştirilmesinde, üretim ve işletme teknikleri bakımından uygun olan kavak cinsi kullanılabilir. Ayrıca kavak yanında söğüt türleri de ülkemiz için önemli fırsatlar sunmaktadır.

Son 50 yılda ülkemizin demografik yapısında önemli değişiklikler olmuştur. Bunun yanında, endüstriyel tarımdaki bilimsel gelişmeler ve yatırımlar, aynı üretim düzeyi için daha az araziye ihtiyaç duyulmasına yol açmaktadır. Anılan nedenlerle, tarım yapılan araziler daralmakta ve bazı tarım arazileri atıl hale gelmektedir. Sonuç olarak, diğer ülkelerdeki gelişmelere paralel olarak, tarım sektörüne nazaran daha az emek yoğun sektör olan "Endüstriyel Ağaçlandırmalar", "Çiftlik Ormancılığı", "Ağaç Tarımı" vb. olarak adlandırılan uygulamaların devreye girmesi beklenmelidir. Kitlesel odun üretim amaçlı bu yatırımların bir bölümünde kavak ve hızlı gelişen ağaç türleriyle tesis edilen endüstriyel ağaçlandırmaların yaygınlaşması kaçınılmazdır. Gelişme potansiyeli bulunan sektör için stratejik kararlar alınması, mevzuatta düzenlemeler yapılması ve ülkemize özgü teknik ve finansal modellerin geliştirilmesi gerekmektedir.

#### 4.1. Endüstriyel kavak ağaçlandırma yatırımlarının değerlendirilmesinde ölçüt seçimi

Odun üretim amaçlı ormancılık çalışmalarının sürdürülebilirliği, gerçekleşecek üretim düzeyine ve ticari başarıya bağlıdır. Dolayısıyla seçilen amaca uygun olarak, ağaç türünün veya klonunun, sıklığının ve idare sürelerinin isabetli belirlenmesi gerekmektedir. Ormancılık ve ağaçlandırma yatırımlarının ticari açıdan değerlendirilmesinde NBD ve İKO ölçütleri ön plana çıkmaktadır. Aynı ağaç türü (kavak klonu), bonitet sınıfı ve dikim aralığı için, NBD ve İKO değerleri farklı yıllarda en yüksek düzeye ulaşmakta ve dolayısıyla birbirinden farklı idare süreleri belirlenmektedir. Bu nedenle, odun üretim amaçlı ormancılık yatırımlarının ticari kârlılık açısından değerlendirilmesinde, ölçüt seçimi büyük önem taşımaktadır. Her iki ölçüt de kendi içerisinde olumlu ve olumsuz yanları barındırmaktadır.

Faiz oranının seçimi NBD ölçütünün zayıf noktalarından birisidir. Ormancılık ve ağaçlandırma çalışmaları uzun bir yatırım ve işletme süresini zorunlu kıldığı için, bir idare süresi içerisinde faiz oranları değişiklik gösterebilmektedir.

NBD ölçütüne göre yapılan ekonomik analizlerde, faiz oranı %8 olarak alınmıştır. Ancak, faiz oranındaki değişimlerin idare süresi üzerindeki etkilerini görmek amacıyla, 3 farklı faiz oranıyla (%6, %10 ve %12) NBD ve en yüksek olduğu yıllar, yani idare süreleri belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, faiz oranı değiştiğinde NBD'nin en yüksek olduğu yılların ve idare sürelerinin değiştiği görülmüştür. Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgulara



göre, NBD'nin hesabında kullanılan faiz oranı yükseldikçe idare süreleri kısalmaktadır. NBD'nin hesabında kullanılan faiz oranı İKO'ya yaklaştıkça, NBD'ye göre belirlenen idare süresi, İKO ile belirlenen idare süresine yaklaşmaktadır (Çizelge 18). NBD'nin hesabında İKO'nun kullanılması durumunda, her iki ölçüt için de aynı idare süreleri elde edilecektir. NBD'nin hesabında faiz oranı sıfır alındığında ise, meşcere hacmi ve dolayısıyla toplam gelir her yıl arttığı için, NBD de artacaktır. Böyle bir durumda, en yüksek NBD düzeyine, toplam meşcere hacminin azalmaya başladığı yılda, yani biyolojik idare süresi sonunda ulaşılmış olacaktır. Oysa, İKO ölçütünde bir faiz oranı belirlenmeye çalışıldığı için, idare sürelerinde değişim söz konusu değildir.

NBD ve İKO eğrileri, odun üretimi miktarı açısından hacim artımları ile karşılaştırıldığında, genel ortalama artım (GOA) ve yıllık cari artım (YCA) eğrilerine benzemektedir. GOA eğrisi NBD eğrisine ve YCA eğrisi ise, İKO eğrisine paralellik göstermektedir. Büyüme kanuniyetlerine göre, YCA eğrisi hızla artmakta, GOA'dan önce en yüksek düzeye ulaştıktan sonra hızla düşmekte ve GOA'nın en yüksek olduğu yaşta GOA eğrisiyle kesişmektedir. GOA, yayvan görünümlü çan eğrisi şeklinde bir gelişim göstermektedir (Şekil 2). Elde edilen brüt para hasıllarının gelişimi de toplam meşcere hacim gelişimine karşılık gelmektedir (Şekil 3).

Odun üretim amaçlı bir yatırımda, İKO'dan daha düşük bir oranın kullanıldığı NBD hesabına göre idare süresinin belirlenmesi durumunda, idare süreleri daha uzun belirlenmiş olmaktadır. Üstelik bu yol izlendiği takdirde, yapılan yatırımın kârlılık oranının daha düşük olması göze alınmaktadır. Örneğin, I. bonitet sınıfı, 4,5m<sup>2</sup>/ağaç sıklık ve 89.M.060 klonunda, en yüksek İKO %30,32 olup idare süresi 6 yıldır. Fakat en yüksek NBD değerine 10. yılda ulaşılmaktadır (Çizelge 16, İKO %23,05). Anılan yatırım seçeneğinde idare süresinin 10 yıl olarak belirlenmesi durumunda, 4 yıl boyunca daha düşük bir oranda kârlılığa razı olunmaktadır.

NBD ölçütü ile kitlesel odun üretim amaçlı endüstriyel ormancılık ve ağaçlandırma yatırımlarının değerlendirilmesinde, değişik faiz oranlarına göre farklı idare süreleri belirlenmektedir. Bunun yanında, İKO ile belirlenenden daha uzun olan idare süreleri nedeniyle, yatırımın kârlılık oranı daha düşük olmaktadır. Bu nedenlerle, odun üretim amaçlı ormancılık yatırımlarının değerlendirilmesinde İKO ölçütü kullanılmalıdır.

#### 4.2. İdare sürelerinin belirlenmesi

Orman işletmeciliğinde idare süresi, aynı yaşlı ve maktalı ormanlarda, meşcerenin tesisinden hasadına kadar geçen üretim süresidir (Eraslan, 1982). Daşdemir (2013) ise idare süresini; "bir ormanı planlarken üretim düzeyinden başlayarak, para hasılatına, masraflara, iş yoğunluğuna, ürünün arzına ve fiyatına, üretim riskine ve işletmenin kârlılığına kadar bir dizi faktöre çok yönlü etkileri olan bir planlama aracı" olarak tanımlamaktadır. Ok (1997) ise, idare süresinin sadece bir işletme sınıfına ilişkin değerlendirilmesini, alınan kararın işletmenin tamamını ilgilendirdiğini, bu nedenle de idare süresinin her bir işletme sınıfına göre ayrı ayrı, fakat işletmenin tamamı için geçerli ekonomik ve sosyal sonuçlar göz önünde bulundurularak belirlenmesi gerektiğini belirtmektedir. Ormancılıkta işletme amaçları, işlevleri ve değişik niteliklere göre, tek bir

idare süresinden söz edilmemekte, farklı idare süreleri tanımlanmaktadır. Örneğin teknik, biyolojik, doğal, fiziki veya ekonomik idare süreleri yanında, Türker (2008) ve Daşdemir (2013), sosyo-ekonomik idare süreleri olarak, en yüksek ülke ekonomisi verimliliği idare süresi, en yüksek katma değer idare süresi gibi tanımlamalar yapmışlardır.

İdare süresi değişik fiziki ve ekonomik değişkenlere göre belirlenirken, kesime olgunluk yaşı veya olgunluk yaşı, tek ağaç veya meşcere için söz konusu olmaktadır. Doğal orman alanlarında gerçekleştirilen işletmecilikte süreklilik ilkesi temel alınmaktadır. Ancak, amacı sadece odun hammaddesi üretmek olan kavak ağaçlandırmalarının değerlendirilmesinde, süreklilik ilkesinin her zaman geçerli olmadığı, tek bir amaç ve dönem esas alındığı için, idare süresi ile kesime olgunluk süresi aynı olmaktadır.

Bonitet sınıfı idare süresini etkilemektedir. Bonitet sınıfı, yaşa göre ağaçların büyümeleri, artımları ve bu artımların en yüksek olduğu yaş üzerinde etkili olmaktadır. Bonitet sınıfı değiştikçe idare süresi de değişmektedir. Örneğin aynı işletme amacı, ağaç türü/klonu ve dikim sıklığı için, bonitet sınıfı iyileştikçe idare süresi kısalmaktadır. Ancak, potansiyel bonitet üzerinde etkili olmak olanaksızdır. Toprak kültürlerinde, kullanılan materyal ve yapılması gerekli kültür ve bakım işlemlerinin düzeyine göre aktüel bonitet değişebilmektedir. Örneğin yeterli sulama işlemi yapılmayan bir kavaklığın potansiyel boniteti değişmemesine rağmen, aktüel bonitetinin yüksek olması beklenemez.

Ülkemizde doğal ormanlardaki değişik ağaç türleri için yapılan çoğu hasılat çalışmalarında, ormanın normal sıklık derecelerinde olduğu kabul edilmiş ve sıklık ihmal edilmiştir. Bu nedenle, bonitet sınıflarına göre düzeyi değişmekle birlikte, ağaçların yaşa göre çap büyümesi üzerinde etkili olan sıklık değişkeni dikkate alınmamıştır. Kavak ağaçlandırmalarında yedi farklı dikim sıklığı için "değişken sıklık hasılat tabloları" elde edilmiştir (Birler, 1986). Benzer bir çalışma, yedi farklı dikim aralığına göre *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. ağaçlandırmaları için yapılmıştır (Birler vd., 1995). Yeşil (1992) tarafından, değişik meşcere sıklıklarının dikkate alındığı müdahale görmüş doğal kızılçam meşcereleri için bir hasılat çalışması yapılmıştır.

Meşcere sıklığı, bonitet sınıfında olduğu gibi idare süresini etkilemektedir. Meşcere sıklığı veya ağaçlandırma alanları için dikim aralığı, ağaçların çap gelişimi ve dolayısıyla, hacim artımları ve bu artımların en yüksek olduğu yaş üzerinde etkili olmaktadır. Ağaç başına düşen yaşam alanı daraldıkça, meşcere ortalama çapı azalmakta, daha ince çaplı emval üretilmekte ve fakat birim alandaki ağaç sayısı arttığı için, toplam meşcere hacmi yani toplam üretim düzeyi artmaktadır. Bununla birlikte, ağaçlar arasındaki rekabet nedeniyle, cari çap artımı, geniş dikim aralığı uygulanan meşcerelere nazaran daha erken yaşlarda en yüksek miktarlara ulaştığından fiziki idare süresi kısalmaktadır. Ağaç başına düşen dikim aralığı genişledikçe, ağaçlar arasındaki rekabet giderek azaldığı için, daha kalın çaplı ve kaliteli ürün elde edilmekte, birim alandaki ağaç sayısı azaldığından toplam üretim miktarı düşmekte, hacim artımları daha geç yıllarda en yüksek düzeye ulaşmakta ve fiziki idare süreleri uzamaktadır. Geniş dikim aralıklarındaki kavak ağaçlandırmalarında, bonitet sınıfına göre değişmekle birlikte, idare süreleri 8-15 yıl aralığında olmaktadır. Oysa daha dar dikim aralığının uygulandığı kavak ağaçlandırmalarında, idare süreleri

daha kısa olmakta ve 5-12 yıl aralığında değişmektedir. Çok daha dar dikim aralığı uygulandığı takdirde, 2-5 yıl aralığında değişen idare sürelerinde, örneğin enerji sektörünün talebine uygun çok daha ince çaplı emval üretilebilecektir. Bu nedenle, enerji sektörünün talebine uygun üretim yapabilmek için, bazı biyokütle çalışmaları, dikim sıklığının çok dar ve idare süresinin çok daha kısa olması esasına göre yürütülmüştür (Dillen vd., 2009; Sara vd., 2009).

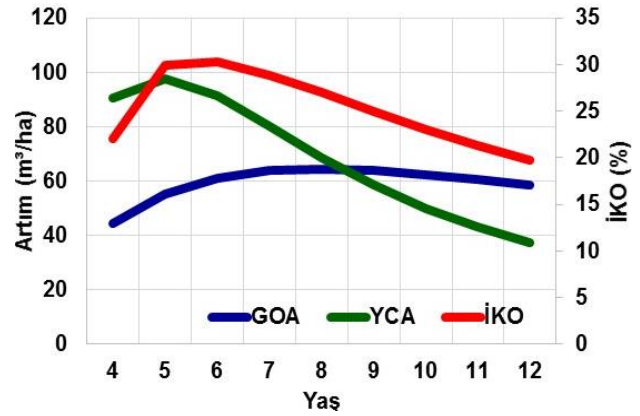
Ormanlık yatırımlarında idare sürelerinin değiştirilmesi konusunda, dikim aralığı değişkeni, çok önemli bir olanak sunmaktadır. Aynı kavak klonu ile değişik dikim aralıklarını kullanarak, 2 yıldan 15 yıla kadar değişen idare sürelerinde, değişik nitelikte odun hammaddesi üretmek kavak işletmeciliği yapma olanağı bulunmaktadır.

Ülkemizdeki odun üretim amaçlı doğal ormanların işletilmesinde, idare süreleri belirlenirken, en yüksek odun hasılatının sağlanması kuramı kapsamında, GOA miktarları ve bunların en yüksek olduğu yaşlar dikkate alınmaktadır. Oysa YCA'nın da idare süresinin üzerindeki etkisinin bilinmesi gerekmektedir. Bonitet sınıfı kötüleştikçe ve dikim aralığı genişledikçe, GOA ve YCA daha sonraki yıllarda en yüksek düzeye ulaşmakta (Birler, 1986, Birler vd., 1995, Birler vd., 1996, Usta, 1985, Usta, 1990, Yeşil, 1992) ve böylece fiziki idare süreleri uzamaktadır. YCA, ekonomi bilimindeki marjinal fiziksel üretim fonksiyonuna benzemektedir (Daşdemir, 2013) ve toplam meşcere hacim fonksiyonunun birinci dereceden türevidir. Dolayısıyla, idare sürelerinin belirlenmesinde GOA dikkate alındığı için, meşcerenin daha erken yaşlarda göstermiş olduğu büyüme ve kârlılık performansı göz ardı edilmiş olmaktadır.

İKO ve YCA sola dayalı olarak gelişim göstermekte ve daha erken yaşlarda hızla en yüksek düzeye ulaşarak yine hızla düşmektedir. GOA ise, İKO ve YCA'nın en yüksek düzeye ulaştığı yaşlardan sonra en yüksek düzeye ulaşmaktadır. 89.M.060 klonu, I. bonitet ve 3,0m x 1,5m (4,5m<sup>2</sup>/ağaç) dikim aralığı için, İKO, YCA ve GOA Şekil 4'te verilmiştir. Böylece, idare süresinin GOA miktarının en yüksek olduğu yaşa göre seçilmesi durumunda, kârlılığın daha düşük olduğu işletmecilik yapılmış olmaktadır (Çizelge 16, 8. yaş).

Bu çalışma kapsamında klonlar, bonitet sınıfları ve dikim aralıkları için, İKO ölçütüne göre belirlenen idare süreleri Çizelge 19'da özetlenmiştir.

Odun üretimine dayalı orman işletmeciliğinin ve özellikle endüstriyel kavak ağaçlandırmalarının ticari yatırımlar olması ve en yüksek düzeyde ekonomik faydanın sağlanması amaçlandığı için, idare sürelerinin belirlenmesinde fiziki ölçütlerin yerine, ekonomik ölçütlerin dikkate alınması daha uygun olacaktır. NBD ölçütünün proje büyüklüğünden etkilenme, faiz oranı seçimindeki zayıflıklar ve daha az kârlılık oranına razı olunması gibi nedenlerle, endüstriyel ağaçlandırma yatırımlarının değerlendirilmesinde kullanılması sakınca oluşturmaktadır. Dolayısıyla, odun üretim amaçlı ormanlık yatırımlarının ticari başarı bakımından değerlendirilmesinde, alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırılmasında ve idare sürelerinin belirlenmesinde, proje büyüklüğünden etkilenmeyen ve faiz oranı seçimi riski taşımayan İKO ölçütünün kullanılması daha uygundur.



Şekil 4. Kavak ağaçlandırmalarında genel ortalama ve yıllık cari artımlar ile İKO gelişimi

Çizelge 19. İKO ölçütüne göre belirlenmiş olan idare süreleri

Dikim aralıkları (m x m)	Bonitet sınıfı	Dikim aralıkları, kavak klonları ve ağaçlandırmaların yaşına göre idare süreleri (Yıl)				
		89.M.060	Samsun	Izmit	I-214	I-45/51
3,0 x 1,5	I	6	6	5	6	8
	II	6	7	6	8	9
	III	8	8	8	9	9
3,0 x 2,0	I	6	6	5	7	8
	II	7	8	7	8	9
	III	8	9	8	10	10
3,0 x 3,0	I	6	8	6	8	8
	II	8	8	8	9	9
	III	9	10	9	11	10
3,0 x 4,0	I	7	8	7	8	8
	II	8	9	8	9	9
	III	9	11	9	11	10
3,0 x 5,0	I	8	8	7	8	8
	II	8	9	8	10	9
	III	10	11	10	12	10

## Açıklama

Bu makale; OGM, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından 2002 – 2019 yılları arasında yürütülen İZT – 357 (5306) numaralı “Dar Dikim Aralıklarında Kurulan Kavak (*P.x euramericana* ve *P. deltoides* Klonları) Ağaçlandırmalarının Hasılatı ve Ekonomisi” adlı araştırma projesi sonuç raporunun bir bölümünün özetinden oluşmaktadır. Makalede atıfta bulunulan özgün hasılat tabloları, şekil ve çizelgeler, araştırma projesi sonuç raporundan elde edilebilir.

## Kaynaklar

- Akkaya, M., Ok, K., Koç, M., Akseki, İ., Akkaş, M. E., 2020. Türkiye’de ithal odun hammaddesinin sektörel kullanımı. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Türkiye Ormanlık Dergisi 21 (3):279 – 293.
- Akkılıç, H., 2019. Farklı bölgelerde, farklı dikim aralıkları ile tesis edilmiş bazı kavak klonlarının teknolojik özellikleri. TMMK IX. Genel Kurul Toplantısı, 17 – 18 Nisan 2019, Afyon.
- Birler, A. S., 1986. “I-214” Melez Kavağı Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, İzmit.
- Birler, A. S., 2010. Türkiye’de Kavak Yetiştirme. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yayını, 223 s., İzmit.
- Birler, A. S., Yüksel, Y., Diner, A. 1989. I-214 Melez Kavak ağaçlandırma Ekonomisi. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 145, İzmit.
- Birler, A. S., Koçar, S., Avcioğlu, E., Diner, A., Gürses, K., Gülbaba, G., 1995. Okalıptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) Ağaçlandırmalarında Hacim ve Kuru Madde Hasılatı. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 171, İzmit.
- Birler, A. S., Diner, A., Koçar, S. 1996. Melez Kavak (*P.x euramericana* (Dode) Guinier cv. “I-214”) Klonunda Kitle Üretimi. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 179, İzmit.
- Bozkurt, A., Daşdemir, İ., Karakaya, S., Şahin, H. A., 2017. Samsun İli Kavak Üreticilerinin Sosyo-Ekonomik Yapısı, Sorunları, Beklentileri ve Çözüm Önerileri. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Proje Sonuç Raporu, İzmit.
- Bozkurt, A., Daşdemir, İ., Karakaya, S., Şahin, H. A., 2018. Sakarya İli Kavak Üreticilerinin İş Doyumunu Etkileyen Faktörler. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Proje Sonuç Raporu, 62 s., İzmit.
- Daşdemir, İ., 2013. Ormanlık İşletme Ekonomisi. ISBN: 978-605-60882-8-5, Bartın Ü. O.F. Yayın No: 10/6, 407 s., Bartın.
- Dedebaş, T., 2019. Ağaç bazlı panel sektörü, tespit ve çözüm yolları. TMMK IX. Genel Kurul Toplantısı, 17 – 18 Nisan 2019, Afyon.
- Dillen, S., Maron, N., Sabatti, M., 2009. Relationships among productivity determinants in two hybrid poplar families grown during tree years at two contrasting sites. Tree Physiology 31 – 13.
- Ercan, M., Uluer, K., Selek, F., 2002. Uzaktan Algılama Verilerinden Yararlanılarak, Adapazarı ve Düzce Ovalarında Melez Kavak Dikili Alanların Envanteri. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Müdürlük Yayın No: 232, İzmit.
- Eraslan, 1982. Orman Amenajmanı. İ. Ü. Orman Fak. Yayın No: 3010/318, İstanbul.
- FAO, 2018. Yearbook of Forest Products, 2012 – 2016. ISBN 978-92-5-130642-0, ISSN: 1020-458X, FAO, 358p, Rome.

- FAO, 2019. Yearbook of Forest Products, 2013 – 2017. ISBN 978-92-5-131717-4, ISSN: 1020-458X, FAO, 436p, Rome.
- Geray, U., 1986. Planlama. İstanbul Üniv. Orman Fak., Yüksek Lisans Ders Notları, İstanbul, 118s.
- Geray, U., 1991. Ekonomi. İ. Ü. Yayın No: 3633, Orman Fak. Yayın No: 408, ISBN 975-404-209-8, İstanbul.
- Gürboy, B., Bayramoğlu, M., Koçer, S., 2008. Türkiye’de lignoselülozik biyokütle kaynağı olarak kavağın biyoetanol potansiyelinin değerlendirilmesi. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES’2008 17-19, Aralık 2008, İstanbul.
- Kara, M. S., 2017. Farklı klon ve sıklıklardaki kavak ağaçlandırmalarının ekonomik analizi. İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 106 s., İstanbul.
- Karakaya, S., 2010. Sakarya İli Kavak Üreticilerinin Sosyo-Ekonomik Yapısı ve Başarı Düzeylerini Etkileyen Faktörler. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:209, 126 s., İzmit.
- Koçer, S., 1999. Ülkemizde Kavakçılığın Geliştirilmesinde Yeni Finansman Olanakları. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 190, İzmit.
- Koçer, S., 2006. Endüstriyel ağaçlandırma yatırımlarının önemi, gerekliliği ve mali analizi (Sahil Çamı örneği). Ormanlıkta Sosyo – Ekonomik Sorunlar Kongresi, 26 – 28 Mayıs 2006, Çankırı.
- Koçer, S. Şener, G., Kara, S. M., 2020. Dar Dikim Aralıklarında Kurulan Kavak (*P.x euramericana* ve *P. deltoides* Klonları) Ağaçlandırmalarının Hasılatı ve Ekonomisi. Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu, Proje No: İZT-357(5306)/2002-2019, İzmit.
- OGM, 2019. 2019 Yılı Birim Fiyatları <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Sayfalar/Mevzuat/Talimatlar.aspx>, Erişim: 22.10.2019.
- Ok, K., 1997. Aynıyaşlı ormanlarda kesim düzeninin ekonomik analizi. İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 228 s., İstanbul.
- Sara, B., Gianni, F., Minotta, G., 2009. Identification of the main environment and cultivation factors affecting biomass productions in short rotation coppice plantations through stepwise regression analysis. 17th Biomass Conference, Volume I: 186-193, Hamburg.
- Tunçtaner, K., 2008. Kavaklarda Genetik İslah ve Seleksiyon. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Çeşitli Yayınlar Serisi No: 19, 268s, İzmit.
- Tunçtaner, K., Tulukçu, M., Toplu, F., 1992. Kavaklarda Yapay Melezleme Çalışmaları (1987 – 1990). Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 1992-2/156, 26s, İzmit.
- Türker, M. F., 2008. Ormanlık İşletme Ekonomisi. ISBN: 978-605-602-95-0-9, Derya Kitabevi, 255 s., Trabzon.
- Uluer, U., Selek, F., Özay, F. Ş., Karakaya, A., 2008. Bazı Kavak Klonlarının Pas Mantarına (*Melampsora allii – populina* Kleb.) Karşı Dirençlerinin Araştırılması. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 207, 25.s, İzmit.
- UNIDO, 1977. Endüstri projelerini değerlendirme el kitabı. (çeviri) Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Teşkilatı (UNDP/UNIDO) Yayın No: 77/01, Ankara.142 s.
- Usta, H. Z., 1985. *Populus x euramericana* (Dode) Guinier cv “I-214” Melez Kavak Klonunda Dikim Aralıkları Denemeleri. Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yıllık Bülten No: 21, s. 135 – 179, İzmit.
- Usta, H. Z., 1990. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 219.
- Yeşil, A., 1992. Değişik sıklık ve bonitetdeki Kızılcım meşcerelerinin yaşa göre gelişimi. Doktora Tezi, İstanbul.

## Elazığ ili Karakoçan ilçesi Bulgurcuk köyü merasının botanik kompozisyonu ile mera durumu ve sağlığının belirlenmesi

Erdal Çaçan<sup>a,\*</sup> , Hamza Balkan<sup>b</sup> 

**Özet:** Bu çalışma Elazığ ili Karakoçan İlçesi Bulgurcuk köyü merasının botanik kompozisyonu ile mera durumu ve sağlığının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Mera alanında 15 familyaya ait 39 bitki türü tespit edilmiş olup, bitki ile kaplı alan oranı %91.7 olarak hesaplanmıştır. Botanik kompozisyonda baklagillerin oranı %15.6, buğdaygillerin oranı %61.6 ve diğer familya bitkilerinin oranı %22.8 olarak belirlenmiştir. Merada baskın türlerin sırasıyla *Aegilops triuncialis* (%35.80), *Trifolium campestre* (%14.56), *Hordeum bulbosum* (%9.49), *Taeniatherum caput-medusae* (%5.49) ve *Gundelia tournefortii* (%4.65) olduğu tespit edilmiştir. Mera durumu “zayıf” olarak belirlenmiştir. Merada bulunan bitkilerin büyük çoğunluğunun istilacı nitelikte olması (%84.7), botanik kompozisyonda azalıcı (%5.8) ve çoğaltıcıların (%9.5) düşük olması ve mera durumunun zayıf olarak belirlenmesi mera alanının ıslaha ihtiyacı olduğu sonucunu doğurmuştur. Merada münavebeli otlama sistemine geçilmesi, meranın gübrelenmesi ve mera üzerindeki baskının azaltılması amacıyla meradan yararlanan köy sakinlerinin yem bitkileri yetiştiriciliği üretimine teşvik edilmesi tavsiye edilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Elazığ meraları, Botanik kompozisyon, Mera durumu, Baskın türler

## Determination of botanical composition, pasture status and health of Elazığ province Karakoçan district Bulgurcuk village pasture

**Abstract:** This study was carried out to determine the botanical composition, pasture status and health of Elazığ province Karakoçan district Bulgurcuk village pasture. 39 plant species belonging to 15 families were identified in the pasture area, and the ratio of plant covered area was calculated as 91.7%. In the botanical composition, the rate of legumes was 15.6%, the rate of grasses was 61.6% and the rate of other family plants was determined as 22.8%. The dominant species in the pasture were *Aegilops triuncialis* (%35.80), *Trifolium campestre* (%14.56), *Hordeum bulbosum* (%9.49), *Taeniatherum caput-medusae* (%5.49) and *Gundelia tournefortii* (%4.65). Pasture status was determined as “weak”. The fact that most of the plants in the pasture are invasive (%84.7), the rate of decreaser (%5.8) and increaser (%9.5) plants in the botanical composition are low and the pasture situation is weak, has led to the conclusion that the pasture area needs improvement. It is recommended that the pasture be fertilized, alternating grazing system should be adopted in the pasture and the villagers who benefit from the pasture should be encouraged to produce forage crops in order to reduce the pressure on the pasture.

**Keywords:** Elazığ pastures, Botanical composition, Pasture status, Dominant species

### 1. Giriş

Ülkemizde hayvanların ihtiyacı olan kaba yemler esas itibarıyla üç ana kaynaktan sağlanmaktadır. Bunlardan ilki çayır-mera ve yaylalardan biçilen veya otlatılan otlar, ikincisi, tarla tarımı içinde yetiştirilen yonca, korunga, fiğ vb. yem bitkilerinden elde edilen otlar, üçüncüsü ise tarla tarımında taneleri ayrıldıktan sonra geriye kalan çeşitli bitki artıklarıdır (Avcıoğlu vd., 2009).

Bu kaynakların birincisi olan çayır ve meralar genellikle doğal yollarla, kendine özgü arazilerde oluşan, çok yıllık otsu bitki topluluklarıdır. Bitki örtüleri sıralı değişimler sonucunda teşekkül etmekte, gelişme aşamalarında toprak ve bitki birlikleri değişerek, o koşulların en iyi bitki topluluğu olan “doruk bitki örtüsü” yani “klimaks vejetasyon” oluşmaktadır. Hangi aşamada olursa olsun bütün

vejetasyonlar çevre faktörlerinin etkisi altında, yararlanma tarzına bağlı olarak zaman içinde bu üstün yeteneğini kaybedebilmektedir (Altın vd., 2011a).

Gerek dünya gerekse ülkemiz genelinde ağır otlama ve kuraklık başta olmak üzere birçok olumsuz faktörün etkisi altında olan çayır mera alanları, verim ve kaliteleri gittikçe düşme eğilimi göstermektedir. Mera alanlarının tekrar verimli hale gelebilmesi ancak yapılacak ıslah çalışmaları ve uygun otlama sistemleri ile mümkündür.

Uygun ıslah ve otlama sistemini belirlemeden önce mera alanlarının botanik kompozisyon, mera durumu ve sağlığının tespit edilmesi gerekmektedir. Mera durumu, meraların klimaks vejetasyona ne kadar yakın veya ne kadar uzak olduğunun bir ölçüsü olarak kabul edilmektedir (Gökkuş vd., 2009). Mera sağlığı ise meranın ekolojik işlevlerini yerine

✉ <sup>a</sup> Bingöl Üniversitesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bingöl

<sup>b</sup> Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bingöl

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): ecacan@bingol.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 29.06.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.09.2021



**Citation** (Atıf): Çaçan, E., Balkan, H., 2021. Elazığ ili Karakoçan ilçesi Bulgurcuk köyü merasının botanik kompozisyonu ile mera durumu ve sağlığının belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 271-276. DOI: [10.18182/tjf.958190](https://doi.org/10.18182/tjf.958190)

getirip getirmediğinin ve toprak ile bütünleşmesinin bir ölçüsü olarak kabul edilmektedir (Koç vd., 2003).

Meraların botanik kompozisyonu, mera durumu ve sağlığının belirlenmesi amacıyla gerek bölgemizde ve gerekse de ülkemizde birçok çalışma yürütülmüştür (Çomaklı vd., 2012; Aydın vd., 2014; Çağan ve Başbağ, 2016; Babalık ve Fakir, 2017; Babalık vd., 2019; Seydoşoğlu ve Kökten, 2019).

Elazığ ili Karakoçan ilçesi Bulgurcuk köyü merasının bitki ile kaplı alan, botanik kompozisyon, mera sağlığı ve durumunu tespit etmek ve ihtiyaç olması durumunda uygun otlatma ve ıslah yöntemini belirlemek amacıyla bu çalışma yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Bu araştırma ile ilgili arazi çalışması, Elazığ ili Karakoçan ilçesine bağlı Bulgurcuk köyünün altı farklı mera parselinde yürütülmüştür. Çalışma alanı birinci parsel 258 da, ikinci parsel 158 da, üçüncü parsel 106 da, dördüncü parsel 61 da, beşinci parsel 113 da ve altıncı parsel 197 da olmak üzere toplam 893 da büyüklüğündedir. Arazi çalışması Mayıs 2018'de yürütülmüş olup, mera alanı %10-30 eğime sahip ve ortalama rakımı 1250-1300 m arasındadır (Şekil 1).

Elazığ ilinin uzun yıllar (1938-2020) ortalama sıcaklık değeri 13.1 °C, aylık toplam yağış miktarı ise 416.1 mm'dir (MGM, 2021). En düşük yağışlar temmuz ve ağustos, en yüksek yağışlar mart ve nisan, en düşük sıcaklıklar aralık ve ocak, en yüksek sıcaklıklar ise temmuz ve ağustos aylarında alınmaktadır (Şekil 2).

Araştırmaya konu olan meranın yapılan toprak analizine göre arazi yapısı tınlı, organik madde miktarının orta

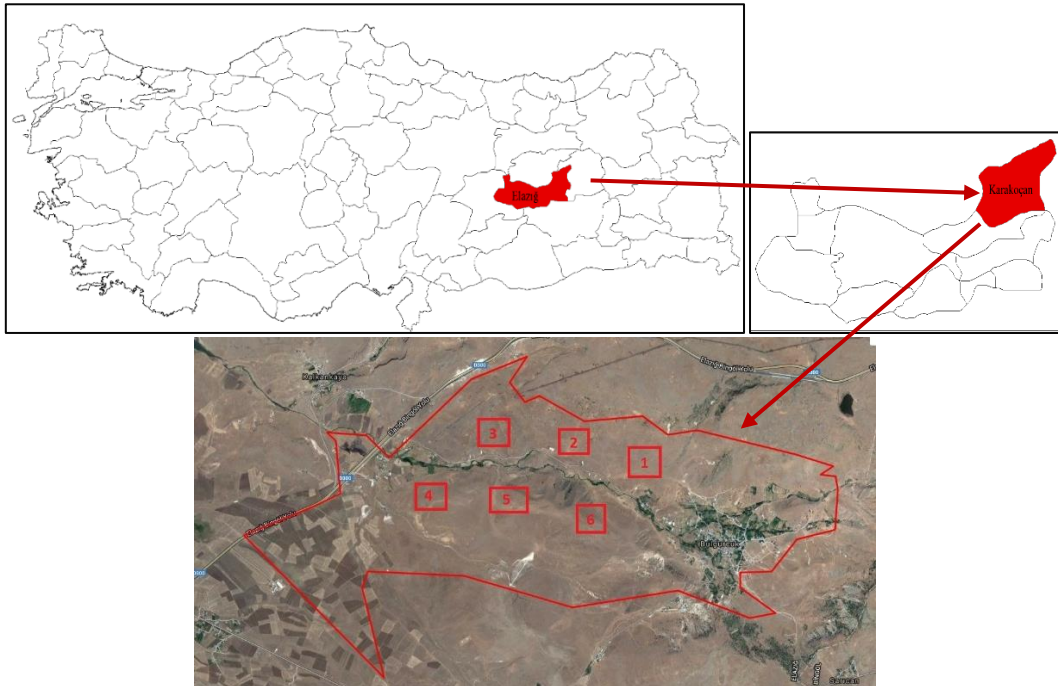
(%2.66), orta tuzlu (%0.87), kireçli (%3.10), potasyum oranı yeterli (45.33 kg/da), fosfor oranı az (4.22 kg/da) ve pH düzeyi ise nötr (7.03) olduğu belirlenmiştir.

### 2.2. Yöntem

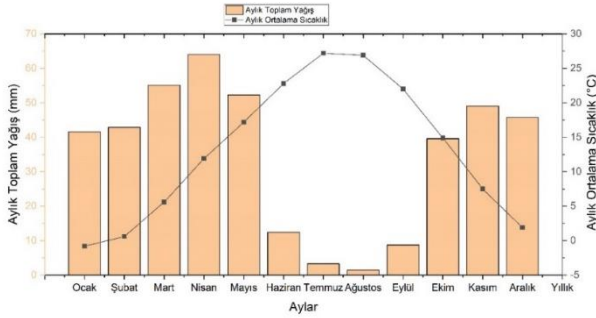
Mera vejetasyon ölçümleri, 893 da mera alanının altı farklı parselinde Mayıs 2018'de yapılmıştır. Vejetasyon ölçümlerinde "lup" yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, araştırmacılar tarafından ülkemizin farklı bölgelerinde ve farklı zamanlarda uygulanmıştır (Uzun vd., 2016; Çınar vd., 2019; Seydoşoğlu vd., 2019).

Her mera parselinde 20 m'lik 4 lup hattında ölçüm yapılmıştır. Vejetasyon çalışmasında rastlanan bitkilerin tanımlanamayanlarına birer numara verilmek suretiyle örnekler alınmıştır. Alınan örneklerin teşhis edilmesi, familyalarının ve gruplarının belirlenmesi, Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri (Serin, 2008) isimli eserden yararlanılarak yapılmıştır. Her parseldeki dört lup hattında saptanan bitki ile kaplı alan yüzdelere ortalaması, söz konusu parseldeki bitki ile kaplı alan yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Her lup hattında karşılaşılan bitki türleri buğdaygil, baklagil ve diğer familya bitkileri olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Bu bitki gruplarının oranları toplam bitki ile kaplı alan oranına bölünerek söz konusu grupların botanik kompozisyonundaki oranları hesaplanmıştır.

Baskın türler, türlerin botanik kompozisyona katılma oranları esas alınarak belirlenmiştir (Çağan vd., 2014; Çağan ve Başbağ, 2016). Mera durumunun belirlenmesinde azalıcıların tamamı, çoğaltıcıların ise sadece %20'si dikkate alınmıştır (Altın vd., 2011b). Mera durumu ve sağlık sınıflandırılması Çizelge 1'e göre belirlenmiştir (Koç vd., 2003).



Şekil 1. Bulgurcuk köyü merasının lokasyonu



Şekil 2. Elazığ ilinin aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış miktarı (MGM, 2021)

Çizelge 1. Mera durumu ve sağlığının sınıflandırılması

Mera durum sınıflaması		Mera sağlığı sınıflaması	
Hesaba katılan türlerin oranı (%)	Durum sınıfı	Toprağı kaplama oranı (%)	Sağlık sınıfı
76-100	Çok İyi	>70	Sağlıklı
51-75	İyi	55-70	Riskli
26-50	Orta	55	Sorunlu
0-25	Zayıf		

Elde edilen verilere tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizi uygulanmıştır. Bitki ile kaplı alan ve botanik kompozisyon değerleri homojen bir dağılım göstermedikleri için açılı transformasyon uygulandıktan sonra varyans analizi yapılmıştır. Grupların ortalaması LSD testi ile karşılaştırılmıştır (JMP, 2018).

### 3. Bulgular ve tartışma

#### 3.1. Bitki ile kaplı alan ve botanik kompozisyon

Bulgurcuk köyü merasında 15 familyaya ait 39 bitki türü tespit edilmiştir. Bunlardan 4 tanesi baklagiller, 11 tanesi buğdaygiller ve geriye kalan 24 tanesinin diğer familya bitkilerine ait olduğu görülmüştür. Merada altı bitki türünün azalıcı (*Onobrychis* sp., *Alopecurus arundinaceus*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus* sp., *Koeleria cristata*, *Sanguisorba minor*), iki bitki türünün çoğalıcı (*Hordeum bulbosum*, *Poa bulbosa*) ve geriye kalan 31 adet bitki türünün de istilacı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Mevcut çalışmaya benzer olarak Isparta Sütçüler'de yapılan bir çalışmada; 23 familyaya ait 106 bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu bitkilerin 8 tanesi azalıcı, 17 tanesi çoğalıcı ve 81 tanesi istilacı tür olarak belirlenmiştir (Babalık vd., 2021).

Bulgurcuk köyü merası altı parsel olarak incelenmiştir. Bitki ile kaplı alan, botanik kompozisyonda baklagillerin, buğdaygillerin ve diğer familya bitkilerinin oranları parseller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ( $P<0.01$ ) gösterdiği görülmüştür. Parsellerin bitki ile kaplı alan oranları %84.8-95.8 arasında değişim göstermiş ve

ortalaması %91.7 olarak belirlenmiştir. Bitki ile kaplı alan en yüksek değerini ikinci, üçüncü, beşinci ve altıncı parsellerde, en düşük değerini de birinci parselde vermiştir. En düşük bitki ile kaplı alan oranının birinci parselde tespit edilmesinin muhtemel nedeni, birinci parselin köye yakın olmasıdır. Birinci parsel köye yakın olduğu için otlama bu parselde diğerlerine göre biraz daha fazla yapılmıştır (Çizelge 2, 3).

Bulgurcuk köyü merasında en yüksek baklagil oranları ile en düşük buğdayıl oranları birinci ve altıncı parsellerde, en düşük baklagil oranı ile en yüksek buğdaygil oranı da ikinci parselde belirlenmiştir. Bunun muhtemel nedeni birinci ve altıncı parsellerin köy yerleşim yerine yakın olması ile ilgilidir. Köyde daha çok büyükbaş hayvan yetiştiriciliği yapılmaktadır. Büyükbaş hayvanlar daha çok yüzeysel bir şekilde otlama gerçekleştirmektedirler. Dolayısıyla büyükbaş hayvanlar buğdaygilleri daha çok, baklagilleri de daha az otlatırlar. Bu nedenle köye yakın olan birinci ve altıncı parsellerde buğdaygillerin oranında azalma, baklagillerin oranında artma söz konusu olmuştur. Diğer familya bitkileri, en düşük değerlerini ikinci ve dördüncü parsellerde vermiştir. İkinci parselde yoğun bir şekilde bulunan ve istilacı nitelikteki *Aegilops triuncialis* türünün varlığından dolayı, ikinci parselde buğdaygil oranı çok yüksek ve diğer familya bitkileri oranı da çok düşük olarak elde edilmiştir. Aynı durum dördüncü parselde de söz konusudur. *Aegilops triuncialis* türü genel olarak merada en çok bulunan tür olmasına rağmen, yoğunluğun ikinci ve dördüncü parsel de daha fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 2, 3).

Bulgurcuk köyü merasının botanik kompozisyonunda baklagillerin oranı %15.6, buğdaygillerin oranı %61.6, diğer familya bitkilerinin oranı %22.8, azalıcıların oranı %5.8, çoğalıcıların oranı %9.5 ve istilacı bitkilerin oranı ise %84.7 olarak tespit edilmiştir (Şekil 3).

Ülkemizde yapılan çalışmalara bakıldığında, farklı bölgelerde farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir. Amasya ilindeki meraların vejetasyon yapısının incelendiği çalışmada bitki ile kaplı alan %77.8, baklagillerin oranı %22.8, buğdaygillerin oranı %41.8, diğer familya bitkilerinin oranı %35.4, azalıcıların oranı %18.1, çoğalıcıların oranı %28.4 ve istilacı türlerin oranı %53.5 olarak tespit edilmiştir (Yavuz vd., 2012). Bartın ili meralarının incelendiği bir çalışmada bitki ile kaplı alan oranı %93.57, azalıcıların oranı %15.52, çoğalıcıların oranı %15.59 ve istilacıların oranı %68.89 olarak tespit edilmiştir (Uzun vd., 2016). Antalya ilindeki bazı meraların incelendiği çalışmada bitki ile kaplı alan oranı %71.9-95.1, baklagillerin oranı %22.1, buğdaygillerin oranı %19.3, diğer familya bitkilerinin oranı %58.5, azalıcı türlerin oranı %11.9, çoğalıcı türlerin oranı %5.6 ve istilacı türlerin oranı ise %58.5 olarak tespit edilmiştir (Öten vd., 2016). Isparta ilinde yapılan bir çalışmada, buğdaygillerin oranı %46.5, baklagillerin oranı %31.2 ve diğer familya bitkilerinin oranı %22.5 olarak tespit edilmiştir (Babalık vd., 2019).

Çizelge 2. Bulgurcuk köyü merasının farklı kesimlerinde tespit edilen bitki türleri, bitki ile kaplı alan ve botanik kompozisyon değerleri (%)

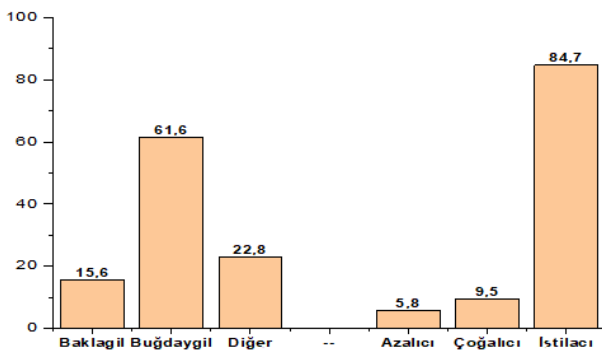
Familyası	Tür Adı	1.Parsel		2.Parsel		3.Parsel		4.Parsel		5.Parsel		6.Parsel	
		BKA	BKO	BKA	BKO	BKA	BKO	BKA	BKO	BKA	BKO	BKA	BKO
Fabaceae	<i>Astragalus hamosus</i> L.	0.50	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fabaceae	<i>Medicago rigidula</i> (L.) All.	0.50	0.59	2.00	2.09	0.50	0.53	0.00	0.00	1.75	1.89	0.00	0.00
Fabaceae	<i>Onobrychis</i> sp.*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.27	0.25	0.26
Fabaceae	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.	20.25	23.89	3.50	3.66	9.75	10.32	15.25	17.43	6.25	6.74	24.00	25.33
	Toplam	21.25	25.07	5.50	5.74	10.25	10.85	15.25	17.43	8.25	8.89	24.25	25.59
Poaceae	<i>Aegilops cylindrica</i> Host	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.29	0.50	0.54	0.00	0.00
Poaceae	<i>Aegilops triuncialis</i> L.	27.00	31.86	43.00	44.91	40.00	42.33	41.75	47.71	21.75	23.45	23.25	24.54
Poaceae	<i>Alopecurus arundinaceus</i> Poir.*	0.00	0.00	11.25	11.75	0.25	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Poaceae	<i>Alopecurus</i> sp.*	0.25	0.29	0.75	0.78	0.00	0.00	0.50	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00
Poaceae	<i>Bromus danthoniae</i> Trin.	0.00	0.00	20.50	21.41	0.00	0.00	0.25	0.29	0.50	0.54	0.00	0.00
Poaceae	<i>Bromus squarrosus</i> L.	0.75	0.88	0.25	0.26	0.50	0.53	1.75	2.00	0.25	0.27	4.25	4.49
Poaceae	<i>Dactylis glomerata</i> L.*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.27	0.00	0.00
Poaceae	<i>Hordeum bulbosum</i> L.**	3.00	3.54	0.00	0.00	11.50	12.17	10.75	12.29	18.75	20.22	8.25	8.71
Poaceae	<i>Koeleria cristata</i> (L.) PERS.*	2.75	3.24	0.25	0.26	4.75	5.03	0.75	0.86	1.50	1.62	7.75	8.18
Poaceae	<i>Poa bulbosa</i> L.**	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00
Poaceae	<i>Taeniatherum caput-medusae</i> (L.) Nevski	2.00	2.36	9.25	9.66	0.25	0.26	2.50	2.86	16.00	17.25	0.50	0.53
	Toplam	35.75	42.18	85.25	89.03	57.25	60.58	58.75	67.14	59.50	64.15	44.00	46.44
Asteraceae	<i>Anthemis cretica</i> L.	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.06	0.75	0.86	0.50	0.54	2.25	2.37
Asteraceae	<i>Carduus</i> sp.	0.25	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Asteraceae	<i>Centaurea</i> sp.	2.75	3.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.57	0.00	0.00	17.75	18.73
Asteraceae	<i>Chardinia orientalis</i> (L.) Kuntze	0.00	0.00	0.25	0.26	0.00	0.00	0.25	0.29	0.50	0.54	0.00	0.00
Asteraceae	<i>Crepis sancta</i> (L.) Bormm.	11.25	13.27	0.00	0.00	3.50	3.70	1.00	1.14	0.00	0.00	0.25	0.26
Asteraceae	<i>Crepis</i> sp.	2.25	2.65	0.25	0.26	5.00	5.29	0.25	0.29	1.25	1.35	0.00	0.00
Asteraceae	<i>Gundelia tournefortii</i> L.	5.00	5.90	0.50	0.52	8.00	8.47	5.50	6.29	5.25	5.66	1.00	1.06
Asteraceae	<i>Senecio</i> sp.	0.00	0.00	0.25	0.26	0.25	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Boraginaceae	<i>Anchusa officinalis</i> L.	0.25	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.27	0.00	0.00
Boraginaceae	<i>Nonea</i> sp.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00
Brassicaceae	<i>Brassica elongata</i> Ehrh.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Brassicaceae	<i>Camelina rumelica</i> Velen.	0.00	0.00	0.50	0.52	0.00	0.00	0.25	0.29	0.25	0.27	0.00	0.00
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dipsacaceae	<i>Scabiosa argentea</i> L.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.71	11.75	12.67	0.00	0.00
Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50	2.65	0.25	0.29	0.00	0.00	1.75	1.85
Lamiaceae	<i>Thymus kotschyanus</i> Boiss. & Hohen.	0.00	0.00	0.25	0.26	0.00	0.00	0.25	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00
Liliaceae	<i>Ornithogalum narbonense</i> L.	0.00	0.00	0.25	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Papaveraceae	<i>Papaver dubium</i> L.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00
Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i> sp.	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rosaceae	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.57	0.50	0.54	0.00	0.00
Rubiaceae	<i>Galium</i> sp.	1.50	1.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.58	0.50	0.54	0.25	0.26
Rutaceae	<i>Haplophyllum</i> sp.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.57	3.25	3.50	2.25	2.37
Umbelliferae	<i>Eryngium campestre</i> L.	0.75	0.88	0.50	0.52	0.25	0.26	0.50	0.57	1.00	1.08	1.00	1.06
Valerianaceae	<i>Valeriana alliariifolia</i> Vahl	3.75	4.42	2.25	2.35	3.75	3.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Toplam	27.75	32.74	5.00	5.22	27.00	28.57	13.50	15.44	25.00	26.96	26.50	27.97
	Genel toplam	84.75	100.00	95.75	100.00	94.50	100.00	87.50	100.01	92.75	100.00	94.75	100.00

\*: Azalıcı, \*\*: Çoğaltıcı, BKA: Bitki ile kaplı alan, BKO: Botanik kompozisyon

Çizelge 3. Bulgurcuk köyü merasında bitki ile kaplı alan ve botanik kompozisyon oranları (%)

Mera parselleri	Bitki ile kaplı alan	Botanik kompozisyon		
		Baklagil	Buğdaygil	Diğer familya
1.Parsel	84,8 c	25,1 a	42,2 c	32,7 a
2.Parsel	95,8 a	5,7 d	89,0 a	5,2 c
3.parsel	94,5 a	10,8 c	60,6 b	28,6 a
4.Parsel	87,5 bc	17,4 b	67,1 b	15,4 b
5.Parsel	92,8 ab	8,9 c	64,1 b	26,9 a
6.Parsel	94,8 a	25,6 a	46,4 c	28,0 a
Ortalama	91,7	15,6	61,6	22,8
Önem	**	**	**	**
CV (%)	5.10	9.37	8.27	8.94

\*\*: P&lt;0.01, CV: Coefficient of variation (değişim katsayısı)



Şekil 3. Bulgurcuk merasında bulunan bitki gruplarının botanik kompozisyonundaki oranları (%)

## 3.2. Mera durumu ve sağlığı

Mera durumunda dikkate alınan azalıcı ve çoğaltıcıların oranı ortalama 7.1-22.7 arasında değişim göstermiş ve ortalaması 15.3 olarak belirlenmiştir. Çizelge 1 dikkate alınarak yapılan değerlendirmede tüm mera parsellerin “zayıf mera” niteliğinde olduğu anlaşılmaktadır. Merada bitki ile kaplı alan oranı yüksek olduğu için Bulgurcuk köyü merası, mera sağlığı sınıflamasında “sağlıklı mera” sınıfında yer almıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Bulgurcuk köyü merasında hesaba katılan türlerin oranı, mera durumu ve sağlığı

Mera parselleri	Hesaba katılan türlerin oranı (%)	Mera durumu	Mera sağlığı
1.Parsel	7.1	Zayıf	Sağlıklı
2.Parsel	12.8	Zayıf	Sağlıklı
3.Parsel	17.5	Zayıf	Sağlıklı
4.Parsel	14.6	Zayıf	Sağlıklı
5.Parsel	22.7	Zayıf	Sağlıklı
6.Parsel	17.2	Zayıf	Sağlıklı
Ortalama	15.3	Zayıf	Sağlıklı

Aynı yöntem kullanılarak Amasya ili meralarında yürütülen bir çalışmada genel olarak meraların durumu orta ve mera sağlığı sınıflamasına göre de meraların sağlıklı sınıfta olduğu belirlenmiştir (Yavuz vd., 2012). Yine aynı yöntemle Antalya ilinde yürütülen bir çalışmada mera durumunun bazı meralarda zayıf, bazı meralarda orta olarak tespit edildiği ve mera sağlığı açısından da meraların sağlıklı olduğu sonucuna varılmıştır (Öten vd., 2016). Ancak genel olarak yapılan çalışmalara bakıldığında mera durumunun birçok yerde zayıf mera olduğu sonucu ile karşılaşılmaktadır (Babalık ve Sarıkaya, 2015; Palta ve Genç Lermi, 2018; Seydoşoğlu, 2018; Çınar vd., 2019).

### 3.3. Baskın türler

Merada karşılaşılan türlerin botanik kompozisyona katılma oranları dikkate alındığında, merada yer alan baskın türlerin sırasıyla *Aegilops triuncialis* (%35.80), *Trifolium campestre* (%14.56), *Hordeum bulbosum* (%9.49), *Taeniatherum caput-medusae* (%5.49) ve *Gundelia tournefortii* (%4.65) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Daha önce yapılan bazı çalışmalarda da mera alanındaki baskın türlerin *Gundelia tournefortii* (Tutar ve Kökten, 2018), *Taeniatherum caput-medusae* (Çaçan vd., 2014), *Hordeum bulbosum* (Çınar vd., 2018) ve *Trifolium campestre* (Aydın vd., 2014) olduğu tespit edilmiştir.

## 4. Sonuç

Elazığ ili Karakoçan ilçesi Bulgurcuk köyü merasında 39 bitki türü tespit edilmiştir. Bu türlerin 2'si çoğaltıcı, 6'sı azaltıcı geriye kalan 31 türün istilacı olduğu belirlenmiştir. Her ne kadar bitki ile kaplı alan oranı yüksek olarak belirlenmiş olsa da bu oranı oluşturan bitki türlerinin çoğunluğunun istilacı nitelikte (%84.7) olduğu belirlenmiştir. Bu oran Bulgurcuk merasının klimaks mera niteliğinden ne kadar uzaklaştığının bir ölçüsüdür. Her ne kadar mera sağlığı açısından Bulgurcuk merası, sağlıklı olarak bulunmuş olsa da, mera durumu açısından bakıldığında meranın "zayıf mera" olduğu belirlenmiştir.

Meranın istenilen duruma getirilebilmesi için yapılması gerekenler; merada münavebeli otlama sistemine geçilmesi, bu amaçla çiftçi ve çoban eğitimlerinin verilmesi, meranın gübreleme yoluyla vejetasyon yapısının iyileştirilmesi, mera üzerindeki baskının azaltılması amacıyla Bulgurcuk köyünde hayvancılık ile iştigal eden üreticilere yem bitkileri tohum desteğinin sağlanması ve merada üniform otlatılmanın yapılabilmesi için meranın farklı noktalarına suluk, tuzluk ve bir adet gölgeğinin yerleştirilmesi tavsiye edilebilir.

## Açıklama

Desteklerinden dolayı Elazığ İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Çayır Mera ve Yem Bitkileri Şube Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A., 2011a. Çayır ve Mera Yönetimi 1.Cilt (Genel İlkeler). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A., 2011b. Çayır ve Mera Yönetimi 2.Cilt (Temel İlkeler). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R., Karadağ, Y., 2009. Yem Bitkileri Genel Bölüm Cilt I. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir.
- Aydın, A., Çağan, E., Başbağ, M., 2014. Mardin ili Derik ilçesinde yer alan bir meranın botanik kompozisyonunun belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 2(special issue): 1625-1630.
- Babalık, A.A., Sarıkaya, H., 2015. Isparta ili Zengi merasında ot verimi ve botanik kompozisyonun tespiti üzerine bir araştırma. Türkiye Ormancılık Dergisi, 16(2): 96-101.
- Babalık, A.A., Fakir, H., 2017. Korunan ve otlatılan mera alanlarında vejetasyon özelliklerinin karşılaştırılması: Kocapınar merası örneği. Türkiye Ormancılık Dergisi, 18(3): 207-211.
- Babalık, A.A., Yazıcı, N., Fakir, H., Dursun, I., 2019. Determination of the certain vegetation characteristics of Kızılova forest pasture located in the south of Turkey. Applied Ecology and Environmental Research, 17(1): 521-532.
- Babalık, A.A., Yazıcı, N., Fakir, H., Dursun, I., 2021. Plant diversity of the Kızılova forest gap rangeland in the southern region of Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 30(06B): 7750-7759.
- Çaçan, E., Aydın, A., Başbağ, M., 2014. Korunan ve otlatılan iki farklı doğal alanın botanik kompozisyon açısından karşılaştırılması. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 2(special issue): 1734-1741.
- Çaçan, E., Başbağ, M., 2016. Bingöl ili Merkez ilçesi Yelesen-Dikme köylerinin farklı yöney ve yükseltilerde yer alan mera kesimlerinde botanik kompozisyon ve ot veriminin değişimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53(1): 1-9.
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., İnal, İ., Yücel, C., 2018. Adana ili Tufanbeyli ilçesi meralarının botanik kompozisyonunun belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 7(2): 21-29.
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., Yücel, C., İnal, İ., 2019. Adana ili Tufanbeyli ilçesi meralarının vejetasyon yapısı üzerine bir araştırma. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22(1): 143-152.
- Çomaklı, B., Öner, T., Daşcı, M., 2012. Farklı kullanım geçmişine sahip mera alanlarında bitki örtüsünün değişimi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(2): 75-82.
- Gökkuş, A., Koç, A., Çomaklı, B., 2009. Çayır Mera Uygulama Klavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 142, Erzurum.
- JMP, 2018. A Business Unit of SAS, Pro 14.0.0. USA:SAS Institute.
- Koç, A., Gökkuş, A., Altın, M., 2003. Mera durumu tespitinde dünyada yaygın olarak kullanılan yöntemlerin mukayesesi ve Türkiye için bir öneri. Türkiye 5.Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, Diyarbakır, s. 36-41.
- MGM, 2021. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, <http://www.mgm.gov.tr>.
- Öten, M., Kiremitçi, S., Erdurmuş, C., Soysal, M., Kabaş, Ö., Avcı, M., 2016. Antalya ilindeki bazı meraların botanik kompozisyonunun belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 47(1): 23-30.



- Palta, Ş., Genç Lermi, A., 2018. Bartın ili Kutlubey demirci köyü merasının bazı özelliklerinin belirlenmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 20(2): 352-359.
- Serin, Y., 2008. Türkiye'nin Çayır ve Mera Bitkileri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Çayır, Mera, Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı, Ankara.
- Seydoşoğlu, S., 2018. Bazı doğal mera alanlarının bitki örtüsü özellikleri, mera durumu ve sağlığının belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry Türkiye Ormancılık Dergisi, 19(4): 368-373.
- Seydoşoğlu, S., Kökten, K., 2019. Batman mera vejetasyonlarının bazı özellikleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23(1): 60-68.
- Seydoşoğlu, S., Kökten, K., Saruhan, V., Sevilmiş, U., 2019. Status and health of some natural pastures in southeast anatolia region of Turkey. Range Management and Agroforestry, 40(2): 181-187.
- Tutar, H., Kökten, K., 2018. Bingöl il merkezine bağlı Ormanardı köyü merasının botanik kompozisyonun belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri, 6(1): 13-23.
- Uzun, F., Alay, F., İspirli, K., 2016. Bartın ili meralarının bazı özellikleri. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 3(2): 174-183.
- Yavuz, T., Sürmen, M., Töngel, M.Ö., Avağ, A., Özyayın, K.A., Yıldız, H., 2012. Amasya mera vejetasyonlarının bazı özellikleri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(1): 181-185.

## Isparta ili Yalvaç ilçesi Tokmacık köyü doğal merasında botanik kompozisyonun belirlenmesi

Ahmet Alper Babalık<sup>a,\*</sup>, Okan Kılınç<sup>b</sup>

**Özet:** Bu araştırma, Isparta ili Yalvaç ilçesi Tokmacık köyü sınırlarında bulunan ve ortalama yükseltisi 1223 metre olan doğal mera alanında yürütülmüştür. 2019 yılı vejetasyon döneminde yürütülen çalışmada, bitki ile kaplı alan, botanik kompozisyon, merada yer alan bitki türleri, topraküstü ve toprakaltı biyokütle, mera durumu ve otlama kapasitesi belirlenmiştir. Bu parametrelerin belirlenmesinde transekt ve kuadrat yöntemlerinden yararlanılmıştır. Tokmacık köyü merasında 28 familyaya ait 125 bitki taksonu tespit edilmiştir. Tokmacık köyü merasının bitki ile kaplı alan miktarı % 41.9 olarak tespit edilmiştir. Botanik kompozisyonda buğdaygiller familyasının %49.80, baklagiller familyasının %20.06 ve diğer familyanın %30.14 olduğu ve buğdaygiller familyasının baskın olduğu saptanmıştır. Otlama kapasitesi 52.4 büyükbaş hayvan birimi (BBHB), mera durumu ise orta olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanında topraküstü biyokütle miktarı 284.6 kg/da ve toprakaltı biyokütle miktarı 442.2 kg/da olarak saptanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, mera alanında aşırı otlamadan kaynaklanan bitki örtüsü tahribatından söz etmek mümkündür. Bu durum otlama baskısının azaltılıp, uygun ıslah çalışmaları ile kaliteli bitki örtüsünün artırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Doğal mera, Vejetasyon özellikleri, Botanik kompozisyon, Biyokütle, Tokmacık köyü

## Determination of botanical composition of a Natural Rangeland in Tokmacık village, Yalvaç-Isparta

**Abstract:** This research was carried out on a natural rangeland area with an average elevation of 1223 meters, located within the borders of Tokmacık village in Yalvaç district of Isparta province. In the study carried out in the vegetation period of 2019, the area covered with vegetation, botanical composition, plant species in the rangeland, above-ground and below-ground biomass, rangeland condition and grazing capacity of the rangeland were determined. Transect and quadrat methods were used to determine these parameters. 125 plant taxa belonging to 28 families, were determined in Tokmacık village rangeland. The amount of the area covered with vegetation of the rangeland was determined as 41.9%. In the botanical composition, it was determined that the Poaceae was 49.80%, the Fabaceae was 20.06% and the other family was 30.14%, and the Poaceae was dominant. Grazing capacity was 52.4 animal units, and rangeland condition was determined as medium. The amount of above-ground biomass was determined as 284.6 kg/da and the amount of below-ground biomass was determined as 442.2 kg/da in the study area. According to the results obtained from the study, it is possible to talk about the destruction of vegetation in the rangeland area caused by overgrazing. This situation reveals that grazing pressure should be reduced and quality vegetation should be increased with appropriate breeding studies.

**Keywords:** Natural rangeland, Vegetation characteristics, Botanical composition, Biomass, Tokmacık village

### 1. Giriş

Doğal ve aktif döngü içerisinde işlevsel açıdan vazgeçilmez doğal kaynaklarımızdan olan meralar, bitkiler için biyolojik çeşitlilik ve gen kaynağı olmanın yanı sıra hayvanlara barınak olmakta ve erozyona karşı toprağı korumaktadırlar (Dumlu, 2010). Sürekli bir değişim içerisinde bulunan mera vejetasyonu bazı faktörlerin etkisindedir. Bunlar toprak, iklim, topoğrafya ve diğer organizmalardan oluşmaktadır (Çakmakçı vd., 2002; Altın vd., 2011). Karasal alanlar içerisinde %24 oranında alan kaplayan çayır ve meralar dünya çapında ormanlardan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Bu alanlar önemli miktarda toprak ve su kapasitesine sahiptir ve hayvanlar için önemli bir

kaynaktır. Otlamaya karşı hassas bölgeler, kurak ve yarı kurak mera alanlarının yoğun olduğu kısımlardır. Bu bölgelerin yanlış kullanımlar neticesinde bir süre sonra özelliklerini yitirmeleri ve daha sonra tekrar eski hallerine dönmeleri birçok insan hayatından daha uzun bir süreyi kapsamaktadır (Herbel ve Pieper, 1991; Lauenroth, 1979).

Bir ülkedeki flora çeşitliliği, başta endemik türlerin sayısı olmakla birlikte bitki yayılışı ve yer alan farklı vejetasyon tiplerine sahip olmasıyla anlaşılabilir. Türkiye Güney Batı Asya ve Güney Avrupa arasında flora bağlantısı kurarak ekvatorial ve sub-ekvatorial kuşaklardan sonra en zengin floraya sahip bölgeler arasında yer almaktadır. Meraların geçmişten beri olumlu ve olumsuz kullanımları ile hayvanların vazgeçilmez besin kaynağı olan yem verimi ve

✉ <sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

<sup>b</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta, Türkiye

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): alperbabalik@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 12.08.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 09.09.2021



**Citation** (Atf): Babalık, A.A., Kılınç, O., 2021. Isparta ili Yalvaç ilçesi Tokmacık köyü doğal merasında botanik kompozisyonun belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 277-282. DOI: [10.18182/tjf.982026](https://doi.org/10.18182/tjf.982026)

değeri vejetasyon analizi ile saptanabilmektedir. Aynı zamanda vejetasyon analiz yöntemi toprak ve su koruma özelliklerini de belirlemede oldukça etkilidir (Gökbulak, 2003).

Türkiye’de yıllık kaliteli kaba yem üretimi 38.5 milyon tona denk gelmektedir ve halihazırdaki kaba yem üretimimiz, yaklaşık 15.8 milyon büyükbaş hayvan biriminin (BBHB) 73 milyon ton/yıllık kaba yem ihtiyacını (kuru ot olarak) karşılayamaz durumdadır. Yani bu durum ülkemizde ortalama 34.5 milyon ton kaliteli kaba yem açığının olduğunu göstermektedir (Ak, 2013; Aşçı, 2016). Ülkemizde kaliteli kaba yem kaynağı olan meraların erken ve aşırı otlatma gibi yanlış kullanımları nedeniyle verimlilikleri azalmakta ve bu gibi yanlış kullanımlar neticesinde doğal bitki örtülerini kaybeden meralar erozyon tehdidiyle karşı karşıya kalmaktadırlar (Sayar vd., 2015; Babalık ve Sarıkaya, 2015).

Ülkemizdeki mera alanlarının karşı karşıya olduğu erozyon tehlikesi Isparta yöresi meralarının da sorunu haline gelmiştir. Bunun en büyük nedeni bu yörede de meraların erken ve aşırı otlatılması sonucunda bitki örtüsünün büyük oranda tahrip olmasıdır. Hayvanların yem ihtiyacının önemli kısmını oluşturan meralar bu yörede de yem ihtiyacını karşılayamaz durumdadır. Meraların önemini anlamamızı sağlayan ve gittikçe hassasiyetini arttıran bu büyük tehlikenin ancak yeniden bitkilendirme ve halihazırdaki bitki örtüsünü iyileştirme yöntemleriyle giderilebileceği göz ardı edilemez bir gerçektir (Babalık, 2007).

Bu çalışmanın amacı, Tokmacık köyü merasının vejetasyon özelliklerini (bitkilerinin toprağı kaplama durumları, topraküstü ve toprakaltı biyokütle, mera otlatma kapasitesi, botanik kompozisyon, mera durumu) belirlemektir. Aynı zamanda çalışmanın Tokmacık köyü gibi hayvancılığın önemli olduğu yörelerde, yanlış uygulamalar sebebiyle tehlike altına giren mera alanlarının ıslah çalışmalarına alt yapı oluşturması ümit edilmektedir.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Isparta ili Yalvaç ilçesi sınırlarında yer alan, ortalama yükseltisi 1223 metre, eğimi %12 ve alanı yaklaşık 100 hektar olan Tokmacık köyü doğal merası çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 1). Mera alanı Isparta il merkezine 109 km, Yalvaç ilçe merkezine ise 20 km mesafede bulunmaktadır. Çalışma alanı Davis (1988) kareleme sistemine göre B3 karesi içerisinde yer almaktadır.

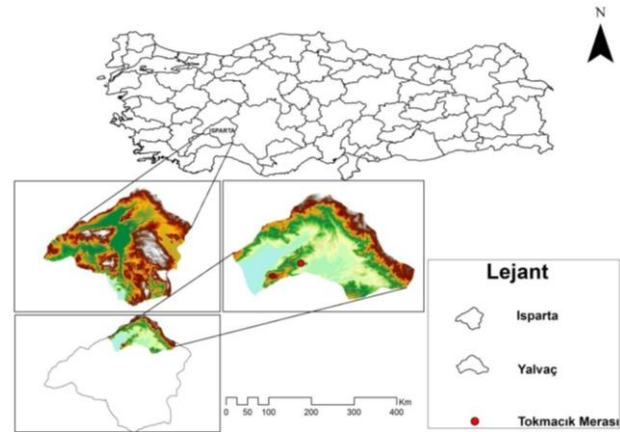
Çalışmanın yürütüldüğü yöre, Orta Anadolu karasal iklimi ile Akdeniz iklimi arasında geçiş bölgesinde bulunmaktadır. Bu bağlamda her iki iklimin özelliğini de göstermesine karşın Akdeniz kıyı şeridinde gözlenen yağış ve sıcaklık özelliği ile karasal iklim özelliği olan düşük sıcaklık ve yağış tam olarak gözlenmemektedir. Araştırma sahasını oluşturan Yalvaç ilçesi 30° 45’-31° 20’ doğu boylamları ile

38° 10’-38° 35’ kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Çevresi normal faylarla çevrili çöküntü bir alan özelliğindedir. Paleozoik araziler olmasına karşın III. jeolojik zaman etkilerine rastlamak mümkündür (Gürsal, 2009). Bitki gelişimi açısından en önemli iklim olaylarından olan aylık toplam yağış (mm), sıcaklık ortalaması (°C) ve nisbi nem ortalamasına (%) ait çalışmanın yürütüldüğü yıl olan 2019 yılı verileri Çizelge 1’de, uzun yıllara ait ortalama (UYO) veriler Çizelge 2’de yer almaktadır.

Bu çizelgeler incelendiğinde, araştırmanın yapıldığı yıl toplam yağış 477.7 mm olarak uzun yıllar yağış ortalaması toplamından daha düşük olduğu gözlenmektedir. Çalışmanın yapıldığı 2019 yılında en az yağış 0.9 mm ile eylül ayında, en fazla yağış ise 102.3 mm ile ocak ayında düşmüştür. Aylık ortalama sıcaklığın en düşük olduğu ay 0.1 °C ile ocak, en yüksek olduğu ay 23.3 °C ile ağustos ayı olarak ve aylık nisbi nemin en düşük olduğu ay %43.5 ile ağustos ayı, en yüksek olduğu ay %82.9 ile ocak ayı olduğu görülmektedir. Uzun yıllar ortalamaları ile araştırmanın yapıldığı yıl olan 2019 yılı kıyaslandığı zaman, 2019 yılında yıllık sıcaklık ortalamasının 12.31 °C ve nisbi nem ortalamasının %61.75 ile UYO’dan daha yüksek olduğu görülmektedir.

Mera alanının genel toprak yapısını belirlemek amacıyla sahadan alınan toprak örneklerinin (0-20 cm) analizleri sonucu elde edilen değerler Çizelge 3’de verilmiştir.

Çalışma alanının genel toprak yapısı; tekstür sınıfı killi balçık, topraktaki tuzluluk miktarı (EC) 0.22 mS/cm ile tuzsuz, pH değeri 8.25 ile orta derece alkali, kireç miktarı %25.12 ile çok yüksek, organik madde %3.70 ile orta olarak tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra, merada yetişen bitkiler için mutlak gerekli olan ve toprağın makro besin elementlerinden olan kalsiyum 7482.10 ppm ile yüksek, potasyum 262.19 ppm ile yüksek, magnezyum 167.90 ppm ile düşük, fosfor 4.10 ppm ile düşük olarak saptanmıştır. Bu özellikler itibarıyla mera alanında bitki gelişimini engelleyecek bir faktör görülmemektedir.



Şekil 1. Tokmacık köyü merasının konumu

Çizelge 1. Isparta ili Yalvaç ilçesinin 2019 yılı meteoroloji verileri

2019 yılı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık ort.
Yağış (mm)	102.3	44.8	27.2	49.4	31.6	62.0	38.3	21.6	0.9	1.4	27.1	71.1	477.7
Sıcaklık (°C)	0.1	3.5	6.4	8.9	15.8	20.0	22.2	23.3	19.3	14.9	8.7	3.8	12.31
Nispi Nem (%)	82.9	73.0	61.2	66.9	58.3	59.7	45.3	43.5	45.0	56.4	71.1	77.7	61.75

Çizelge 2. Isparta ili Yalvaç ilçesinin uzun yıllara ait meteoroloji verileri

UYO (50 yıllık)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık ort.
Yağış (mm)	61.2	54.2	51.9	63.6	44.5	32.9	15.2	8.4	16.9	45.9	53.6	71.2	519.5
Sıcaklık (°C)	0.4	1.5	5.4	10.0	14.6	19.1	22.9	22.8	18.4	12.4	6.4	2.3	11.4
Nispi Nem (%)	75.0	71.8	66.3	63.1	59.9	53.9	45.3	45.6	50.5	61.9	70.0	75.4	61.6

Çizelge 3. Tokmacık köyü merasına ait toprak analizi sonuçları

Analiz Adı	Sonuç	Açıklama
Tekstür (%)	47-21-32	Killi balçık
EC (mS/cm)	0.22	Tuzsuz
pH	8.25	Orta derece alkali
Kireç (%)	25.12	Çok yüksek
Organik Madde (%)	3.70	Orta
Ca (ppm)	7482.10	Yüksek
K (ppm)	262.19	Yüksek
Mg (ppm)	167.90	Düşük
P (ppm)	4.10	Düşük

## 2.2. Yöntem

Çalışma 2019 yılı vejetasyon periyodu içerisinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada vejetasyonun kantitatif ve kalitatif özelliklerinden bitkilerin toprağı kaplama durumları ve botanik kompozisyon saptanmıştır. Ayrıca araştırmada meranın topraküstü biyokütlesi, toprakaltı biyokütlesi, mera durumu ve otlama kapasitesi de ortaya konulmuştur. Mera alanındaki bitkilerin toprağı kaplama miktarını belirlemek için transekt metodu kullanılmıştır (Babalık vd., 2019; Palta vd., 2019). Mera alanındaki bitki örtüsünün özelliklerini belirlemek için sahada 5 adet doğrusal hat belirlenmiş ve bu hatlar üzerinde 500 adet transekt üzerinde çalışılarak vejetasyon ölçümleri yürütülmüştür. Transekt metodu kullanılarak yapılan ölçümlerde bitki ile kaplı alan ve buna bağlı olarak belirlenen baklagiller, buğdaygiller ve diğer familyaların botanik kompozisyona katılma oranları ortaya konulmuştur. Toprakaltı ve topraküstü biyokütlenin tespiti amacıyla kuadrat metodu kullanılmış olup (Gökbulak, 2013; Babalık vd., 2019; Ertuş, 2021), bu amaçla her bir ölçüm döneminde 1x1 m<sup>2</sup>'lik 25 adet kuadrat örneğinde çalışılmıştır. Mera durumunu saptamak amacıyla Bakır (1975) tarafından kullanılan skaladan faydalanılmış ve bunun için meranın bitki ile kaplı alan değerleri kullanılmıştır. Çalışma alanındaki ölçümler ve laboratuvarında gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde öncelikle Kolmogorov-Smirnov testi ile verilerin normal dağılım gösterip göstermediği; Levene testi ile ise varyansların homojenliği tespit edilmiştir. Daha sonra, bağımsız örnekleme t-testi ile yaz ve güz mevsimlerindeki vejetasyonların gösterdikleri farklılıkların istatistiksel anlamda önemli olup olmadığı belirlenmiştir. SPSS 20.0 paket programı istatistiksel analizlerde kullanılmıştır.

## 3. Bulgular ve tartışma

### 3.1. Bitki ile kaplı alan

Çalışmanın yürütüldüğü Tokmacık köyü merasında transekt yöntemi ile yaz ve güz dönemlerinde bitki ile kaplı alan (BKA) ölçümleri yapılmış ve elde edilen bulgular

Çizelge 4'de verilmiştir. BKA miktarı haziran ayında yapılan ölçümlerde %45.6, ekim ayında %38.2 ve ortalama %41.9 olarak belirlenmiş olup, boş alan ise %58.1 olarak saptanmıştır. Erozyon faktörü ile toprağın bitkiyle kaplı alan değeri arasında önemli bir bağlantı mevcuttur. Bitki ile kaplı alan oranı %30'dan daha düşük ise erozyona karşı direnç azalmakta ve su erozyonu artmaktadır (Marshall, 1973). Çalışma alanında bitki ile kaplı alan değeri %30'dan yüksek olduğu için (%41.9) toprak bitki örtüsü bakımından erozyona dirençli denilebilir. Ancak araştırma sahasında aşırı otlatmadan kaynaklanan erozyon belirtilerine ve yer yer bitki örtüsünde bozulmalara rastlamak mümkündür. BKA açısından mera alanına ait yaz ve güz dönemi verileri arasında (t=6.066) % 99.9 güven düzeyinde önemli fark saptanmıştır.

Ülkemizin çeşitli yörelerinde yapılan çalışmalara bakıldığında; Dursun ve Babalık (2018)'in Isparta ilinde yürüttüğü araştırmada BKA %51.2 olarak, Ağın ve Kökten (2013)'in Bingöl ilindeki çalışmasında da BKA %85.8 olarak bulunmuş olup bu sonuçlar çalışma alanındaki veriden daha yüksek çıkmıştır. Bununla birlikte Babalık (2007)'in Isparta ilinde yürüttüğü çalışmada BKA %23.1 olarak, yine Kendir (1999)'in Ankara ilinde yürüttüğü çalışmada da BKA %14.5 olarak tespit edilmiş olup bu değerler ise çalışma alanındaki değerden düşük olarak bulunmuştur. Bu farklılıkların nedeninin iklim, bakı, rakım, toprak, mera alanlarındaki otlama baskısı ve yöre gibi farklı ekolojik ve topoğrafik unsurlar olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4. Tokmacık köyü merasının bitki ile kaplı alan değerleri

	Familyalar	BKA (%)	BKA Toplam (%)
Yaz ölçümü	Buğdaygiller	%23.22	%45.6
	Baklagiller	%8.84	
	Diğer F.	%13.54	
	Boş Alan	%54.40	%54.4
	Toplam	%100.0	%100.0
Güz ölçümü	Familyalar	BKA (%)	BKA Toplam (%)
	Buğdaygiller	%18.60	%38.2
	Baklagiller	%7.92	
	Diğer F.	%11.68	
	Boş Alan	%61.80	%61.8
Toplam	%100.0	%100.0	
Ortalama	Familyalar	BKA (%)	BKA Toplam (%)
	Buğdaygiller	%20.70	%41.9
	Baklagiller	%8.50	
	Diğer F.	%12.70	
	Boş Alan	%58.10	%58.1
Toplam	%100.0	%100.0	

### 3.2. Botanik kompozisyon

Merada yapılan yaz ve gz dönemindeki ölümler sonucunda buğdaygiller familyası, baklagiller familyası ve diğr familyalardan bitkiler incelenmiş ve botanik kompozisyon oranları ortaya konulmuştur. Botanik kompozisyon familyalara göre incelendiği zaman, buğdaygiller familyasının yaz ölümünde gz ölümüne göre daha fazla, baklagiller familyası ve diğr familyaların ise gz ölümünde yaz ölümüne göre daha fazla çıktığı görülmektedir. Meranın bitki kompozisyonunun %49.80'ini buğdaygiller familyasının oluşturduğu, bu familyayı %30.14 ile diğr familyaların izlediği ve en az oranda da %20.06 ile baklagiller familyasının yer aldığı saptanmıştır (Çizelge 5).

Çeşitli araştırmacıların yaptığı çalışmalara bakıldığında; Dursun ve Babalık (2018), Babalık ve Sönmez (2010) ve Kılıç (2013)'ın da Isparta yöresinde yürüttükleri farklı araştırmalarda benzer sonuçlara vardıkları görülmektedir. Bu alışmalarda; Dursun ve Babalık (2018) botanik kompozisyonda buğdaygiller familyasını %52.44, baklagiller familyasını %18.04 ve diğr familyaları %29.52; Babalık ve Sönmez (2010) buğdaygiller familyasını %52.48, baklagiller familyasını %9.15 ve diğr familyaları %38.37; Kılıç (2013)'da buğdaygiller familyasını %47.95, baklagiller familyasını %23.37, diğr familyaları %28.68 olarak tespit etmişlerdir. Diğr taraftan Bakoğlu vd. (2019)'nin Rize ilinde yaptıkları çalışmada buğdaygillerin botanik kompozisyondaki oranı %33.4, baklagillerin oranı %5.75 ve diğr familyaların oranı ise %60.9 olarak tespit edilmiştir. Yine Çaçan ve Kortak (2021)'in Elazığ ilinde yürüttükleri çalışmada botanik kompozisyonda buğdaygillerin oranı %35.5, baklagillerin oranı %0.9 ve diğr familyaların oranı ise %63.6 olarak belirlenmiştir. Bu farklılıkların oluşmasında değişik yörelerdeki aşır otlatma baskısı ile farklı iklim koşullarının etkili olduğu söylenebilir.

### 3.3. Topraküstü biyokütle

Araştırmanın yrtldği Tokmacık köyü merasında yaz ölümlerinde topraküstü biyokütle (TB) miktarı buğdaygiller familyası 164.45 kg/da, baklagiller familyası 54.92 kg/da, diğr familyalar 93.03 kg/da ve toplamda 312.40 kg/da olarak; göz ölümlerinde ise buğdaygiller familyası 121.26 kg/da, baklagiller familyası 47.77 kg/da, diğr familyalar 87.77 kg/da ve toplamda 256.80 kg/da olarak bulunmuştur (Çizelge 6). Yaz ve gz ölümleri ortalamasına bakılacak olursa buğdaygiller familyası 142.85 kg/da, baklagiller familyası 51.35 kg/da ve diğr familyalar 90.40 kg/da, toplamda da topraküstü biyokütle miktarı 284.6 kg/da olarak saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına bakıldığında her üç familyanın da yaz ölümlerinde daha yüksek miktarda olduğu ve genel ortalamaya göre buğdaygiller familyasının merada en fazla ot verimine sahip olan familya olduğu bunu sırasıyla diğr familyalar ve baklagiller familyasının izlediği görülmektedir. Mera alanındaki topraküstü biyokütlenin buğdaygiller familyası, baklagiller familyası, diğr familyalara ve ölüm zamanlarına göre dağılımı Çizelge 6'da yer almaktadır. TB bakımından mera alanında yapılan yaz ve gz ölümlerinden elde edilen veriler arasında ( $t= 11.769$ ) %99.9 güven düzeyinde önemli fark saptanmıştır.

Ülkemizin çeşitli meralarında yapılan çalışmalarda araştırmacıların elde ettikleri TB değerleri araştırma alanında belirlenen TB değerleri ile kıyaslandığında; Babalık ve Sarıkaya (2015)'nin Isparta Sütçüler'de 475.45

kg/da ve Ercan (2018)'in Eskişehir'de 351.60 kg/da olarak saptadığı verilerinden daha düşük, Bilgin (2010)'in Artvin'de 196.7 kg/da ve Babalık ve Sönmez (2009)'in Isparta Merkez'de 151.8 kg/da olarak saptadığı verilerinden ise daha yüksek bulunmuştur. Başta farklı topografik etkenler ve iklim koşulları olmak üzere değişik otlatma şiddetlerinin de bu farklılıkların görülmesinde etkili olduğu düşünmektedir.

### 3.4. Toprakaltı biyokütle

Çalışma alanındaki yaz ölümleri sonucu saptanan 445.8 kg/da olan toprakaltı biyokütle (TAB) miktarının 214.45 kg/da'mı buğdaygiller familyası, 83.93 kg/da'mı baklagiller familyası ve 147.43 kg/da'mı diğr familyalar oluşturmaktadır. Gz ölümlerinde saptanan 438.6 kg/da olan toprakaltı biyokütlenin 221.26 kg/da'mı buğdaygiller familyası, 77.77 kg/da'mı baklagiller familyası ve 139.57 kg/da'mı diğr familyalar oluşturmaktadır. Ortalama değerlerde ise toplam TAB miktarı 442.2 kg/da olup, bu miktarın 217.85 kg/da'mı buğdaygiller familyasının, 80.85 kg/da'mı baklagiller familyasının ve 143.5 kg/da'mı diğr familyaların oluşturduğu görülmektedir (Çizelge 7). Çizelge 7'ye göre yaz ve gz ölümleri kıyaslandığında, buğdaygiller familyasının gz ölümlerinde; baklagiller familyası ve diğr familyaların ise yaz ölümlerinde daha fazla olduğu görülmektedir. Yaz lmlerinde TAB miktarının %48.11'ini buğdaygiller, %18.82'sini baklagiller, %33.07'sini ise diğr familyalar oluştururken; gz ölümlerinde bu miktarın %50.45'ini buğdaygiller, %17.73'n baklagiller, %31.82'sini ise diğr familyaların oluşturduğu görülmektedir. Genel ortalamada ise TAB'da buğdaygiller %49.28, baklagiller %18.28 ve diğr familyalar %32.45 oranında yer almaktadır. TAB bakımından mera alanı yaz ve gz dönemi verileri arasında ( $t= 2.208$ ) %95 güven düzeyinde önemli fark saptanmıştır.

Çizelge 5. Tokmacık köyü merası botanik kompozisyon değerleri

Familyalar	Botanik kompozisyon (%)		
	Yaz lm	Gz lm	Ortalama
Buğdaygiller	%50.92	%48.69	%49.80
Baklagiller	%19.39	%20.73	%20.06
Diğr F.	%29.69	%30.58	%30.14
Toplam	%100.00	%100.00	%100.00

Çizelge 6. Mera alanına ait topraküstü biyokütle miktarının familyalara dağılımı

	Familyalar	Topraküstü biyokütle	
		(kg/da)	Toplam (kg/da)
Yaz lm	Buğdaygiller	164.45	312.40
	Baklagiller	54.92	
	Diğr F.	93.03	
Gz lm	Buğdaygiller	121.26	256.80
	Baklagiller	47.77	
	Diğr F.	87.77	
Ortalama	Buğdaygiller	142.85	284.60
	Baklagiller	51.35	
	Diğr F.	90.40	

Çizelge 7. Mera alanına ait toprakaltı biyokütle miktarının familyalara dağılımı

Yaz ölçümü	Familyalar	Toprakaltı Biyokütle (kg/da)	Toplam (kg/da)
	Buğdaygiller		214.45
Baklagiller		83.92	
Diğer F.		147.43	
Güz ölçümü	Familyalar	Toprakaltı Biyokütle (kg/da)	Toplam (kg/da)
	Buğdaygiller		221.26
Baklagiller		77.77	
Diğer F.		139.57	
Ortalama	Familyalar	Toprakaltı Biyokütle (kg/da)	Toplam (kg/da)
	Buğdaygiller		217.85
Baklagiller		80.85	
Diğer F.		143.50	

Ülkemizin farklı bölgelerindeki meralarında yapılan çalışmalarda araştırmacıların elde ettikleri toprakaltı biyokütle değerleri ile araştırma alanı verileri kıyaslandığında araştırma alanındaki TAB miktarı; Bakoğlu ve Koç (2002)'un 501.06 kg/da, Aydın (2014)'ın 919.4 kg/da, Bilgin (2010)'in 647.2 kg/da ve Ercan (2018)'in 560.69 kg/da olarak saptamış oldukları verilerden daha düşük, Dursun ve Babalık (2018)'in 398.80 kg/da olarak saptamış olduğu veriden daha yüksek olarak bulunmuştur. Bu durumun otlama şiddetindeki farklılıklardan ve farklı ekolojik özelliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 3.5. Otlama kapasitesi

Tokmacık köyü merasında ortalama kuru ot verimi 284.6 kg/da olarak belirlenmiş ve faydalanma oranı % 50 kabul edilmiştir. Mera 993.75 da'lık alana sahip olup, otlama süresi 180 gün olarak alınmış ve otlama kapasitesi 52.4 BBHB olarak hesaplanmıştır. Bir BBHB için gerekli mera alanı ise 1.87 ha olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte bitki örtüsünün zarar görmesine ve kalitesinin bozulmasına neden olan başlıca faktörlerden olan erken otlama ile neredeyse tüm yıl süren aşırı ve bilinçsiz otlama araştırma alanında görülmektedir.

Isparta'da yürütülen farklı mera araştırmalarına bakıldığında Dursun ve Babalık (2018) tarafından otlama kapasitesi 184 BBHB ve Babalık (2007) tarafından otlama kapasitesi 150 BBHB olarak; diğer bölgelerdeki yürütülen benzer araştırmalara bakıldığında ise Ercan (2018) tarafından Eskişehir'deki bir merada otlama kapasitesi 91.2 BBHB, Aydın (2014) tarafından Şanlıurfa ve Diyarbakır arasındaki bir merada otlama kapasitesi 52.56 BBHB, Şen (2012) tarafından Kahramanmaraş'taki bir merada otlama kapasitesi 882 BBHB ve Taşdemir (2015) tarafından Elazığ ilindeki merada otlama kapasitesi 327 BBHB olarak bulunmuştur. Çalışmanın sonucu Aydın (2014) ile çok yakın olup, diğer çalışmalarla farklılık göstermektedir. Çeşitli ekolojik ve topografik özellikler ile özellikle mera büyüklüğünün de değişmesiyle birlikte böyle farklılıkların oluştuğu söylenebilir.

### 3.6. Mera durumu

Mera alanında yaz ve güz döneminde yapılan vejetasyon ölçümleri sonucunda elde edilen bitki ile kaplı alan değerlerine göre belirlenen mera durumu Çizelge 8'de gösterilmiştir. Çizelge 8 incelendiğinde de görüldüğü üzere BKA yaz ölçümünde %45.6, güz ölçümünde %38.2 ve iki dönemin ortalamasında %41.90 olduğu için her üç durumda da mera durumu orta olarak tespit edilmiştir.

Isparta yöresinde farklı mera alanlarında yapılan çalışmalarda; Kılıç (2013) tarafından Isparta ili meralarında yapılan araştırmada kuzey ve güney bakılı meralar incelenmiş ve kuzey bakılı mera durumu %28.6 ile orta, güney bakılı mera durumu %24.8 ile fakir, meraların genel durumu ise %26.7 ile orta olarak tespit edilmiştir. Babalık ve Sarıkaya (2015) tarafından Isparta Sütçüler'de yapılmış olan araştırmada mera durumu %21.75 ile fakir olarak belirlenmiştir. Dursun ve Babalık (2018) tarafından Isparta ili Aksu ilçesinde yapılmış olan çalışmada Çatoluk merasının mera durumu %42.6 ile orta olarak tespit edilmiştir. Bu durum göstermektedir ki; kapasitelerinin üzerinde otlatılan meraların aşırı ve erken otlama baskısından dolayı önce iyi cins yem bitkileri ortamdaki uzaklaşmakta, otlama baskısı devam ettikçe istilacı bitkilerinde azalması ile bitki ile kaplı alan oranı düşmekte ve mera durumu zamanla zayıflamaktadır.

### 4. Sonuç ve öneriler

Araştırma sahası olan Isparta iline bağlı Yalvaç ilçesi sınırlarında yer alan Tokmacık köyü doğal mera alanında vejetasyonun bitki ile kaplı alanı, botanik kompozisyonu, toprakaltı ve topraküstü biyokütlesi, otlama kapasitesi ve mera durumu incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar ortaya konulmuştur.

Ortalama bitki ile kaplı alan değeri % 41.9, yaz ölçümü %45.6 ve güz ölçümü %38.2 olarak saptanmıştır. Mera alanının toplamda %58.1'lik kesimi ise bitki örtüsü bakımından yoksun alan yani boş alan olarak kaydedilmiştir. Botanik kompozisyona bakıldığında zaman buğdaygiller familyasının %49.80, baklagiller familyasının %20.06 ve diğer familyaların %30.14 olduğu ve buğdaygiller familyasının baskın olduğu; bununla birlikte mera durumunun ise orta olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanında topraküstü biyokütle miktarı 284.6 kg/da olarak belirlenmiş olup, bu değer yaz ölçümünde 312.40 kg/da, güz ölçümünde ise azalarak 256.80 kg/da olarak ölçülmüştür. Ortalama toprakaltı biyokütle miktarı 442.2 kg/da olarak hesaplanmış, yaz ölçümünde 445.8 kg/da, güz ölçümünde ise yine azalarak 438.6 kg/da olarak saptanmıştır. Mera alanının otlama kapasitesi 52.4 BBHB, bir BBHB için gerekli mera alanı ise 1.87 ha olarak belirlenmiştir.

Çizelge 8. Mera durumu

Ölçümler	BKA (%)	Mera durumu
Yaz ölçümü	%45.60	Orta
Güz ölçümü	%38.20	Orta
Ortalama	%41.90	Orta

Tokmacık köyü doğal merasında yapılmış olan çalışma neticesinde elde edilen veriler ışığında aşağıdaki önerilerde bulunulabilir. Bitki örtüsünün zarar görmesine ve kalitesinin bozulmasına neden olan başlıca faktörlerden olan erken otlama ile tüm yıl süren aşırı ve bilinçsiz otlama araştırma alanında görülmektedir. Otlamaya erken ilkbahar döneminde başlanması hem bitkilerin gelişiminin tam olarak tamamlanamamasına hem de karların yeni eridiği bu dönemde toprağın ıslak olması nedeniyle hayvanların bitki köklerine zarar vermesine neden olmaktadır. Bu durum sadece araştırma alanında değil ülkemiz meralarında görülen bir durumdur ve meralarımızın verim ve kalite kaybına, bitki örtüsünün tahribatına neden olmaktadır. Bitki örtüsünün gördüğü zarar erozyon için de büyük risk oluşturmaktadır. Araştırma sahasında da erozyon belirtilerine ve yer yer bitki örtüsünde bozulmalara rastlamak mümkündür. Meranın geleceği bakımından; yem bitkisi ekimi teşvikli yapılması, otlama kapasitesine ve zamanına uyularak bilinçli otlama yapılması ve bu konularda halkın ve çobanların bilinçlendirilmesi gibi bir takım koruyucu önlemler alınmalıdır. Ayrıca meranın uygun bir otlama sistemi ile üniform olarak otlatılması da son derece önemlidir. Bununla birlikte mera alanında hali hazırda var olan bitki kalitesini ve ot verimi arttırmak için uygun gübreleme de yapılmalıdır.



#### Açıklama

Bu çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda tamamlanan yüksek lisans tez çalışmasından hazırlanmıştır.

#### Kaynaklar

- Ağın, Ö., Kökten, K., 2013. Bingöl İli Yedisu İlçesi Karapolat Köyü Merasının Botanik Kompozisyonunun Belirlenmesi. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 2(1): 41-45.
- Ak, İ., 2013. Türkiye'de Kaba Yem Sorunu ve Çözüm Önerileri. VII. Ulusal Hayvan Beslenme Kongresi, 26-27 Eylül, Ankara, p. 1-12.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A., 2011. Çayır ve Mera Yönetimi: 1. (Genel İlkeler). Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Aşçı, Ö.Ö., 2016. Karadeniz Bölgesi için Üçgül (*Trifolium* sp.) Cinsinin Önemi. Türk Tarım- Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(1): 1-4.
- Aydın, A., 2014. Karacadağ'ın Farklı Yükseltilerindeki Meralarında Bitki Tür ve Kompozisyonları ile Ot Verim ve Kalitelerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- 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, 1: 12-19.
- Babalık, A.A., Sönmez, K., 2009. Otlatılan ve Korunan Mera Kesimlerinde Bakı Faktörünün Topraküstü Biyomas Miktarı Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1: 52-58.
- Babalık, A.A., Sönmez, K., 2010. Isparta İli Bozanönü Köyü Kırtape Merasında Botanik Kompozisyonun Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 12(17): 27-35.
- Babalık, A.A., Sarıkaya, H., 2015. Isparta İli Zengi Merasında Ot Verimi ve Botanik Kompozisyonun Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Türkiye Ormanlık Dergisi, 16(2): 96-101.
- Babalık, A.A., Yazıcı, N., Fakir, H., Dursun, İ., 2019. Determination of the Certain Vegetation Characteristics of Kızılova Forest Pasture Located in the South of Turkey. Applied Ecology and Environmental Research, 17(1): 521-532.
- Bakır, Ö., 1975. Mera Durumu ve Otlama Gücü Rehberi. Ankara Başbakanlık Toprak ve Tarım Reformu Müsteşarlığı, Araştırma ve Eğitim Enstitüsü Başkanlığı Yayınları, Ankara.
- Bakoğlu, A., Koç, A., 2002. Otlatılan ve Korunan İki 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. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 7(9): 1339-1343.
- Bilgin, F., 2010. Artvin Ardanuç-Aydın Köyü Yaylası Mera Vegetasyonu ile Bazı Toprak Özelliklerinin Yükseltiye Göre Değişiminin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Çaçan, E., Kortak, Ş., 2021. Elazığ İli Karakoçan İlçesi Başyurt Köyü Merasının Botanik Kompozisyonu ile Mera Durumu ve Sağlığının Belirlenmesi. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi, 5(3): 690-696.
- Çakmakçı, S., Aydınoğlu, B., Özyiğit, Y., Arslan, M., Tetik, M., 2002. Burdur Kemer İlçesi Akpınar Yaylasında Bitki ile Kaplı Alanın Belirlenmesinde Üç Farklı Ölçüm Yönteminin Kullanılması ve Karşılaştırılması. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2): 1-7.
- Davis, P.H., 1988. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Edinburgh University Press., Edinburgh, 1-10.
- Dumlu, S.E., 2010. Ardahan İli Meralarında Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Teknikleri ile Sınıflandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Dursun, İ., Babalık, A.A., 2018. Isparta İli Çatoluk Ormaniçi Merasının Vegetasyon Yapısının Belirlenmesi. Türkiye Ormanlık Dergisi, 19(3): 233-239.
- Ercan, A., 2018. Eskişehir İli Seyitgazi İlçesi Karaören Köyü Merasının Bitki Örtüsü Özellikleri ve Mera Durumunun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Ertuş, M.M., 2021. Determination of Yield and Botanical Composition of the Meadow and Grassland in Çolpan Village at the Shores of Lake Van. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 9(6): 1215-1221.
- Gökbulak, F., 2003. Selected Physical Properties of Heavily Trampled Soils on Livestock Trails. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 53(1): 39-46.
- Gökbulak, F., 2013. Meralarda Vegetasyon Analizi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yazın Basın Yayın Matbaacılık, İstanbul.
- Gürsal, G.C., 2009. Isparta İli Yalvaç İlçesi'nin Beşeri ve Ekonomik Coğrafyası. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Herbel, C.H., Pieper, R.D., 1991. Grazing management. Semiarid Lands and Deserts: Soil Resources and Reclamation (Ed.: J. Skujin). Marcel Dekker Inc., New York, pp. 361-385.
- Kendir, H., 1999. Ayaş (Ankara)'da Doğal Bir Meranın Bitki Örtüsü, Yem Verimi ve Mera Durumu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 5(1): 104-110.
- Kılıç, K., 2013. Isparta Dardere Havzası Meralarında Kuru Ot Verimi ve Botanik Kompozisyonun Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Lauenroth, W.K., 1979. Grassland primary production: North American grasslands in perspective. In Perspectives in grassland ecology (pp. 3-24). Springer, New York.
- Marshall, J.K., 1973. Drought, land use and soil erosion. In: The Environmental, Economic and Social Significance of Drought. Edited by J.V. Lovett, Angus and Robertson Publishers, Sydney.
- Palta, Ş., Genç Lermi, A., Yiğit, M., 2019. Bartın İli Kozağız Yöresindeki Bir Sekonder Mera Alanının Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21(3): 847-858.
- Sayar, M.S., Han, Y., Başbağ, Y., Gül, İ., Polat, T., 2015. Rangeland Improvement and Management Studies in the Southeastern Anatolia Region of Turkey. Journal of Agriculture Science, 52(1): 9-18.
- Şen, N., 2012. Kahramanmaraş İli Ahır Dağı Meralarının Bazı Hidrofiziksel ve Kimyasal Toprak Özellikleri ile Vegetasyon Yapısı Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Taşdemir, V., 2015. Elazığ İli Karakoçan İlçesi Bahçecik Köyü Merasında Verim ve Botanik Kompozisyonunun Saptanması Üzerine Bir Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bingöl.

## Kadın iş gücünün yer aldığı ağaçlandırma işlerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi

Mehmet Eker<sup>a,\*</sup> , Fatma Gamze Korkmaz<sup>b</sup> 

**Özet:** Bu çalışmada, orman ağaçlandırma faaliyetlerinde çalışan kadın işçilerin rolü, çalışmaktan kaynaklı sağlık problemlerinin araştırılması ve çalışma koşullarının iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Mersin Orman Bölge Müdürlüğü, Silifke Orman İşletme Müdürlüğü bünyesindeki ağaçlandırma çalışmalarında; fidan dikim işleri ölçeğinde basit bir iş analizi yapılarak iş adımları ortaya konulmuş, işçiler gözlemlenmiş ve de 91 kadın işçi ile çalışma şartlarını, yapılan işi ve çalışanları değerlendirmeye yönelik 136 sorudan oluşan anket uygulaması gerçekleştirilerek veri-bilgi toplanmıştır. Arazi gözlemleri ve risk kontrol listeleri yardımıyla hareket ve risk analizleri yapılarak iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirmeler yapılmıştır. Ağaçlandırma işlerinde; kadın iş gücü katılımının fidan dikimi aşamasında odaklandığı; bölgesel ve yöresel ölçekte çalışanların % 70' e yakınının kadın çalışanlardan oluştuğu belirlenmiştir. Kadın çalışanların %60' tan fazlasının kas iskelet sistemi rahatsızlıklarından; yaklaşık % 42'sinin ise sürekliliği olan çeşitli sağlık problemlerinden yakındıkları belirlenmiştir. Vücut kitle indeksi değerlerine göre % 50.55'inin fazla kilolu olduğu ortaya çıkmıştır. Fidan dikim işinin gerektirdiği çalışma postürünün ergonomik düzenleme gerektirecek şekilde yüklenme ve zorlanmalara neden olması, çalışanların nitelikleri, kısa süreli ancak sürekli tekrarlı hareketleri işçilerin yakınmalarını desteklemektedir. Katılımcılardan yaklaşık % 8'inin yılda en az bir defa kazaya uğradığı bildirilmiştir. Kişisel koruyucu donanımlardan sadece eldivenlerin kullanıldığı ancak bu işe uygun olmadığı belirlenmiştir. Çalışanların yaklaşık %95'inin iş sağlığı ve güvenliği mevzuatından haberdar olmadıkları ortaya çıkmıştır. Fiziksel, ergonomik ve psikolojik risk faktörlerinin ağırlıkta olmasına rağmen, fidan dikim işlerinin az tehlikeli ve hafif-ağır işler kategorisinde yer alabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kadın iş gücü, Kadın orman işçileri, Ağaçlandırma işleri, İş sağlığı ve güvenliği, Risk değerlendirmesi

## Assessment of women workforce on afforestation activities in terms of occupational health and safety

**Abstract:** In this study, it was aimed to investigate the existence of female workers working in forest afforestation activities and their role in these works, to investigate the health problems, and to evaluate the working conditions in terms of occupational health and safety. By making a simple job analysis, the work steps revealed, the workers were observed, and data-information was collected together with field observations by conducting face-to-face surveys and interviews with 91 female workers, consisting of 136 questions. With the help of field observations and risk checklists, movement and risk analyzes were made and evaluated. It has been determined that nearly 70% of regional employees are female employees. More than 60% of female employees suffer from musculoskeletal disorders. It has been determined that approximately 42% of them complain of various health problems that are continuous. According to the body mass index values, 50.55% were found to be overweight. The work posture required by the sapling planting job causes loads and strains that require ergonomic regulation, the qualifications of the employees, and the short-term but constantly repetitive movements support the complaints of the workers. It has been reported that approximately 8% of the participants have an accident at least once a year. It has been determined that only revealed that approximately 95% of the employees are not aware of the occupational health and safety legislation. Although physical, ergonomic and psychological risk factors are predominant, it is determined that sapling planting works can be included in the category of less dangerous and light-heavy work.

**Keywords:** Female workforce, Female forest workers, Afforestation works, Occupational health and safety, Risk evaluation

### 1. Giriş

İklim değişiminin etkilerinin somut şekilde hissedildiği günümüzde, ormansızlaşmayla mücadele ve orman kaynaklarının sürekliliği için ağaçlandırma faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde artan nüfusla beraber odun hammaddesi ihtiyacı da artmakta ve bu ihtiyacın karşılanması ve kolektif faydaların sağlanabilmesi için

ağaçlandırma faaliyetlerine devam edilmektedir (OGM, 2021a). 2020 yılı yatırım programında; 15 5382 ha alanda etüt- proje, 19 312 ha endüstriyel ağaçlandırma olmak üzere toplam 28 632 hektar ağaçlandırma tesis çalışması gerçekleştirildiği (OGM, 2021b) bildirilmektedir. Buna göre, ağaçlandırma faaliyetlerinin süreklilik göstereceği belirgindir.

✉ <sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta

<sup>b</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 18.08.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 15.09.2021



**Citation** (Atf): Eker, M., Korkmaz, F.G., 2021. Kadın iş gücünün yer aldığı ağaçlandırma işlerinin iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 283-294.

DOI: [10.18182/tjf.963681](https://doi.org/10.18182/tjf.963681)



Ağaçlandırma işleri, ormancılık iş kolunun geniş yelpazesi içinde kalmakta ve çoğunlukla tehlikeli, kirli ve zor koşullarda gerçekleştirilen işlerden sayılmaktadır (Poschen, 1993). Mesleki Yeterlilik Kurumu (MYK, 2021), ağaçlandırma işlerini ve bu işlerde çalışacakları “Orman Ağaçlandırma ve Fidan Yetiştirme İşçisi” adıyla tanımlamış; ağaçlandırma işçilerinin yeterlilik ve görevlerini tarif etmiş ve de iş sırasında iş sağlığı ve güvenliği (İSG) önlemlerini gerektirecek kaza ve yaralanma riskleri bulunduğunu işaret etmiştir.

Ormancılık iş kolunda; orman kaynaklarının korunması yanında, ormandan faydalanan ve ormana fayda sunan insan kaynaklarının da korunması esası; ağaçlandırma işlerinde İSG konusunu ön plana çıkarmaktadır. Çalışanların ruhsal, bedensel ve sosyal yönden iyilik hallerinin sağlanması, sürdürülmesi ve iyileştirilmesini ve çalışanların karşı karşıya kaldıkları tehlikelerin ortadan kaldırılması veya azaltılması için alınan önlemler bütünlüğünü kapsayan İSG (Acar ve Üçüncü, 2020); 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile garanti altına alınmıştır. Uygulama süreci halihazırda yapılandırılmaya devam eden İSG mevzuatı, İş Kanunu (4857 sayılı) ve Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu (5510 sayılı) paralelinde yürütülmektedir.Ormancılık uygulamalarının büyük çoğunluğu, orman köylüleri tarafından kendi nam ve hesaplarına çalışarak (Gökbayrak, 2005) periyodik ve kısa süreli işler şeklinde gerçekleştirildiğinden yasal mevzuatın bu işlere etkisi sınırlı kalmaktadır. Ağaçlandırma işlerinin de; yasal mevzuat çerçevesinde öncelikle işyerine yakın, çoğunluğu kadın çalışanlardan oluşan, orman köylüleri tarafından yürütüldüğü bilinmektedir.

Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu (UNFPA) verilerine göre; dünya nüfusu yaklaşık 7.7 milyar insandan oluşmaktadır (UNFPA, 2019). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2020 yılı verilerine göre ülkemizde 83 614 362 kişi yaşamaktadır. Bu sayının 41.91 milyonunu (%50.1’ini) erkekler, 41.69 milyonunu (%49.9’ unu) da kadınlar oluşturmaktadır (TÜİK, 2021). Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)’ nun 2018 yılı raporuna göre kadınların iş gücüne katılım oranı erkeklerden %26.5 daha azdır (ILO, 2018). Toplumsal cinsiyet eşitsizliği (Korkmaz ve Alkan, 2015; Korkmaz ve Baykal, 2018) bu durumun başlıca nedeni olarak gösterilmektedir. TÜİK, 2019 yılı verilerine göre işgücüne katılım oranının kadınlar için %34,5; erkekler için %71,8 olduğu belirtilmiştir (ILO, 2021). Kadınların eğitim seviyesi düştükçe, iş gücüne katılım oranının da düştüğü bilinmektedir. TÜİK’ in 2019 verilerine göre okuryazar olmayan kadınların iş gücüne katılım oranının %15.9 iken yükseköğretim mezunu kadınların katılım oranının ise %72.7 olduğu belirtilmiştir (TÜİK, 2020a ve 2020b). Kadın çalışanlar, Aktif İşgücü Hizmetleri Yönetmeliği’ne göre özel politika veya uygulama gerektiren ve istihdamında daha fazla güçlük çekilen dezavantajlı grubu oluşturmaktadır. Bununla birlikte, ormancılık işlerinde kadın istihdamı (Forworknet, 1999) ve bu işlerdeki rolü konusunda tatmin edici düzeyde bilgiye rastlamak zordur (Acar ve Eker, 2001a). Beden gücü ile yapılan işlere bireysel veya aileleriyle birlikte katılım sağlayan kadınların yaptıkları iş tipi, iş yükü, iş kazaları ve meslek hastalıkları hakkında kayıt, veri ve bilgi eksikliğinin olduğu, belirgindir (Eker ve Çoban, 2019).

İSG açısından bir işin, çalışanın ve/veya iş ortamının değerlendirilmesi; hem bilimsel hem de yasal mevzuat

açısından tehlike ve risk faktörlerinin değerlendirilmesi ölçeğinde gerçekleştirilebilmektedir (Acar ve Üçüncü, 2020). Bir işin insan onuruna yaraşır ve yapılabilir olması; o işin çalışılabilir olması, tehlike ve risklerden arındırılmış veya etkilerinin azaltılmış olması ve işin bedensel ve de zihinsel yönden sürdürülebilir olması gerekliliği anlamına gelir (ILO, 2021). Bu yönde bir analiz/değerlendirmenin yapılması için birçok risk değerlendirme yöntemi geliştirilmiş ve uygulanagelmektedir (Ünver-Okan vd., 2017; Ünver-Okan vd., 2019; Acar ve Üçüncü, 2020; Eker ve Kılıç, 2021). Bununla birlikte çalışana, işe ve çalışma ortamına ilişkin çeşitli risk faktörlerinin değerlendirilebilmesi için iş ve hareket analizleri yapılmakta; işlerin risk seviyeleri belirlenerek alınması gereken önlemler tayin edilebilmektedir.Ormancılık sektöründe orman ürünleri hasadı ve transportunda, orman depolarında, fidanlıkarda vb. yerlerde çalışan işçilere yönelik İSG değerlendirmelerine rastlanırken (Elbir, 2019; Küçükarslan, 2017; Bozkurt, 2017) ağaçlandırma işlerinde çalışanlar ve özellikle kadın işçilerin İSG açısından konu edildiği bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı; ağaçlandırma işlerinde çalışan kadın iş gücünün rolünü ortaya koymak, bu işlerde çalışan kadınların hangi iş aşamalarında ve ne yoğunlukta görev üstlendiklerini tespit etmek, ağaçlandırma ve özellikle fidan dikim işlerini (iş yeri, kullanılan ekipmanlar, yapılan iş miktarı, iş tekniği ve kadın iş gücü açısından) iş-çalışan ergonomisi açısından değerlendirmek, fidan dikimi işlerini İSG açısından değerlendirmek, kadın çalışanlar açısından bu işlerin avantaj ve dezavantajlarını belirlemek ve karşılaştıkları zorlukları ve problemleri sıralamaktır.

## 2. Materyal ve yöntem

Araştırmada kullanılan veri ve bilginin elde edilebilmesi için Mersin Orman Bölge Müdürlüğü Silifke Orman İşletme Müdürlüğü’ne bağlı Mara Orman İşletme Şefliği (MOİŞ) bünyesindeki Kıca Köyü, Kır Obası, Haçpınarı Mevkii (37°01’35” K - 33°47’24” D) ağaçlandırma sahası, çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Ağaçlandırılan sahanın rakımı ortalama 1450 m olup, 0-40 eğim grubunda yer alan güney bakılı bu arazinin ortalama eğimi %25’ dir. Bu sahada bölgeye uyumlu fidan türü olarak tüplü (2+0 yaşında) Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanı kullanılmıştır. Fidan dikimi; toprak işleme paletli ekskavatörlerin kullanıldığı MEROR (Mersin Yöresinde Karstik Arazilerde Ekskavatörle Toprak İşleme) tipi teraslarda gerçekleştirilmiştir. Ağaçlandırma işleri, mevzuat çerçevesinde 18 No’lu Ağaçlandırma Tamimi’ne göre yapılmaktadır. Ağaçlandırma süreci genel olarak; etüt ve projelendirme, arazi hazırlığı, fidan dikimi ve bakım çalışmalarından oluşur. Ağaçlandırma faaliyetlerinin özünü fidan dikimi işleri (Çizelge 1) oluşturmaktadır.

Araştırma sahasında; Mersin İli Silifke İlçesi’ne bağlı Meydan ve Kıca Köyü’ne kayıtlı kadın orman köylüleri (kooperatife bağlı mükellefler) ile çalışılmıştır. Buradaki ağaçlandırma işine katılan tüm kadınlar, araştırmaya katılmaya da gönüllü olmuşlardır. Fidan dikim süreciyle ilgili iş tekniğinin etüdünde bu çalışanların doğrudan doğruya gözlemlenmesinden elde edilen verilerden yararlanılmış, önceden hazırlanmış değerlendirme formları doldurulmuş ve yüz yüze anketler de yine bu çalışanlarla yapılmıştır. Çalışmaya katılan kadın işçilerin fiziksel

niteliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 2’de özetlenmiştir.

Fidan dikiminde kullanılan belli başlı el aletleri; dikim çapası ve bağ bıçağıdır (halk arasında bıçkı olarak adlandırılmaktadır). Dikim çapası; 40-60 cm arasında değişen uzunluğa sahip ahşap bir sap ve yaklaşık 0.9-1.25 kg ağırlığında 20-25 cm uzunluğundaki metal bir kazıcı aksamdan oluşmuş toplam ağırlığı 1.4–1.8 kg civarında işlevsel el aletidir. Çapa yardımıyla hem etrafta kalan diri örtünün temizliği yapılır hem de dikim işlemi uygulanır. Bağ bıçağı ise ahşap bir sap ve metal kesici kısımdan oluşan yaklaşık 20-30 cm uzunluğunda hafif (250 g’dan az) ve testere dişli ağız açıklığı olan kavisli bir tür bıçaktır. Bağ bıçağı önce dip kesimi-düzeltilmesi yapılmasında ve polietilen torbanın kesilip fidan çıkarılmasında kullanılır.

Araştırmada kullanılan veri-bilgi toplama ve kayıt karneleri/formları aşağıda kısaca tanıtılmıştır.

Ağaçlandırma işçileri bilgi formu: Akdeniz Bölgesi’nde ağaçlandırma işkoluna katılmaya başlayan kadın iş gücü oranını belirlemek amacıyla kullanılan ve kişisel iletişim yoluyla doldurulan kayıt evrakıdır.

İş akışı gözlem formu: Özellikle fidan dikim işlerinin hangi sırayla hangi iş adımlarından oluştuğunu belirleyebilmek için iş akışının tarif edilmesine yarayacak bir şemanın oluşturulması amacıyla numaralandırılma esasına dayalı basit bir formdur. Adeta iş örnekleme yönteminde (Yıldırım, 1989) olduğu gibi işçilerin belirli aralıklarla izlenip hangi işi yaptıklarının yazıldığı/işaretlendiği formdur.

Çizelge 1. Fidan dikim aşaması

İş akışı	İş Ögesi	İşin Tanımı
Dikim	Çukur açma	Önceden işçiler tarafından hazırlanan dikim yastıklarında 2mx6m aralık mesafe ile dikim çukurları açılması faaliyetidir.
	Dip kesimi	Tüpün içinde kıvrılmış vaziyette olan köklerin fidan gelişimini engellememesi için tüplü fidanların dip tarafından 1cm eninde kesilip atılması faaliyetidir.
	Fidan yerleştirme	Dikim kazması ile açılan fidan dikim çukuruna fidanların konulması faaliyetidir.
	Toprak atımı	Fidanın kök boğazına kadar toprak ile doldurulması faaliyetidir.
	Sıkıştırma	Kökün hava almaması için ayakla toprağın sıkıştırılması faaliyetidir.
	Teras formu verilmesi	Dikim esnasında bozulan terasa tekrar teras formu verme faaliyetidir. Böylece toprağın çatlaması ve kaynaklanması azaltılacak, yağışların terasları yırtması engellenecek ve terasların daha çok su tutması sağlanacaktır.
	Taşla sabitleme	Don atmasını engellemek için fidan etrafına birkaç adet taşın konulması faaliyetidir.

Çizelge 2. Kadın çalışanlara (N=91) ait bazı fiziksel özellikler

Temel istatistikler	Yaş	Boy	Kilo	VKİ*
Ortalama	44.60	155.45	66.73	27.54
En küçük	20.00	149.00	50.00	21.50
En büyük	70.00	165.00	120.00	46.80
Standart sapma	11.54	4.32	10.50	4.00

\*Vücut kütle indeksi

Anket formu: Daha önceki çalışmalarda (Acar ve Eker, 2001b) geliştirilip ormancılıkta üretim, depo ve fidanlık işçilerine uygulanan (Eker vd., 2008) anketlerden yararlanılarak ağaçlandırma işleri ve işçilerine yönelik şekilde düzenlenmiş formlardır. Çalışanların genel kişisel bilgileri (yaş, boy-kilo, medeni hal, eğitim, kazanç vb.), kullandıkları alet ve ekipmanlar, yapılan işin kontrolü, iş esnasında ve sonrasında maruz kalınan sağlık problemleri ve sorunlar ile İSG sebebiyle alınan önlemlerin ortaya konulması amacıyla hazırlanan bu anket formu 136 sorudan oluşturulmuştur.

Çalışma alanı gözlem formu: Çalışanların bireysel olarak gözlenmesi ve risk değerlendirmesine yarayacak verinin toplanması amacıyla Engür (2019) tarafından odun üretim işlerinde risk değerlendirme kontrol listesi ve Eker ve Kılıç (2021) tarafından 2014 yılında odun hammaddesi üretim işleri için geliştirilen çalışma alanı gözlem formu harmanlanarak bu form oluşturulmuştur. Veri-bilgi toplama amaçlı bu form; genel çalışma alanı etüdü, sağlık gözetimi ve hijyen, biyolojik etkenler, iklim koşulları, acil durumlar, eğitim ve sertifika, tehlikeli maddeler, fidan taşıma, fidan istifleme ve fidan dikimi işlerinde güvenli davranışlar, kişisel koruyucu donanım, elle kaldırma taşıma ve ergonomi, donanımsal iş araç gereçleri ile psikolojik ve sosyal etkenler konusunda özellikle araştırmacının gözlem ve sorgulamalarına dayalı olarak hem çalışanlar hem yapılan iş hem de iş ortamı hakkında bilgi toplama amaçlı olarak düzenlenmiştir. Arazi çalışmaları sırasında doğrudan gözlem, sormaca ve söyleşi yardımıyla, sahada doldurulmuştur.

Risk değerlendirme formu: Fidan dikimi işlerindeki tehlikeli durumları ve tehlikeli davranışları ve de bunlardan kaynaklanacak risk düzeyleriyle muhtemel önlemleri ortaya koyabilmek için kullanılması nispeten kolay olan L Tipi (5x5 Matris) Risk Değerlendirme tabloları (Acar ve Üçüncü, 2020), bilimsel gruplandırmaya göre yapılmış risk etmenleri listesi (fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikolojik, ergonomik, ekolojik, finansal-ekonomik ve genel-siber güvenlik etmenleri) (Albayrak, 2020) ve çalışma alanı gözlem formundan yararlanılarak oluşturulmuş formdur ve toplanan veri-bilgi yardımıyla büro çalışmaları sırasında doldurulmuştur.

İSG açısından bir değerlendirme yapabilmek için çalışma ortamının, iş aktivitelerinin, tehlike-risk kaynaklarının, hareket analizinin ve risk değerlendirmesinin yapılması amacıyla aşağıda özetlenen yöntem izlenmiştir. Buna göre;

Öncelikle, Akdeniz Bölgesi ölçeğinde yürütülen fidan dikim işlerine fiilen katılan kadın iş gücü oranları hakkında bilgi toplanmıştır. Araştırma sahası ölçeğinde ise, kadın işçilerin demografik özellikleri, yapılan işin sebep olduğu sağlık problemleri ve kaygılarıyla ilgili bilgi edinmek için anket yöntemi (Kaptan, 1973) kullanılmıştır. Anket kapsamında; katılımcıların ad-soyad bilgisi istenmemiş, tanımlayıcı niteliklerine yönelik soru sorulmamış ve yüzlerini net şekilde gösteren fotoğrafları çekilmemiş ve/veya yayımlanmıştır. Böylelikle kişisel haklarına veya etik kurallara aykırı davranılmamıştır. Anketin uygulanması için işçinin dinlenme zamanı, yemek molaları, iş bitimindeki toparlanma anı, işe ulaşım sırası gibi çalışmanı işinden alıkoymayacak zamanlarda anketin işçiye okunarak cevap vermesi beklenmiş, yönlendirme yapılmamaya özen gösterilmiştir. Bazı sorular, anketörün gözlemlerine dayalı

olarak cevaplanacağından süreyi azaltabilmek için sorularda seçici davranılmıştır.

Fidan dikim işlerindeki iş öğelerinin belirlenmesi için işçilerin tekrar eden hareketleri, çalışma seyri ve çalışma sırasındaki duruşları (postür) izlenmiştir. İş akışı; iş adımlarına ve iş öğelerine ayrılarak hem çalışma yöntemine hem de çalışanın duruş ve davranışlarına göre tanımlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca normal tempoda çalışan tecrübeli kadın işçilerden gönüllü olanlar, videoya kaydedilmiş ve hareket analizi yapıp İSG açısından postür değerlendirmelerinin yapılabilmesi için depolanmıştır.

Çalışma alanı gözlem formuna; çalışma ortamının nitelikleri, çalışanların duruşları ve hareketleri, kullanılan araç gereçler ve her bir iş adımındaki elementel (temel) iş dilimindeki aktiviteler kaydedilmiştir. Bu form bir risk kontrol listesi olarak da kullanılmış; iş ortamından ve çalışandan kaynaklı tehlike ve risk faktörleri de işaretlenmiştir. Risk analizi (değerlendirmesi) için birçok yöntem olmasına karşın; bir değerlendiricinin yeterli olması, çok az dokümana ve veriye ihtiyaç duyması, kısa sürede ve kapsamlı şekilde uygulanabilmesi nedeniyle iş güvenliği mekanizması içerisinde yaygın olarak kullanılan risk değerlendirme metodu olan L tipi (5x5) matris yöntemi (Acar ve Üçüncü, 2020) tercih edilmiştir. Yöntemin temel adımları, aşağıda özetlenmiştir. Buna göre;

1. Tehlikelerin belirlenmesi: İş aktiviteleri, arazi gözlem formu, anket verileri ve de doğrudan ya da dolaylı gözlemler yardımıyla edinilen veri-bilgi incelenmiş, işverenin ve posta başlarının kişisel iletişimle ilettiği bilgiler de eklenerek çalışma ortamındaki tehlikeler ve riskler tanımlanmıştır. Sistematik ve anlaşılır bir tanımlama için bilimsel gruplandırmaya göre belirlenmiş risk faktörleri listesinden yararlanılmıştır. Fidan dikimi iş aşaması ölçeğinde; arazi gözlem formu ve risk etmenleri grup listesi dikkate alınarak tehlike kaynakları (tehlikeler; tehlikeli durumlar) ve riskler belirlenmiştir.

2. Risklerin derecelendirilmesi: Riskleri tanımlayabilmek için tehlike kaynağına bağlı riskin ortaya çıkma ihtimali (olasılık) ile çalışan sağlığına vereceği zararın/yaralanmanın şiddetinin bileşimi tespit edilmiştir. Burada " $Risk=Olasılık (O) \times Şiddet (S)$ " formülünden yararlanılmıştır. Aşağıda Çizelge 3 ve 4 üzerinde

gösterildiği gibi olasılık ve şiddet değerleri belirlenmiş, matris tipi risk değerlendirme formu ve risklerin derecelendirilmesi için sonuç skalası oluşturulmuştur (Çizelge 5).

İSG açısından bir değerlendirmede bulunabilmek için oluşturulan risk değerlendirme tablolarının sonuçları; Risk Düzeyi veya Risk Skoru/Eylem Tablosu oluşturularak irdelenmiş ve işlerin risklerinin kabul edilebilir seviyede olup olmadığı değerlendirilmiştir (Çizelge 6.). Tehlikelerin ortadan kaldırılması ya da risklerin kabul edilebilir düzeye indirilmesi için İSG mevzuatı uyarınca genel prensiplere uygun ve çeşitli çözüm yaklaşımlarının kavramsal çerçevesi (Eker ve Kılıç, 2021) içinde bazı tedbirler önerilmiştir.

Kadın çalışanların niteliklerinin tanımlanması için; boy ve kilo verilerinden yararlanılarak VKİ sonuçları (kilonun boy uzunluğunun karesine bölünmesiyle ( $kg/m^2$ )) hesaplanmış ve Dünya Sağlık Örgütü'nün yayınladığı (HSGM, 2021) yetişkinler için VKİ tablosuna göre değerlendirilmiştir (Örneğin; VKİ:25-29.9  $kg/m^2$  ise kişi fazla kiloludur).

Çizelge 3. Riskin olasılığının belirlenmesi

Olasılık	Derecesi	Olasılık riskinin gerçekleşme sıklığı
Çok düşük	1	Hemen hemen hiç
Düşük	2	Çok az (yilda bir kez)
Orta	3	Az (yilda birkaç kez)
Yüksek	4	Sıklıkla (ayda bir kez)
Çok yüksek	5	Çok (haftada birkaç kez/her gün)

Çizelge 4. Riskin şiddetinin belirlenmesi

Şiddet	Derecesi	Riskin sonuçlarının etkileri
Çok hafif	1	Çalışma saati kaybı yok, ilk yardım gerektiren durum
Hafif	2	Çalışma günü kaybı yok, ayakta tedavi gerektiren kalıcı etkisi olmayan durum.
Orta	3	Hafif yaralanmaya yol açan, yatarak tedavi gerektiren durum.
Ciddi	4	Ölüm, ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi gerektiren durum, meslek hastalığı
Çok ciddi	5	Birden çok ölüm, sürekli iş göremezliğe sebebiyet veren durum

Çizelge 5. L Tipi (5x5) Matris Risk Değerlendirmesi içerisinde  $R=O \times S$  derecelendirmesi

ŞİDDET (SONUÇ)					
OLASILIK	1-ÇOK HAFİF	2- HAFİF	3-ORTA	4-CİDDİ	5-ÇOK CİDDİ
1-ÇOK DÜŞÜK	1-Anlamsız	2-Düşük	3-Düşük	4-Düşük	5-Düşük
2-DÜŞÜK	2-Düşük	4-Düşük	6-Düşük	8-Orta	10-Orta
3-ORTA	3-Düşük	6-Düşük	9-Orta	12-Orta	15-Yüksek
4-YÜKSEK	4-Düşük	8-Orta	12-Orta	16-Yüksek	20-Yüksek
5-ÇOK YÜKSEK	5-Düşük	10-Orta	15-Yüksek	20-Yüksek	25-Tolere Edilemez

Çizelge 6. L Tipi (5x5) Matris için risklerin derecelendirme skalası

Skor	Riskin seviyesi	Yapılması gerekenler
21-25	KABUL EDİLEMEZ RİSK	Tolere edilemez iş. Acil önlem alınmalıdır. İş süreci geçici olarak durdurulmalıdır.
15-20	BELİRGİN RİSK	Acil önlem alınmalıdır. Riskler azaltılmadan çalışılmamalıdır.
8-14	DİKKATE DEĞER RİSK	Önlem alınmalıdır.
4-6	DÜŞÜK RİSK	Tolere edilebilir risk. Acil önlem ve ek kontroller gerektirmez.
1-3	ÇOK HAFİF RİSK	Önlem faaliyeti gerektirmeyebilir

Ayrıca, iş akışı gözlem formu, arazi gözlem formu ve anket formlarındaki veri-bilgi yardımıyla her bir iş ögesinde, kadın çalışanların vücut duruşları basitçe –vücut şekli ve duruşuna göre analiz edilip değerlendirilmiştir. Bunun için OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System; Ovako Çalışma Postürü Analiz Sistemi) (Enez, 2008; Koç ve Testik, 2016; Enez ve Nalbantoğlu, 2015) yönteminde kullanılan nitelendirme ve kodlamalardan yararlanılmıştır. Çalışanların sırt, kol ve bacak duruşları ile kaldırılan yük ve sarf edilen güce dayalı basit bir değerlendirme yapılmış; özellikle fidan dikim iş aşamasındaki yüklenme ve zorlanmalar değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, risklerin değerlendirilmesi ve sonuçta İSG değerlendirmeleri için kullanılmıştır.

Yüz yüze görüşme metoduyla elde edilen ve arazide anket formuna aktarılan veri-bilgi; Microsoft Excel programına aktarılmıştır. Hazırlanan verilerin analiz edilip değerlendirilebilmesi için sınıflama ölçeğine dayalı sayısal kodlar yardımıyla bir kılavuz geliştirilmiştir. Her bir soru ve/veya soru grubu için frekans dağılımı ve yüzde analizi yapılmış ve değerlendirmede kullanılmıştır.

### 3. Bulgular ve tartışma

#### 3.1. Ağaçlandırma faaliyetlerinde fidan dikim işleri ve işçiliği

Ağaçlandırma faaliyetleri kapsamındaki fidan dikim işlerinin; çalışanlar tarafından kolayca anlaşılabilir yapıda olduğu, sıralı ve karmaşık bir karar sürecini gerektirmeyen iş öğelerinden ibaret olduğu ve de basit el aletleri ile işin gerçekleştirilebildiği belirlenmiştir. Nitekim MYK' nin tanımladığı ulusal meslek standardına göre "Orman ağaçlandırma ve fidan yetiştirme işçisinin" mesleki yeterlilik seviyesi, sekizli seviye matrisi ölçeğine göre "Seviye (3)" olarak bildirilmiştir (MYK, 2021). Bu çerçevede fidan dikim işlerinin basit bilgi ve becerilerle kotarılacak işlerden olduğunu söylemek mümkündür.

Araştırma alanının da içinde bulunduğu Akdeniz Bölgesi'nde ağaçlandırma işlerinde çalışanların toplam ortalama %65.5 oranında kadın çalışanlardan oluştuğu bulunmuştur. Araştırmanın gerçekleştirildiği Silifke Yöresi'nde kadın çalışanların oranı %80 olup bağlı bulunduğu Mersin Yöresi'nin ortalamasından (yaklaşık %71) ve Akdeniz Bölgesi oranları ortalamasından daha fazladır. Bu durum, ağaçlandırma işlerinde yalnızca kadın çalışanlar üzerine odaklanılmasını destekleyen bir bulgu olarak değerlendirilmiştir.

Ağaçlandırmada fidan dikim işlerinde kadın işçi oranının fazla olmasının başlıca sebepleri: diğer ormancılık işlerine göre bu işlerin hafif olması, kadın istihdamı sağlanmaya çalışılması, erkeklerin alınan ücreti az bulması ve başka iş bulma imkânlarının olması, ağaçlandırma işleri sürekli iş olmadığı için kadınların eşlerinin arazide çalışmalarına razı olmaları ve en önemlisi kadınların ev ekonomisine katkı sağlayıp çalışma hayatında bulunmak istemeleri olarak belirtilmiştir.

İSG açısından genel bir değerlendirmenin yapılabilmesi için araştırmaya katılanların demografik özelliklerine yönelik bulgular Çizelge 7' de özetlenmiştir.

Çizelge 7. Katılımcıların demografik özelliklerinin frekans ve yüzde değerleri

Demografik özellikler	Kategori	Frekans (N)	Dağılım (%)
Yaş	18-25	5	5.5
	26-35	17	18.7
	36-45	29	31.9
	46-55	23	25.2
	56-65	14	15.4
	>65	3	3.3
Medeni hal	Evli	76	83.5
	Bekar	8	8.8
	Boşanmış	1	1.1
Yaşanılan yer	Dul	6	6.6
	Köy	91	100
Çocuk sayısı	0	15	16.5
	1-2	39	42.8
	3-4	34	37.4
	5-6	3	3.3
Eğitim	Okur-yazar değil	15	16.5
	İlkokul	48	52.7
	Ortaokul	9	9.9
	Lise	15	16.5
	Üniversite	4	4.4
Çalışma süresi (yıl)	<1	7	7.7
	1-4	22	24.2
	5-9	26	28.6
	10-14	19	20.8
	15-19	9	9.9
	20-24	4	4.4
	25-30	3	3.3
>30	1	1.1	
Alınan ücret (TL)/aylık	<1000	4	4.4
	1000-1100	65	71.4
	1200-1300	6	6.6
	1400-1500	9	9.9
	1500-1600	5	5.5
>2000	2	2.2	
Sigorta türü	Yok	51	56
	SSK	12	13.2
	Bağkur	6	6.6
	Yeşil kart	12	13.2
	Dul maaşı	5	5.5
	65 yaş aylığı	3	3.3
Emekli sandığı	2	2.2	

Kadın çalışanların yarısından fazlasının (%57.1) 36-55 yaş aralığında yoğunlaşması, bu iş kolunda orta yaş ve üzeri kadınların yer aldığını işaret etmektedir. İSG açısından çalışanların yaşının; tehlike ve risklerin algılanmasında ve reaksiyon gösterilmesinde önemli bir gösterge (Acar ve Üçüncü, 2021) olduğu dikkate alınır, orta seviyeli risk potansiyelinden bahsedilebilir.

Eğitim durumu itibarıyla; okur-yazar olmayanların oranının %16.5, ilkökul mezunlarının %52.7, ortaokul mezunlarının %9.9, lise mezunlarının %16.5 ve üniversite mezunlarının %4.4 olduğu belirlenmiştir. Bu durum dikkate alındığında, henüz demografik bilgilere bakılarak kadın iş gücünün İSG alanındaki bilindik risklere açık olabileceğini söylemek mümkündür. Çünkü, Acar ve Eroğlu (2001), ormancılık işlerinde çalışanların eğitim düzeylerinin düşük olmasının iş veriminde ve servete kayıplar oluşturduğunu ve de iş kazalarını arttırdığını belirtmişlerdir.

Katılımcıların yarısından fazlasının (%56) herhangi bir sosyal güvencesi olmadığı belirlenmiştir. Sosyal sigorta ve Bağkur sahipleri, eş veya evlat durumundan faydalanmaktadır. Sosyal güvencesiz oluşlarının, kendilerinde güvensizlik hissi meydana getirdiğini ve

oluşabilecek bir kazada zor duruma düşeceklerinin farkında olduklarını belirtmişlerdir. Nitekim bazı ormancılık işlerinde olduğu gibi kadın çalışanların kendi nam ve hesaplarına çalışmaları, iş akdinin olmaması ve buna bağlı sigortalı sayılmamaları, İSG kanunu kapsamı dışında kalmaları; yaşayacakları kazaların iş kazası olamayacağı ve bu nedenle sosyal güvencesiz çalıştıkları aşikardır.

Beden gücü ağırlıklı ve basit aletlerle yapılan işlerde iş gücünün çeşitli açılardan değerlendirilebilmesi için yapılan hesaplamada çalışanların VKİ ortalaması 27.5 kg/m<sup>2</sup> bulunmuştur. Acar ve Eker (2001b) tarafından yapılan bir araştırmada da orman fidanlık işçilerinin VKİ değerlerinin (ortalama 25.7 kg/m<sup>2</sup>) bu çalışma ile örtüştüğünü söylemek mümkündür. Kadın çalışanların %70' inin fazla kilolu olması, İSG açısından hareketlerin kısıtlanmasını ve iş kazası risklerini barındırdığını ve ayrıca uzun süreli çalışmaları halinde mesleki hastalık riski içerdiğini de söylemek mümkündür. Buna göre, ergonomik risklere açık bir işçi kitlesi ile karşılaşıldığı anlaşılmaktadır.

İşçiler öğle yemeklerini hep birlikte ağaçlandırma sahasında, evlerinden getirdikleri ve aşçılık yapan işçinin yaptığı yiyeceklerle yemektir. Çalışanların yarıya yakınının çay ve kahve tüketme alışkanlığı olmadığı belirlenmiştir. Katılımcıların hiçbirinin alkol tüketim alışkanlığı olmadığı; yalnızca % 5' inin sigara içtiği saptanmıştır. Öte yandan kitap okumak, televizyon izlemek, internette gezinmek, gezmek gibi kitle iletişiminin sağlanmasına ve yaygınlaşmasına yönelik kişisel ve sosyal aktiviteler katılım oranı da düşük bulunmuş; bu durum, özellikle İSG kültürü konusunda farkındalık oluşturacak

yeterli altyapıya sahip olmadıklarını destekleyici bir bulgu olarak kaydedilmiştir.

Çalışanların hepsinin çalışma sahasına aynı araçla (midibüs) ulaşım sağladığı ve ulaşımın ortalama 3 saat sürmesinden dolayı sabah 05.00'da yola çıkıp günlük en az 6 saat fiilen çalıştıkları belirlenmiştir. Çalışanların tamamına yakını (%94.5) hem çapa hem de bağ bıçağına sahip olup fidan dikim işi için bu aletleri kullanmaktadır.

Araştırmaya katılan kadınların iş kontrolleri ve fiziksel iş yükü açısından değerlendirilebilmesi için yöneltilen sorulara ait cevaplarında; tamamı mesleki (teknik) eğitim aldıklarını belirtmişlerdir. Ancak aldıkları eğitim, iş başı yapılmadan önce fidan dikim işinin nasıl yapıldığı ile ilgili orman işletme çalışanı tarafından verilen eğitimidir. Bu eğitimler; genel iş tekniği bileşenlerini içeren tatbikat ve de alıştırmaların yapıldığı mesleki bir eğitim anlamına gelmemektedir. Nitekim mesleki yeterlilik kurumunun belirlediği Seviye-3 ölçütlerine (MYK, 2021) uygun bir eğitimin verilip verilmediği de tartışma konusu olabilir.

Araştırma sahasında yapılan doğrudan gözlemlerde tüm işçilerin iş akışının posta başı (işçilerin başında duran sorumlu kişi) ve orman işletme çalışanı tarafından takip edildiği görülmüştür. Çalışma esnasında bir kontrolör tarafından sürekli izlenmek veya gerekli gereksiz uyarılmak, ağaçlandırma işinde psikolojik baskılara açık vaziyette çalışıldığını işaret etmektedir. İSG açısından bu davranışların, psikolojik risk etmenleri arasında sayılabileceğini söylemek mümkündür.

Doğrudan güvenlik ve sağlık özellikleriyle ilgili sorulara verilen cevaplar ve anketörün gözlemlerine ilişkin bulgular Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Genel güvenlik ve sağlık özellikleri

Sorular	Kategori	Frekans (N)	Dağılım (%)
İşçi sağlığı ve iş güvenliği konusunda eğitim aldınız mı?	Evet	-	-
	Hayır	91	100
Bu işi yaparken hiç kazaya uğradınız mı?	Evet	7	7.7
	Hayır	84	92.3
İşçinin yanında yeterli ilk yardım malzemeleri var mı?	Var	-	-
	Yok	91	100
İşyerinde ilk yardım malzemeleri var mı?	Var	-	-
	Yok	91	100
İşçiler sürekli sağlık problemlerinden yakınıyor mu?	Evet	38	41.7
	Hayır	53	58.3
Bel ağrılarında şikayetleri var mı?	Evet	55	60.4
	Hayır	36	39.6
Sert omuz-kürek kemiği ağrılarında şikayetçiler mi?	Evet	26	28.6
	Hayır	65	71.4
İşçinin hareketlerini kısıtlayıcı bir rahatsızlığı var mı?	Var	34	37.4
	Yok	57	62.6
İşçide çalışmaktan dolayı bir rahatsızlık oluşmuş mu?	Evet	28	30.8
	Hayır	63	69.2
İşçi çalışmaya bağlı bir hastalığa maruz kalmış mı?	Evet	3	3.3
	Hayır	88	96.7
İşçide psikolojik rahatsızlık göstergesi-şikâyeti var mı?	Evet	28	30.8
	Hayır	63	69.2
İşçi yeterli medikal bakımdan geçirilmekte mi?	Evet	-	-
	Hayır	91	100
İşçi (kadın olmanın getirdiği) kişisel sağlık problemlerinden dolayı çalışmadığı olmuş mu?	Evet	4	4.4
	Hayır	87	95.6

İSG konusunda katılımcıların hiçbirinin eğitim almadığı belirlenmiştir. Bununla beraber çalışanların %94,5'i, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'ndan, %100'ü ise Orman İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği kılavuzundan habersiz olduklarını bildirmiştir. İşçilerin %7,7'si iş esnasında veya ulaşımda kaza geçirdiğini aktarmıştır. Araştırmaya katılanlardan dört işçi işe ulaşım esnasında şoför dikkatsizliği sebebiyle kaza yaptıklarını bildirmiştir. Bir işçi işe işi yetiştirebilmek için hızlı çalıştığı esnada bağ bıçağı ile fidanı polietilen torbadan ayırma işleminde elinde eldiven olmadığı için parmağının derisine zarar verdiğini söylemiştir. Öte yandan çalışanlardan ikisi iş esnasında dikkat dağınıklığının da etkisiyle eğimli arazide kayıp el bileklerinde burkulma-incinme hasarını yaşadıklarını belirtmişlerdir. Çalışma duruşları kas-iskelet sistemini etkilemekte ve uygun olmayan çalışma duruşuyla birlikte iş kazaları kaçınılmaz olmaktadır (Karwowski ve Marras, 1999). Aynı sektör içindeki fidanlıklarda; Göl (2018), mevsimlik işçilerle ilgili yaptığı çalışmada, katılımcıların %47'sinin en az bir defa iş kazası geçirdiğini ve bu kazaların; %36'sının kayıp düşme sebebiyle olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmada, 7 işçiden 4'ü dikkatsiz davranış sergilediğinden dolayı iş kazası geçirmiştir. Araştırmaya katılan toplam çalışan kitlesi içinde yaklaşık %8' lik kaza vakasının olduğu belirlenmiştir. Ancak çalışanların iş kazası ve kazanın ne anlama geldiği konusundaki algıları veya kazaya maruz kalmaları durumundaki tutumları tam belirgin olmadığından veya bu anketle ölçülemediğinden hem hafif kazaların hem de ramak kala olaylarının daha sık olduğunu iddia etmek mümkündür.

İşçilerin hiçbirinde ilk yardım malzemesi bulunmadığı belirlenmiştir. İşveren tarafından da temin edilmiş ve iş yerinde kullanılabilir ilkyardım çantasına rastlanmamıştır. En yakın sağlık kuruluşu veya yerleşim yeri dikkate alındığında ağaçlandırma işlerinde meydana gelebilecek herhangi bir kaza için ilkyardım malzemelerinin bulundurulmayışı önemli bir eksiklik olarak görülmüştür. Doğa koşullarında yalnızca kazalar değil, çeşitli hayvan ısırma veya sokmaları, zehirli bitkilerle temas, vb. olumsuzlukların yaşanması muhtemeldir. Ağaçlandırma işlerinin yapıldığı bu sahada, İSG gerekliliklerinin yeterince dikkate alınmadığı anlaşılmaktadır.

Bununla birlikte işçilerin %41,7'si sürekli sağlık problemlerinden, %60,4'ü bel ağrısından, %28,6'sı sert omuz veya kürek kemiği ağrısından, % 6,6'sı varis-damar rahatsızlığından (60 yaş üzerinde görülmüştür), %37,4'ü kısıtlayıcı rahatsızlıklardan (bunların %2,9'u sırt ağrısı, %26,5'i omuz-boyun ağrısı, %70,6'sı da kol-bacak ağrısı), %30,8'si çalışmaktan dolayı oluşan rahatsızlıklardan (bunların %3,6'sı parmakta beyazlık, %96,4'ü halsizlik), %3,3'ü çalışma süresince nefes darlığından yakınmıştır. Çalışanlara psikolojik rahatsızlıkları olup olmadığı sorulduğunda %30,8'i evet cevabını vermiştir ve bu cevapların %7,1'i dalgınlık, %3,6'sı asabiyet, %60,7'si uyuma zorluğu, %28,6'sı ise sinirsel baş ağrısı şeklinde nitelendirilmiştir. Çalışanların bu yakınmalarının; sadece ağaçlandırma işlerinden kaynaklandığını söylemek mümkün olmayabilir. Ancak, iş akışı ve çalışanların iş sırasındaki vücut duruşları dikkate alındığında bel ağrıları, el-kol ağrıları ve sırt ağrılarından yakınmaları olağan görünmektedir. Bununla birlikte, çalışanların henüz iş başlangıcında ve devamında herhangi medikal bir kontrolden geçirilmediği belirlenmiştir. Dolayısıyla işin çalışanlara veya çalışanların işe uyumuna ilişkin bir denetimin yapılmadığı ortadadır. İSG'nin sağlanması için ergonomik açıdan çalışan-ış uyumuna ilişkin bir değerlendirmenin yapılamamış olması; ağaçlandırma işlerinde sağlık ve güvenliğe yeterli hassasiyetin gösterilmediğini işaret etmektedir.

Çalışanların güven içinde ve sağlıklı çalışabilmeleri; iş yerinin ve işyerine ulaşılabilirliğin güvenli olmasına bağlıdır (Acar ve Üçüncü, 2020). Çalışanların (kendilerine sorularak) ve işyerinin (anketörün gözlemiyle) güvenlik durumu ile ilgili bulgular Çizelge 9' da özetlenmiştir.

Katılımcıların hiçbirisi çalışma sahasına erişim için, saha içinde de hareket ve de geçiş yolları için herhangi uyarı işaretlerinin kullanılmadığını, ancak çalışılacak yeri, yöreye hâkim oldukları için bulmakta ve burada hareket etmekte zorluk yaşamadıklarını dile getirmişlerdir. Bu alanda ağaçlandırma işleri için uyarı ve işaret levhalarının kullanılmaması, İSG açısından bir zafiyet olduğunu işaret etmektedir.

Çizelge 9. Çalışan ve işyeri güvenlik durumu

Sorular	Kategori	Frekans (N)	Dağılım (%)
İşçilerin çalışma yerleri ve geçiş yolları uyarı işaretleriyle açıkça belirtilmiş mi?	Evet	-	-
	Hayır	91	100
İşçinin iş esnasında durduğu yer güvenli mi, kayma riski var mı?	Evet	5	5,5
	Hayır	86	94,5
İşçinin çalışma yeri, işçinin kolayca ve serbestçe hareketine uygun mu?	Evet	85	93,4
	Hayır	6	6,6
Makine ve aletlerin tehlikeli kısımları yeterince korunuyor mu?	Evet	91	100
	Hayır	-	-
İş yerinde zorunlu ihtiyaçları karşılama (tuvalet, duş) ve temizlik şartları var mı, uygun mu?	Evet	-	-
	Hayır	91	100
İş yerinde alet ve ekipmanları koruyucu, malzemeleri depolayıcı barakalar var mı?	Evet	-	-
	Hayır	91	100
Makine ve aletler düzenli olarak bakımdan geçiriliyor mu?	Evet	70	76,9
	Hayır	21	23,1
Alana işle ile ilgili sağlık ve güvenlik işaretleri (uyarı levhaları) yerleştirilmiş mi?	Evet	-	-
	Hayır	91	100
Isıran ya da sokan yabani hayvanlara (kene, ayı, yılan, arı vb.) karşı işveren ya da işçi tarafından önlem alınmış mı?	Evet	62	68,1
	Hayır	29	31,9

Çalışanların %5.5'i iş yaparken buldukları alanın eğimli olmasına bağlı olarak kayma riski yaşadığını, %6.6'sı ise çalışma yerinin kolayca ve serbestçe harekete uygun olmadığını belirtmiştir. Eğimli, taşlık, girintili çıkıntılı ve özellikle arazi hazırlığından sonra açılan teraslar boyunca taş parçaları ve keseklerin olması çalışanların iş sırasındaki duruşlarını etkilemektedir. Ancak, çalışanların bu durumu ve çalışma duruşlarını kanıksamış olsa gerek ki çoğunluğu, arazi şartlarından etkilenmediklerini ifade etmiştir. Çalışanların birbirlerine göre olan aralık mesafeleri çapa sallama, eğilme-kalkma, ileri doğru uzanma vb. açıdan rahat hareket etmelerini sağladığından yani bir nevi süpürme mesafesinin yeterli olmasından dolayı hareket kabiliyetlerinde (fiziksel ergonomi açısından) engelleyici unsurun olmadığını rivayet etmişlerdir.

Çalışanların kullandığı bağ bıçağı ve dikim çapası; kesici ve hatta delici niteliktedir. Bağ bıçakları, kullanılmadıklarında, kendi sapları içinde muhafaza edilebildiğinden taşınması ve depolanması kolaydır. Ancak kullanım sırasında tırtıklı (testere dişli) ağız açıklığının bağ bıçakları için bir risk oluşturduğunu söylemek mümkündür. Çalışanlar, bu aleti kullanılırken eldiven giydikleri için tehlike ve risklerden korunduğunu ifade etmiştir. Ancak kullanılan eldiven; tozdan kirden koruma sağlayabilir nitelikte ancak kesilmelere ve delinmelere karşı koruyucu özellik taşımamaktadır. Ağaçlandırma faaliyetlerinde kişisel koruyucu donanımlardan en önemlisinin eldiven olduğu söylenebilir. Eldiven çeşitleri (Starline, 2021) itibarıyla; fidan dikim işlerinde EN 388 ve EN 374 niteliğindeki eldivenlerin, kadın çalışanlar için uygun olacağı söylenebilir.

Çapalar için de eldiven, tutma kolaylığı sağlasa da çapanın hem çalışanın kendine hem de yakınında çalışan diğer çalışanlara çarpma ve kesme tehlikesi-riski bulunmaktadır. Çapalar, taşınırken ve depolanırken (kullanılmadığında bir arada tutulurken) kesici uç için herhangi koruyucu kullanılmamaktadır. Bununla birlikte, işçilerin tamamı iş yerinde alet ve ekipmanları koruyucu, malzemeleri depolayıcı barakalar olmadığını belirtmiştir. Kullanılan aletler işçiler tarafından tedarik edilmektedir ve her gün işe geliş gidişlerinde beraberinde taşınmaktadır. Çalışanların %76.9'u aletleri bakımdan geçirdiğini, %23.1'i gerekli bütçeleri bulunmadığı ve özen gösteremediklerini için bakım yapmadıklarını belirtmiştir.

Yapılan iş dağlık alanda arazi çalışması olduğundan tuvalet, duş kabini gibi ayrılmış veya sahada imal edilmiş bir alan yoktur. Hem temizlik hem de içme-kullanma (yemek yapımı vb.) suyu işçiler tarafından beraberlerinde bidonlar içinde işyerine getirilmektedir. Bu nedenle özellikle kadın çalışanlar için işyerinde kişisel hijyen probleminin yaşandığı söylemek mümkündür. Kişisel ve işyeri hijyeni, işyerinde İSG' nin sağlandığının bir göstergesi olabilecek niteliktedir (Albayrak, 2020).

Araştırma alanında çalışan işçilerin %68.1'i ısırın ya da sokan yabani hayvanlardan (kene, ayı, yılan, arı vb.) kaynaklanabilecek rahatsızlıklara karşı ne kendileri tarafından ne de işveren tarafından herhangi bir önlem alınmadığını belirtmiştir. Nitekim işyerinde gerek ilkyardım malzemelerinin olmayışı gerekse çalışanların giyim kuşamları bu durumu destekler niteliktedir. Kadın çalışanların uzun, vücudu açıkta bırakmayacak şekildeki yöresel kıyafetleri giydikleri gözlemlenmiş ve kendileri de

yaz kış fark etmeksizin bu kıyafetlerle çalıştıklarını söylemiştir.

Kişisel koruyucu donanımlar konusunda da; çalışanların yalnızca eldiven kullandıkları belirlenmiştir. Çalışanlar, iş aletlerinde olduğu gibi koruyucu kişisel donanımlarını da kendileri tedarik etmektedir. Öte yandan, ağaçlandırma işleri; toz maskesi, gözlük, güvenli ayakkabı ve güvenli giysilere ihtiyacı gerektirecek potansiyele sahiptir. Kişisel koruyucu donanım, risk etmenlerini minimuma indirmede yardımcı olabileceğine kapasitesine sahiptir (Kaya ve Özok, 2018). Eroğlu vd. (2010), fidanlık işçileriyle yaptıkları çalışmada işçilerin kişisel koruyucu araçlar konusunda bilgili olmadıklarını ortaya koymuşlardır. Göl (2018), fidanlık işçileriyle yaptığı çalışmada, işçilerin %57.4'ünün kişisel koruyucu araçlardan faydalanmadıklarını belirtmiştir. Araştırma sahasında yalnızca eldiven kullanılması ve bu donanımın da yeterli nitelikte olmaması, risklerden kaçınma hiyerarşisi açısından son aşamanın dahi yeterince yerine getirilemediğini göstermektedir.

İşçilerin genel olarak çalışmaktan kaynaklanabilecek psikolojik problemlerini belirlemek ve bu yöndeki risk etmenlerini ortaya koyarak çalışanların bu işe karşı algı tutum ve beklentilerini saptayabilmek amacıyla yöneltilen sorulara verilen cevaplarla ilişkin bulgulara; çalışanların %32.9'u kendisini çalışmaktan dolayı uykulu hissetmekte, %41.7'si sabah uyandığında kendini yorgun, %37.3'ü ise bazen vücudunu taşıyamayacak kadar halsiz hissettiğini, %19.7'si kendisini sağlıklı ve hastalıklı, %28.5'i mutlaka vücudunun bir yerinde ağrı olduğunu dile getirmiştir. Katılımcıların %54.9'u çok fazla enerji harcadığını belirtirken %40.6'sı çalıştığı dönemde kilo kaybı yaşadığını söylemiştir. %19.7'si iş sonrasında yorgunluğunu atamazken, %25.2'si iş sırasında kendisini yorgun hissedip uyumak istediğini belirtmiştir. Kadın işçilerin %79.1'i kendilerine zaman ayıramadıklarını, bunun sebebi olarak da iş sonrasında zamanlarının olmadığını, arta kalan zamanlarda da ev işleriyle ve çocukların bakımıyla uğraştıklarını dile getirmişlerdir.

### 3.2. Risklerin değerlendirilmesi

Fidan dikiminde çalışan kadınların, katlandıkları iş yükünün etkilerini ortaya koymak ve eylemlerini ergonomik riskler açısından değerlendirmek için iş dilimleri ölçeğinde OWAS yöntemine göre yapılan hareket/eylem analizi bulguları Çizelge 10'da özetlenmiştir.

Fidan dikiminde; çömelerek dizler kıvrık vaziyette ve de öne eğilerek eğimli arazide dengede durup çalışmanın getirdiği fizyolojik bir iş yükünden bahsedilebilir. Çünkü vücut postürü bu durumdayken ergonomi ilkelerinin (Üçüncü ve Acar, 2020) ilk kurallarından biri olan vücudun S biçiminin korunması ihlal edilmektedir. Katlanmış, kıvrılmış ve zamanla torsiyoona (burkulmuş/bükülmüş) uğrayan vücut hızla yorulmaya ve sonuçta iş yükünün artmasına neden olma potansiyeline sahiptir.

Ağaçlandırma işlerindeki bedensel işgücü kullanımının yoğun olduğu fidan dikim aşamasında vücut postürünün sırt, kol, bacak eylemleri üzerinden yapılan değerlendirmeye göre; fidan yerleştirme ve fidan çukuruna toprak atılması işlerinde iş yüklenmesi ve zorlanmanın çok fazla olduğu ve acele ergonomik düzenleme yapılmasını gerektirecek nitelikte olduğu belirlenmiştir. Diğer iş dilimlerinde ise zorlanma derecesinin düşük olduğu ve uzun vadede

ergonomik düzenlemelerin yapılması gerektiği bulgusuna erişilmiştir. Öte yandan bu çalışmada, çalışma duruşlarının analizine yönelik olarak ergonomik risk etmenlerini tanımlayabilmek için bir nevi basit bir değerlendirme yapılmaya çalışılmıştır. Hareketler ve bunların yapılış-tekrarlanış sürelerine ilişkin bir çalışma ve değerlendirme yapılmamıştır. Literatürde ise, çalışma duruşları konusunda çeşitli değerlendirme yöntemlerine (Akay vd., 2003; Can ve Fıçlalı, 2014; Ünver-Okan ve Acar, 2017; Kee, 2021) rastlamak mümkündür. Uygunsuz çalışma duruşlarının, işçi üzerinde; stres, yorgunluk ve kas iskelet sistemi rahatsızlıkları oluşturduğu ve meslek hastalıkları riskini artırarak iş veriminde azalmaya neden olduğu bilinmektedir (Ünver-Okan ve Kaya, 2015).

Anket bulguları, çalışma alanı gözlem formu, iş analizi ve hareket analizi bulgularıyla risk etmenleri ölçeğinde, risk değerlendirme tablosu Çizelge 11’de özet olarak verilmiştir.

Ergonomik açıdan risk faktörleri uygun olmayan duruş, uygulanan veya maruz kalınan kuvvet, tekrarlı hareketler ve zorlanmalara karşı süreklilik (Albayrak, 2020) şeklinde sıralandığında; fidan dikim işlerinde, iş akışı gereği çalışanların kısa süreli de olsa uygun olmayan duruşlarla

çalıştıkları görülmüştür. İşçiler, tüplü sedir fidanlarından (800-1300 g/fidan), dikim için yanlarında (heybe adı verilen sırta askılı çantalarda) genelde 3-4 fidan birlikte taşınmaktadır ve toplam fidan ağırlığı en fazla 3-5.5 kg arasında değişmektedir. Çapa ve bağ bıçağı ile birlikte çalışma sırasındaki ağırlığın 10 kg’ ı aşmadığı söylenebilir. Çapayla; toprağın kazılması, kazılan toprağın çekilerek veya itilerek fidan çukuruna form verilmesi sırasında kuvvet uygulanmaktadır. Bağ bıçağı ile fidan tüplerinin diplerinin kesilmesinde de çapalamaya nispeten daha düşük bir kuvvet uygulanmaktadır. Bir işçinin fidan dikimi için 59-85 saniye içinde eğilme-eğilip kalkma-kıvrık bükük formda hareket-çömelme gibi hareketleri tekrarladığı belirlenmiştir. En çok zorlanmanın fidan yerleştirme ve toprak atımında olduğu bilindiğinden kısa süreli tekrarlı hareketlere bağlı bu zorlanmaların işçiler tarafından tolere edilebildiği görülmüştür. Çünkü işyerinde verimli çalışma zamanı 6 saat kabul edildiğinde bu süre zarfında bu işlerin yapılabilirdiği ve kabesi günlerde de aynı tempo ve performansta, iş bitene kadar gerçekleştirildiği dikkate alındığında ergonomik açıdan fidan dikim işinin tüm zorluğuna ve ergonomik risklerine nazaran yapılabilir bir iş olduğu söylenebilir.

Çizelge 10. Fidan dikiminde işçi hareketlerinin değerlendirilmesi

Vücut postürü İş Dilimi*	Duruş-Durum			Eylem sınıfı ve açıklaması
	Sırt	Kollar	Bacaklar	
Çukur açma	Eğik ve kıvrık	Omuz seviyesinin altında	Dizler düz iki bacak üstünde dikilme	Zorlanma fazla değil. Yakın zamanda ergonomik düzenleme yapılmalıdır.
Fidanı alma ve dip kesimi	Kıvrık-bükülük	Omuz seviyesinin altında	Dizler düz iki bacak üstünde dikilme	Normal duruş. Ergonomik düzenleme gerekemeyebilir.
Fidan yerleştirme	Eğik ve kıvrık	Omuz seviyesinin altında	İki dizde kıvrık ve yere çökmüş	Yüklenme ve zorlanma çok fazla. Derhal ergonomik düzenleme yapılmalıdır.
Toprak atımı	Eğik ve kıvrık	Omuz seviyesinin altında	Dizler bükülmüş iki bacak üstünde dikilme	Yüklenme ve zorlanma çok fazla. Derhal ergonomik düzenleme yapılmalıdır.
Sıkıştırma	Düz ama kısmen öne yana eğilmiş	Omuz seviyesinin altında	Dizler dik ve iki bacak üstünde dikilme	Zorlanma fazla değil. Yakın zamanda ergonomik düzenleme yapılmalıdır.
Teras formu verilmesi	Eğik ve kıvrık	Omuz seviyesinin altında	Dizler dik ve iki bacak üstünde dikilme	Zorlanma fazla değil. Yakın zamanda ergonomik düzenleme yapılmalıdır.
Taşıla sabitleme	Eğik ve kıvrık	Omuz seviyesinin altında	Dizler dik ve iki bacak üstünde dikilme	Zorlanma fazla değil. Yakın zamanda ergonomik düzenleme yapılmalıdır.

\*İş dilimlerinde; yük/güç gereksinimi 10 kg’ ın altındadır.

Çizelge 11. Risklerin genel değerlendirme tablosu

Değerlendirilen etkenler	Risk skoru	Risk düzeyi
1. Genel çalışma ve çalışma alanı etüdü	10	ORTA
2. Sağlık gözetimi ve hijyen	12	ORTA
3. Biyolojik riskler	12	ORTA
4. İklim koşulları	11	ORTA
5. Acil durumlar	19	YÜKSEK
6. Eğitim ve bilgilendirme	11	ORTA
7. Tehlikeli maddeler	8	ORTA
8. Dikim çukur açmada güvenli davranışlar	9	ORTA
9. Dip kesiminde güvenli davranışlar	11	ORTA
10. Fidan yerleştirmede güvenli davranışlar	12	ORTA
11. Toprak atmada güvenli davranışlar	12	ORTA
12. Sıkıştırmada güvenli davranışlar	3	DÜŞÜK
13. Teras formu vermede güvenli davranışlar	15	YÜKSEK
14. Taşıla sabitlemede güvenli davranışlar	12	ORTA
15. Kişisel koruyucu donanım	12	ORTA
16. Elle kaldırma taşıma ve ergonomi	9	ORTA
13. Donanımsal iş araç gereçleri	11	ORTA
14. Psikolojik ve sosyal etkenler	9	ORTA
<b>ORTALAMA</b>	<b>11</b>	<b>ORTA</b>



#### 4. Sonuç ve öneriler

Çoğunlukla dağlık, engebeli ve merkezi yerleşim yerlerinden uzak sahalarda gerçekleştirilmekte olan ağaçlandırma faaliyetleri kapsamındaki fidan dikim işleri, doğrudan beden gücü kullanımıyla gerçekleştirilen işlerdendir. Bu işlerde, örneğin Akdeniz Bölgesi'nde çoğunlukla (%65.5 oranında) kadın iş gücünden yararlanılmaktadır. Bu saha içinde de Mersin Yöresi genelinde ve araştırma alanı özelinde kadın iş gücünün ağaçlandırma işlerindeki rolü; sırasıyla %80 ve % 71.3' lük oranlardadır. Kadınlar, ağaçlandırma işlerinde çoğunlukla dikime hazırlık, dikim ve çapa-ot alma iş aşamalarına katılmaktadır. İş sürekliliğinin olmaması, gündelik çalışmaya uygun olması ve kalifiye işçilik gerektirmemesi gibi nedenlerden dolayı, ağaçlandırma işlerinde kadın iş gücü etkin olarak yer almaktadır.

Araştırma alanı ölçeğinde, ağaçlandırma işlerinde çalışan kadınların yarısından fazlasının (%57.1) yaşları 36-55 aralığında olup bu işlere katılan kadın iş gücünün orta yaş ve üzeri gruba dahil olduğu ortaya konulmuştur. Ağaçlandırma işlerinde çalışacaklar için ergonomik açıdan bir ön değerlendirme veya eleme yapılmadığı gibi çalışanların kendisi tarafından da işe uygunlukları konusunda bir değerlendirme yapılmamaktadır. Araştırmaya katılanların yarısından fazlasının (%50.55) fazla kilolu olması çalışma ergonomisi açısından fiziksel bir uyumsuzluğun olduğunu göstermektedir.

Ulusal mesleki yeterlilik standardı olmasına rağmen halihazırda ağaçlandırma işlerinde, bu belgeye ihtiyaç duyulmadan çalışılmaktadır. Ağaçlandırma işçileri iş tekniği konusunda ve İSG konusunda herhangi bir eğitim görmeksizin çalışmaktadır. Çoğunluğunun İSG konusunda hiçbir bilgisi bulunmamaktadır. İş başlangıcı ve sürecinde de ağaçlandırma işini yapmalarından dolayı hiçbir çalışan sağlık gözetiminden geçirilmemektedir. İş hijyeni ve kişisel hijyen bakımından da hem eğitim verilmemiş hem de işveren ve işçiler tarafından gerekli işyeri tedbirleri alınmamıştır. Aşırı sıcak, aşırı soğuk, yağmur vb. durumlarda çalışanların korunmasına/barınmasına yönelik önlemlere de rastlanmamaktadır.

Ağaçlandırma işlerinin kadın iş gücünün yoğunlaştığı dikim aşamasında, çoğunlukla basit el aletleri kullanılmakta olup bağ bıçağı ve çapa en çok kullanılan donanımlardır. Kesme, delme, çarpma gibi tehlikeleri ve riskleri bulunan donanımlara ilişkin fazlaca kaza hikayesine rastlanmamıştır. Bu durum, bu aletlerin ya dikkatli kullanıldığı ya da vücuttan uzakta iş yapılmasına bağlı olarak kazalara neden olma sıklığının düşük olduğunu göstermiştir. Bu açıdan diğer bulgularla birlikte fidan dikim işlerinin az tehlikeli işler kategorisinde değerlendirilebileceği söylenebilir.

Ağaçlandırma işlerinde çalışanlar kendi nam ve hesaplarına çalışmaları, bir iş akdinin bulunmaması ve sigortalılık halinin oluşmamasından dolayı bu işlerde meydana gelen kazalar iş kazası niteliğinde değildir. Ağaçlandırma işlerinde bildirilen kazaların basit ve geçici yaralanmalarla sonuçlandığı görülmektedir. Bununla birlikte ağaçlandırma işleri fiziksel ve fizyolojik olarak çalışanı zorlayan ve yoran bir iş tekniğine sahip olmasından dolayı çalışanlarda çeşitli sağlık problemleri oluşabilmektedir. İşin tüm yıl boyunca ve uzun yıllarca devamlılık göstermemesi ve çalışanların periyodik olarak sürekli bu iş kolunda yer almamaları meslek hastalığı oluşumu açısından bir sonuca erişilmesini güçleştirmiştir.

Hava hallerine bağlı olarak termal konfor şartları, aydınlatma ve basınç gibi iklim koşullarına bağlı açık etkiler ve risk etmenleri mevcuttur. Toprakla temas halinde olunmasından dolayı toz, duman, vb. fiziko-kimyasal etkilerle karşılaşmaktadır. Bitkilerle ve bitki köklerini kapsayan yetiştirme tüpleriyle temas sırasında böcek, mantar, bakteri, virüs ve parazitlerle de temas edilebildiğinden biyolojik risk faktörlerine açık bir işçilik yapılmaktadır. Çalışma postürü göreceli olarak değerlendirildiğinde; vücut sürekli ikiye katlanmış vaziyette, zaman zaman bacaklar katlanmış olarak sürekli öne eğilme ve kıvrılmış durumda çalışılmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, fidan dikim süreci az tehlikeli işler sınıfında yer almaktadır. Çalışma ortamının izole olması ve merkezi yerleşim yerleri ile sağlık merkezlerine uzak olması hem iş süresinin verimsizliğine hem de kaza risklerine karşı, kendisi bir risk olmaktadır. Çalışanların teknik ve iş sağlığı güvenliği açısından eğitimsiz olmaları da bir risk potansiyeli oluşturmaktadır. İşlerin kesici ve delici aletlerle sürdürülüyor olması ve doğaya açık alanda çalışılıyor olması çalışma ortamının tehlikeli durum ve risklere açık olduğunu göstermektedir. Bu ortamda doğal afetler olması halinde, yangın, hayvan-böcek ısırması, iş kazası, vb. durum karşısında acil eylem planlarının olmayışı da bu işlerin güvenli olmadığını göstermektedir. İş tekniği yönünden sürekli eğik, kıvrık ve katlanmış vücut yapısıyla çalışılacak olması, dikim işlerinin iş yükü açısından zorlayıcı ve yıpratıcı olabileceğini işaret etmektedir. İşin titizlik gerektirmesi ve kadınların bu tür işlerde gerekli hassasiyeti göstermeleri, kadın iş gücünü tercih edilebilir kılmaktadır. İşe devamlılığın zorunlu olmaması, genellikle tanıdık kişilerle ve doğayı sevenler için açık havada çalışılıyor olması kadın iş gücünün bu işi tercih etmesinde olumlu katkılar sağlamaktadır. Öte yandan temiz su, sıcak öğün, temizlik, tuvalet yoksunluğu ile işe uzun ulaşım süresi gibi nedenler kadınların bu işlerdeki katılımını sınırlayan unsurlardır.

İSG açısından fidan dikiminde, kadın iş gücü lehine gerekli sağlıklı ve güvenli ortamların oluşmadığı ancak bundan kaynaklanacak risklerin kadın iş gücü tarafından katlanabilir bulunduğu ve gelecekte de bu koşullarda dahi kadınların bu işlere katılım göstereceği sonucu ortaya çıkmıştır. Ancak bu işlerin insan onuruna ve konforuna yakışır duruma getirilebilmesi için aşağıdakiler önerilerde bulunulabilir. Buna göre, ağaçlandırma işlerinde;

- Mesleki Yeterlilik Kurumu'nun işaret ettiği standartlarda eğitilmiş ve sertifikalı işçiler tercih edilmeli, kadın iş gücünün katılımı ve profesyonelleşmesi sağlanmalıdır.
- İşveren tarafından ağaçlandırma sahalarında portatif tuvalet, lavabo gibi hem kişisel hem iş hijyenine yönelik ve de gün içinde sıcaktan soğuktan koruyacak tesisler (çadır, tente, vb.) oluşturulmalı veya götürülmelidir.
- Günlük ve periyodik olarak çalışanların kullandıkları el aletleri hem verim hem de iş güvenliği açısından denetlenmeli veya işçilerin kendileri tarafından kontrol edilmesi sağlanmalıdır.
- Çalışanların kişisel koruyucu donanım (toz, toprak, taş parçası vb. malzemenin koruyan gözlük, sahaya uygun ayakkabı, mevsime uygun iş kıyafeti, sığağa ve yağmura karşı şapka vb.) kullanmaları sağlanmalıdır Fidan dikim işlerinde asal koruyucu donanımlardan biri eldiven olup

mekanik risklere karşı koruma sağlayan (EN 388:2016 standardında); aşınmaya, kesilmeye, delinmeye ve yarılmaya dirençli eldivenler kullanılmalıdır.

- Çalışanların kullandıkları aletler ve kıyafetler beden ölçülerine uygun, vücudu kavrayacak şekilde, nefes alabilen yapıda ve dayanıklı olmalıdır. Yağmur ihtimaline karşı basit yağmurlukların bulundurulması, arazi içinde işçilerin kolayca görülebilmesi için fosforlu güvenlik yeleklerinin giyilmesi sağlanmalıdır.
- Ağaçlandırma işleri için risk değerlendirmeleri yöresel ve bölgesel olarak yapılmalı/yaptırılmalı ve yaygınlaştırılmalıdır. Tehlike ve risklere karşı alınacak önlemlerin yerine getirilip getirilmediği denetlenmeli, işçiliğin sürekliliği bu işlere uygun durum ve davranışlar çerçevesinde sağlanmalıdır.

#### Açıklama

Bu makale, Prof. Dr. Mehmet EKER danışmanlığında, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde Fatma Gamze KORKMAZ tarafından hazırlanan Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir. İlgililere teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- 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 depo işçilerinde ergonomik açıdan antropometrik özelliklerin araştırılması. 8. Ulusal Ergonomi Kongresi, 25-26 Ekim, İzmir, s. 229-239.
- Acar, H.H., Eroğlu H., 2001. Ormancılıkta odun üretimi ve fidanlık-ağaçlandırma işçilerindeki sağlık sorunları üzerine bir araştırma. 8. Ergonomi Kongresi, 25-26 Ekim, İzmir, s. 9-14.
- Acar, H.H., Üçüncü, K., 2020. İş Sağlığı ve Güvenliği. Nobel Tıp Kitapevleri. 433 s., İstanbul.
- Akay, D., Dağdeviren, M., Kurt, M., 2003. Çalışma duruşlarının ergonomik analizi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18 (3): 73-84.
- Albayrak, M., 2020. Çalışma Ortamında Risk Etmenleri. Açıköğretim Fakültesi Yayınları, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Bozkurt, A., 2017. Ormancılık çalışmalarında iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları: Karabük Orman İşletme Müdürlüğü örneği. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Can, G.F., Fırlı, N., 2014. Çalışma duruşlarının analizinde kullanılan yöntemlere eleştirel bir bakış, VII. Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansı, 5-7 Mayıs, İstanbul, s.504-516.
- Eker, M., Çoban, H. O., Eroğlu, H., 2008. Ormancılık işlerinde aktüel teknoloji düzeyi ve ergonomi kılavuzlarının uygulanabilirliği. 14. Ergonomi Kongresi, 30 Ekim – 1 Kasım, Trabzon, s. 402-411.
- Eker, M., Çoban, H.O., 2019. The relationship between forest operations and climate change. International Conference on Climate Change and Forestry, November 12-15, Antalya, pp. 260-268.
- Eker, M., Kılıç, K.E., 2021. Odun Hammaddesi Üretim İşlerinde Risk Değerlendirmesi. 4120-YL1-14 No.lu Proje Sonuç Raporu, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Elbir, H., 2019. Ormancılıkta iş sağlığı ve güvenliği algısı: İstanbul Orman Bölge Müdürlüğü örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Enez, K., 2008. Ormancılıkta üretim işçiliğinde antropometrik verilerin ve çalışma duruşlarının kaza risk faktörleri olarak değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Enez, K., Nalbantoğlu, S.S., 2015. Forestry activities evaluation of the method in terms of REBA. Suleyman Demirel University Journal of Engineering Sciences and Design, 3(3):127-131.
- Engür, M.O., 2019. Odun üretim işlerinde risk değerlendirme kontrol listesi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. <https://www.ailevecalisma.gov.tr/medias/3752/> Erişim: 02.11.2019.
- Eroğlu, H., Demir, A.G., Kadim, N., 2010. Adapazarı-Hendek orman fidanlığında çalışan işçiler üzerinde yapılan bir araştırma. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Artvin, s. 608-614.
- Forworknet, 1999. Focus on: Women in forestry. Industrial Activities Branch, ILO.
- Gökbayrak, Ş., 2005. Orman İşçilerinin Çalışma Koşullarından Kaynaklı Risk Faktörleri Üzerine Bir İnceleme. Ankara Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Çalışma Ortamı, 78.
- Göl, İ., 2018. Orman fidanlığında çalışan mevsimlik işçilerin çalışma koşullarının ve sağlık durumları algılarının değerlendirilmesi. Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9 (2):19-32.
- HSGM, 2021. Yetişkin beden kütle indeksi, hesaplama motoru. Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı. <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/beslenmehareket-hesaplamalar> Erişim:11.02.2021.
- ILO, 2018. ILO: Dünyanın birçok köşesinde kadınlar hala, erkeklere göre işgücü piyasasına daha az katılıyor. ILO Türkiye Ofisi. [https://www.ilo.org/ankara/news/WCMS\\_619892/lang--tr/index.htm](https://www.ilo.org/ankara/news/WCMS_619892/lang--tr/index.htm) Erişim: 20.12.2018.
- ILO, 2021. Toplumsal cinsiyet eşitliği programı. programlar ve projeler, Türkiye Ofisi, Uluslararası Çalışma Örgütü. <https://www.ilo.org/ankara/projects/gender-equality/lang--tr/index.htm>, Erişim: 20.02.2021)
- Kaptan, S., 1973. Bilimsel Araştırma Teknikleri: Tez Hazırlama Yolları. Ayyıldız Matbaası.
- Karwowski, W., Marras, W.S., 1999. The Occupational Ergonomics Handbook. CRC Press, Florida.
- Kaya, Ö., Özok, A.F., 2018. Hazır giyim işletmelerinin ergonomik risk etmenleri yönünden değerlendirilmesi. Journal of Engineering Sciences and Design, 6:263 – 270.
- Kee, D., 2021. Comparison of OWAS, RULA and REBA for assessing potential work-related musculoskeletal disorders. International Journal of Industrial Ergonomics, 83:103-140.
- Koç, S., Testik, Ö.M., 2016. Mobilya sektöründe yaşanan kas-iskelet sistemi risklerinin farklı değerlendirme metodları ile incelenmesi ve minimizeasyonu, Endüstri Mühendisliği Dergisi, 27 (2): 2-27.
- Korkmaz, S., Alkan H., 2015. Orman köylerinde kadının toplumsal yaşamdaki rolü Isparta Orman İşletme Şefliği örneği. Türkiye Ormancılık Dergisi, 16:141-151.
- Korkmaz, M., Baykal, G.D.Ö., 2018. Kadın orman mühendislerinde iş doyumunu etkileyen faktörler ile iş doyum ve örgütsel bağlılık arasındaki ilişki. Türkiye Ormancılık Dergisi, 19(1):83-90.
- Küçükarslan, A.B., 2017. Ormancılık sektöründe iş sağlığı ve güvenliği. Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- MYK, 2021. Orman Ağaçlandırma ve Fidan Yetiştirme İşçisi – Seviye 3, Ulusal Meslek Standardı. Mesleki Yeterlilik Kurumu, Referans Kodu 15UMS0475-3, 29 s.
- OGM, 2021a. Ormancılık İstatistikleri. Resmi İstatistik. Orman Genel Müdürlüğü. <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz/resmi-istatistikler>, Erişim: 28.05.2021.
- OGM, 2021b. Orman Genel Müdürlüğü 2020 Yılı İdare Faaliyet Raporu. Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Orman Genel Müdürlüğü. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane-sitesi/FaaliyetRaporu>, Erişim: 10.04.2021.

- Poschen, P., 1993. Forestry a safe and healthy profession. *Unasylva*, 44:1.
- Starline, 2021. EN Avrupa eldiven standartları rehberi. Starline Kişisel Koruyucu Donanımlar. [www.starlinesafety.com](http://www.starlinesafety.com), Erişim: 03.02.2020.
- TÜİK, 2020a. İstatistiklerle kadın. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Kadin>, Erişim: 05.06.2020.
- TÜİK, 2020b. İstatistiklerle aile. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Aile>, Erişim: 05.06.2020.
- TÜİK, 2021. İstatistik veri portalı. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/> Erişim: 05.03.2021.
- UNFPA, 2019. Unfinished Business: The Pursuit of Rights and Choices for All. State of World Population 2019. <https://asiapacific.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/>, Erişim:30.09.2019.
- Üçüncü, K., Acar, H.H., 2020. Ergonomi. Nobel Akademik Yayıncılık. 651 s., İstanbul.
- Ünver-Okan, S., Kaya, A., 2015. Orman fidanlıklarında fidan repikaj işlerinde çalışma duruşlarının REBA yöntemi ile analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*,3(3):157-163.
- Ünver-Okan, S., Acar, H.H., 2017. Determination of work postures with different ergonomic risk assessment methods in forest nurseries. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(12):7362-7371.
- Unver-Okan, S., Acar, H.H., Ergenç, I., 2017. Using of Fine Kinney risk assessment method in the wood production process. FORMEC 2017 50th International Symposium on Forestry Mechanization Innovating the Competitive Edge: From Research to Impact in the Forest Value Chain, Brasov, Romania, 25th-29th September, vol. 1, pp. 285.
- Ünver-Okan S., Acar H.H., Gümüş S., Ergenç İ., 2019. Evaluation of the risks in wood harvesting activities by the preliminary hazard analysis (PHA). *Journal of Advanced Technology Sciences*, 8(2):66-73.
- Yıldırım, M., 1989. Ormancılık İş Bilgisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.

## Cumhuriyet dönemi çevreci bir yapı: Türkiye Ağaç Koruma Cemiyeti (1928-1955)

Ufuk Erdem<sup>a,\*</sup> 

**Özet:** Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşundan sonra başlayan yeniden yapılanma döneminde toplumun da bilgi ve kültür anlamında donatılması için politikalar üretilmiştir. Bu politikalar çoğunlukla devlet tarafından uygulanmakla birlikte -sınırlı da olsa- bazı yarı resmi sivil toplum kuruluşlarının da sürece dahil oldukları görülmektedir. Bu sürece katılım sağlayan yapılardan birisi de Türkiye Ağaç Koruma Cemiyetidir. Cemiyet, ülke genelinde ağaç sevgisini bireylere kazandırmak, çevre bilinci uyandırmak, meyve ağaçlarının ıslah edilerek yüksek kaliteli meyveler yetiştirip uluslararası piyasada rekabet edebilmek ve ülke genelini ağaçlandırmak gibi çalışmalar yürütmüştür. Ayrıca Cemiyet ağaçlandırmayı özendirmek ve ağaca gösterilen sevginin toplumun tüm kesimlerine yayılmasını sağlamak için de Ağaç Bayramları düzenlenmesine öncülük etmiştir. Bu çalışmada Türkiye Ağaç Koruma Cemiyetinin kuruluşu, programı, nizamnameleri, faaliyetleri arşiv belgeleri ve dönemin gazeteleri ışığında kronolojik olarak ele alınmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Türkiye Ağaç Koruma Cemiyeti, Ağaç Bayramı, Cemiyet

## An environmentalist organization in the republic period: Turkish Tree Conservation Association (1928-1950)

**Abstract:** The reconstruction period following the establishment of Turkish Republic encountered policies for providing the society with knowledge and culture. Although these policies were usually implemented by the government, few quasi-official non-governmental organizations, one of which was Turkish Tree Conservation Association, got involved in the action. The Association carried out such projects as raising naturalism among the individuals across the country, awaking environmental awareness, ensuring competition within the international market via growing high-quality fruits by tree-breeding, and contributing to country-wide afforestation. Moreover, the Association pioneered the organizations of the Tree Festivals for encouraging afforestation and ensuring the dissemination of love for tree amongst all segments of the society. The present study elaborates on Turkish Tree Conservation Association in such aspects as the establishment, programme, regulations and activities chronologically in the light of the archival documents and newspapers of the period.

**Keywords:** Turkish Tree Conservation Association, Tree Festival, Association

### 1. Giriş

Osmanlı Devleti'nde cemiyetlerin (derneklerin) ortaya çıkışı, yasal bir çerçevesi olmamakla birlikte, 1860'ların sonlarına doğru artmıştır (Arslan, 2010). Cemiyet kavramının gelişimi noktasında Tanzimat Fermanı ile başlayan, Kanun-i Esasi'yle devam eden süreç İkinci Meşrutiyet Dönemi'nde en üst seviyelere ulaşmıştır. İkinci Meşrutiyet Dönemi Osmanlı sivil toplum anlayışının yaygınlık kazandığı ve sivil örgütlenmelerin ön planda olduğu bir zaman dilimi olmuştur (Erdal ve Aydın, 2017). Nitekim bu dönem kendisinden sonraki yılları önemli ölçüde etkilemiştir. Örneğin 1909 yılında çıkarılan Cemiyetler Kanunu'nun 28 Haziran 1938 tarihine kadar bazı madde değişiklikleriyle yürürlükte kalmıştır (Toprak, 1985).

Cumhuriyetin ilanından sonra siyasi alanda faaliyet gösteren cemiyetlerin sayısında büyük oranda azalma yaşanmış, hemen hemen bilgi ve kültür gayesiyle kurulanlar dışında cemiyet kalmamıştır (Hanioğlu, 1993). Bu bağlamda Türkiye Ağaç Koruma Cemiyeti de bilgi, kültür ve çevre

bilinci ile ağaç sevgisinin topluma kazandırılması gayesiyle kurulmuştur. Bununla birlikte kurulduğu dönemin siyasi koşullarının şekillendirdiği Cemiyetin yapısını tam bir sivil toplum örgütü olarak tanımlamak güçtür. Özellikle ulus devletin kuruluş aşamasında idari-bürokratik seçkinler, toplumun aydınlatılması, yönlendirilmesi, modernleştirilmesi noktasında merkezden çevreye ya da yukarıdan aşağıya doğru siyasi sistemin belirleyicisi ve uygulayıcısı olmuşlardır. Bu noktadan hareketle Cemiyetin başkan ve üyelerinin milletvekili, vali, kaymakam, belediye başkanı, Danıştay üyesi vb. kimliklere sahip olması Cemiyet için yapısal olarak yarı resmi yarı sivil değerlendirmelerine yol açmıştır (Uluöz, 1945).

23 Nisan 1920'de Büyük Millet Meclisinin açılmasıyla her alanda olduğu gibi ormancılık alanında da çalışmalar başlatılmıştır. 11 Ekim 1920 tarihinde Cumhuriyet döneminde ormancılık ile ilgili ilk kanun olan Baltalık Kanunu çıkarılmıştır. Bu kanun ile öteden beri odunculuk, kömürcülük, kerestecilikle uğraşan ve büyük ormanlara en çok 20 km uzaklıkta bulunan köylülere hane başına on sekiz

✉ <sup>a</sup> Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Polatlı Fen-Edebiyat Fakültesi, Tarih Bölümü, Türkiye Cumhuriyeti Tarihi Anabilim Dalı, Ankara

@ \* **Corresponding author** (İletişim yazarı): ufuk.erdem@hbv.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 28.05.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 15.07.2021



**Citation** (Atıf): Erdem, U., 2021. Cumhuriyet dönemi çevreci bir yapı: Türkiye Ağaç Koruma Cemiyeti (1928-1955). Turkish Journal of Forestry, 22(3): 295-305. DOI: [10.18182/tjf.944178](https://doi.org/10.18182/tjf.944178)

atik (1.8 hektar) baltalık verilmesi yoluna gidilmiştir. Ancak kanun baltalık ormanların tahrip edilmesi ve adaletsiz olduğu kadar teknik bir temele dayanmadığından üç yıl sonra Devlet Ormanlarından köylülerin İntifa Hakkı Kanunu ile yürürlükten kaldırılmıştır (Gülen ve Özdönmez, 1981). 1921 yılının başında İktisat Vekâleti TBMM Başkanlığına bir yazı göndererek Anadolu'da şehir, kasaba ve çiplak bölgelerin tespit edilmesi ve mülki memurların başkanlığında ağaç dernekleri kurulması, sürdürülmesi ve faaliyetleri konusunda icap eden muamelenin ifa buyurulması istenmiştir. Başkanlık da ilgili yazıyı Dâhiliye Vekâletine havale etmiştir (BCA, 1921)<sup>1</sup>. 17 Şubat-4 Mart 1923 tarihlerinde düzenlenen İzmir İktisat Kongresi'nde ekonomik bağımsızlık sağlamak için düzenlemeler yapılırken ormanların korunması ve çoğaltılmasına yönelik kararlar da alınmıştır (İBB, 2004). 7 Şubat 1924 tarihinde 76 gün görev yapabilen Orman Yüksek Meclisi (Orman Meclisi Alisi) kurulmuştur. 1924 yılı Bütçe Kanunu çerçevesinde İstanbul, İzmir, Bolu, Eskişehir, Adana, Menteşe, Antalya, Trabzon'da 1929 yılına kadar hizmet edecek olan Orman Başmüdürlükleri oluşturulmuştur (Gümü, 2014). Yine 1924 yılında çıkarılan 442 sayılı Köy Kanunu ile her köylüye yılda bir ağaç dikme yükümlüğü verilmiştir. Ayrıca kanunla köylerde ağaçlandırma yapılması, orman veya koru yetiştirilmesi, konularında düzenlemeler yapılmıştır (Kutluk, 1936; Gümü, 2018). Meclisin açılışından Türkiye Ağaç Koruma Cemiyetinin kurulduğu tarihlere kadar geçen sürenin cumhuriyet dönemi orman politikaları açısından inceleme araştırma ve karar verme devresi olduğu anlaşılmaktadır. Bu dönemde bir taraftan geleneksel yöntemlerle ormanlardan yararlanılmaya devam edilirken diğer taraftan da yüksek ve kaliteli üretim için bilimsel araştırma faaliyetleri sürdürülmüştür. Ülkenin yeniden imar edilmesi için ormanlardan yararlanma zorluğu ortadayken bir taraftan da orman yetiştirme ve ağaç sevgisini millete aşılama yolunda çalışmalar yapılmıştır (Benli, 2014). Türkiye Ağaç Koruma Cemiyeti de bu çalışmalara Anadolu'nun pek çok bölgesinde şubeler açarak önemli katkılar sunmuştur.

## 2. Materyal ve yöntem

Araştırmanın ana materyalini Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivinden temin edilen belgeler ile Milli Kütüphaneden elde edilen süreli yayınlar (gazete ve dergiler) oluşturmuş olup, ayrıca konuya ilişkin araştırma ve inceleme eserlerden de faydalanılmıştır. Elde edilen veriler tarih araştırmalarında kullanılan sınıflandırma, tahlil ve tenkit yöntemleriyle sentez edilmiştir. Konu kronolojik olarak ele alınmış ve açıklama dipnotları ile araştırmanın daha da anlaşılır olmasına çalışılmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1. Cemiyetin kuruluşu ve ilk yılları

<sup>1</sup> Dâhiliye Vekâletinin başkanlığın talimatıyla ilgili ne gibi bir işlem yaptığı bilin(e)memekle beraber, sonraki yıllarda konunun takipçisi olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim Alanya'da Himaye-i Eşcar Derneğinin Dâhiliye Vekâletinin 11 Eylül 1928 tarih ve 2903/404 sayılı bir yazısına binaen kurulduğu ifade edilmektedir (Gönüllü, 2008).

İlk adı Himaye-i Eşcar Cemiyeti olan Türkiye Ağaç Koruma Cemiyeti, Cemiyetler Kanunu'na göre 20 Şubat 1928 tarihinde Kemah'ta kurulmuştur. Cemiyetin kurucusu olan Kemah Kaymakamı Hamdi Nafi Bey kuruluşu şöyle anlatmaktadır: *Kemah'ta bulunan ağaç muhiplerini bir araya topladım. Mektebin ufak bir odasında uzun münakaşat neticesinde Kemah Himaye-i Eşcar Cemiyeti ismini taşıyan bir cemiyet tesis ettik ve yirmi maddelik bir nizamname yaptık.* Cemiyet Kemah'ta kaldığı kısa süre içerisinde bir fidanlık tesis ederek –bu alanda yetiştirip dağıtmak üzere– kayısı çekirdekleri dikmiştir. Ayrıca suni orman tesisi denemesinde bulunarak tedarik edilen akasya tohumlarını muhtelif mevkilere ekmiştir. Bu çalışmalar 80 dönümlük bir alana ulaşmıştır (Hamdi Nafi, 1929).

İktisat Vekili Rahmi Bey, Doğu Anadolu Bölgesi'nde tetkik seyahati yaptığı sırada Kemah'a da uğramış ve cemiyetin faaliyetlerini görmek takdir etmiştir. Rahmi Bey, Kemah Himaye-i Eşcar Cemiyetinin bölgesellikten çıkarılıp ülke genelinde yaygınlaştırılması için Ankara'ya nakledilmesinin daha uygun olduğunu ifade etmiştir. Bu direktif doğrultusunda taşınma işlemi gerçekleşmiş ve böylelikle Türkiye Himaye-i Eşcar Cemiyeti<sup>2</sup> 13 Aralık 1929'da Ankara'da faaliyetlerine başlamıştır (Hakimiyeti Milliye, 25 Teşrinievvel/Ekim 1930). Cemiyetin merkezinin Ankara'ya taşınmasıyla birlikte Kemah'taki dosyalar sonradan Ankara'ya istenmiştir (BCA, 1932).

Himaye-i Eşcar Cemiyeti Başkanlığına seçilen<sup>3</sup> Rahmi Bey 7 Ocak 1930 tarihinde Hakimiyeti Milliye gazetesine *Ağaçları Koruma Millî Bir Borçtur* başlığıyla Cemiyetin kuruluşu ve amaçları hakkında şöyle bir beyanatta bulunmuştur\*:

*İki sene evvel Kemah'ta doğup memleketin sekiz vilayet merkeziyle 45 kazasında, birçok köylerde ve nahiyelerde çoğalmış, büyümüş ve çalışmaya başlamış bulunan Himaye-i Eşcar Cemiyeti faaliyetini bütün memlekete yaymak için Ankara'yı merkez ittihaz etti. Bir ay evvel kongre toplandı, umumî merkezin ve idare heyetini intihap ederek Ankara'da çalışmaya başladı.*

*Malûm olduğu veçhile ormanlar bir memleketin en mühim servet menbalarından biri olduğu gibi ziraatın de en mühim mesnetidir. Bazı seneler müthiş seller yüzünden en feyizli ovalarınızdaki mezruatın mahvolduğunu teessürle görürüz. Bunun yegâne sebebi, ormanlarda ve bilhassa meyilli arazide ağaçların yakılarak, kesilerek tarla haline konmasından ve yağmur sularının bu açılmış tarla*

<sup>2</sup> Ankara'ya taşınan Cemiyetin isminin *Ağaç Yetiştirme ve Ağaçları Taarruzdan Esirgeme Cemiyeti* olması yönünde görüş beyan eden yazılar da bulunmaktadır. Konu hakkında bkz. *İctihad*, 15 Temmuz 1930.

<sup>3</sup> Cemiyetin Ankara'ya taşınmasından sonra Dâhiliye Vekili (İçişleri Bakanı) Şükrü Kaya'nın bir müddet Cemiyetin başkanlığını yaptığına dair kayıtlar da mevcuttur (Vakit, 10 Ağustos 1930). Ancak Vakit gazetesindeki haber dışında Şükrü Kaya'nın Cemiyet başkanlığını yürüttüğüne dair bir bilgi olmadığından gazetenin bu haberi şüphelidir. Diğer taraftan Rahmi Bey'in hangi tarihte ilk başkanlığa seçildiğine dair açık bir kayıt bulunmamaktadır. 2 Aralık 1929 tarihli Hakimiyeti Milliye gazetesini Cemiyetin umumi kongresini İktisat Vekâletinde yaptığını haber vermektedir. Haberin devamında perşembe günü genel idare heyetinin seçileceği ifade edilmiştir. Yapılan seçimle ilgili bilgi olmamakla beraber bir ay sonra çıkan haberlerin ışığında Rahmi Bey'in 5 Aralık 1929'da yapılan bu seçimle cemiyet başkanlığına getirildiği anlaşılmaktadır.

\* Gazetelerden alınan doğrudan alıntılarda günümüz dilbilgisi ve imla kurallarına uymayan çeşitli yanlışlıklar bulunmaktadır. Ancak bu yanlışlıklar anlam bütünlüğünü bozmadığından metinlere genel olarak müdahale edilmemiştir.

*toprakların sürükleyip ovalara indirmesindedir. Her sene binlerce dönüm en kuvvetli arazimizin bereketli yetiştirme kudretini dağlardan gelen bu taşlı kumlu seller azaltmakta ve ekilmiş tarlaları bozarak yeniden tohum atmak mecburiyetini doğurmakta ve temizlenmiş nadas edilmiş tarlalar birçok muzır nebat tohumlarıyla bozulmaktadır. Yer yer biriken sel sularının teşkil ettikleri gölcükler de köylerin sıhhatini bozmaktadır. Medenî memleketler bu afetlerin önüne geçebilmek için ziraat ıslahatında evvela suların tanzimini düşünerek orman mahallerinde gayri fennî kat'iyatın, tahribatın önüne geçmek için en kuvvetli inzibat tedbirleri almışlardır. Orman mıntıklarında nüfus iskânını men ve hayvan rayını zarar vermeyecek yerlere hasr ve bilhassa dik meyilli araziye muhafaza ormanlarına terk ederek su membalarını kurutan; dere ve nehirlerin sularını azaltan; iklimin itidalini bozan hallerin önüne geçmişler ve bentler, kanallar, cetveller açarak suların tahrip kuvvetini; istihsali iki üç misli arttıran ve emniyet altına alan feyizli bir kudret haline koymuşlardır.*

*Memleketimizde de ilim ve fennin bu kat'i icabatını nazarı dikkate alan hükümetimizin orman ve su siyasetinde esaslı bir programla faaliyete başladığı malûmunuzdur. Halkta uzun senelerin bıraktığı fena itiyatları gidererek yerine ağaç sevgisi uyandırmak için hükümetin giriştiği büyük mücadeleye halkın kendiliğinden doğan teşkilatlarla iştirak etmesi zarurî idi. Cemiyetimiz işte bu mühim maksat ve gayeleri temin etmek azmiyle çalışmaya başlamıştır.*

*Büyük Başvekilimiz cemiyetimizin; fahrî riyasetini kabul buyurmak suretiyle teveccüh izhar buyurdular ve kıymetli himayetleri altına aldılar.*

*Cemiyetimizin kısa bir zamanda bütün memleket evlatlarının kalbinde şuurulu bir sevgiyle yaşamasında ve süratle inkişafında bu himaye çok müessir olacaktır. Cemiyet umumî merkezi toplandı ve programını tespit etti (Hakimiyeti Milliye, 7 Kanunisanı/Ocak 1930).*

1930 yılı Şubat ayı içerisinde cemiyetin çalışmalarına başladığı haberlere yansımıştır. Bu tarihe kadar Refahiye, Maraş, Çorum, Mecitözü, Osmaniçik, Alaca, İskilip, Sungurlu, Mersin, Tarsus, Kütahya, Eğriköy, Tavşanlı, Uşak, Simav, Gediz, Tekirdağ, Şarköy, Saray, Çorlu, Hayrabolu, Malkara, Diyarbakır kaza ve nahiyeleriyle Çanakkale ve Balıkesir'de şubeler açılmıştır. Şubeleşme faaliyetleri dışında Cemiyet, Ankara civarında meyve yetiştirmek için çeşitli yerlerden aşı için meyve çubukları getirme işine girişmiştir. Bu meyve çubukları içerisinde Bursa'nın şeftalisi, İzmir'in sarı et şeftalisi, Çeşme'nin diş bademi, Kastamonu'da yetişen misket elması ve üryani eriği, Zonguldak'ın yağ armudu, Tokat'ın cezvit eriği, Yozgat'ın seydebil armudu, Amasya'nın misket elması, Gümüşhane'nin gelin elması, Malatya'nın kayısı, Mersin'in şekerpare kayısı, Erzincan'ın mığırk armudu, Kağızman'ın tüysüz şeftalisi ve ahududu, Konya'nın şeker armudu, Kütahya'nın vişnesi, Niğde'nin şekerpare kayısı yer almaktadır (Hakimiyeti Milliye, 6 Şubat 1930). Cemiyet, çeşitli bölgelerde küçük fidanlıklar yetiştirip dağıtmaktansa merkezi bir alanda büyük bir meyveli-meyvesiz fidanlık tesis edip dağıtma fikrini benimsemiştir. Bu amaçla cemiyet yönetimi Yerköy (Yozgat) civarında tetkiklerde bulunmuştur (Hakimiyeti Milliye, 12 Şubat 1930).<sup>4</sup>

Cemiyet Mart ayı içerisinde Kastamonu'dan yüz kadar elma ve erik fidanı getirterek bunları bir liradan dağıtmıştır. Bu tarihe kadar 200 binin üzerinde meyve fidanı dağıtımını yapmıştır. Aynı ay içerisinde Cemiyet, ülke genelinde Ağaç Bayramı yapılması için bir talimat hazırlayarak iklim ve bölgenin uygunluğuna göre Ağaç Bayramı yapılmasını şubelerine bildirmiştir. Bu talimattan sonra ilk olarak Dursunbey, Uşak, Kemah, Geyve, Sivas ve Beyşehir'de bayram icra edilmiştir. Cemiyet, bu bayramlar sırasında gelir elde etmek için bayramlarda kullanılmak üzere rozetler hazırlayarak şubelerine göndermiştir. Ayrıca şubelerde kullanılmak üzere de 200 kadar mühür yaptırılarak şubelere gönderilmiştir (Hakimiyeti Milliye, 23 Mart 1930).

Cemiyet Mayıs ayı içerisinde gazeteyle ilan vererek ülke genelinde neler yapılması gerektiğini şöyle duyurmuştur:

*Memleketimizin en mühim irat membalarından ve harice yaptığımız ihracat maddelerinin en mühimlerinden birisi de ağaç ve ağaç mahsulleri olduğu malûmdur. Memleketimizin birçok yerlerinde meyvalı ve meyvesiz ağaçlar pek çok olduğu halde diğer yerlerindeki dağlar, ovalar, tarlalar, nehir kenarları boş ve ağaçsızdır. Memleketimizin bugün ağaçtan elde ettiği faydalar memleketimizin kabiliyetinden pek dundur. Diğer taraftan mevcut ağaçlar dikkatsizlikten ve hayvanatın zarar vermesi yüzünden harap olmaktadır. İşte memleketimizin bu kıymetli servet membaını yükseltmek ve halkımızın ağaçtan yaptığı istifadeyi azamî miktara iblağ etmek için Himayei Eşcar Cemiyeti teşkil edilmiştir.*

*Bu cemiyet her tarafta arazinin kabiliyetine göre yetiştirmesi lâzım gelen ağacın çoğaltması için fidanlıklar tesis edecek ve burada yetişecek fidanları aşıladıktan sonra halkımıza tevzi edecek, boş ve çıplak araziye sun'î usullerle teşcir ederek köylerimizi, dağlarımızı yeşillendirecek ve ağaçların muhafazası için çalışacaktır. Cemiyetimizin yapacağı işlerden birisi de su kenarlarında kavak, söğüt gibi çabuk yetişen ve herkesin her zaman işine yarayan ağaçları çoğaltmaktır. Memleketimizin her tarafında şehirlerimizde, köylerimizde birçok akarsular vardır bunların etrafında sayısız ağaçlar yetişebilir; böyle olduğu halde bu derelerin kenarları ekseriya ağaçsızdır. Burada bulunan köylerde ekseriya odunsuzluktan müşkülâtan çekerler. Hâlbuki bu ağaçları yetiştirmekte müşkülât yoktur. İş yalnız kavak ve söğüdün dalını kesmek ve bu dalları bu ağaçların yanına dikmektir; bundan sonra artık hiçbir masraf ve zahmet yoktur.*

*Bir aile reisi doğan her çocuğu için köyünün yanındaki dereye birkaç yüz ağaç dikse çocuğu büyüyünceye kadar ağaçlar da büyür ve çocuğu çalışacak çağa gelince kendine yapacağı iş için hazır bir sermaye bulur ve hayata atıldığı zaman sermaye bulmak müşkülâtından kurtulmuş olur. Bu kadar az emekle bu kadar çok faydayı kaçırmamak lâzımdır.*

*Tarlalarımızın etrafına, derelerimizin kenarlarına meyvalı, meyvesiz ağaçlar dikelim; ağacın en kısa zamanda çok fayda veren kârlı bir iş olduğunu daima düşünelim (Hakimiyeti Milliye, 5 Mayıs 1930).*

Cemiyet, 1 Aralık 1930'da Çocuk Sarayı Apartmanı'nda toplanan kongresinde bir yıllık faaliyetlerini anlatmış ve 1929 yılı hesabı kapatılırken 1930-1931 yıllarına ait bütçesi de ibra edilmiştir. Buna göre gider olarak; ağaçlandırma için 3 bin, hastalık ve haşeratla mücadele için 3 bin, merkez idare masrafları için de 3 bin liralık bir bütçe ayrılmıştır. Gelir olarak; devlet genel bütçesinden 5 bin liralık yardım, Ziraat Bankası ve Evkaf İdaresinden 2 bin liralık yardım, bağış ve üye aidatlarından temin edilecek 3 bin lira ile toplam 10 bin liralık bir hesap yapılmıştır (Hakimiyeti

<sup>4</sup> Cemiyetin haberde bahsedildiği gibi bir merkezi fidanlıklar kurup faaliyete geçirdiğine dair kayıt bulunmamaktadır.

Milliye, 3 Kanunuevvel/Aralık 1930; Akşam 4 Kanunuevvel/Aralık 1930).

Kongrede ağaç uzmanlarının katılımıyla bir program hazırlandığı 3 bin nüsha basılarak şubelere ve ilgili yerlere dağıtıldığı bildirilmiştir.<sup>5</sup> Genel merkez Ankara'da açıldığında 9 vilâyet, 25 kaza ve 24 nahiyede teşkilatı olan Cemiyet, bir yıl içerisinde bu sayıyı 29 vilâyet, 80 kaza ve 52 nahiyeye çıkarmıştır. Birçok vilayette yetişen ve diğer bölgelerde yetişmesi mümkün olan iyi cins meyvelerin yaygınlaştırılması için aşı kalemleri oluşturulmuştur (bu kalemlerin miktarı 77 çeşitte 3300'dür). Bu çeşitlerden 180 kalem Keskin ve Turgutlu'ya ve 222 kalem Tarsus ve Sivas şubelerine, 508 kalem Geyve, Kalecik ve Akhisar kazalarına, 579 kalem Edirne fidanlığına gönderilmiş ve 1817 kalem de Ankara'da meyve ağacı olanlara dağıtılmıştır. Bunun dışında Gaziantep'ten getirilen fıstık aşıları İstanbul, Aydın, Antalya, Bilecik vilayetleriyle Geyve kaymakamlığına gönderilmiştir. Aynı zamanda sakız ağaçlarının aşılmasını için teşviklerde bulunulmuştur. İzmir bölgesinde yetişen fıstık çamının diğer vilayetlerde çoğaltılması için Bergama'dan 30 kilo tohum getirilmiş ve Kocaeli, Antalya, Kırklareli, Afyon, Kütahya, Konya, İstanbul, Bursa, Artvin, Erzincan, Erzurum, Sivas, Rize, Kastamonu, Çankırı, İzmir, Çorum, Isparta, Denizli ve Adana vilâyetlerine, Tarsus kazasına, Devlet Demiryolları Eskişehir Fidanlığına, Ankara Ziraat Mektebine, orman fidanlığına gönderilmiştir. Buralardan alınacak sonuçlara göre ilerleyen yıllarda bu teşebbüsün artırılmasını planlanmıştır. Erzincan'da ağaçlaştırılacak sahaya dikilmek üzere İstanbul Orman Mektebinden akasya, gladiçya, maklora, ihlamur, çınar tohumları istenmiştir. İlkbaharda kavak ve söğüt gibi çabuk yetişen ağaçlar dikilmesinin teşviki için her tarafa tamimler gönderilmiştir. Bu çalışmalardan sonra ilkbahardaki ağaç dikme mevsiminde 36 türden 1.451.934 ağaç dikilmiştir. İklim itibarıyla benzer vilayetlerde fındığın çoğaltılması için Ordu ve Giresun'dan fidan getirilmesi için çalışma başlatılmış ve ayrıca Pazar şubesine 150 bin fındık fidanı gönderilmesine başlanmıştır. Yerköy'de ağaç tohumları ekilerek elde edilecek fidanların dağıtımını için bir fidanlık tesisine karar verilmiş ve Midayış Çiftliği'nden beş bin dönüm arazi alınması kararlaştırılmıştır. (Vakit, 2 Kanunuevvel/Aralık 1930; Milliyet, 2 Kanunuevvel/Aralık 1930)

Cemiyetin merkez heyeti üyelerinden Mithat Bey görevi nedeniyle Antalya'ya gidince yerine Ankara Valisi Nevzat (Tandoğan) Bey seçilmiştir. Merkez Heyetinden sonra Cemiyetin Genel Heyeti ise şöyle teşkil edilmiştir: Başkanlığa İzmir Milletvekili Rahmi Bey, Genel Sekreterliğe Hamdi Nafi Bey, azalıklara Edirne Milletvekili Faik Bey, Erzurum Milletvekili Aziz Bey, Konya Milletvekili Hamdi Bey, Mardin Milletvekili Ali Rıza Bey, Danıştay'dan Süreyya Bey, Orman İdaresinden Fahri Bey, muhasipliğe de Zeki Bey seçilmiştir (Cumhuriyet, 2 Kanunuevvel/Aralık 1930; Hakimiyeti Milliye, 3 Kanunuevvel/Aralık 1930).

Harf İnkılabından sonra Türk diline uymayan yabancı kelimeleri atarak ve onların yerine Türkçe karşılıklarını bulup koymak isteği belirlemiştir (Levend, 1960). Nitekim bu doğrultuda hareket eden Cemiyet de 1930 tarihli kongresinde Himaye-i Eşcar olan ismini Türkiye Ağaç

Koruma Cemiyeti olarak değiştirmiştir. (Vakit, 2 Kanunuevvel/Aralık 1930; Hakimiyeti Milliye, 3 Kanunuevvel/ Aralık 1930; Arıkan, 1996) Bu isim değişikliğini Vakit gazetesi yazarı Sadri Etem ilginç bir anekdotla aktarmaktadır:

Ankara'dan gelen bir telgraf, Ankara'daki Himaye-i Eşcar Cemiyetinin bir içtimada adını değiştirmeğe karar verdiğini haber veriyor.

*Ağaç koruma cemiyeti ve Ankara deyince aklıma ağaçlara dair bazı hatıralar geldi. Bundan sekiz sene evveldi. Ankara'da ara sıra ağaç bayramı yapılırdı. Herkes eline bir fidan alır. Bir de ibrik istasyon yolunda fidan dikerdi. Bir gün, belediye emir verdi. Her dükkâncı, dükkânın önüne bir fidan dikecektir diye. Dükkânların önüne birer fidan kondu..*

*Bir gece Yahudi mahallesindeki evime dönüyordum. Baktım sabahki gördüğüm fidanlar sıra, sıra boy gösteriyor.. Saydım üç, dört, beş on... Tam altmış beş.. Hiçbir dükkânın önünde fidan yoktu.*

*Ertesi gün öğleye doğru aynı yollardan geçtim, dükkânların önünde kuru fidanlar sıra, sıra boy gösteriyor..*

*Dükkâncının birine sordum: Akşamları fidanlar ne oluyor? Adam yüzüme baktı, baktı:*

*— Efendi dedi, biz sabah diyoruz akşam alıp götürüyorlar, tanrının günü fidan dikmekle uğraşacak değiliz ya.. Fakir fakara, odunsuz memlekette neylesin ağacı çekip götürür. Gündüzleri ağaçlara mukayyet oluyoruz, geceleri dükkâni kaparken fidanları içeri saklıyoruz, sabahları gelince kepenkleri açıktan sonra fidanları diyoruz. Dükkânın önünde ağaç olmazsa, belediye bizlere ceza yazıyor.*

*Ağaçları koruma cemiyeti bize, yar sevgisi gibi ağaç sevgisi öğretmeli adı gibi itiyatlarımızı da değiştirmelidir. (Vakit, 5 Kanunuevvel/Aralık 1930).*

Diğer taraftan Cemiyetin isim değişikliğinin dilde sadeleşme karşıtları tarafından tasvip edilmediği ve bazı eleştirilere konu olduğu da görülmektedir.<sup>6</sup>

Ağaç Koruma Cemiyetinin 1 Ocak 1931 tarihinde Dahiliye Vekaletine gönderdiği kayda göre idare heyeti şöyle şekillenmişti:

Başkan: Rahmi (Köken) Bey (İzmir Milletvekili)

Başkan Vekili: Faik (Kaltakkıran) Bey (Edirne Milletvekili)

<sup>6</sup> Örneğin Halil Nihat (Boztepe) Bey kalem aldığı 14 sayfalık ağaç kasidesinde isim değişikliğini hicvederek eleştirmektedir: Himaye-i Eşcar Cemiyeti Reisi Rahmi Beyfendiye Nasıldı ismi o cem'iyetin, unuttum bak! Unutmasam da ne müşkül aruza uydurmak! Evet, himaye-i eşcar... geldi vezne hele! Düşüş denir buna lâkin... ya bir geleydi gele! Söz anlıyan beri gelsin, bakındı terkibe! O ismi cür'et eden kim bu yolda tertibe ? Bakındı kâtibimin şivei kitabetine! Bakındı medresenin küf kokan belâgatine! Bu yolda söylese Veysi ve Nerkisi söyler Vatanda kaç senedir inkılâp var monşer! Ağaç demek o kadar güç değil şecer yerine Nasıl ki taş demek imkânı var hacir yerine! Bilip esasını dernek diyorken ehli lûgat Bugünkü dilde de artık denir mi cem'iyet? Mukabilinde diyorlar (himaye)nin (koruma)! İnanmıyan soruversin gidip te Erzuruma! Nedir himaye-i eşcar? Olur mu böyle isim? Bu eski şeyleri biz atmamak mı? Nerde fesim? .....

<sup>5</sup> Bu programı hazırlayan uzmanların kimler olduğu ve programda nelerin yer aldığı bilgisi kayıtlarda yer almazken program nüshasının örneğine de ulaşılamamıştır.

Başkan Vekili: Aziz (Akyürek) Bey (Erzurum Milletvekili)

Üye: Ali Rıza (Erten) Bey (Mardin Milletvekili)

Üye: Hamdi (Dikmen) Bey (Konya Milletvekili)

Üye: Süreyya (Özek) Bey (Danıştay Üyesi)

Üye: Fahrettin Bey (Orman Müdürlüğü Şube Müdürlerinden)

Genel Sekreter: Hamdi Nafi Bey

Muhasip: Zeki Bey (Ziraat Bankası İdare Meclisi Azasından)

Aynı tarihlerdeki resmi kayıtlara göre Cemiyetin şubeleri ise Refahiye, Maraş, Çorum, Mecitözü, Osmancık, Alaca, İskilip, Sungurlu, Mersin, Tarsus, Kütahya, Emet, Tavşanlı, Uşak, Simav, Gediz, Tekirdağ, Şarköy, Saray, Çorlu, Hayrabolu, Malkara, Diyarbakir, Çanakkale, Isparta, Manisa, Kula, Soma, Konya, Kadıhan, Ereğli (Konya), Hadim, Sultaniye, Karaman, Akşehir, Seydişehir, Cihanbeyli, Beyşehir, Ermenak, Bozkır, Çumra, Iğın, Kemah, Alâiye, Tuzluca, Göynük, Lice, Ergani, Silvan, Çermik, Kulp, Tosya, Bartın, Safranbolu, şeklindeydi (BCA,1932).

### 3.2. Cemiyetin kamuya yararlı bir dernek olması

Cemiyet Ankara'ya taşınır taşınmaz birtakım ayrıcalıklardan faydalanmaya başlarken<sup>7</sup> hükümetin sağladığı ayrıcalık ve yardımlardan faydalanmak için de kamu yararına bir teşekkül olduğuna yönelik olarak Dahiliye, İktisat ve Ziraat vekaletlerine başvuruda bulunmuştur. Cemiyetin başvurusu, görülen eksiklikler nedeniyle Danıştay tarafından 16 Nisan 1931'de reddedilmiştir. Bu ret durumundan sonra eksikliklerini gideren Cemiyet, aynı yıl yeni bir başvuru daha yapmıştır. Bunun üzerine Danıştay gerekli incelemeleri yeniden başlatmıştır. Dönemin İktisat Vekili Mustafa Şeref (Özkan) Bey, Dahiliye Vekâletine yapılan araştırmaların sonucunu içeren şu yazıyı göndermiştir (BCA, 1932):

*Umumi Merkezi Ankara'da bulunan Türkiye Himayeî Eşcar Cemiyetinin maksat ve gayeî teşekkülü halkta ağaç muhabbeti uyandırmak, genç dimağlarda ağaç sevgisinin esaslı bir surette yerleşmesini te'min etmek, memleketin muhtelif mahallerinde fidanlıklar tesisi suretiyle fennî usuller dairesinde fidan yetiştirerek ahaliye tevzi etmek ve ağaçtan mahrum olan mıntıkların ağaçlandırılmasına çalışmak ve ağaç bakımı bilgisinin artırılmasını te'minden muktezi tedbirlere tevessül etmek olması ve bu suretle milli iktisadın bu sahadaki inkişafına ve halkın nef'ine hadim bulunması itibariyle mezkur cemiyetin menafîi umumiye hadim cemiyetler arasına sokulması muvafik olacağı mutalâasında bulunulduğunu ve mersül evrakın iadeten takdim kıldığımı arz eylerim efendim (BCA, 1932).*

Cemiyetin kamuya yararlı dernekler arasında yer almasıyla genel bütçeden kendisine ödeme yapılmaya başlanmıştır. Nitekim Cemiyet, genel bütçeden 1940 yılında 3.000 lira (Ulus, 26 Mart 1940; Cumhuriyet, 21 Mayıs 1940; Resmî Gazete, 25 Teşrinisani/Kasım 1944, Sayı:5866), 1941 yılında 3.000 lira (Resmî Gazete, 22 Nisan 1947, Sayı: 6589) 1942 yılında 3.000 lira (Cumhuriyet, 8 Nisan 1942), 1944 yılında 20.000 lira (Resmî Gazete, 25 Mayıs 1951, Sayı:7817), 1945 yılında 11.666 lira (TBMM Tutanak Dergisi, 23 Mayıs 1945) 1946 yılında 20.000 lira

(TBMM Tutanak Dergisi, 2 Nisan 1952; Resmî Gazete, 11 Nisan 1952, Sayı:8083), 1947 yılında 10.000 lira (Resmî Gazete, 12 Mart 1954, Sayı:8656), 1948 yılında 10.000 lira (Resmî Gazete, 13 Mart 1954, Sayı:8657), 1949 yılında 10.000 lira (Resmî Gazete, 28 Mayıs 1955, Sayı:9014), 1950 yılında 10.000 lira (TBMM Tutanak Dergisi, 17 Şubat 1950; Resmî Gazete, 30 Mayıs 1955, Sayı:9015), 1951 yılında 10.000 lira (Resmî Gazete, 30 Mayıs 1955, Sayı:9015), 1953 yılında 5.000 (TBMM Tutanak Dergisi, 17 Ağustos 1956), 1954 yılında 5.000 lira (Resmî Gazete, 1 Mart 1954, Sayı:8646) ve 1955 yılında 5.000 lira (Resmî Gazete, 25 Eylül 1962, Sayı:11215) yardım almıştır. 1955 yılından sonraki yıllarda hazırlanan genel bütçelerde Cemiyete ayrılmış bir pay bulunmamaktadır.

Cemiyet, bütçe yardımları dışında 1943 yılında diğer devlet kurumları gibi devlet kırtasiye depolarından ürün alabilme ayrıcalığını da Cumhurbaşkanı İsmet İnönü'nün imzasıyla elde etmiştir (BCA, 1943).

### 3.3. Cemiyetin programı ve nizamnameleri

Cemiyetin Kemah'taki ilk kuruluşu sırasında Hamdi Nafi Bey 20 maddeden oluşan bir nizamname hazırladığını ifade etmektedir. Bu kısa nizamnamede meyveli ve meyvesiz ağaçların çoğaltılması, ağaç sevgisinin telkin edilmesi üzerinde durulmuştur (Hamdi Nafi, 1929). 25 Mart 1929 tarihinde Kemah'da umumi kongresini toplayan cemiyet, daha kapsamlı bir -elli maddeden oluşan nizamname neşretmiştir (Himayeî Eşcar Cemiyeti Nizamnamei İdarisi, 1929).

Kemah'tan Ankara'ya taşındıktan sonra Başvekil İsmet (İnönü) Paşa'nın da fahri başkanlığını yaptığı Himayeî Eşcar Cemiyeti amaç ve hedeflerini 5 Ocak 1930 tarihinde on maddelik bir mesai programı ile açıklamıştır.<sup>8</sup> Bu programda şunlar yer alıyordu: Halkta ağaç sevgisi uyandırmak için ağacın kıymeti, bakımı ve hastalıklarla nasıl mücadele edileceğine dair risale çıkarmak ve neşriyat yapmak. Okullar ve kırsal ağaç sevgisini genç beyinlere en kuvvetli şekilde yerleştirecek mekanlar olduğundan Maarif Vekâleti (Millî Eğitim Bakanlığı) ve Millî Müdafaa Vekâleti (Millî Savunma Bakanlığı) ile işbirliği yapmak. Memleketin ağaçtan en mahrum bölgelerinden başlayarak fidanlıklar tesis etmek ve fidan dağıtmak. İyi cins meyveler yetiştirmek için fidan aşıcılığını halka öğretmek, kurslar açmak ve aşu kalemleri dağıtmak. Tarıma zarar veren sel tahribatı çoğunlukla eğimli araziden akan sudan kaynaklandığından bu bölgelerin ağaçlandırılmasına özellikle itina göstermek. Ülkenin toprak ve iklim itibariyle meyveli ağaç yetiştirmeye çok müsait olmasına rağmen yetiştirilen meyvelerle dünya piyasasında rekabet edilemediğinden yüksek ve kaliteli verim alabilmek için halkı eğitecek uzmanlar yetiştirmek. Önceden planlayarak ağaç bayramları yapılmasına çalışmak (BCA, 1932).

Cemiyetin Ankara'ya taşınmasıyla ülke genelini kapsayan bir yapıya kavuşması sonucu yeni bir nizamnameye ihtiyaç duyulmuş ve hazırlanan bu nizamname Resmî Gazete'de yayınlanmıştır (Resmî Gazete, 29 Kanunusani/Ocak 1930, Sayı:1410; Türkiye Himayeî Eşcar Cemiyeti Nizamnamei Esasi, 1930) 50 maddeden

<sup>8</sup> Programın başında İsmet Paşa'nın Cemiyetin fahri başkanı olduğu vurgusu mevcuttur. Fahri başkanlık durumunun tam olarak hangi tarihte İsmet Paşa tarafından kabul edildiği bilinmese de Cemiyetin Ankara'ya taşınır taşınmaz bu işlemi gerçekleştirdiği anlaşılmaktadır.

<sup>7</sup> Örneğin Evkaf İdaresi (Vakıflar Genel Müdürlüğü) 1930 yılında Cemiyete 500 liralık bir yardımda bulunmuştur (Aydın, 2006).



oluşan nizamnameye göre Cemiyetin kuruluşu, çalışma prensipleri ve yapacağı işler şöyle anlatılmıştır:

Ağaçların çoğaltılmasına, iyi bakımına, cinslerinin ıslahına ve korunmasına yönelik olarak çalışmak üzere genel merkezi Ankara'da olmak üzere Himayei Eşcar Cemiyeti kurulmuştur (Madde 1).

Cemiyetin yapacağı görevler nizamnamesinin ikinci maddesinde ayrıntılı olarak ele alınmıştır: Meyveli Ağaçlar: a- Meyveli ağaçların artırılması için teşvik verilmesi, b- Şubelerin bulunduğu alanlarda meyve ağaçlarının çoğaltılması için fidanlık tesisleri ve yetişecek fidanların dağıtılması, c- Meyve ağaçlarının hastalıklardan ve zararlı böceklerden korunması, d- Meyve ağaçlarının cinslerinin ıslahı.

Meyvesiz Ağaçlar: a- Şube mıntıklarındaki boş ve çıplak arazinin mahallerince tespit edilecek imkânlar neticesinde her sene ağaçlandırılması, b- Su kenarlarında kavak ve söğüt gibi çabuk yetişen ağaçların dikilmesini teşvik etmek, c- Ağaçlara zarar veren haşerata karşı yararlı kuşların himaye edilmesi ve çoğaltılmasına çalışmak.

Ağaç Sevgisi ve Yayın Faaliyetleri: a- Ağaçların korunması, çoğaltılması ve ıslahı için yayın yapılması, b- Okullarda ve orduda ağaç sevgisi uyandırmak için ders verilmesi c- Hayvanların ağaçlara yaptığı zararların önlenmesi d- Ağaçların odun olarak sarf edilmesinin önüne geçilmesi e- Ağaç bayramları yaptırılmak suretiyle ağaç sevgisinin artırılması f- Ağaç ve mahsulleri için sergiler düzenlenmesi g- Mesleki bilginin artırılması.

Cemiyet Üyeliği: Her Türk cemiyete üye olabilir. Cemiyete üye olanlar her yıl 1-50 lira üye aidatı ödeyeceklerdir. Cemiyete büyük hizmeti geçenlere idare heyetinin kararıyla fahri üyelik unvanı verilir (Madde 3-5).

Merkezi Kongre: Cemiyetin merkezi kongresi iki senede bir defa Aralık ayının birinci günü cemiyet merkezinde toplanır. Merkezi kongre şehirlerdeki şubeler tarafından seçilen bir üye ile umumi idare heyetinden oluşur. Merkezi kongre üye salt çoğunluğu ile müzakereye başlar ve kongreyi umum idare heyeti başkanı açar. Merkezi kongrenin ilk toplantısında bir başkan, bir başkan vekili ve iki katip seçilir.

Merkezi Kongrenin Görevleri: Cemiyetin yaptığı işlere dair genel bir rapor hazırlanması, cemiyetin önceki yıl bütçesinin incelenmesi ve bir sonraki bütçenin onaylanması, idare heyetince teklif olunan ve üyeler tarafından teklif edilecek işlerin müzakere edilmesi, esas nizamnamenin tadilinine ilişkin olarak en az on üyenin imzalayacağı tekliflerin değerlendirilmesi, olağanüstü durumlar için toplantı talep edilmesi (Madde 8-13).

Umum İdare Heyeti: Cemiyetin bütün işlerinden sorumludur. Merkez kongrede seçilen dokuz üyeden oluşur. Bu üyelerin içerisinde bir orman, bir haşarat, bir meyvecilik, bir ağaç hastalıkları uzmanı olması şarttır. Heyete bir başkan, iki başkan vekili, bir genel sekreter ve bir de muhasip seçilecekti. Heyetin görevi; merkezi kongreyi toplamak, cemiyetin amaçlarını yaymaya çalışmak, cemiyetin bütün işlemlerini yönetmek, faaliyet raporları ve bütçeyi düzenlemektir. Heyet çoğunluk oyuyla karar verecekti. Başkan cemiyet adına yapılacak bütün işlerde nizamnameye göre hareket edecek ve cemiyeti temsil edecekti. Genel sekreter idari işlerde başkana karşı mesuldür, muhasip de mali işleri idare ve tetkik ile görevlidir (Madde 14-23).

Nizamnamenin 24-37. maddeleri şehirlerde ve kazalarda cemiyetin nasıl şubeleşeceğini, bu şubelerin kongrelerini

nasıl yapacakları ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Bunun dışında yer alan 38-49. maddeler ise cemiyette görev yapacak memur ile müstahdemlere, cemiyetin bütçesine ve herhangi bir sınıflandırmaya tabi tutulmayan çeşitli maddelere<sup>9</sup> yer verilmiştir (Ağaç Koruma Nizamnamesi, 1931).

Cemiyetin 1930 yılında hazırladığı nizamnamesi dokuz yıl yürürlükte kalmıştır. 1938 yılında yürürlüğe giren 3512 sayılı Cemiyetler Kanunu gereğince Cemiyet, 21 Haziran 1939 tarihinde yapmış olduğu genel kongresinde yeni nizamnamesini yayınlamıştır. 52 maddeden oluşan yeni nizamname bir öncekine göre daha kapsamlı hazırlanmıştır. Nizamnamede; cemiyetin amacı, yapılacak işler, ağaç sevgisi konusunda yapılacak neşriyat, cemiyete girme, çıkma şartları ve üyelik aidatı, cemiyetin teşkilatı ve merkez idare heyeti, şubelerin teşkilatı, cemiyet hesapları ve bu hesapların nasıl tetkik edileceği, cemiyetin taşınır ve taşınmaz mal varlığı ile gelirleri, cemiyetin feshi ve mallarının tasfiyesi gibi konulara ayrı başlıklar açılarak madde madde açıklanmıştır (Ulus, 24 Ekim 1939). Bununla birlikte özellikle nizamnamenin ikinci maddesi Cemiyetin siyasetle olan ilişkisini resmileştiriyordu. İlgili maddede Cemiyet Atatürk yolundan ayrılmayacağını ifade ederek kendi faaliyet şubelerinde Cumhuriyet Halk Partisi (CHP) prensiplerini tahakkuk ettirmeyi en esaslı gaye olarak kabul ve ilan ediyordu. Bu durum yönetici ve üyelerinin büyük çoğunluğu resmi olarak Cumhuriyet Halk Partili olan Cemiyet için *malumu ilam etmekte*. Ancak 1951 yılında bu nizamnamenin tüm maddeleri aynı haliyle basılırken ikinci maddede önemli bir değişikliğe gidilmiştir. İkinci Madde: *Dernek Türk milletinin bir tek kurtuluş ve yükseliş yolu olan ve milleti mütemâdi itibar ve refah mevkiine yükseltmekte bulunan ATATÜRK rejimine bağlı kalmayı kabul ve ilan eder* (Türkiye Ağaç Koruma Derneği Nizamnamesi, 1951) şeklinde düzenlenmiştir. Bu değişikliğe 1950 yılında yapılan genel seçimleri CHP'nin kaybetmesi ve Demokrat Partinin iktidara gelmesinin etki ettiği anlaşılmaktadır. Ayrıca bu değişiklik Cemiyetin kamu yararına bir dernek statüsünde bütçeden pay almaya devam etmek istemesiyle de ilintilidir.

### 3.4. Cemiyetin faaliyetleri

Cemiyetin 1929 yılında sadece 6 vilayet, 24 kaza ve 24 nahiyede şubesi bulunmaktaydı. 1931'e kadar bu sayı ciddi bir artış göstermiş ve Cemiyet, 41 vilayet, 430 kaza, 89 nahiyeye, 1020 köy ve ayrıca çeşitli köylerin birleştirilmesiyle oluşturulan 6 mıntıkaya yayılarak faaliyet sahasını genişletmiştir.

1929 yılında çeşitli meyve ağaçları için dağıtılan aşı miktarı 3300 civarındayken bu sayı 1931'de 70360'a çıkarılmıştır. Aşılama konusunda özellikle sakız ağacının aşılama ve Gaziantep'te yetiştirilen fıstığın çoğaltılması için 7750 aşı dağıtılmıştır. Bu sayı 1929'da 100 civarındadır.

Cemiyet 1931 yılında Türkiye genelinde ne cins ve miktarda aşı yapılacağı konusunda araştırma yaparak talepleri toplamıştır. Yapılan araştırma sonucuna göre talep edilen aşıları yetiştiren vilayetlerle temasa geçilerek bu

<sup>9</sup> Nizamnamede müteferrik maddeler olarak tanımlanan bu kısımda; cemiyetin sahip olacağı emlak, cemiyetin bulunduğu yerdeki en büyük mülki memurun teftişine her zaman açık olduğu, idare heyetlerinde bulunan şahısların üç toplantıya mazeretsiz katılmaları halinde üyeliklerinin düşürüleceği gibi durumlara yer verilmiştir.

aşılardan dağıtımını organize etmeye çalışmıştır. İlk etapta 150 binden fazla aşı dağıtımı yapılmıştır (Hakimiyeti Milliye, 3 Mart 1931). Bununla birlikte yapılan dağıtımların eleştirildiği ve öneriler getirildiği gazete haberlerine de rastlamak mümkündür. Eleştiriler dağıtımda iklim koşullarının dikkate alınmadığı (örneğin Ankara), halkın dağıtılan fidanları ekmeden önce nasıl muhafaza edeceğini bilememesi ve uygun aşılamanın nasıl olacağı gibi konularda toplanmıştır. Ayrıca yapılacak aşılama ile ilgili olarak uygulanan tekniklerle ilgili sıkıntılar da dile getirilmiştir.<sup>10</sup>

Cemiyet aşı temini konusunda vilayetlerle kurmuş olduğu temaslar neticesinde Amasya'dan elma, Edirne'den kiraz, şeftali, erik (Hakimiyeti Milliye, 24 Mart 1931), Kastamonu'dan da üryani ve misket eriği getirterek dağıtımına başlamıştır. Talep edenlerden her fidan için bir lira ücret istenmesi kararlaştırılmıştır (Hakimiyeti Milliye, 31 Mart 1931). Cemiyetin 1931 yılı mart ayına kadar dağıttığı aşı kalemi 200 bini geçmiş (Vakit, 23 Mart 1931) ve temmuz ayına kadar da 1.094.859 ağaç diktiği bildirilmiştir (Hakimiyeti Milliye, 29 Temmuz 1931).

Artan talep dolayısıyla 1932 yılı şubat ayında Cemiyet, fidan isteyenlerden cins ve miktara ilişkin ön talep toplamaya başlamıştır (Hakimiyeti Milliye, 22 Şubat 1932). Aynı yılın ortalarına doğru Cemiyet Reisi İzmir Mebusu Rahmi Bey, gazetelere bir yıllık faaliyetleri hakkında demeç vermiştir. Buna göre 1.026.088 ağaç dikilmiştir. Bu sayının 508.842'si meyveli, 517.246'sı meyvessiz ağaçtır. Dikilen meyveli ağaçlar ve sayıları: Kayısı 84762, elma 89975, şeftali, 5860, armut 55701, ayva, 5500, erik, 50953, badem 3021, zerdali 9000, vişne 58600, kiraz 46411, zeytin 20000'dir. Meyvessiz ağaçlar ve sayıları: Akasya 157806, kavak 150791, gladiçya 8000, söğüt 97000, servi 20937, çınar 48612, çam 4560, ahlat 18327, sofora 3671 ve katalpa 6542. En çok ağaç sırasıyla Çanakkale, Bayazıt, Yozgat, Manisa, Erzincan ve Sivas'a dikilmiştir. Cemiyet meyveli ağaçların cinsini ıslah için 2250 Kayısı, 2050 elma, 3150 armut, 3100 kiraz, 3400 vişne, 1400 erik, 500 yapıncak, 200 zeytin, 150 kestane ve 100 adet de çekirdeksiz dut aşı kalemini ücretsiz dağıtmıştır. Rahmi Bey, ülke topraklarında pek çok meyve yetiştilse de bunların birçoğu ihracat için elverişli olmadığından özellikle ihracata yönelik çalışmaların yapılması gerektiğine dikkat çekmiştir (Hakimiyeti Milliye, 14 Mayıs 1932).

Cemiyetin 1934-1938 yılları arasındaki faaliyetleri detaylı olarak gazetelere yansımıştır. Bu yıllarda daha çok gazetelerin reklam sayfalarında Cemiyetin meyve aşıları getirdiği ve bunların Cemiyetin merkezinden temin edilebileceği bildirilmektedir (Hakimiyeti Milliye, 11 Nisan 1934; Akşam, 22 Temmuz 1934; Ulus, 3 Nisan 1935, Akşam 16 Temmuz 1935; Ulus, 10 Mart 1936; Ulus, 14 Aralık 1937; Ulus, 18 Mart 1938; Ulus, 29 Mart 1938).

21 Haziran 1939'da genel kongresini toplayan Cemiyetin merkez idare heyeti şöyle teşkil edilmiştir: İzmir Mebusu Rahmi Köken, Mardin Mebusu Rıza Erten, Manisa Mebusu Yaşar Özey, Konya Mebusu Hamdi Dikmen, devlet

şurası azasından Süreyya, Orman Genel Müdürü Fahri Bük, Ziraat Genel Müdürü Abidin Ege, orman mütehasssısı Kemal ve ziraat vekaleti şube müdür muavinlerinden Şevki. Aynı kongrede Cemiyet nizamnamesini değiştirmiş ve Ankara civarında 100 bin meyve aşısı yapıldığı duyurmuştur (Ulus, 22 Haziran 1939; Akşam 22 Haziran 1939).

1940 yılında Cemiyet 123 bin yabancı ağaç aşılamıştır. Bu ağaçlardan 68.600'ü Ankara'da 55.000'i diğer vilayetlerdedir (Ulus, 15 Mayıs 1940; Vakit, 16 Mayıs 1940).

Cemiyet, 1941 yılı içerisinde 92 köyde 189.000 ağaç aşılamıştır. Bunun dışında 10500 iyi cins elma ve armut fidanları adet 18 vilayete gönderilmiştir (Ulus, 15 Nisan 1942).

Cemiyet, 1940-1942 yıllarında Ankara ve civarındaki bölge halkına ücretsiz meyve aşısı kalemi dağıtmaya devam ettiğini ve bunun için merkez şube adresine başvurulması gerektiğini gazeteler aracılığıyla duyurmaya çalışmıştır. (Ulus, 7 Şubat 1940, Ulus, 17 Mart 1942)

1942 yılının başında Cemiyet, 12 vilayetin 22 kaza ve köylerinde aşı işleri için 89 aşıcı çalıştırmaktaydı. Aşılar yaylalarda yer alan ahlat ağaçlarına Ankara armudu, yabancı elmanın olduğu bölgelerde Amasya elması, Siirt, Urfa, Diyarbakır, Malatya, Mardin, Elazığ, Konya, İzmir, Balıkesir, Eskişehir, Erzincan ve Çanakkale vilayetlerinde Antep fıstığı aşılanması şeklinde planlanmıştır. Ayrıca kalem aşısının bir buçuk ay daha devam edeceği ve ardından ahlat, elma ve sakız ağaçları üzerinde göz aşısına başlanacağı bildirilmiştir (Ulus, 15 Nisan 1942). Bu çalışmalar için Ankara'daki bağ ve bahçelerde bulunan ağaçlara yönelik yapılacak göz aşıları için Cemiyete başvurarak ücretsiz aşıcı ustalarının gönderileceği de halka duyurulmuştur (Ulus, 25 Ağustos 1942; Uluöz, 1945).

Cemiyet, 16 Aralık 1942 genel kongresini toplayarak faaliyetlerini basın ile paylaşmıştır. Cemiyetin basına verdiği faaliyet raporuna göre son üç yıl içerisinde 15 vilayetin 302 köyünde 615.000 ağaç aşılanmış, çeşitli bölgelerde 40.000 fidan ile 47.500 aşı kalemi dağıtılmıştır. Aynı kongrede cemiyet merkez teşkilatında önemli değişiklikler de gerçekleşmiştir. Cemiyet reisliğine Manisa Mebusu Yaşar Özey, ikinci reisliğe Orman Genel Müdürü Fahri Bük, azalıklara İzmir Mebusu Rahmi Köken, Mardin Mebusu Hamdi Dikmen, Ziraat Bakanlığı Müsteşarı Abidin Ege, Devlet Şurası Azası Süreyya Özek, Prof. Ali Kemal Yiğitoğlu, muhasip azalığa da Ziraat Bakanlığı şube müdürlerinden Hikmet Oklar seçilmiştir (Ulus, 16 Aralık 1942).

Cemiyet, 1943 yılında isteyenlere ücretsiz göz aşısı yapacağı bilgisini vererek -telefon hattının yeni çekilmesinden olsa gerek- ilk defa 1002 olan telefon numarasını da paylaşmıştır (Ulus, 17 Haziran 1943). Aynı yıl Malatya'ya gönderilen aşıcı ustalar sayesinde 4 bin adet yabancı sakız ağacına 12.900 aşı tatbik edildiği ve bu aşıların %95 oranında tuttuğu bilgisi verilmiştir (Ulus, 8 Ağustos 1943).

1944 yılında Cemiyet, Ankara, Çankırı, Konya, Denizli, Eskişehir, Antalya, Burdur, İzmir, Manisa, Balıkesir vilayetlerinin çeşitli köylerine yabancı ağaçları aşı ile ıslah çalışmalarını sürdürdüğünü, birkaç senedir üzerinde dikkatle çalışılan Antep fıstığı aşısına da göz aşısı mevsiminde geniş ölçüde devam edilmek üzere tertibat aldığını ifade etmiştir. Köylere gönderilen aşıcı ustaları bir yandan köylünün ağaçlarını aşılarırken diğer taraftan da onlara ağaç bakımı ile

<sup>10</sup> Türkiye'de genellikle aşılama geleneksel usulle, aşıların çamurla sıvanmasıyla yapılagelmiştir. Bu yöntem ile pek azı kalem tutmaktaydı. Bir diğer usul ise Avrupa macunlarıyla yapılan yöntemdi. Avrupa macunları ise kendi iklim koşullarına göre yapıldığından sıcak ya da rüzgarlı havalarda ya akmakta ya da dökülmekteydi. Gazete, bu iki şeklin arasında bulmak amacıyla kil ve inek mayısını karıştırarak elde edilecek karışım ile işlem yapmayı önermiştir (Hakimiyeti Milliye, 8 Mart 1931).

fenni ve pratik aşıcılığı öğrettiğini duyurmuştur (Ulus, 22 Nisan 1944).

1945 yılında Cemiyet, eskiden olduğu gibi yurdun çeşitli bölgelerinden meyve aşıları getirttiğini ve kendisine başvurulması halinde bu kalemleri meraklı bahçe sahiplerine ücretsiz dağıtacağını bildirmiştir. Bu arada Cemiyet merkez adresinde değişiklik yaparak Hükümet Caddesi Dr. Lütfi Hikmet Apartmanı birinci katından (Ulus, 24 Ekim 1939; Ulus, 7 Şubat 1940) Anafartalar Karakolu karşısına taşınmıştır (Ulus, 21 Mart 1945).

1946 yılında Cemiyet, son üç yıldaki faaliyetlerini açıkladığı raporunda; 24 vilayetin 649 köyünde 813.500 yabancı ağacın aşılandığını, 47 ilçede 70.000 meyveli ve meyvesiz fidanla 50.000 iyi cins aşı kaleminin çeşitli bölgelere parasız dağıtıldığını bildirmiştir (Ulus, 27 Ocak 1946). Cemiyet Menemen'deki Kubilay Anıtı'nın çevresi ve Dumlupınar Zafer Anıtı'nın ağaçlandırılması için teşebbüslere girişmiştir. Köylerde ağaç aşısı ve ağaç bakımı tekniğinin yayılmasını sağlamak için kurslar açılmış, 600'den fazla aşıcı yetiştirilmiştir. Cemiyet 1940-1946 yılları arasında 1.430.000 ağaç aşılatmış ve köylülere 122.000 fazla ücretsiz fidan dağıtmıştır (Ulus, 30 Ocak 1946).

Cemiyet yapmış olduğu saha çalışmalarının yanı sıra nizamnamesinde de yer aldığı üzere yayın faaliyetlerinde bulunmuştur. Ağaç aşıcılığının fenni noktasında *Aşıcılık* adında 700 sayfalık bir eser<sup>11</sup> ülkenin her tarafına dağıtılmıştır (Hakimiyeti Milliye, 23 Mart 1930; Vakıf, 2 Kânunuevvel/Aralık 1930). Ayrıca İsfendiyar Esat (Kadester)'ın çıkardığı Gübre ve Ağaç isimli kitabın Cemiyete müracaat edilerek temin edilebileceği bildirilmiştir (Akşam, 15 Teşrinievvel/Ekim 1933).

#### 3.4.1. Cemiyet tarafından ülke genelinde düzenlenen ağaç bayramları

Ağaç Bayramı, Batı'da ağaç festivali, ağaç günü, ağaç şenlikleri gibi değişik isimlerle kutlanmıştır. İlk olarak 1899'da Fransa'da Ağaç Bayramı ismiyle kutlanmaya başlayan bayram kısa sürede İtalya, İspanya, Almanya, Rusya, İsveç, Avusturya-Macaristan, İsviçre, Portekiz ve Japonya'da da kutlanmaya başlanmıştır (Kılıç, 2020). Bu ülkelerin önde gelen yöneticileri de bu bayrama katılarak ağaç dikimini özendirilmeye çalışmıştır.

Ağaç Bayramı Osmanlı Devleti'nde ise 1910'lu yıllardan itibaren kutlanmaya başlanmıştır. Ancak bu bayram ile ilgili düşünce ve uygulamaların istikrarlı bir şekilde sürdürülmesi dönemin savaş koşulları dolayısıyla pek mümkün olmamıştır (Akyüz ve Öztürk, 2002). Mondros Mütarekesi'nden sonra ortaya çıkan işgal koşullarına rağmen Ağaç Bayramları bölgesel de olsa kutlanmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda Ağaç Bayramı etkinliklerinin Kazım Karabekir Paşa tarafından Erzurum ve Kars civarında organize edildiği, kutlamalara oldukça önem verildiği, özellikle çocuklara ağaç sevgisi kazandırmak için tüm gün etkinlikler yapıldığı anlaşılmaktadır (Karabekir, 2009).

Misak-ı İktisadi Esaslarının kararlaştırıldığı İzmir İktisat Kongresinde (17 Şubat-4 Mart 1923) de Ağaç Bayramı ile ilgili kararlar da alınmıştır. Kongrede Misak-ı İktisadi

Esasları başlığı altında Türkiye halkının ormanları evladı gibi sevdiğinden ağaç bayramları yaptığı, Orman Meselesi başlığı altında da memleketin her tarafında mevsime göre Ağaç Bayramı yapılması, öğrencilerin ve ahalinin bu bayram gününde birer ağaç dikmeye mecbur tutulmaları kabul edilmiştir (İBB, 2004). Alınan kararlar doğrultusunda tüm yurttaki ağaç bayramları düzenlenmiştir (Kılıç, 2020).

Birbirinden bağımsız ve yerel düzeyde yapılan Ağaç Bayramlarının belirli bir planlamayla ülke genelinde yapılması için Himaye-i Eşcar Cemiyeti 20 maddelik bir talimatname yayınlamıştır. Bu talimatnamede Ağaç Bayramı'nın her yıl düzenleneceği, bayramların özellikle herkesin katılabilmesi için tatil günlerine denk getirilmesi, ağaç dikim alanlarının mümkün olduğunca suya yakın bölgelerden seçilmesi, ağaç dikilecek yerlerin önceden tespit edilerek gerekli hazırlıkların yapılması (çukur kazılması, fidan miktarının tespiti gibi), dikim yapılacak fidanların bölge iklimine uygun seçilmesi (talimatta hangi bölgeler için hangi tercihlerin yapılması gerektiği yazılmıştır), dikimin nasıl yapılacağına uzmanlar tarafından uygulamalı gösterilmesi, dikim yapılan bölgenin insan ve hayvan tecavüzünden korunması için çit, duvar gibi manialarla çevrilmesi, mümkün ise bir bekçi istihdam edilmesi, ağaçlanan bölgenin bütün ihtiyacını temin için bir cemiyet üyesinin sorumlu olarak görevlendirilmesi, halka ağaç sevgisinin telkin edilmesi ve ağaç bakımı konusunda halkın eğitilmesi, bu çalışmalarını yaparken gerekli neşriyatın ve konferansların verilmesi, yapılan faaliyetlerin cemiyete rapor ile bildirilmesi yer almaktaydı. Cemiyet şubeleri ağaç bayramlarından bu programı tatbik ederek mahallin en büyük mülkiye memurunun başkanlığında çalışacaktı (Resmî Gazete, 20 Teşrinisani/Kasım 1930, Sayı:1652; Ağaç Bayramı Talimatnamesi, 1930).

Cemiyet, 1931 yılından itibaren Ağaç Bayramı kutlamalarının pek çok il ve ilçede öncülüğünü yapmıştır. Bayram kapsamında 1931 yılında 154.580 ağaç dikilmiştir. Aynı yılın ilkbaharında da Cemiyet merkezi ve şubeleri aracılığıyla 1.094.859 ağaç diktirmiştir. Ağaç Koruma Cemiyetinin yanı sıra 1932 yılında kurulan Halkevleri<sup>12</sup> de buldukları bölgelerde Ağaç Bayramlarını organize etmiştir.<sup>13</sup> Halkevlerinin köycülük şubesi farklı görevlerin yanı sıra köylerin ağaçlandırılması, meyveli ağaç yetiştirilmesinin özendirilmesi, köylülere eğitim verilmesi gibi görevleri de üstlenmiştir (Emgili, 2021). Bu durum Türkiye Ağaç Koruma Cemiyetiyle Halkevi köycülük şubesi arasında yapılan faaliyetlerde bir takım paralellikler olduğunu göstermektedir.

Ağaç Bayramları kapsamında yapılan etkinliklerin İkinci Dünya Savaşı ve sonrası dönemde sekteye uğradığı görülmektedir. Nitekim dünyanın çeşitli bölgelerinde uçakla tohum serpmek suretiyle ağaç dikimi yapıldığına yönelik bir

<sup>12</sup> Halkevleri vatandaşların ilgisini çekmek ve vatandaşların kendilerine bir faaliyet alanı bulabilmeleri için dokuz şube üzerine teşkil edilmiştir. Bunlar; dil ve edebiyat şubesi, güzel sanatlar şubesi, temsil şubesi, spor şubesi, sosyal yardım şubesi, halk dershanesi ve kurslar şubesi, kütüphane ve yayın şubesi, köycülük şubesi ile tarih ve müze şubesi şeklindedir (Özdemir ve Aktaş, 2011).

<sup>13</sup> Ağaç Bayramları ile ilgili olarak gazetelerde değişik yıllarda çok sayıda haber bulunmaktadır. Özellikle şehrin mülki erkanı bu törenlere katıldığından her yıl çeşitli bölgelerde yapılan kutlamalar gazetelerde detaylı olarak yer almıştır. Haberlerde bayramlar ön planda olup bayramı Halkevinin mi yoksa Cemiyetin mi düzenlediğine dair bilgiler genellikle yer almamaktadır. Bu nedenle tüm Ağaç Bayramlarını Cemiyetin düzenlediğini söylemek mümkün değildir. Ağaç Bayramları konusunda ayrıntılı bilgi için bkz. Kılıç, 2020.

<sup>11</sup> Charles Baltet tarafından kaleme alınan kitap, Cemiyet Azası Edime Milletvekili Faik (Kaltakıran) Bey tarafından tercüme edilmiştir. Ayrıntılı bilgi için bkz. Baltet, 1930.

gazete haberi şöyle devam etmekteydi: *Biz işin tayyaresinden ve romantüğinden vazgeçtik, şu İstanbul şehrinin ämmeye tahsis edilmiş en göze görünür yerlerine üç, beş yüz ağaç diktiren ağaç bayramlarına devam etsek bari ve ormanlarımızı tahrip etmesek* (Akşam, 24 Temmuz 1949).

### 3.5. Cemiyete dair son bilgiler

Cemiyetin 1950 yılından sonra ne tür çalışmalar yürüttüğü ve idari kadrosunda değişiklik olup olmadığı gibi durumlar net olarak belli değildir. Özellikle 14 Mayıs 1950'de yapılan genel seçimlerle Demokrat Partinin iktidara gelmiş olmasıyla mevcut siyasi koşullarda önemli bir değişim olmuştur. Bu değişimden yola çıkarak Cemiyetin mevcut CHP bağlantılı haliyle yeni hükümetin gözünde eski pozisyonunu muhafaza ettiğini ya da aynı desteği alabildiğini söylemek zordur. Yine DP'nin iktidarı gelmesiyle Cemiyete genel bütçeden yapılan yardım miktarının önceki yıllara nazaran yarı yarıya azaltıldığı görülmektedir. Tüm bunlarla birlikte Cemiyete ait son kayıt 1955 yılına aittir. Bu kayıt 1962 yılında yapılan, bulunduğu tarihten yedi yıl öncesine ait olan, 1955 Malî Yılı Kesin Hesap Kanunu'nda Cemiyete 5.000 lira ödeme yapılmasına yöneliktir (Resmî Gazete, 25 Eylül 1962, Sayı:11215). 1950-1955 ve sonraki yıllarda tüm araştırmalara rağmen Cemiyetle ilgili başka bir kayda ulaşılamamıştır.

## 4. Sonuç

Himayei Eşcar adıyla 1928 yılında kurulan ve daha sonra dilde sadeleşme hareketi kapsamında Türkiye Ağaç Koruma Cemiyeti adını alan Cemiyet cumhuriyet dönemi çevreci yapılara verilebilecek ilk örneklerdendir.

Genel olarak cemiyetlerin/derneklerin/sivil toplum kuruluşlarının amacı bir takım ekonomik ve sosyal kazanımlar elde etmek olduğu gibi, kendi mesleki alanlarını ilgilendiren konularda da devleti yönetenlere birtakım politikalar önererek yönetim sürecine bir yerden dahil olma durumunu içermektedir (Erdal ve Aydın, 2017). Buna karşın Türkiye Ağaç Koruma Cemiyetinin mevcut yapısıyla yani başkan ve üyelerinin milletvekili/üst düzey devlet görevlisi olduğu düşünüldüğünde bahse konu durumlar dışında özellikler gösterdiği açıktır.

Cemiyetin yapmış olduğu faaliyetler değerlendirildiğinde ülke genelinin ağaçlandırılması için Ağaç Bayramları düzenlenmesi bir tarafa bırakılacak olursa özellikle meyve yetiştiriciliği ve ihracatı konusu ön plana çıkmaktadır. Uygulanmak istenen politikalarla geleneksel yöntemlerle yapılan meyveciliğin değiştirilmesi, uluslararası piyasada rekabet edebilmek için kalite ve verimin artırılması hedeflenmiştir. Yine ülke genelindeki iklim ve toprak koşulları dikkate alındığında bir ürünün bir bölgede değil de farklı farklı noktalarda yetiştirilmesi için çaba harcandığı görülmektedir. Bununla birlikte Cemiyetin yapmış olduğu meyve ıslah çalışmalarının günümüze etkisinin ne kadar olduğu bilin(e)mektedir. Benzer şekilde ağaçlandırılan bölgelerin de günümüze ulaşmış olduğu konusu net değildir.

Cumhuriyetin kuruluşundan itibaren her alanda olduğu gibi ağaç yetiştirme konusunda da uzman kişilere duyulan ihtiyaç had safhadadır. Cemiyet bunu aşmak için kendisine başvuranlara ücretsiz destek vermeyi taahhüt etmiş olsa da elindeki uzman sayısının ne düzeyde olduğu ve

çalışmalardan ne gibi sonuçlar alındığına dair bir bilgi bulunmamaktadır. Benzer şekilde yayın yoluyla da halkın eğitileceği ifade edilmiş olsa da günümüze ulaşmış bir-iki çalışma dışında kayda tesadüf edilememiştir.

Cemiyetin 1940 yılı sonrasındaki faaliyetlerinin basında giderek daha az yer bulduğu görülmektedir. Bu duruma İkinci Dünya Savaşı'nın ve savaş sonrası yaşanan gelişmelerin tesir ettiği söylenebilir. Ayrıca dönem itibarıyla özellikle ülkenin ekonomik anlamda ciddi sorunlarla karşı karşıya olması kamuya yararlı derneklere ayrılan bütçenin de azaltılması ya da kesilmesine yol açmıştır. Yaşanan gelişmeler haliyle Cemiyetin de hareket sahasını daraltmış ve faaliyetlerinin azalmasına yol açmıştır. Yine kendisiyle benzer misyonları bulunan Halkevleri köycülük şubelerinin faaliyetleri de Cemiyetin geri plana düşmesinde etkili olmuştur. Tüm bunlara 1950 yılında gerçekleşen genel seçimler neticesinde yaşanan iktidar değişikliği de eklenince idareyi eline alan DP'nin de Cemiyet üye ve azalarının CHP ile olan göbek bağına görmezden gelmesi beklenemezdi. Ayrıca Cemiyet bünyesinde yer alan milletvekilleri de seçim sonrası parlamentoya girememişlerdi. Bu dönem Cemiyet adına göze çarpan önemli bir değişiklik de 1939'da çıkardığı nizamnamesini yeniden 1951'de yayımlarken nizamnamede yer alan CHP ile ilgili kısımların metinden çıkartılmasıdır. Seçim sonrası siyasi desteğini kaybeden Cemiyetin nizamnamesini de yeni siyasi şartlara göre tadil etmesi gücünün azaldığına işaret etmektedir. Bu siyasi gelişmelere ilaveten Cemiyete verilen ekonomik destek de azalmıştır. Nitekim 1950-1955 yılları arasında Cemiyetin bütçeden aldığı payın %50 düştüğü görülmektedir. Tüm veriler ışığında 1950-1955 yılları arasında genel bütçeden ayrılan pay dolayısıyla faaliyetlerine devam ettiği anlaşılan Cemiyetin bahse konu yıllardaki faaliyetleri ve sonraki yıllardaki akıbetinin ne olduğuna dair bir bilgiye tesadüf edilememiştir.

## Kaynaklar

- Ağaç Bayramı Talimatnamesi, 1930. Türk Ocakları Merkez Heyeti Matbaası.
- Ağaç Koruma Nizamnamesi, 1931. Dördüncü Tabı, Yeni Gün Matbaası, Ankara.
- Akşam Gazetesi, 4 Kanunuevvel/Aralık 1930.
- Akşam Gazetesi, 15 Teşrinievvel/Ekim 1933.
- Akşam Gazetesi, 22 Temmuz 1934.
- Akşam Gazetesi, 16 Temmuz 1935.
- Akşam Gazetesi, 22 Haziran 1939.
- Akşam Gazetesi, 24 Temmuz 1949.
- Akyüz, Y., Öztürk, F., 2002. İlk ağaç bayramı girişimi. Tarih ve Toplum, 38: 225-226.
- Arıkan, Z., 1996. Dilde sadeleşme akımı ve *köylü* gazetesi. Kebikeç, 4: 141.
- Arslan, Z., 2010. Osmanlı'da Toplumsal Örgütlenmeye Geçiş ve Cemiyetleşme Faaliyetleri. Türk Yurdu, 99(276): 59.
- Aydın, D., 2006. Cumhuriyet dönemi vakıfları tarihi bir bakış ve vergi muafiyetine sahip vakıfların mali krizi, Türkiye'de Hayırseverlik: Vatandaşlar, Vakıflar ve Sosyal Adalet, Editörler: Zincir R., Bikmen F., TÜSEV, İstanbul, s.58.
- Baltet, C., 1930. Aşıcılık. Mütercimi: Fayık, Resmi Gazete Matbaası, İstanbul.
- BCA, 1921. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivi, 6 Ocak 1921, 185-275-1.
- BCA, 1932, Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivi, 12 Ocak 1932, 80-526-10.

- BCA, 1943. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivi, 26 Temmuz 1943, 102-57-12.
- Benli, M., 2014. Türkiye Cumhuriyeti'nde Ormancılık Politikaları (1923-1946). Yüksek lisans tezi, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, s.45.
- Cumhuriyet Gazetesi, 2 Kanunuevvel/Aralık 1930.
- Cumhuriyet Gazetesi, 21 Mayıs 1940.
- Cumhuriyet Gazetesi, 8 Nisan 1942.
- Emgili, F., 2021. Halkevlerinin köy ve köyçülük faaliyetleri. Tarih ve Günce, S.8: 209.
- Erdal S., Aydın S., 2017. Sivil toplum bağlamında ıı.meşrutiyet dönemi'nde (1908-1918) öğretmen cemiyetleri ve terakki-i maârif ve ittihâd-ı muallimin cemiyeti. Atatürk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi, 58: 409-426.
- Gönüllü, A. R., 2008. Meşrutiyet'ten Cumhuriyet'e Alanya (1908-1938), Atatürk Araştırma Merkezi, Ankara, s.125.
- Gülen, İ., – Özdönmez, M., 1981. Türkiye'de orman ve ormancılık. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 31: 2-6.
- Gümüş, C., 2014. Osmanlıdan günümüze ormancılık politikalarının ormancılık örgütlenmesi üzerine etkileri ve güncel sorunlar. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, s.481.
- Gümüş, C., 2018. Türk Orman Devrimi, Türkiye Ormancılar Derneği, Ankara, s.148.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 2 Aralık 1929.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 25 Teşrinievvel/Ekim 1930.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 7 Kanunusani/Ocak 1930.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 6 Şubat 1930.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 12 Şubat 1930.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 23 Mart 1930.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 5 Mayıs 1930.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 3 Kanunuevvel/Aralık 1930.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 3 Mart 1931.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 8 Mart 1931
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 24 Mart 1931.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 31 Mart 1931.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 29 Temmuz 1931.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 22 Şubat 1932.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 14 Mayıs 1932.
- Hakimiyeti Milliyet Gazetesi, 11 Nisan 1934
- Halil Nihat, 1931. Ağaç kasidesi, Agâh-Sabri Kitaphanesi, İstanbul, s.3.
- Hamdi Nafi, 1929. Ağacın kıymetini bilelim. Orman ve Av, 14: 2-3.
- Hanoğlu, Ş.M., 1993. Cemiyet. Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi, C.7, s.331.
- Himayei Eşcar Cemiyeti Nizamnamei İdarisi, 1929. Orman ve Av, 14: 12-16.
- İBB, 2004. İzmir İktisat Kongresi 17 Şubat-4 Mart 1923 (2004), İzmir Büyükşehir Belediyesi Kent Kitaplığı, Stil Matbaacılık A.Ş., İzmir, s.11-15.
- İctihad, 15 Temmuz 1930. No: 301
- Karabekir, K., 2009. Günlükler (1906-1948). Yapı Kredi Yayınları, İstanbul, s.674, 740, 885.
- Kılıç, E., 2020. Osmanlı'dan Türkiye Cumhuriyeti'ne ağaç bayramları, Yüksek lisans tezi, Bursa Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Kutluk, H., 1936. Ağaç koruma cemiyeti ve isteğimiz. Verim, 9-10: 13.
- Levend, A.S., 1960. Türk Dilinde Gelişme ve Sadeleşme Evreleri. Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara, s.406.
- Milliyet, 2 Kanunuevvel/Aralık 1930
- Özdemir, Y., Aktaş, E., 2011. Halkevleri (1932'den 1951'e). Atatürk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi, 45: 235-262.
- Resmî Gazete, 29 Kanunusani/Ocak 1930, Sayı:1410.
- Resmî Gazete, 20 Teşrinisani/Kasım 1930, Sayı:1652.
- Resmî Gazete, 25 Teşrinisani/Kasım 1944, Sayı:5866.
- Resmî Gazete, 22 Nisan 1947, Sayı: 6589.
- Resmî Gazete, 25 Mayıs 1951, Sayı:7817.
- Resmî Gazete, 11 Nisan 1952, Sayı:8083.
- Resmî Gazete, 1 Mart 1954, Sayı:8646.
- Resmî Gazete, 12 Mart 1954, Sayı:8656.
- Resmî Gazete, 13 Mart 1954, Sayı:8657.
- Resmî Gazete, 28 Mayıs 1955, Sayı:9014.
- Resmî Gazete, 30 Mayıs 1955, Sayı:9015.
- Resmî Gazete, 25 Eylül 1962, Sayı:11215.
- TBMM Tutanak Dergisi, 23 Mayıs 1945. Dönem: 7, Cilt: 17, 60. Birleşim, s.295.
- TBMM Tutanak Dergisi, 17 Şubat 1950. Dönem: 8, Cilt: 24, 49. Birleşim, s.771.
- TBMM Tutanak Dergisi, 2 Nisan 1952. Dönem: 9, Cilt: 14, 56. Birleşim, s.33.
- TBMM Tutanak Dergisi, 17 Ağustos 1956. Devre: 10, Cilt:18, 92. İnikat, s.57.
- Toprak, Z., 1985. 1909 cemiyetler kanunu. Tanzimat'tan Cumhuriyet'e Türkiye Ansiklopedisi, C.1, s.206.
- Türkiye Ağaç Koruma Derneği Nizamnamesi, 1951. Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Türkiye Himayei Eşcar Cemiyeti Nizamnamei Esasi, 1930. Ankara.
- Uluöz, M., 1945. Türkiye ağaç koruma cemiyeti. Bakış, 1: 85-86.
- Ulus Gazetesi, 3 Nisan 1935.
- Ulus Gazetesi, 10 Mart 1936.
- Ulus Gazetesi, 14 Aralık 1937.
- Ulus Gazetesi, 18 Mart 1938.
- Ulus Gazetesi, 29 Mart 1938.
- Ulus Gazetesi, 22 Haziran 1939.
- Ulus Gazetesi, 24 Ekim 1939.
- Ulus Gazetesi, 24 Ekim 1939.
- Ulus Gazetesi, 7 Şubat 1940.
- Ulus Gazetesi, 26 Mart 1940.
- Ulus Gazetesi, 15 Mayıs 1940.
- Ulus Gazetesi, 17 Mart 1942.
- Ulus Gazetesi, 21 Mart 1942.
- Ulus Gazetesi, 15 Nisan 1942.
- Ulus Gazetesi, 25 Ağustos 1942.
- Ulus Gazetesi, 16 Aralık 1942.
- Ulus Gazetesi, 17 Haziran 1943.
- Ulus Gazetesi, 8 Ağustos 1943.
- Ulus Gazetesi, 22 Nisan 1944.
- Ulus Gazetesi, 21 Mart 1945.
- Ulus Gazetesi, 27 Ocak 1946.
- Ulus Gazetesi, 30 Ocak 1946.
- Vakit, 2 Kanunuevvel/Aralık 1930.
- Vakit Gazetesi, 5 Kanunuevvel/Aralık 1930.
- Vakit Gazetesi, 23 Mart 1931.
- Vakit Gazetesi, 16 Mayıs 1940.

**Ekler**

Türkiye Ağaç Koruma Cemiyeti Reislerinden Edirne Mebusu Rahmi Bey  
(Hakimiyeti Milliye, 12 Şubat 1930)



Türkiye Ağaç Koruma Cemiyeti Azaları Köylüler Arasında  
(Ulus, 21 Mart 1942)<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Fotoğrafın nerede çekildiği ve fotoğrafta kimlerin yer aldığına dair gazetede bir bilgi yer almamaktadır.

## Esterification of cellulose isolated from black poplar (*Populus nigra* L.) sawdust with octanoyl chloride

Samim Yaşar<sup>a,\*</sup> 

**Abstract:** In this study, cellulose was isolated from black poplar (*Populus nigra* L.) sawdust, which is produced by forest industrial processes in large amounts as lignocellulosic waste. Isolated cellulose was then esterified with different concentrations of octanoyl chloride (36–162 mmol, 2–9 equivalent per anhydroglucose unit in cellulose), and the obtained derivatives were characterized in terms of elemental analysis, percent yield, degree of substitution (DS), and solubility. DS values of cellulose derivatives ranged from 1.13 to 2.71, while percent yields varied between 56.36% and 93.23%. Solubility analysis revealed that esterification improved the hydrophobic capacity of cellulose. The findings of the study showed that the produced cellulose derivatives might be appropriate for the production of biodegradable and environmentally degradable plastics, resins, films, and coatings for use in some industrial areas such as in the food and pharmaceutical industries.

**Keywords:** Cellulose, Esterification, Elemental analysis, Degree of substitution, Percent yield, Solubility

## Karakavak (*Populus nigra* L.) talaşından izole edilen selülozun oktanoil klorür ile esterlenmesi

**Özet:** Bu çalışmada, orman endüstrisi proseslerinde büyük miktarlarda lignoselülozik atık olarak ortaya çıkan karakavak (*Populus nigra* L.) talaşından selüloz izole edilmiştir. İzole edilen selüloz daha sonra farklı konsantrasyonlardaki oktanoil klorür (36-162 mmol, selülozdaki anhidroglukoz birimi başına 2-9 ekivalent) ile esterlenmiş ve elde edilen türevler elementel analiz, yüzde verim, süstitüsyon derecesi (DS) ve çözünürlük ile karakterize edilmiştir. Selüloz türevlerinin DS değerleri 1.13 ile 2.71 arasında değişirken, verim yüzdelerinin %56.36 ile %93.23 arasında olduğu görülmüştür. Çözünürlük analizi sonucu, esterleme ile selülozun hidrofobik kapasitesinde gelişme olduğu görülmüştür. Çalışma sonuçları, elde edilen selüloz türevlerinin, gıda ve ilaç endüstrileri gibi bazı alanlarda kullanılabilecek biyolojik olarak parçalanabilir ve çevreye karışabilir plastik, reçine, film ve kaplamaların üretimi için uygun olabileceğini göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Selüloz, Esterlenme, Elementel analiz, Süstitüsyon derecesi, Yüzde verim, Çözünürlük

### 1. Introduction

The increase in the awareness of environmental protection has recently decreased the use of fossil resources. However, the development of biodegradable products has increased the tendency towards renewable resources (Lange, 2007; Samarasinghe et al., 2007; Arikan and Bilgen, 2019; Moshood et al., 2021). In this respect, cellulose, which is the highest amount of natural organic molecule in the world, constitutes more than 50% of the total biomass and is of great interest in the chemical industry (Fengel and Wegener, 1984; Sjöström, 1993).

In recent years, the application of environmentally friendly chemical processes has enabled the development of new polymers based on renewable resources that can compete with synthetic polymers, thereby reducing dependence on fossil resources. Around 1.5 billion organic cellulose esters are synthesized annually in the world (Sealey et al., 1996). The physical properties of these esters enable them to be used in many areas, particularly in the fiber and plastic industries (Mark et al., 1985). Furthermore, cellulose

esters are regarded as a product of environmentally friendly “green” chemistry and offer the potential to be an alternative to petrochemical plastics (Crepy et al., 2009).

Fatty acid chlorides are mightily reagents to generate cellulose fatty acid esters (Willberg-Keyrilainen and Ropponen, 2019). Cellulose fatty acid esters can easily be converted into plastics and exhibit interesting physical properties (Joly et al., 2005 and 2006; Heredia-Guerrero et al., 2017; Nosal et al., 2021). There are different techniques used for acylation of cellulose with fatty substituents. The most commonly used solvent in the esterification of cellulose is the N,N-dimethylacetamide (DMAc) homogeneous system combined with LiCl. With this homogeneous solvent system, a concentrated cellulose solution can be prepared and non-degraded natural polymers can be produced from this solution using saturated acyl substituents (McCormick et al., 1985).

Black poplar (*Populus nigra* L.) is distributed in Europe, North Africa, Central and West Asia and is particularly prominent on the riversides (Rathmacher et al., 2010). Turkey has 68000 hectares of black poplar plantations and obtains an

✉ <sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 05.06.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 05.08.2021



**Citation** (Atf): Yaşar, S., 2021. Esterification of cellulose isolated from black poplar (*Populus nigra* L.) sawdust with octanoyl chloride. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 306-310. DOI: [10.18182/tjf.948411](https://doi.org/10.18182/tjf.948411)

annual 1.9 million m<sup>3</sup> of wood from these plantations (Kahraman et al., 2011). Black poplar wood is a source of raw materials commonly used in the production of furniture, packaging materials, composite panels, matches, fruit crates, and building elements (Gaudet et al., 2008). The extensive use of black poplar in the wood industry generates high amounts of wood sawdust as waste. Poplar sawdust are generally used for pellet and biomass briquette production (Mediavilla et al., 2012; Monedero et al., 2015; Wang et al., 2018; Civitarese et al., 2019). However, poplar sawdust may have potential as a raw material for bioplastics production.

In this study, cellulose was isolated from black poplar wood sawdust and esterified with octanoyl chloride (a long-chain fatty acid chloride) in DMAc/LiCl homogeneous solvent system to produce cellulose derivatives. For characterization of ester derivatives, elemental analysis, yield percentage, degree of substitution (DS), and solubility were used.

## 2. Material and method

### 2.1. Material

#### 2.1.1. Plant Material

Black poplar sawdust was taken from Yuceer Sawmill in Isparta-Turkey in 2019. Sawdust was sieved through 40-100 mesh screens.

#### 2.1.2. Reagents

Cyclohexane, N,N-dimethylacetamide (DMAc), LiCl, 4-Dimethylaminopyridine (DMAP), octanoyl chloride and dimethylsulfoxide (DMSO) were from Sigma-Aldrich, while ethanol, nitric acid, chloroform, methanol, dimethylformamide (DMF), tetrahydrofuran (THF) and dichloromethane were from Merck.

### 2.2. Method

#### 2.2.1. Isolation of Cellulose

Extractives were removed from screened sawdust with extraction using cyclohexane: ethanol (2:1, v/v) solution for 6 h in a soxhlet apparatus. From extracted sawdust, cellulose was isolated using method of Kurschner and Hoffer (1969): 2 g of the sample were weighted in a reaction flask. After addition of 40 mL ethanol and 10 mL nitric acid (HNO<sub>3</sub>), the flask was subjected to boil under reflux for 60 min. After filtration, the insoluble residue was retreated 3 more times again using the previous process. Finally, the prepared cellulose was washed with hot distilled water and oven-dried.

#### 2.2.2. Dissolution of Cellulose

For removing the water trapped within the structure, cellulose was subjected to a solvent-exchange: cellulose was first dipped into methanol for 30 min and then into DMAc for 30 min. A LiCl/DMAc solution was prepared with a concentration of 6.7% (w/v) by stirring for 60 min at 60 °C. The treated cellulose was added to the solution of 6.7% LiCl/DMAc (w/v) and stirred for 12 h at 70 °C until complete dissolution (Joly et al., 2003). The concentration of the stock solution was 20 g cellulose per liter of LiCl/DMAc.

#### 2.2.3. Octanoylation of Cellulose

Cellulose (150 mL of stock solution; 3 g, 18 mmol) and 4-Dimethylaminopyridine (DMAP) (6.6 g, 162 mmol; 3 equivalents per anhydroglucose unit) were stirred at 80 °C until complete solubilization, and the octanoyl chloride (36–162 mmol, 2–9 equivalent per anhydroglucose unit) was then added. The combination was heated at 80 °C for 3 h (Joly et al., 2006; Satge et al., 2004; Vaca-Garcia et al., 1998). Afterwards, the product was precipitated by way of addition of methanol. Obtained solid was purified by a repeated solubilization and precipitation process using chloroform and methanol, respectively, and then dried in air at room temperature (Satge et al., 2002).

#### 2.2.4. Determination of Carbon Content, DS Value and Yield

The DS values and the yield percentages were calculated based on the assumption that cellulose was converted to trioctanoylated cellulose. In the case, the DS and the yield percentage would be 3 and 100%, respectively (Figure 1).

Carbon contents (%) of the samples were determined using a Leco CHNS-932 elemental analysis device. DS values were obtained from carbon contents (%) according to the equation 1. Yield percentages were calculated from DS values using equation 2.

$$C(\%) = \frac{9608.8 \cdot DS + 7206.6}{126.2 \cdot DS + 162.1} \quad (1)$$

$$Yield(\%) = \frac{DS + 1.2849551}{0.04285040} \quad (2)$$

#### 2.2.5. Solubility Analysis

The solubility of octanoylated celluloses was measured in different organic solvents. Analysis was performed using 5 g of samples in 100 mL of dimethylsulfoxide (DMSO), dimethylformamide (DMF), tetrahydrofuran (THF), chloroform (CHCl<sub>3</sub>), and dichloromethane (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>).

## 3. Results and discussion

The yield of isolated cellulose was found to be 51.23% of the dry sawdust of black poplar wood. Cellulose esters were obtained by acylation, using octanoyl chloride. The DS was controlled by the molar ratio of anhydroglucose units in cellulose/octanoyl chloride. The carbon contents, DS values, and yield percentages of octanoylated celluloses are given in Table 1.

Table 1. Acylation of cellulose with different concentrations of octanoyl chloride

Sample	Octanoyl chloride (Equiv)	C (%)	DS	Yield (%)
1	2	59.29	1.13	56.36
2	3	61.68	1.53	65.69
3	4	63.07	1.83	72.69
4	5	64.29	2.15	80.16
5	6	64.82	2.31	83.90
6	7	65.33	2.48	87.86
7	8	65.72	2.62	91.13
8	9	65.95	2.71	93.23



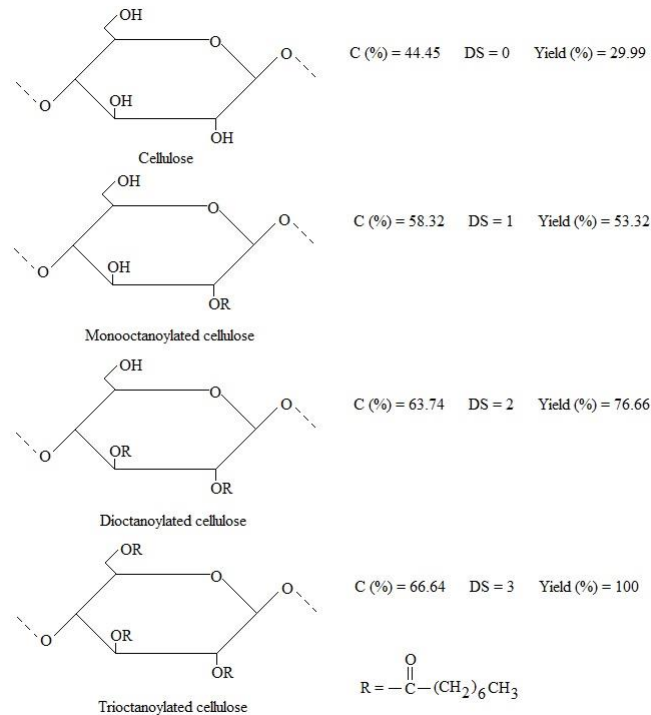


Figure 1. Octanoylation of Cellulose

The DS and yield varied from 1.13 to 2.71 and 56.36% to 93.23%, respectively. Lowest DS (1.13) and yield (56.36%) were obtained from sample 1 when the low molar ratio (1:2) of anhydroglucose unit/octanoyl chloride. The findings here exhibited that a progressive increase of molar ratio of octanoyl chloride and anhydroglucose unit raised the DS and yield percentage values of octanoylated celluloses. The cellulose esters with DS values lower than 1 would not be suitable to prepare polymer films (Antova et al., 2004). It was observed that octanoylated celluloses in this study met the required DS value for using in the production of biodegradable or environmentally degradable plastics.

The graphic in Figure 2 shows that DS values increased linearly from 1.13 to 2.15 for molar ratio varying from 1:2 to 1:5 (anhydroglucose unit/octanoyl chloride). After 2.15, the DS values constitute a shoulder until 2.71. Each anhydroglucose unit in the structure of cellulose contains three reactive hydroxyl groups at the C-2, C-3, and C-6 atoms (Fengel and Wegener, 1984; Krassig, 1993). OH groups in position C-6 and C-2 of anhydroglucose unit are favored for acylation to an equal degree over those in C-3. In fact, the octanoylation of cellulose reached never trisubstitution (DS=3) (Samaranayake and Glasser, 1993). Therefore, the findings here are compatible with the literature.

Solubility of octanoylated celluloses with different DS in various solutions is showed in Table 2.

Table 2. Solubility of octanoylated celluloses with different DS

Sample	DS	DMSO	DMF	THF	CHCl <sub>3</sub>	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>
1	1.13	+	+	o	-	-
2	1.53	+	+	o	-	-
3	1.83	+	+	+	o	o
4	2.15	+	+	+	+	+
5	2.31	+	+	+	+	+
6	2.48	+	+	+	+	+
7	2.62	+	+	+	+	+
8	2.71	+	+	+	+	+

+: soluble, o: swellable, -: insoluble.

Cellulose is by nature hydrophilic due to the OH groups in its molecular structure (Fengel and Wegener, 1984). The introduction of hydrophobic acyl groups into the polymeric structure of cellulose would be anticipated to alter its solubility. Such a change in solubility would essentially depend on the DS. Previous works have reported that all tested polysaccharides isolated from lignocellulosic materials esterified with acyl chlorides were soluble in pyridine and in dimethylsulfoxide (DMSO); however, those with low DS values were only partly soluble in tetrahydrofuran (THF), toluene, chloroform (CHCl<sub>3</sub>), and dichloromethane (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) (Rahn et al., 1996; Lepeniotis and Feuer, 1997; Sun et al., 1999; 2000). In this study, all cellulosic derivatives obtained by octanoylation solubilized in DMSO and DMF. Derivatives with low DS values of 1.13 and 1.53 partially solubilized in THF, and not solubilized in CHCl<sub>3</sub> and CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>. Derivatives with DS value of 1.83 partially solubilized in CHCl<sub>3</sub> and CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>. Other derivatives solubilized in THF, CHCl<sub>3</sub> and CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>. These findings showed that the esterification of cellulose from black poplar sawdust using octanoylation improved hydrophobic capacity.

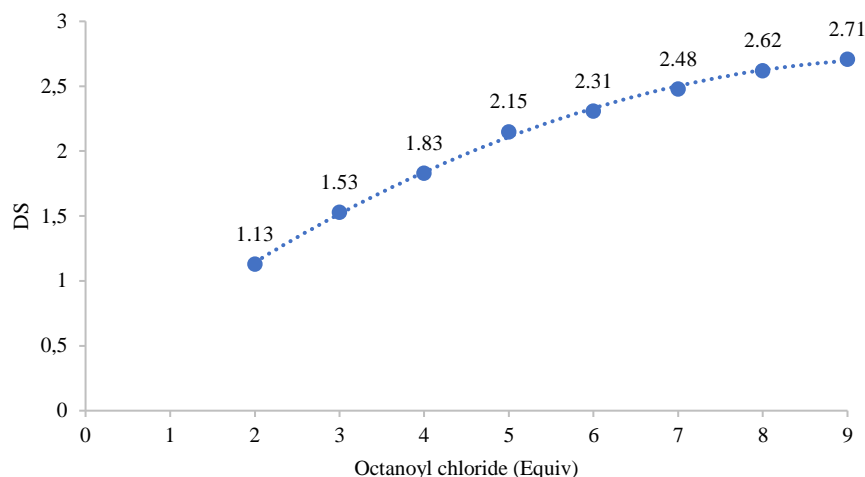


Figure 2. DS values of cellulose acylated using different concentrations of octanoyl chloride

#### 4. Conclusion

Black poplar sawdust is available in large quantities as lignocellulosic waste produced by the forest industrial processes. For this reason, the practicability of black poplar sawdust as an alternative raw material in the production of cellulose derivatives was investigated in this study. The isolated cellulose was esterified with different concentrations of octanoyl chloride. DS values of produced cellulose derivatives varied between 1.13 and 2.71. Percent yields were ranged from 56.36% and 93.23%. Solubility analysis indicated that the esterification of cellulose improved hydrophobic capacity with increased DS values. The study showed that the produced cellulose derivatives are present in sufficient quantity to be used as raw material in the production of biodegradable and environmentally degradable plastics, resins, films, and coatings for use in some industrial areas such as the food and pharmaceutical industries.

#### References

- Antova, G., Vasvasova, P., Zlatanov, M., 2004. Studies upon the synthesis of cellulose stearate under microwave heating. *Carbohydr. Polym.*, 57: 131–134.
- Arikan, E.B., Bilgen, H.D., 2019. Production of bioplastic from potato peel waste and investigation of its biodegradability. *International Advanced Researches and Engineering Journal*, 3(2): 93-97.
- Civitarese, V., Acampora, A., Sperandio, G., Assirelli, A., Picchio, R., 2019. Production of wood pellets from poplar trees managed as coppices with Different harvesting cycles. *Energies*, 12(15): 2973.
- Crepy, L., Chaveriat, L., Banoub, J., Martin, P., Joly, N., 2009. Synthesis of cellulose fatty esters as plastics-influence of the degree of substitution and the fatty chain length on mechanical properties. *ChemSusChem*, 2(2): 165–170.
- Fengel, D., Wegener, G., 1984. *Wood-Chemistry, Ultrastructure, Reaction*, Walter de Gruyter, Berlin.
- Gaudet, M., Jorge, V., Paolucci, I., Beritognolo, I., Scarascia Mugnozza, G., Sabatti, M., 2008. Genetic linkage maps of *Populus nigra* L. including AFLPs, SSRs, SNPs, and sex trait. *Tree Genetics and Genomes*, 4:25–36.
- Heredia-Guerrero, J.A., Goldoni, L., Benítez, J.J., Davis, A., Ceseracciu, L., Cingolani, R., Bayer, I.S., Heinze, T., Koschella, A., Heredia, A., Athanassiou, A., 2017. Cellulose-polyhydroxylated fatty acid ester-based bioplastics with tuning properties: Acylation via a mixed anhydride system. *Carbohydrate Polymers*, 173: 312–320.
- Joly, N., Granet, R., Krausz, P., 2003. Crosslinking of cellulose by olefin metathesis. *Journal of Carbohydrate Chemistry*, 22: 47–55.
- Joly, N., Granet, R., Branland, P., Verneuil, B., Krausz, P., 2005. New methods for acylation of pure and sawdust-extracted cellulose by fatty acid derivatives—Thermal and mechanical analyses of cellulose-based plastic films. *Journal of Applied Polymer Science*, 97(3): 1266–1278.
- Joly, N., Martin, P., Lienard, L., Rutot, D., Stassin, F., Granet, R., Krausz, J.P., Cavrot, J-P., 2006. Effect of degree of substitution on the mechanical and thermomechanical properties of lauroyl cellulose ester films. *e-Polymers*, 70: 1–9.
- Kahraman, T., Kahraman, F. K., Karakaya, S., Karahan, A., Ünsal, G., Karatay, H., Toplu, F., 2011. Türkiye’de Karakavakta (*Populus nigra* L.) ıslah çalışmaları ‘Fidanlık aşaması sonuçları’. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 210, İzmit, Türkiye.
- Krassig H.A., 1993. *Cellulose: Structure Accessibility and Reactivity*. Polymer Monographs, Vol. 11, Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam.
- Kurschner, K., Hoffer, A., 1969. Ein neues verfahren zur bestimmung der zellulose in hölzern und zellstoffen. *Technologie und Chemie der Papier- u. Zellstoff-Fabrikation*, 26: 125-139.
- Lange, J.P., 2007. Lignocellulose conversion: an introduction to chemistry, process and economics. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 1(1): 39–48.
- Lepeniatis, S., Feuer, B.I., 1997. Synthesis of starch acetate: Statistical designed experiments to optimize the reaction conditions. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 36(2): 229-243.
- Mark, H.F., Bikales, N.M., Overberger, C.G., Menges, G., 1985. *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, Vol. 3: Cellular Materials to Composites. 2nd ed., Wiley-VCH, pp. 158–226.
- McCormick, C.L., Callais, P.A., Hutchinson Jr, B.H., 1985. Solution studies of cellulose in lithium chloride and N, N-dimethylacetamide. *Macromolecules*, 18(12): 2394-2401.
- Mediavilla, I., Esteban, L.S., Fernández, M.J., 2012. Optimisation of pelletisation conditions for poplar energy crop. *Fuel Processing Technology*, 104: 7-15.

- Monedero, E., Portero, H., Lapuerta, M., 2015. Pellet blends of poplar and pine sawdust: Effects of material composition, additive, moisture content and compression die on pellet quality. *Fuel Processing Technology*, 132: 15-23.
- Moshood, T.D., Nawanir, G., Mahmud, F., Mohamad, F., Ahmad, M.H., Abdul Ghani, A., 2021. Expanding policy for biodegradable plastic products and market dynamics of bio-based plastics: challenges and opportunities. *Sustainability*, 13(11): 6170.
- Nosal, H., Moser, K., Warzała, M., Holzer, A., Stanczyk, D., Sabura, E., 2021. Selected Fatty Acids Esters as Potential PHB-V Bioplasticizers: Effect on Mechanical Properties of the Polymer. *Journal of Polymers and the Environment*, 29(1): 38-53.
- Rahn, K., Diamantoglou, M., Klemm, D., Berghmans, H., Heinze, T., 1996. Homogeneous synthesis of cellulose p-toluenesulfonates in N,N-dimethylacetamide/LiCl solvent system. *Die Angewandte Makromolekulare Chemie: Applied Macromolecular Chemistry and Physics*, 238(1): 143-163.
- Rathmacher, G., Niggemann, M., Kohnen, M., Ziegenhagen, B., Bialozyt, R., 2010. Short distance gene flow in *Populus nigra* L. accounts for small scale spatial genetic structures: Implications for in situ conservation measures. *Conserv. Genet.*, 11: 1327–1338.
- Samarasinghe, S., Easteal, A.J., Edmonds, N.R., 2007. Biodegradable plastic composites from corn gluten meal. *Polymer International*, 57(2): 359–364.
- Samaranayake, G., Glasser, W.G., 1993. Cellulose derivatives with low DS. I. A novel acylation system. *Carbohydr. Polym.*, 22(1): 1–7.
- Satge, C., Verneuil, B., Branland, P., Granet, R., Krausz, P., Rozier, J., Petit, C., 2002. Rapid homogeneous esterification of cellulose induced by microwave irradiation. *Carbohydrate Polymers*, 49: 373–376.
- Satge, C., Verneuil, B., Branland, P., Krausz, P., 2004. Synthesis and properties of biodegradable plastic films obtained by microwave-assisted cellulose acylation in homogeneous phase. *Comptes Rendus Chimie*, 7: 135–142.
- Sealey, J.E., Samaranayake, G., Todd, J.G., Glasser, W.G., 1996. Novel cellulose derivatives. IV. Preparation and thermal analysis of waxy esters of cellulose. *Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics*, 34(9): 1613–1620.
- Sjöström, E., 1993. *Wood Chemistry, Fundamentals and Applications*, Second Edition, Academic Press, Inc., San Diego.
- Sun, R.C., Fang, J.M., Tomkinson, J., Hill, C.A.S., 1999. Esterification of hemicelluloses from poplar chips in homogenous solution of N,N-dimethylformamide/Lithium chloride. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 19(4): 287-306.
- Sun, R.C., Fang, J.M., Tomkinson, J., 2000. Characterization and esterification of hemicelluloses from rye straw. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 48(4): 1247-1252.
- Vaca-Garcia, C., Thiebaud, S., Borredon, M.E., Gozzelino, G., 1998. Cellulose esterification with fatty acids and acetic anhydride in lithium chloride/N,Ndimethylacetamide medium. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75: 315–319.
- Wang, X., Chen, Z., Yu, G., Yuan, X., 2018. Effects of poplar fibres as solid bridge on the physical characteristics of biomass briquette made from sawdust and bamboo powder. *Wood Research*, 63(1): 141-153.
- Willberg-Keyrilainen, P., Ropponen, J., 2019. Evaluation of esterification routes for long chain cellulose esters. *Heliyon*, 5(11): e02898.

## Kenevir (*Cannabis sativa* L.) saplarından kağıt hamuru ve kağıt üretiminin araştırılması

Ahmet Tutuş<sup>a</sup>, Mustafa Çiçekler<sup>a,\*</sup>, Bekir Yemşen<sup>b</sup>, Sibel Bilgiç Kara<sup>b</sup>, Tamer Sözbir<sup>b</sup>

**Özet:** Bu çalışmada, soymuk lifleri alınmış kenevir (*Cannabis sativa* L.) saplarının kağıt hamuru ve kağıt üretiminde kullanımı ve üretilen kağıtların bazı mekanik ve optik özellikleri araştırılmıştır. Soymuk liflerinden arındırılmış kenevir saplarının kimyasal bileşenleri ve lif morfolojik özellikleri belirlenerek kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğu tespit edilmiştir. Kenevir saplarının holoselüloz, selüloz ve lignin içerikleri sırasıyla %79.7, %52.0 ve %22.2, lif uzunluğu, lif genişliği ve lümen çapı ise sırasıyla 0.60 mm, 28.8 µm ve 13.4 µm bulunmuştur. Bu veriler doğrultusunda, kenevir saplarından Kraft yöntemi ile pişirme yapılarak kağıt hamuru üretimi gerçekleştirilmiştir. Kenevir saplarından elde edilen kağıt hamurunun verimi, kappa numarası ve viskozite değerleri sırasıyla %48.2, 39 ve 1400 cm<sup>3</sup>/gr olarak tespit edilmiştir. Bu hamurlardan üretilen kağıtların kopma uzunluğu ve parlaklık değerleri ise sırasıyla 6.87 km ve 33.34 %ISO olarak ölçülmüştür. Sonuç olarak, soymuk liflerinden arındırılmış kenevir saplarından yüksek verimde ve mukavemette kağıt hamuru üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Aynı zamanda, kağıt hamurları düşük kappa numarasına ve yüksek viskozite değerine sahip olduğundan ağartılması kolay olmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Kenevir sapı, Kağıt hamuru, Kağıt, Kağıt özellikleri

## Investigation of pulp and paper production from hemp (*Cannabis sativa* L.) stalks

**Abstract:** In this study, the use of bast fibers removed hemp (*Cannabis sativa* L.) stalks in pulp and paper production and some physical and optical properties of the produced papers were investigated. The chemical components and fiber morphological properties of hemp stalks free of bast fibers were determined and their suitability for pulp and paper production was examined. The holocellulose, cellulose and lignin contents of the hemp stalks were 79.7%, 52.0% and 22.2%, respectively, while fiber length, fiber width and lumen diameter were 0.60 mm, 28.8 µm and 13.4 µm, respectively. In line with these data, pulp production was carried out by cooking the hemp stalks with the Kraft cooking method. The yield, kappa number and viscosity values of pulp obtained from hemp stalks were determined as 48.2%, 39 and 1400 cm<sup>3</sup>/g, respectively. The breaking length and brightness values of the papers produced from these pulps were measured as 6.87 km and 33.34% ISO, respectively. Consequently, high yield and strength pulps can be produced from hemp stalks free of bast fibers, and since it has a low kappa number and high viscosity, it can be easily bleached.

**Keywords:** Hemp stalk, Pulp, Paper, Paper properties

### 1. Giriş

Kenevir (*Cannabis sativa* L.), Cannabaceae familyasına ait, tek yıllık bitki cinsidir. Bilinen ilk bitkisel lif kaynaklarından biri olup, saplarında bulunan soymuk lifleri iplik, dokuma, kumaş ve kağıt üretiminde, sapları ise lif levha, yonga levha, kağıt hamuru ve kağıt üretiminde kullanılmaktadır (ElSohly ve Gul, 2014). Lif bitkileri arasında önemli bir konuma sahip olan kenevir bitkisine olan ilgi II. Dünya savaşından sonra belirli ölçüde azalmıştır. Bunun başlıca nedenlerinden biri sentetik liflerin daha kolay ve ekonomik olarak üretilmesi, kenevir bitkisinden üretilen ürünlerin önüne geçmesidir. Bunların yanı sıra, kenevirde esrar üretilmesi de ekim alanlarının sınırlandırılması ve sisal, abaka ve jüt liflerinin kenevir liflerinin alternatifi olması da bu bitkiye olan ilgiyi azaltmıştır (Aytaç vd., 2017).

Kenevir kağıt üretiminde oduna alternatif hammadde olarak önerilmektedir. Yaklaşık 1-5 m boya ve 1-6 cm çapa

ulaşan düz, dalsız ve oyuklu bir gövdeye sahip olan kenevir 4-5 ayda gelişimini tamamlamaktadır (Shmulsky ve Jones, 2011). Ülkemizde farklı iklim koşullarına sahip bazı bölgelerde kenevir tarımı yapılmaktadır. 2016 yılında resmi gazetede yayınlanan “Kenevir Ekimi ve Kontrolü Hakkında Yönetmelik” uyarınca ülkemizde 19 ilde kenevir tarımı yapılabilmektedir (GTHB, 2018).

Türkiye’de 2019 yılında toplam kağıt tüketim miktarı yaklaşık 8 milyon ton’a ulaşarak %5.5 büyümüştür. Ancak, sektörün yurt içi üretimini 5.5 milyon ton’a ulaştırarak büyüme oranını %8.3’e yükselttiği görülmektedir (Faostat, 2021). Ülkemizde kağıt-karton sektörü gelişme potansiyeli çok yüksek bir sektör olup, sağlam ve kalıcı gelişimi ile rekabet edebilir güçlü yapısını oluşturmak için, yetersiz olan hammadde sorununun çözümünde uzun vadeli devlet politikası gerekmektedir. Orman ve tarım alanlarında endüstriyel ağaçlandırma ve lif kaynaklarının üretimi ile ilgili yeni işletim politikaları, katı atık yönetmeliklerinin

✉ <sup>a</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Müh. Bölümü, 46050, Onikişubat-Kahramanmaraş

<sup>b</sup> Kahramanmaraş Kağıt Sanayi ve Ticaret A.Ş. 46090, Dulkadiroğlu-Kahramanmaraş

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 30.06.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 31.08.2021



**Citation** (Atf): Tutuş, A., Çiçekler, M., Yemşen, B., Bilgiç Kara, S., Sözbir, T., 2021. Kenevir (*Cannabis sativa* L.) saplarından kağıt hamuru ve kağıt üretiminin araştırılması. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 311-317.  
DOI: [10.18182/tjf.958584](https://doi.org/10.18182/tjf.958584)

belediyelerce uygulama etkinliği, atık kağıtların ihracatının engellenmesi, enerji fiyatlarında indirim teşvikleri uygulanması, gümrüklerin bilinçli olarak kontrol altına alınması, haksız rekabet gibi konular kağıt ve karton sektörünün önemli öncelikleridir.

Ülkemizde çoğunlukla atık kağıtlar oluklu mukavva (ambalaj) kağıtlarının üretiminde değerlendirilmektedir. Ancak, atık kağıtlar kalitesi ve özelliklerine göre en fazla 5-6 kez geri dönüştürülebilmektedir. Geri dönüşüm sırasında meydana gelen hornifikasyon olarak da adlandırılan liflerin bağ yapma kabiliyeti ve yüzey alanları azalmaktadır (Şahin, 2014). Dolayısıyla üretilen kağıtların direnç özellikleri düşmekte ve geri dönüşüm sayısı arttıkça istenilen özellikleri elde etmek zorlaşmaktadır (Çiçekler, 2019). Bu nedenle, oluklu mukavva kağıdı üretiminde direnç artırıcı kimyasallar kullanılmakta olup hem üretim maliyetleri hem de çevresel sorunlar artmaktadır. Ülkemizde birincil lif üretimi yıllık 70 bin ton olup bu miktar kağıt üreticileri için oldukça azdır. Kenevir saplarının birincil lif üretiminde değerlendirilerek yıllık üretim kapasitesinin artırılması kağıt üreticilerin taleplerinin karşılanmasında ve ekonominin geliştirilmesinde önemli bir yer tutacaktır. Zira her bir geri dönüşüm esnasında kağıt liflerinde deformasyonlar meydana geldiğinden ve kırıntı lif oranı arttığından dolayı gün geçtikçe istenilen direnç özellikleri sağlanamayacak ve birincil life ihtiyaç duyulacaktır.

Türkiye’de kağıt ve karton ürünleri üretiminde hammadde ve girdi tedarikinde rakipleri ile karşılaştırıldığında sınırlı olanaklara sahiptir ve artırılmış ve artırılmamış selüloz temininde önemli ölçüde dışa bağımlıdır. Kenevir bitkisinin soymuk lifleri genel olarak kağıt hamuru üretiminde değerlendirilirken bu çalışmada soymuk lifleri alınmış kenevir saplarından sülfat (kraft) pişirme yöntemi ile yüksek verimli ve sağlam kağıt hamuru üretimi olanakları araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan soymuk lifleri alınmış kenevir sapları (Şekil 1) Samsun ilinin Vezirköprü ilçesinden temin edilmiştir. Saplar önce ikiye yarıp 4-6 cm uzunluğunda kesilerek yongalanmış ve kağıt hamuru üretiminde kullanılmıştır.



Şekil 1. Soymuk lifleri alınmış kenevir sapları

### 2.2. Kenevir saplarının kimyasal bileşenlerinin ve lif morfolojik özelliklerinin belirlenmesi

Bir hammaddenin kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunu belirlemede yapılacak işlemler arasında ilk sırayı genel olarak hammaddenin kimyasal içeriğinin ve lif morfolojik özelliklerinin belirlenmesi almaktadır. Bu işlemler hammaddeden elde edilecek kağıt hamurunun ve kağıtların bazı özelliklerinin tahmin edilmesinde kolaylık sağlamaktadır. Selüloz oranı genel olarak verim, lignin oranı pişirme koşulları ve hemiselüloz oranı ve çeşidi ise hamurun sağlamlığı ve dövülme özellikleri üzerine etkilidir (Eroğlu, 1980).

Bu nedenle, kağıt hamuru üretiminde kullanılan kenevir sapları kirliliklerinden arındırılarak küçük parçalara getirilmiş ve TAPPI T257 (2012) standardına göre bir değirmende öğütülerek 40 mesh (425µ) ve 60 mesh (250µ)'lik eleklerden elenmiş ve 60 mesh elek üzerinde kalan örnekler rutubetleri belirlenerek kimyasal analizlerde kullanılmak üzere depolanmıştır.

Daha sonra örnekler aşağıda belirtilen kimyasal analizler ilgili standartlara bağlı kalınarak yapılmıştır.

Holoselüloz oranı: Wise'nin klorit metodu (Wise ve Karl, 1962).

Selüloz oranı: Kürschner-Hoffer metodu (Kürschner ve Hoffer, 1969).

Lignin oranı: TAPPI T222 (2006).

Alfa selüloz oranı: TAPPI T203 (2009).

Kül oranı: TAPPI T211 (2007).

Toluen- Etanol çözünürlük oranı: ASTM D1107 (2007).

Suda çözünürlük oranı: TAPPI T207 (2008).

% 1'lik NaOH'de çözünürlük oranı: TAPPI T212 (2018)

Kenevir saplarının lif morfolojik özelliklerinden lif uzunluğunu, lif genişliğini, çeper kalınlığını ve lümen çapını belirlemek için örneklere klorit maserasyon metodu uygulanmış ve lifler bireysel hale getirilmiştir. Masere edilen liflerden preparatlar hazırlanmış ve Nikon FS1 foto mikroskopunda ölçümler yapılmıştır.

Hammaddelerin kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunda sadece selülozun kimyasal özellikleri veya kolay elde edilişi değil bunun yanı sıra lif morfolojik özellikleri ve bu özellikler kullanılarak hesaplanan lif parametreleri de önemlidir. Kağıt özelliklerini etkileyen lif boyutları ile bu boyutlar arasındaki ilişkilerin irdelenmesinde aşağıdaki parametreler kullanılmaktadır (Bozkurt, 1971; Göksel, 1986; Tank vd., 1990; Yaman ve Gencer, 2005).

Keçeleşme Oranı: Lif Uzunluğu / Lif Genişliği, Elastiklik Katsayısı: Lümen Genişliği x 100 / Lif Genişliği, Rijidite Katsayısı: Lif Çeper Kalınlığı x 100 / Lif Genişliği, Mühlstep Oranı: Lif Çeper Alanı x 100 / Lif Enine Kesit Alanı, Runkel Oranı: 2 x Lif Çeper Kalınlığı / Lümen Genişliği, "F" Faktörü: Lif Uzunluğu / Lif Çeper Kalınlığı

### 2.3. Kenevir saplarından kağıt hamuru üretimi

Kenevir saplarının pişirme işleminde elektrik ile ısıtılan, yüksek basınca (25 bar) dayanıklı, dakikada yaklaşık 4 tam tur dönebilen, otomatik kontrol panosu ile sıcaklığı kontrol edilebilen 15 lt kapasiteye sahip kesintili üretim yapan pişirme kazanı kullanılmıştır. Pişirme işleminde 500 gr tam kuru kenevir sapı kullanılmış ve doldurma işlemleri el ile yapılmıştır. Pişirme işleminde sıcaklık termometre vasıtasıyla kontrol edilerek  $\pm 2-5$  °C hassasiyetle çalışılmıştır.

Kenevir saplarına uygulanan pişirme koşulu aşağıda Çizelge 1’de verilmiştir.

Pişirme işlemi bittikten sonra kazan boşaltılmış ve 200 mesh’lik elek üzerine aktarılarak hamur içerisinde bulunan ve lignin içeren siyah çözeltili yıkanarak uzaklaştırılmıştır. Yıkama işleminden sonra kağıt hamurları lif açıcıya aktarılmış ve 10 dakika boyunca liflendirilmiştir. Daha sonra 0.15 mm yarık açıklığına sahip sarsıntılı elekte elenerek pişmeyen kısımlarından arındırılmıştır. Kağıt hamurlarının viskozite değerinin ve kapa numarasının belirlenmesinde sırasıyla TAPPI T230 (2013) ve TAPPI T236 (2013) standartları kullanılmıştır.

#### 2.4. Kenevir saplarından kağıt üretimi ve testleri

Kenevir saplarından elde edilen kağıt hamurları test kağıdı formasyonu öncesinde 10 lt kapasiteli karıştırıcıda belirli kesafette homojen olarak karıştırılmış ve serbestlik dereceleri ISO 5267-1 (1999) metoduna göre Schopper Riegler aleti kullanılarak belirlenmiştir. Kağıt hamurları Hollander cihazında 35±2 SR° derecesinde dövme işlemine tabi tutulmuştur ve Rapid Köthen RK-21 laboratuvar tipi kağıt makinesinde 70 (g/m<sup>2</sup>) gramajında test kağıtları üretilmiştir.

Kağıt hamurlarından elde edilen test kağıtları TAPPI T402 (2013) standardına göre sıcaklığı 23±1 °C ve bağıl nemi %50±2 olan kondisyon odasında 24 saat kondisyonlandıktan sonra aşağıdaki standartlara bağlı kalarak Çizelge 2’de verilen mekanik ve optik testler yapılmıştır.

Çizelge 1. Kenevir (Kendir) saplarına uygulanan kraft pişirme koşulları

Pişirme koşulları	Değer
Aktif alkali oranı (%)	22
Sülfidite oranı (%)	24
Pişirme sıcaklığı (°C)	150
Maksimum sıcaklığa çıkış süresi (dakika)	40
Pişirme süresi (dakika)	60
Çözeltili/yonga oranı	5/1
Kullanılan hammadde miktarı (gram)	500

Çizelge 2. Kağıtlara uygulanan mekanik ve optik testler ile kullanılan standartlar

Mekanik ve optik özellikler	Standartlar
Kopma uzunluğu (km)	TAPPI T494 (2006)
Patlama indisi (kPa m <sup>2</sup> /g)	TAPPI T403 (2015)
Yırtılma indisi (mN.m <sup>2</sup> .g)	TAPPI T414 (2012)
Parlaklık (%ISO)	ISO 2470-1 (2016)
Sarıklık (E313)	ASTM E313 (2010)

Her bir pişirmeden 10 adet test kağıdı üretilmiş ve yukarıda belirtilen mekanik ve optik testlere tabi tutulmuştur.

### 3. Bulgular ve tartışma

#### 3.1. Kenevir saplarının kimyasal bileşenleri ve lif morfolojik özellikleri

Aşağıda Çizelge 3’te kenevir saplarının ve diğer odun ve yıllık bitki türlerinin kimyasal içerikleri verilmiştir. Bu çalışmada kenevir sapı için tespit edilen kimyasal analiz sonuçları daha önce yapılmış olan çalışmalar ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların genel olarak literatürdeki değerlerle uyum gösterdiği belirlenmiştir.

Kenevir saplarının selüloz ve lignin içeriği diğer yıllık bitkiler ile uyum gösterirken holoselüloz içeriği yüksek çıkmıştır. Bunun başlıca nedeni ise içeriğinde bulunan hemiselülozdan kaynaklanmaktadır (Tutuş ve Çiçekler, 2016). Holoselüloz içeriği yapraklı ağaçlara ve iğne yapraklı ağaçlara göre daha yüksektir. Bilindiği üzere holoselüloz, selüloz ve hemiselülozun birleşimi olup, kenevir sapı, yapraklı ağaçlar, buğday sapı ve iğne yapraklı ağaçlara göre yüksek oranda hemiselüloz içermektedir. Yapılan bu çalışmada kenevir sapının holoselüloz, selüloz ve lignin içeriği sırasıyla %79.67, %52.03 ve %22.24 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca kül oranının düşük ve ekstraktif maddelerin az olması pişirmeyi kolaylaştırmıştır. Aşağıda Çizelge 4’te kenevir sapları ve bazı diğer türlerin lif morfolojik özellikleri verilmiştir.

Çizelge 3. Kenevir saplarına, bazı yıllık bitkilere ve odunlara ait kimyasal bileşen oranları

Yıllık bitki ve odun türleri	Kimyasal bileşenler ve çözünürlükler (%)									Kaynaklar
	Holoselüloz	Selüloz	Alfa selüloz	Lignin	Kül	Ekstraktifler	%1’lik NaOH	Sıcak su	Soğuk su	
Kenevir sapı	79.67	52.03	41.54	22.24	0.73	1.27	22.89	3.48	1.73	Bu çalışmadaki tespit
Buğday sapı	77.99	51.66	39.22	17.56	7.64	5.68	43.23	12.81	9.78	Çiçekler, 2019
Kızılcım	76.64	52.62	45.76	25.16	0.52	5.99	14.90	3.15	2.42	Çiçekler, 2019
Pamuk sapı	75.60	45.48	39.82	18.24	2.52	6.05	30.90	14.25	11.65	Ezici, 2010
Buğday sapı	77.10	52.27	39.62	18.33	7.12	5.48	40.90	12.25	7.65	Tutuş ve Eroğlu, 2003
Çavdar sapı	74.10	51.50	44.40	15.40	3.20	9.20	39.20	13.00	10.20	Usta ve Eroğlu, 1988
Mısır sapı	64.80	45.60	35.60	17.40	7.50	9.50	47.10	14.80	-	Eroğlu vd., 1992
Sarıçam	73.67	46.85	-	28.57	0.45	6.71	16.28	3.82	3.42	Tutuş vd., 2010
Kızılcım	78.64	54.24	48.56	27.60	0.48	7.65	14.49	2.19	1.14	Tutuş vd., 2012
Karaçam	67.46	-	44.60	25.60	-	4.28	9.43	1.69	1.29	Ataç, 2009
İğne yapraklı	63-74	55-61	-	25-32	0.2-0.5	1-5.8	8-10	1-5	0.5-4	Kırcı, 2003
Yapraklı	72-82	38-55	-	18-26	0.2-0.7	1-6.2	12-25	1-8	0.2-4	Kırcı, 2003

Çizelge 4. Kenevir sapı ve bazı türlerin lif morfolojik özellikleri

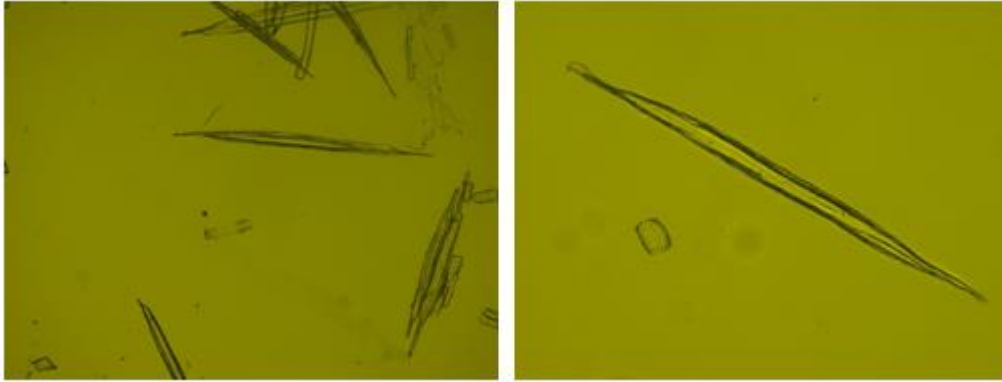
Morfolojik özellikler	Lif boyu (mm)	Lif genişliği (µm)	Çeper kalınlığı (µm)	Lümen çapı (µm)	Kaynaklar
Türler					
Kenevir sapı	0.60	28.80	7.72	13.4	Bu çalışmadaki tespit
Buğday sapı	0.89	14.54	5.27	4.00	Çiçekler, 2019
Karaçam	3.89	46.11	6.62	33.07	İstek vd., 2008
Kızılcım	3.30	38.63	8.54	21.55	Çiçekler, 2019
Buğday sapı	0.88	14.11	5.15	3.79	Tutuş ve Çiçekler, 2016
Çavdar sapı	1.15	14.7	4.6	4.2	Usta ve Eroğlu, 1988
Pamuk sapı	0.81	24.98	4.12	16.75	Tutuş vd., 2010
Kanola sapı	1.19	13.10	2.25	8.60	Tofanica vd., 2011
Kızılcım	2.85	52.05	8.21	35.63	Gürboy, 2007
Karaçam	1.21	36.12	4.95	26.23	Akgül ve Tozluoğlu, 2009
İğne yapraklı A.	2.7-4.6	32-43	-	-	Atchison, 1987
Yapraklı Ağaç	0.7-1.6	20-40	-	-	Atchison, 1987

Kağıt hamuru ve kağıt özelliklerinde kimyasal içerik kadar kullanılan hammaddenin lif morfolojik özellikleri de oldukça etkilidir (Bozkurt ve Erdin, 1989; Serin vd., 2017). Çizelge 4 incelendiğinde, kenevir sapının lif morfolojik özellikleri (Şekil 2) genel olarak literatür ile uyum gösterirken yapraklı ağaç lif morfolojik özellikleri ile benzer özelliktedirler.

Kağıt üretiminde kullanılacak olan hammaddenin lif özellikleri üretilecek kağıtların bazı mekanik özelliklerini etkilemektedir. Metot kısmında bahsedilen lif parametreleri hammaddeden üretilen kağıdın özellikleri hakkında ön bilgiler vermektedir.

Aşağıda Çizelge 5'te kenevir sapı, diğer yıllık bitkiler ve odunların lif morfolojik özelliklerinden yararlanılarak hammaddeden üretilen kağıtların özellikleri hakkında ön bilgi edinmek için bazı parametreler verilmiştir.

Keçeleşme oranı, hammaddenin kağıt üretimine uygunluğunu tespit etmede kullanılan önemli parametrelerden biridir. Bu oran kağıdın kopma, patlama ve yırtılma mukavemetleri gibi mekanik özellikleri açısından önem arz etmektedir. Genellikle iğne yapraklı ağaçlarda bu oranın 70-90, yapraklı ağaçlarda ise 40-60 olması arzu edilir (Tutuş ve Çiçekler, 2016). Bu çalışmada kullanılan kenevir sapının odununun keçeleşme oranı 21.43 olarak bulunmuş olup keçeleşme oranı açısından istenilen değerlerin altındadır. Yapılan diğer çalışmalarda kızılcım keçeleşme oranları 89-98 (Göksel, 1984) ve 77 (Bozkurt vd., 1993) olarak tespit etmişlerdir. Lif morfolojik özelliklerin yetiştirme koşullarındaki farklılıklara göre değişiklikler gösterebileceği unutulmamalıdır.



Şekil 2. Kenevir sapı lif görüntüleri

Çizelge 5. Kenevir sapı, bazı yıllık bitki ve odunlara ait kağıt üretimine uygunluk parametreleri

	Keçeleşme oranı	Elastiklik katsayısı (%)	Rijidite katsayısı (%)	Runkel oranı	Mühlstep oranı	F oranı	Kaynaklar
Kenevir	21.43	45.49	27.25	1.32	78.23	80	Bu çalışmadaki tespit
Buğday sapı	61.21	27.51	36.24	2.64	92.43	168	Çiçekler, 2019
Karaçam	82.63	71.26	20.33	0.41	57.49	586	İstek vd., 2008
Kızılcım	85.51	55.78	22.10	0.79	68.87	386	Çiçekler, 2019
Buğday sapı	62	27	36	2.7	-	170	Tutuş ve Çiçekler, 2016
Tütün sapı	38.97	69.9	-	-	-	-	Deqing vd., 2016
Kanola sapı	91	64	18	0.58	57.69	555	Tofanica vd., 2011
Kızılcım	98	61.70	16.97	0.55	61.90	577	Bektaş vd., 1999
Sahil çamı	54.9	67.5	-	0.5	-	-	Gülsoy ve Tüfek, 2013
İğne yapraklı a.	95-120	75	-	0.35	-	-	Smook, 1992
Yapraklı ağaç	55-75	55-70	-	0.4-0.7	-	-	Smook, 1992

Elastiklik katsayısı, lümen çapı ile lif genişliğinin oranlanması ile hesaplanan bir değer olup çekme direnci ile doğru orantılı bir ilişkisi vardır. Bu oranın artması ile kağıtların çekme (kopma) direnci de artmaktadır. Bu oran genel olarak 4 grupta sınıflandırılmaktadır (Kırcı, 2003);

I. Grup: 75 ve üstü (çok esnek lifler), II. Grup: 50-75 (esnek lifler), III. Grup: 30-50 (rijit lifler),

IV. Grup: 30 ve altı (çok rijit lifler)

Bu değer kenevir saplarından 45.49 olarak bulunmuştur. Bu değerler doğrultusunda kenevir sapları III. grupta (rijit lifler) yer almaktadır.

Rijidite katsayısı, kağıdın mekanik özellikleri üzerine etkili olup bu değer arttıkça mekanik özellikler olumsuz etkilenmektedir (Bostancı, 1987; Tofanica vd., 2011). Bu çalışmada kullanılan hammadde kenevir sapı yongalarının rijidite katsayısı değeri 27.25 olarak tespit edilmiştir. Literatür ile kıyaslandığında buğday sapları genel olarak 30-40, kızılcım odunu lifleri ise 15-25 rijidite katsayısına sahiptir (Bektaş vd., 1999; Tutuş ve Çiçekler, 2016).

Düşük runkel oranı (1'den küçük) olan lifler esnek lifler olup kağıt üretimi esnasında enine kesitlerinin ezilmesi kolay olup lif-lif bağı oluşumu için geniş yüzeye sahip olurlar. 1'den büyük olan lifler ise rijit kabul edilir ve lifler arası bağlanma sayısı düşük olup kağıtçılıkta istenmemektedir. Bu çalışmada kullanılan kenevir saplarının runkel oranı 1.32 olarak bulunmuştur. Bu doğrultuda kenevir sapından üretilen kağıtların direnç özellikleri runkel oranı 1'e yakın olduğu için iyi olduğu söylenilebilir.

Mühlstep oranı ise hücre çeperinin kağıdın mekanik özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. İnce çeperli lifler kağıt yapımında kolayca ezilerek, kağıdın hem yoğunluğunu, hem de direnç özelliklerini olumlu yönde etkiler (Casey, 1961). Kenevir saplarının liflerinde bu oran 78.23 olarak bulunmuştur.

Mühlstep oranına göre lifler 3 grupta sınıflandırılmıştır (Simionescu vd., 1964); 1. Grup 0-30: kurdela şekilli lifler, 2. Grup 31-80: ara formlara sahip silindirik lifler, 3. Grup 81'den büyük: çubuk şekilli lifler. Birinci grupta yer alan lifler kağıt üretimine en uygun lifleri ifade ederken 3. gruptakiler en az uygun olanları işaret etmektedir (Tofanica vd., 2011). Bu sınıflandırmaya göre kenevir sapları lifleri ara formlara sahip silindirik lifler arasında yer almaktadır.

Lif uzunluğunun çeper kalınlığına oranlanması ile bulunan F faktörü (Fleksibilite) oranının yüksekliği, bu tür liflerden elde edilecek kağıtların esnekliklerinin iyi olacağını belirler. Daha önce yapılan çalışmalarda, F faktörü kızılcım ve bazı ağaç türleri için şu şekilde bulunmuştur. Kızılcım 606.66, Toros Sediri 410.34, Sahilçımı ilkbahar odunu radyal 745.4, ilkbahar odunu teğet 695.81, Yaz odunu radyal 603.9, Yaz odunu teğet 493.2 (As, 1992). Bu çalışmada kullanılan kenevir sapına ait F faktörü değeri ise 80 olarak bulunmuştur.

Aşağıda Çizelge 6'da kenevir saplarından Kraft yöntemi ile üretilen kağıt hamurlarının verim, kimyasal, mekanik ve optik özellikleri verilmiştir.

Çizelge 6 incelendiğinde, kenevir saplarından Kraft yöntem ile kağıt hamuru üretildiğinde toplam verim %48.24

olup kızılcım Kraft hamur verimi ile benzerlik göstermektedir. Yine selüloz zincirinin polimerizasyon derecesini ile ilişkili olan viskozite değerleri de kızılcım hamurları ile benzer çıkmıştır. Hamurun ağartılabilirliğini ve içerdiği lignin oranını tahmin etmede kullanılan kappa numarası kenevir saplarından üretilen hamurlarda 39, kızılcım ve buğday sapı hamurlarında sırasıyla 32 ve 37 olarak bulunmuştur. Kenevir sapı hamurlarının viskozite değerleri buğday sapı hamurlarından daha yüksek olup kızılcım hamurları ile benzer özellik göstermektedir. Viskozite değerleri selüloz zinciri uzunluğunun bir göstergesi olup yüksek olması kağıtların daha mukavemetli olmasını göstermektedir. Aynı zamanda, ağartma işlemlerinde kullanılan kimyasalların selülozu degrade ettiği düşünülürse kenevir sapı hamurunun viskozite değerinin yüksek olması mukavemet kayıplarını tolere edebilmektedir.

Kenevir sapları kısa lifli olmasına rağmen mekanik özellikleri oldukça yüksektir. Uzun lifli kızılcım hamurlarından üretilen kağıtlar ile karşılaştırıldığında kopma uzunluğu %44.5, patlama indisi %7.04 oranlarında daha yüksek, yırtılma indisi ise %25.8 oranında daha düşük çıkmıştır. Kopma mukavemeti üzerinde en etki parametrelerden biri lif-lif bağ sayısı ve bu bağların özelliğidir (Casey, 1960). Lif uzunluğunun kağıtların kopma mukavemeti üzerinde kayda değer bir etkisinin olduğu düşünülmektedir. Ancak bazı araştırmacılar lif boyutlarındaki değişimlerinin kopma mukavemeti üzerinde fazla bir etkisinin olmadığını inanmaktadır. Sadece lif uzunluğu değil aynı zamanda lif genişliği de kopma mukavemeti üzerinde etkili olmaktadır. Lif uzunluğu ve genişliği az olan kağıtların kopma mukavemetleri yüksek çıkmaktadır (Eroğlu, 2003). Kenevir saplarından elde edilen kağıtların kopma uzunlukları kısa lifli olmalarına rağmen kızılcım hamurlarından daha yüksek çıkmıştır. Yukarıda belirtildiği gibi kopma mukavemeti üzerine sadece lif uzunlukları değil lif genişlikleri ve lif-lif bağ sayısı ve nitelikleri de etkilidir. Kızılcım hamurlarının lif uzunlukları kenevir saplarından yüksek olduğu için lifleri gerilme ve harcama enerjisi daha geniş alana yaymakta bu nedenle yırtılma indisi yüksek çıkmaktadır. Patlama mukavemetini etkileyen faktörlerden en önemlileri lif uzunluğu ve iç bağlanma kabiliyetidir (Clark, 1978; Eroğlu, 2003). Kısa lifli kenevir sapı hamurlarının patlama mukavemeti uzun lifli kızılcım hamurlarından daha yüksek çıkmıştır. Patlama indisi değerleri arasındaki bu farkın kenevir sapı hamurlarında iç bağlanmanın daha iyi olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kenevir sapı hamurlarının parlaklık değerleri kızılcım hamurlarından %18.1 ve buğday sapı hamurlarından %5.27 oranında daha yüksek çıkmıştır. Dolayısıyla, kenevir saplarından üretilen kağıtların ağartılması daha kolay ve ekonomik olacaktır. Aynı zamanda beyaz kağıt üretiminde değerlendirilmesi için gerekli olan ağartma kademelerinde mekanik özelliklerinin yüksek olmasından dolayı herhangi bir güçlük yaşanmayacaktır.

Çizelge 6. Kenevir saplarından kraft yöntemi ile elde edilen kağıtların verim, kimyasal, mekanik ve optik özelliklerine ait bulgular

	Toplam verim (%)	Viskozite (cm <sup>3</sup> /gr)	Kappa numarası	Kopma uz. (km)	Patlama İnd. (kPa.m <sup>2</sup> /g)	Yırtılma İnd. (mNm <sup>2</sup> /g)	Parlaklık (%ISO)	Sarılık (E313)
Kenevir	48.24	1400	39	11.4	5.32	4.18	30.18	31.1
*Kızılcım	48.09	1484	32	7.89	4.97	5.63	25.55	41.9
*Buğday sapı	55.42	525	37	6.12	4.40	3.39	28.67	48.3

\*(Çiçekler, 2019)



#### 4. Sonuç ve öneriler

Ülkemizde, soymuk lifleri alınmış kenevir saplarından kağıt ve lif levha vb. liflerin ve ürünlerin üretimi yapılmamaktadır. Bu çalışmada, soymuk lifleri alınmış kenevir saplarından kağıt hamuru ve kağıt üretimi araştırılmış olup elde edilen veriler doğrultusunda kenevir saplarından kısa liflere sahip olmalarına rağmen yüksek mukavemette kağıtlar ve ağartılması kolay hamurlar üretilebileceği tespit edilmiştir.

Ağartılmış ve ağartılmamış birincil liflerin ithal edilmesi yerine ülkemizde yetiştirilen kenevir saplarından kağıt hamuru ve kağıt üretilmesi hem ülke ekonomisine, hem de dışa bağımlılığın ve cari açığın azalmasına katkı sağlayacaktır. Kenevir saplarından elde edilen hamurların belirli oranlarda (%20, 30, 40, 50, 60 ve 70) uzun ve kısa lifli odun hamurlarına karıştırılarak çeşitli kağıt üretiminde (baskı, yazı tabı, fotokopi, matbaa, gazete, oluklu mukavva, ambalaj ve temizlik kağıtları) kullanılabileceği değerlendirilmektedir. Böylece bu sektörde hammadde açığına katkı sağlayacaktır.

#### Kaynaklar

- Akgül, M., Tozluoğlu, A., 2009. Some chemical and morphological properties of juvenile woods from beech (*Fagus orientalis* L.) and pine (*Pinus nigra* A.) plantations. Trends in Applied Sciences Research, 4: 116-125.
- As, N., 1992. *Pinus pinaster* değişik ırklarının fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerine etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- ASTM D1107, 2007. Standard test method for ethanol-toluene solubility of wood. ASTM, Pennsylvania, USA.
- ASTM E313, 2010. Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates. ASTM, Pennsylvania, USA.
- Ataç, Y., 2009. Bazı yapraklı ve iğne yapraklı ağaçların öz ve diri odunlarının kağıt özellikleri yönünden incelenmesi. Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Atchison, J.E., 1987. Data on non-wood plant fibers. In Secondary Fibers and Non-wood Pulping, 3<sup>rd</sup> ed., TAPPI Press, Atlanta, GA.
- Aytaç, S., Arslanoğlu, Ş.F., Ayan, A.K., 2017. Endüstriyel tip kenevir (*Cannabis Sativa* L.) yetiştiriciliği. Karadeniz'in Lif Bitkileri Çalıştayı, 5-6 Mayıs, Samsun, s. 27-35.
- Bektaş, İ., Tutuş, A., Eroğlu, H., 1999. A study of the suitability of calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) for pulp and paper manufacture. Tr. J. Agric. For, 23(3): 589-597.
- Bostancı, Ş., 1987. Kağıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi. KTÜ Orman Fak., Yay.No. 114 / 13, Trabzon.
- Bozkurt, Y., 1971. Doğu Ladini (*Picea orientalis* Link. et Carr.) ile Toros Karaçamı (*Pinus nigra* var. *caramanica* (Loud.) Rehd.)'dan birer ağaçta lif morfolojisi üzerine denemeler. İ.Ü. Orman Fak. Derg., Seri A, 21(1): 70-93.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., 1989. Odunsu lifler ve tanımı. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 39(4): 1-16.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N., As, N., 1993. Datça kızılçamında anatomik ve teknolojik özellikler. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu, 18-23 Ekim, Muğla, s. 628-635.
- Casey, J.P., 1960. Pulp and Paper. Vol:3, Interscience Publisher Inc., Newyork
- Casey, J.P., 1961. Pulp and Paper. Vol:2, Papermaking, Second Print, Interseience publ., New York.
- Clark, J.A., 1978. Pulp Technology. Mille Freeman Publications, Inc., California.

- Çiçekler, M., 2019. Birincil ve ikincil lif karışımlarından yazı tabı, oluklu mukavva ve gazete kağıdı üretiminin araştırılması. Doktora Tezi, KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Deqing, Z., Ya, D., Guanglin, F., Jie, Y., Lanlan, T., Jun, L., 2016. Chemical composition, fiber morphology and biological structure of tobacco stalks. Product Technology, Vol. 49: 80-86.
- ElSohly, M., Gul, W., 2014. Constituents of *Cannabis sativa*. In Handbook of Cannabis, Pertwee, R. G. (Ed.), Oxford University Press, USA.
- Eroğlu, H., 1980. O<sub>2</sub>-NaOH yöntemiyle buğday (*Triticum aestivum* L.) saplarından kağıt hamuru elde etme olanaklarının araştırılması. Doçentlik Tezi, KTÜ, Trabzon.
- Eroğlu, H., 2003. Kağıt ve Kağıt Fiziği Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Eroğlu, H., Usta, M., Kırıcı, H., 1992. A review of oxygen pulping conditions of some nonwood plants growing in Turkey. Tappi Pulping Conference, 2<sup>nd</sup> November, Atlanta, USA, pp. 215-222.
- Ezici, A.C., 2010. Pamuk saplarından (*Gossypium hirsutum* L.) kraft-sodyumborhidrür yöntemiyle kağıt hamuru ve kağıt üretim koşullarının belirlenmesi. Doktora Tezi, KSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Faostat, 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations website, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>: Accessed: 22.06.2021.
- Göksel, E., 1984. Kızılçam lif morfolojisi ve odunundan sülfat sellülozu elde etme olanakları üzerine araştırmalar. İ.Ü. Yayın No: 3204, Orman Fakültesi Yayın No: 364, İstanbul.
- Göksel, E., 1986. Pamuk Saplarının Selüloz ve Kağıt Endüstrisinde Kullanım Olanakları Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. Derg., Seri A, 36(1): 38-54.
- GTHB, 2018. Kenevir Ekimi ve Kontrolü Hakkında Yönetmelik. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- Gülsoy, S.K., Tüfek, S., 2013. Effect of chip mixing ratio of *Pinus pinaster* and *Populus tremula* on kraft pulp and paper properties. Industrial & Engineering Chemistry Research, 52(6):2304-2308.
- Gürboy, B., 2007. Kuzey Kıbrıs'ta doğal olarak yetişen kızılçam (*Pinus brutia* ten.)'ın lif morfolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, A(2): 119-127.
- ISO 2470-1, 2016. Paper, board and pulps - Measurement of diffuse blue reflectance factor - Part 1: Indoor daylight conditions (ISO brightness). International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 5267-1, 1999. Pulps - Determination of drainability - Part 1: Schopper-Riegler method. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- İstek, A., Eroğlu, H., Gülsoy, S.K., 2008. Karaçamın yaşına bağlı olarak lif ve kağıt özelliklerinin değişimi. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 8(1), 61-66.
- Kırıcı, H., 2003. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. KTÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:63, Trabzon.
- Kürschner, K., Hoffer, A., 1969. Ein neues Verfahren zur Bestimmung der Zellulose in Hölzern und Zellstoffen. Technologie und Chemie der Papier-u. Zellstoff-Fabrikation. 26: 125-139.
- Serin, Z., Ateş, N., Cavunt, A., 2017. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) saplarının kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunun değerlendirilmesi. Türkiye Ormancılık Dergisi, 18(2):155-159.
- Shmulsky, R., Jones, P.D., 2011. Forest Products and Wood Science an Introduction. A John Wiley & Sons, Inc., Publication, United Kingdom.
- Simionescu, C.I., Grigora, S., Cernătescu-Asandei, A., 1964. Chemistry of wood in R.P.R. Bucharest. Academy of Popular Republic of Romania Publishing House, Romania.
- Smook, G.A., 1992. Handbook for Pulp and Paper Technologists. Angus Wilde Publications, Vancouver.

- Şahin, H.T., 2014. Geri kazanılmış sekonder liflerin yeniden kullanılması üzerine bir inceleme. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 15: 183-188.
- Tank, T., Göksel, E., Cengiz, M., Gürboy, B., 1990. Hızlı gelişen bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin lif ve kağıt teknolojisi yönünden incelenmesi. İ.Ü. Orman Fak. Derg., Seri A, 40(1): 40-50.
- Tappi T203, 2009. Alpha-, beta- and gamma-cellulose in pulp. TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T207, 2008. Water solubility of wood and pulp. TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T211, 2007. Ash in wood, pulp, paper and paperboard. TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T212, 2018. One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp. TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T222, 2006. Acid-insoluble lignin in wood and pulp. TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T230, 2013. Viscosity of pulp (capillary viscometer method). TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T236, 2013. Kappa number of pulp. TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T402, 2013. Standard conditioning and testing atmospheres for paper, board, pulp handsheets, and related products. TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T257, 2012. Sampling and preparing wood for analysis. TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T403, 2015. Bursting strength of paper. TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T414, 2012. Internal tearing resistance of paper (Elmendorf-Type Method). TAPPI, Atlanta, USA.
- Tappi T494, 2006. Tensile properties of paper and paperboard. TAPPI, Atlanta, USA.
- Tofanica, B.M., Cappelletto, E., Gavrilescu, D., Mueller, K., 2011. Properties of rapeseed (*Brassica napus*) stalks fibers. Journal of Natural Fibers, 8: 241-262.
- Tutuş A., Çiçekler, M., 2016. Evaluation of common wheat stubbles (*Triticum aestivum* L.) for pulp and paper production. Drvna Industrija, 67(3):271-279.
- Tutuş, A., Ateş, S., Deniz, İ., 2010. Pulp and paper production from spruce wood with kraft and modified kraft methods. African Journal of Biotechnology, 9(11): 1648- 1654.
- Tutuş, A., Çiçekler, M., Deniz, İ., 2012. Yanmış kızılçam odunlarının kağıt hamuru ve kağıt üretiminde kullanılması. KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, Özel Sayı, s:90-95.
- Tutuş, A., Eroğlu, H., 2003. A practical solution to silica problem in straw pulping, APPITA Journal, 56(2): 111-115.
- Usta, M., Eroğlu, H. 1988. Soda-Oxygen Pulping of Rye Straw, Nonwood Plant Fiber Pulping. Progress Report, 18. Atlanta, USA.
- Wise, E.L., Karl, H.L., 1962. Cellulose and Hemicelluloses in Pulp and Paper Science and Technology. Vol. 1. Pulp. Earl. C.L. (Ed.). McGraw Hill-Book Co., New York.
- Yaman, B., Gencer, A., 2005. Trabzon koşullarında yetiştirilen Kiwi (*Actinidia deliciosa* (A. hev.) C. F. Liang & A. R. Ferguson)'nin lif morfolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 2: 149-155.

## Yerli ağaç türlerinden üretilen CLT duvarların yanal yük altındaki performansı

Abdullah Uğur Birinci<sup>a,\*</sup>, Hasan Öztürk<sup>b</sup>, Aydın Demir<sup>a</sup>

**Özet:** Çapraz Lamine Ahşap (CLT)' nin dünyada kullanımı özellikle inşaat sektörüne sunduğu pek çok avantaj ve diğer birçok ahşap malzemede olduğu gibi olumlu çevre etkilerinden dolayı hızla gelişmektedir. Ayrıca CLT yapılarda deprem etkisi anında etkili olan bir yanal yük direnç sistemi oluşturulabilmekte ve çok sayıda küçük bağlantılarla yapının sünekliği artırılabilir. Literatürde; ağaç türü, tutkallama şekli ve duvar kalınlıkları gibi değişkenlerin CLT duvarların yapısal davranışları üzerinde etkili oldukları belirtilmiştir. Bu çalışmada, yerli ağaç türlerinden üretilen CLT duvarların yanal yük altındaki yatay deformasyon miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte CLT duvarların üretiminde kullanılacak bazı değişkenlerin yatay deformasyon miktarları üzerine etkileri de ortaya konulmuştur. Farklı ağaç türü (sarıçam ve ladin), tutkallama şekli (yüzey, yüzey+kenar) ve duvar kalınlığı (75-150 mm) kullanılarak oluşturulan CLT duvarların yanal yük altındaki yatay deformasyonları ASTM E 72 standardına göre belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, ladin ağaç türünden üretilen CLT duvarların, sarıçam ile üretilen gruplara göre %8,47 daha yüksek deformasyon değerleri verdiği görülmüştür. Bununla birlikte, 150 mm kalınlığında üretilen duvarların 75 mm olarak üretilen CLT duvar gruplarına göre %43,32 daha yüksek yatay deformasyon değerleri verdiği tespit edilmiştir. Tutkallama şekline göre ise yüzey+kenar olarak üretilen CLT duvarların, sadece kenarları tutkallananlara göre %3,76 daha yüksek yatay deformasyon değerleri verdiği görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** CLT Duvar, Yatay deformasyon, Ağaç türü, Tutkallama şekli, Duvar kalınlığı

## Performance under lateral load of CLT walls produced from native wood species

**Abstract:** The use of CLT in the world is developing rapidly, especially due to the many advantages it offers to construction sector and the positive environmental effects like many other wooden materials. In addition, a lateral load resistance system that is effective in earthquake effect can be created in CLT structures and ductility of the structure can be increased with many small connections. It has been stated in literature that variables such as wood species, gluing type and wall thickness influence the structural behaviour of CLT walls. In this study, it is aimed to determine the horizontal deformation under lateral load of CLT walls produced from native wood species. In addition, the effects of some variables to be used in the production of CLT walls on the horizontal deformation were also revealed. The horizontal deformations of the CLT walls, which were formed by using different wood species (scots pine and spruce), gluing method (surface, surface + edge) and wall thickness (75 - 150 mm), were determined according to ASTM E 72 standard. As a result of the study, it was observed that CLT walls produced from spruce wood gave 8.47% higher deformation values compared to the groups produced with scots pine. However, it was determined that the walls produced with a thickness of 150 mm gave 43.32% higher horizontal deformation values than the CLT wall groups produced as 75 mm. According to the glueing method, it was observed that CLT walls produced as surface + edge gave 3.76% higher horizontal deformation values than those with only edges glued.

**Keywords:** CLT wall, Horizontal deformation, Wood species, Gluing type, Wall thickness

### 1. Giriş

Ülkemizde meydana gelen 1999 yılındaki depremde çok sayıda can ve mal kaybından yaşanmasının ardından, deprem bilincinin artırılması ve depreme dayanıklı yapıların geliştirilmesine yönelik çalışmalara ağırlık verilmiş ve Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı 2012-2023 Deprem stratejisi ve eylem planında STRATEJİ B.1.3. başlığı altında depreme dayanıklı binaların tasarım, malzeme ve standartlarını içeren çalışmaların destekleneceğini açıklamıştır (Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı, 2013). Geçmişte deprem felaketleri nedeni ile pek çok can ve mal kayıpları yaşanan ülkemizde gelecekte

de olası depremler nedeniyle benzer kayıpları yaşamamak için ahşap yapılara yönelmek gerektiği belirtilmiştir (Demirkır, 2012). Doğançün vd. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye'de ahşap yapıların yaklaşık 45 yıl öncesine kadar yaygın bir şekilde inşa edildiği, fakat betonarme yapıların ortaya çıkması ve gelişmesi ile birlikte ABD, Kanada, Japonya ve Avustralya gibi ülkelerin aksine ülkemizde ahşap yapılardan uzaklaşıldığı belirtilmektedir.

Çapraz lamine ahşap (CLT), masif ahşap elemanların farklı katmanlarda her bir tabakasının birbirine dik olacak şekilde tutkallanarak belirli bir basınç altında preslenmesi ile üretilen, dayanıklılığı yüksek, boyutsal kararlılığa sahip ve rijit elemanlar olarak tanımlanan yeni nesil bir ahşap yapı

✉ <sup>a</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye

<sup>b</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Arsin Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Trabzon, Türkiye

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): ugurbirinci@ktu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 05.05.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 05.08.2021



**Citation** (Atıf): Birinci, A.U., Öztürk, H., Demir, A., 2021. Yerli ağaç türlerinden üretilen CLT duvarların yanal yük altındaki performansı. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 318-322. DOI: [10.18182/tjf.932889](https://doi.org/10.18182/tjf.932889)

malzemesidir. Büyük boyutları, yük taşıma kapasiteleri, kolay kullanımı ve çok yönlü uygulanabilirliği sayesinde CLT elemanlar, yapılarda daha büyük ahşap malzemelerin kullanılmasına olanak sağlamakla birlikte farklı tasarımlar yapılmasına imkân da vermektedir. CLT malzemelerin Avrupa ve Amerika'da talep oranının; depreme ve yanmaya karşı gösterdiği üstün performans, direnç özelliklerinin yüksek olmasının yanında sürdürülebilir, doğal, enerji etkin ve çevreye duyarlı bir ürün olması nedeniyle hızla arttığı ifade edilmektedir (Schwarzmann vd., 2018). CLT'nin sağladığı avantajlar, uygulama alanlarını, tek katlı binalardan çok katlı konut binalarına, çok katlı kamu binalar, endüstriyel ve ticari binalara ve hatta köprü yapılarına kadar genişletmektedir (Wieruszewski ve Mazela, 2017).

CLT duvar panellerinin dinamik yüklere de dayanıklı olduğu Avrupa'da yapılan birçok test ile kanıtlanmış ve CLT depreme karşı dayanıklı bir malzeme olarak nitelendirilmiştir (Ceccotti vd., 2010). Son yıllarda ahşap yapı sektöründe, CLT paneller ile inşa edilen üç ve yedi katlı yapılar üzerine yapılan tam ölçekli bir sallama (sarsma) masası çalışmasında yapıların önemli bir hasar olmaksızın birkaç güçlü depreme dayanabildiği bildirilmiştir (Ceccotti, 2008; Quenneville ve Morris, 2007). Bazı araştırmacılar tarafından CLT tabanlı yapıların yanal kuvvetler altında iyi performans gösterdiği ve aynı zamanda çok sayıda küçük bağlantısından dolayı sünekliğinin olduğu öne sürülmüştür (Winter vd., 2010). İtalya'daki Trees and Timber Institute tarafından gerçekleştirilen dikkat çekici bir deneyde, Japonya'daki dünyanın en büyük sallama masası testi yedi katlı bir CLT binası üzerinde test edilmiştir (Popovski vd., 2010). Şiddetli bir deprem simülasyonuna maruz kalan (Richter ölçeğinde 7,2 büyüklüğünde) yapının, testten sonra maksimum 6,35 cm kolonlar arası sürüklenme ve 30,48 cm maksimum yanal deformasyona sahip olduğu gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, yapıya verilen zararın "ihmal edilebilir" olduğu sonucuna varmışlardır. Hristovski vd. (2012) tarafından yapılan başka bir deneyde, CLT birleşimlerinin sismik kuvvetler altındaki davranışını tahmin etmek için geliştirilen bilgisayar modelini doğrulamak adına bir CLT bina prototipi üzerinde tam ölçekli bir sallama masası testi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, sabitleme sistemlerinin sismik koşullar altında uygun olan sismik enerjiyi dağıtmaya yardımcı olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmada, yerli ağaç türlerinden üretilmiş olan CLT duvarların statik yanal yük altındaki yatay deformasyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirlenen amaca ulaşmak için CLT duvarların yatay deformasyon miktarları üzerine ağaç türü, tutkallama şekli ve CLT duvar kalınlıklarının etkileri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal ve CLT üretimi

Bu çalışmada ağaç türleri olarak Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yerel bir işletmeden temin edilen ve yapı sektöründe yaygın olarak tercih edilen sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve doğu ladini (*Picea orientalis* L.) kullanılmıştır. Bu ağaç türlerinden iki farklı kalınlıkta (25-50 mm) keresteler temin edilmiştir. Çalışma kapsamında tutkal türü olarak Avrupa'da CLT üretiminde yaygın olarak tercih edilen poliüretan tutkalı (PUR) kullanılmıştır.

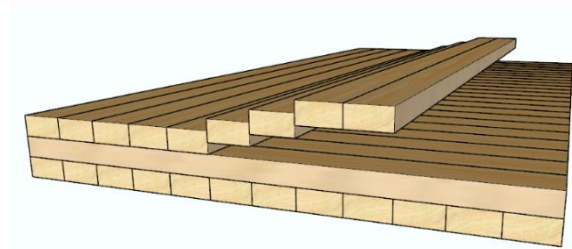
CLT panellerin üretiminde, genişlikleri 100 mm ve kalınlıkları 25 ile 50 mm olan keresteler kullanılmıştır. 2,4x2,4 m ebatlarındaki 3 tabakalı CLT panellerin üretimi için, her ağaç türünden yeterli sayıda planyalanmış keresteler seçilmiştir. CLT üretiminde  $12 \pm 3$  kereste rutubeti, ürünün yapıştırılması sırasında doğru bağ kalitesini sağlaması açısından tercih edilmiştir.

Tutkallama işleminde, optimum şartları belirlemek adına iki farklı tutkallama işlemi yapılmıştır. İlk işlemde, keresteler kalınlıkları ve genişlikleri yönünde tutkallanmış olup, diğer yöntemde ise keresteler sadece genişlikleri yönünde tutkallama işlemine tabi tutulmuştur. Bir katman yüzeyine 160 g/m<sup>2</sup> olacak şekilde tutkal çözeltisi sürülmüştür.

Üretilen CLT panellerde taslak hazırlama işlemi kontrplak üretiminde olduğu gibi, tabakaların birbirine dik olacak şekilde yerleştirilmesiyle yapılmış olup, tek fark olarak her bir tabakada birden fazla kereste kullanılmıştır. Taslak oluşturma esnasında bir tabakada kullanılan teğet yönde kesilmiş kerestelerin enine kesitlerindeki yıllık halka yönü dikkate alınarak, üretilen malzemenin en az çalışmasını sağlayacak şekilde, 3 tabakalı taslaklar oluşturulmuştur. CLT panellere ait taslak şablonu ve kerestelerin enine kesitlerindeki yıllık halka yönü Şekil 1'de verilmiştir.

Üç tabakalı CLT panel taslaklarının preslenmesinde; kereste parçaları arasındaki boşluğu en aza indirebilmek için dikey presleme ile beraber 0,276 - 0,550 N/mm<sup>2</sup> arasında yan presleme yapabilen bir hidrolik lamine ahşap presi kullanılmıştır. Presleme işleminde soğuk pres uygulanmış ve pres basıncı olarak 0,8 N/mm<sup>2</sup> seçilmiştir. Presleme süresi, kullanılan poliüretan tutkalında önerilen süreler doğrultusunda, ortamın sıcaklığına göre 40 dk olarak belirlenmiştir. Presleme işleminden sonra CLT paneller 2,4 x 2,4 m boyutlarında ebatlanmıştır.

Çalışma kapsamında 2 farklı ağaç türü, 2 farklı kereste kalınlığı ve 2 farklı tutkallama yöntemi kullanılarak, 8 CLT Panel grubu oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında oluşturulan gruplar Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. CLT panel taslağı ve kerestelerin enine kesitlerindeki yıllık halka yönü

Çizelge 1. Çalışma kapsamında oluşturulan test grupları

Grup no	Ağaç türü	Tutkallama şekli	Duvar kalınlığı (mm)
1	Sarıçam	Yüzey	75
2			150
3		Yüzey+Kenar Tutkallı	75
4			150
5	Ladin	Yüzey	75
6			150
7		Yüzey+Kenar Tutkallı	75
8			150

Çalışma kapsamında oluşturulan CLT duvarların yanıl yük altındaki dayanımlarının analizi Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü pilot tesisinde ASTM E 72 (2014) standardına göre 20 Ton Kapasiteli Servo Hidro Yükleme Sistemi kullanılarak doğrusal yük altında gerçekleştirilmiştir. CLT duvarlara 3,5 7,0 ve 10,5 kN'lık yükler sırasıyla uygulanarak geri çekilmiştir. Daha sonra, duvar başarısızlığa uğrayana kadar veya toplam yer değiştirme miktarı 100 mm olana kadar maksimum yükleme yapılmıştır. Her aşamada, perde duvarlarda meydana gelen yer değiştirmeler 4 ayrı noktadan LVDT (Doğrusal Değişken Diferansiyel Transformatörler)'ler ile hesaplanmıştır (Şekil 2).

Analizler sonucunda maksimum yüke ulaşan duvarların yatay deformasyonları ( $\Delta_h$ ), maksimum yükte ölçülen LVDT'lerin yer değiştirme miktarlarına bağlı olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\Delta_h = \Delta_1 - \Delta_2 - (\Delta_3 - \Delta_4) \text{ mm} \quad (1)$$

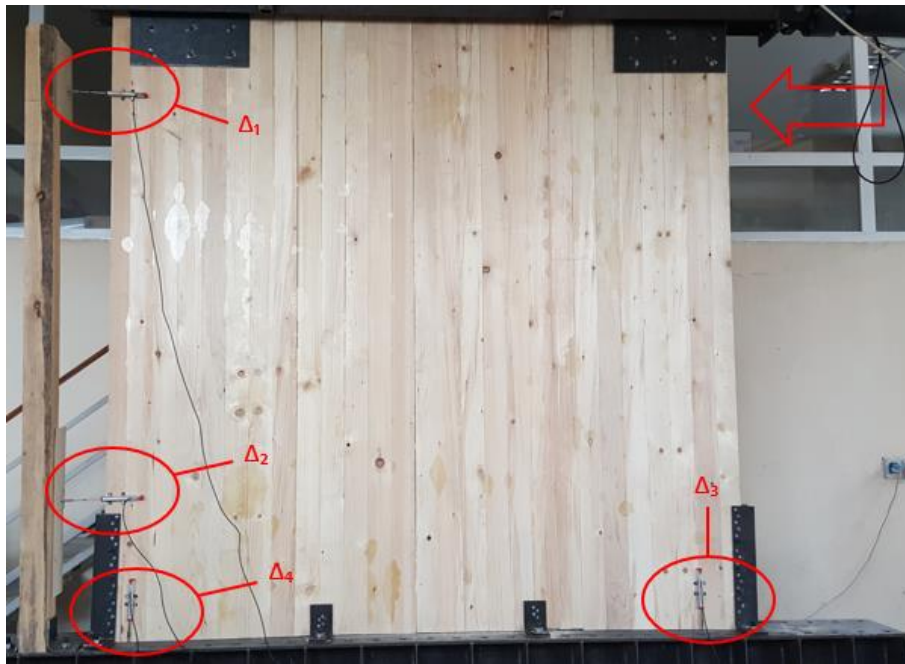
### 3. Bulgular ve tartışma

Çalışma kapsamında oluşturulan CLT duvar modellerinin maksimum yüke ulaştıktan sonraki LVDT ölçümleri ve hesaplanan yatay deformasyonları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2'de  $\Delta_4$  olarak konumlandırılan LVDT'nin diğerlerinden farklı olarak negatif değer verdiği görülmektedir. Bunun sebebi, CLT duvarların son yük esnasında göstermiş oldukları deformasyon şeklindedir. Şekil 3'te görüldüğü gibi birleşme yerlerinden farklı düzlemlere doğru hareket eden CLT duvarların üzerlerindeki LVDT'lerde birbirinden farklı işarette değerler vermiştir. Deney sonunda hesaplanan toplam yatay deformasyonlarda da bunlara bağlı olarak, negatif sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlarda, negatif değer veren CLT duvarların toplam yatay deformasyon değerlerinin dikey yöndeki deformasyonlara göre daha düşük olduğunu belirlenmiştir.

Çizelge 2. CLT duvarların LVDT ölçümleri ve yatay deformasyon miktarları (mm)

Grup No	$\Delta_1$	$\Delta_2$	$\Delta_3$	$\Delta_4$	$\Delta_h$
1	33,14	9,25	25,9	-5,62	-7,63
2	26,43	16,09	18,37	-6,26	-14,29
3	40,73	21,52	25,05	-6,31	-12,15
4	54,90	23,40	23,40	0	8,10
5	49,78	28,56	35,61	-0,94	-15,33
6	56,55	20,74	23,75	-4,17	7,89
7	20,69	5,82	11,41	-2,44	1,02
8	61,03	18,26	22,04	-0,77	19,96



Şekil 2. CLT duvarın LVDT ölçüm noktaları



Şekil 3. CLT duvarların maksimum yükte meydana gelen deformasyonları

ASTM E 72 (2014) standardına göre yatay yük altında CLT duvarlarda meydana gelen yatay deformasyonlara ait Çizelge 2'deki sonuçlar incelendiğinde, Sarıçam kerestelerinden üretilen CLT duvarlar için, yüzey+kenar tutkallı ve 150 mm kalınlığında olan duvar grubunun (Grup 4) en yüksek yatay deformasyon değerlerini verdiği tespit edilmiştir. Ladin kerestelerinden üretilen CLT duvarlar için ise yüzey+kenar tutkallı 150 mm kalınlığında olan duvar grubunun (Grup 8) en yüksek yatay deformasyon değerlerini verdiği tespit edilmiştir. En düşük yatay deformasyon değerlerine, sarıçam ağaç türü kerestelerinden yüzey tutkallı 150 mm kalınlığında olan duvar grubunda (Grup 2), ladin ağaç türü kerestelerinden ise yüzey tutkallı 75 mm kalınlığında olan duvar grubunda (Grup 5) ulaşılmıştır.

Yükler altında yapının stabil kalma yeteneği olarak tanımlanan rijitlik, yapılarda dayanıklılığı etkileyen önemli faktörlerden biri olarak bilinmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlarda düşük yatay deformasyon değerlerinin süneklik açısından kötü bir durum gibi görünse de yapının rijitlik açısından daha başarılı olduğu sonucu da çıkarılabilmektedir.

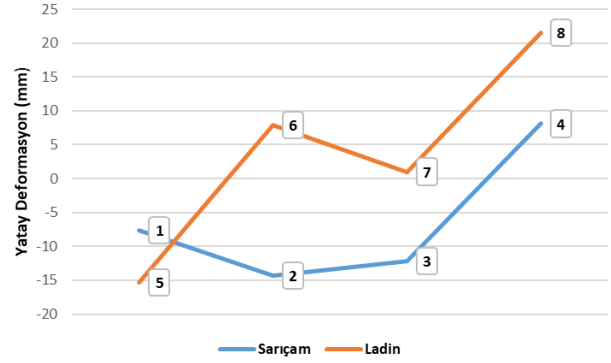
CLT duvarların oluşturulmasında göz önünde bulundurulmuş değişkenlerin (ağaç türü, duvar kalınlığı ve tutkallama şekli) yatay deformasyon miktarı üzerine etkilerinin daha iyi görülebilmesi için sonuçlar grafiksel olarak Şekil 4-5-6'da verilmiştir.

CLT duvarların yatay deformasyon miktarlarının ağaç türlerine göre değişimleri incelendiğinde, ladinden üretilen CLT duvarların, sarıçam ile üretilen gruplara göre daha yüksek deformasyon değerleri verdiği görülmüştür. Tabakalı ağaç malzemelerin üretiminde kullanılan ağaç türlerinin yoğunlukları levhaların teknolojik özellikleri üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Demirkır, 2012). Literatürde sarıçam odununun ( $0,49 \text{ g/cm}^3$ ) yoğunluğunun ladinden ( $0,43 \text{ g/cm}^3$ ) daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1992). Buna bağlı olarak yoğunluğu yüksek olan sarıçamdan üretilen CLT duvar yoğunluklarının da yüksek olması beklenmektedir. Yoğunlukları yüksek olan tabakalı ağaç malzemelerin eğilme direnci gibi mekanik özellikleri de yüksek olmaktadır (Bal ve Bektaş, 2013). Ayrıca CLT'nin yanall yük direncine ağaç türünün etkisi üzerine yapılan bir çalışmada; yoğunluğu yüksek ağaç türü ile üretilen CLT duvarların yoğunluğu düşük olan ağaç türü ile üretilen CLT duvarlara kıyasla daha düşük süneklik oranına sahip olduğu belirtilmiştir (Tran ve Jeong, 2021). Sarıçam CLT duvarların daha az deformasyona uğramasını bu durum açıklamaktadır.

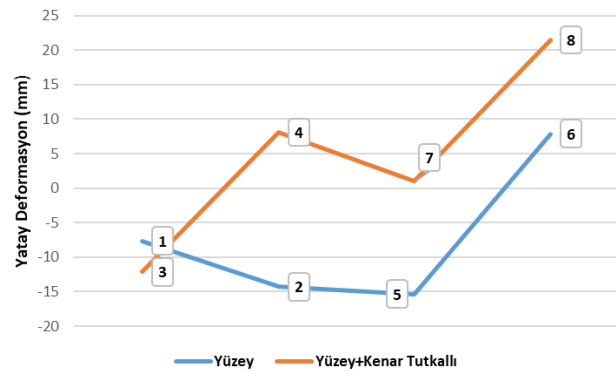
Tutkallama şekline göre sonuçlar incelendiğinde hem yüzeyleri hem de kenarları tutkallanan kerestelerle üretilen CLT duvarların, sadece kenarları tutkallananlara göre daha yüksek yatay deformasyon değerleri verdiği görülmüştür.

CLT duvar kalınlıklarına göre sonuçlar incelendiğinde ladin kerestelerden yüzey tutkallı 75mm kalınlığında olan duvar grubunun (Grup 5) en düşük yatay deformasyon değerlerini verdiği tespit edilmiştir. Ladin kerestelerden yüzey+kenar tutkallı 150mm kalınlığında olan duvar grubunun (Grup 8) en yüksek yatay deformasyon değerlerini verdiği tespit edilmiştir. Christovasilis vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, CLT paneller üzerinde farklı teoriler kullanılarak mekanik direnç testleri yapılmıştır. Bu testlerden elastikiyet modülü değerlerinde, tüm teorilere göre yapılan testlerde kalınlık artışıyla birlikte azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. O'Ceallaigh vd. (2018)

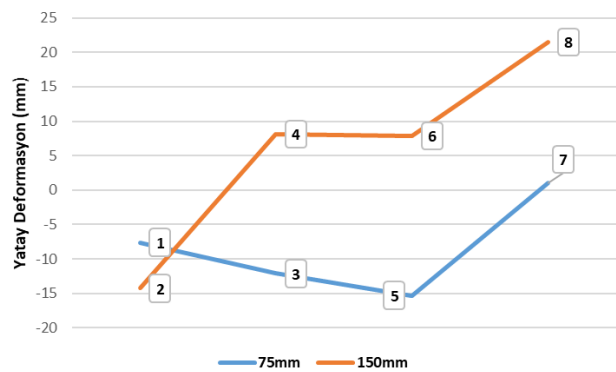
tarafından yapılan bir başka çalışmada da kalınlık arttıkça mekanik direnç özelliklerinde azalma meydana geldiği belirtilmiştir. Bu çalışmada, genel olarak bakıldığında CLT duvarların kalınlıkları arttığında literatürde de bahsedildiği gibi mekanik direnç özelliklerine bağlı olarak yanall deformasyon değerlerinin artması beklenen bir durumdur.



Şekil 4. CLT duvarların yatay deformasyonları üzerine ağaç türünün etkileri



Şekil 5. CLT duvarların yatay deformasyonları üzerine tutkallama şeklinin etkileri



\*Model numaralarını göstermektedir.

Şekil 6. CLT duvarların yatay deformasyonları üzerine duvar kalınlığının etkileri

#### 4. Sonuç

Bu çalışma ile ülkemiz Doğu Karadeniz Bölgesinde yetişen yerli ağaç türlerinden üretilen CLT duvarların yanal yük altındaki yatay deformasyonları belirlenmeye çalışılmıştır. CLT duvarların yanal deformasyon analizlerinden elde edilen sonuçlara göre;

1. Sarıçam kerestelerden üretilen CLT duvarlar arasında en yüksek süneklik özelliğine 4 numaralı test grubunun (Duvar kalınlığı 75mm, tutkallama şekli yüzey+kenar) sahip olduğu görüldüğü,
2. Ladin CLT duvarlarda ise en yüksek sünekliği 8 numaralı test grubunun (Duvar kalınlığı 150mm, tutkallama şekli yüzey+kenar) verdiği görülmüştür.

CLT duvarların üretimi esnasında belirlenen parametrelerin yatay deformasyona etkileri incelendiğinde,

1. Kalınlık artışı etkisi incelendiğinde; 150mm olarak üretilen CLT duvarların 75mm olarak üretilen gruba göre %43,32 daha fazla yatay deformasyona uğradığı tespit edilmiştir.
2. Tutkallama şekline göre yüzey+kenar tutkallı olarak üretilen CLT duvarların sadece yüzey tutkallı olarak üretilen CLT duvarlara oranla %3,76 daha fazla yatay deformasyona uğradığı tespit edilmiştir.
3. Ağaç türü olarak bakıldığında ladin CLT duvarların, sarıçamdan üretilen CLT duvarlara oranla %8,47 daha fazla yatay deformasyona uğradığı tespit edilmiştir.

Deprem esnasında yapılarda oluşacak kuvvetlere yapının dayanımı ve sünekliği sayesinde karşı koyabilmektedir. Yapının deprem etkisine güvenli şekilde karşı koyabilmesinde süneklik büyük önem arz etmektedir. Deprem esnasında yapının yeterli seviyede sünekliği olmamasının yapının göçmesine sebep olmaktadır. Bu yüzden depreme dayanıklı yapı tasarımında belli kriterler göz önüne alınarak yeterli seviyede yapıya süneklik kazandırılmalıdır. CLT duvarların yüksek deformasyonlara uğraması özellikle deprem gibi ani yanal yüklemelere karşı oldukça avantajlı bir durum olup yapıya yüksek süneklik özelliği katmaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarından faydalanılarak ahşap yapı sektöründe yapının süneklik ihtiyacına göre en uygun CLT duvar tasarlanabilir ve üreticilere kolaylık sağlanabilir. Deprem anındaki panellerin deformasyonları dikkate alındığında CLT üretiminde ağaç türü olarak ladin kerestelerin kullanımı sarıçama göre daha fazla önerilmektedir. Tutkallama şekli olarak yüzey+kenar tutkallı şekilde üretilen CLT duvarlar sadece yüzey tutkallı olarak üretilenlere göre daha fazla önerilmektedir. Duvar kalınlığı olarak ise 150 mm kalınlığında üretilen CLT duvarlar, 75 mm olarak üretilen duvarlara göre daha fazla önerilmektedir.


#### Açıklama

Yazarlar 2170081 nolu proje için sağladığı finansal destek için Türk Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkürü bir borç bilir.

#### Kaynakça

- ASTM E 72, 2014. Standard Test Methods of Conducting Strength Tests of Panels for Building Construction, West Conshohocken, A, United States.
- Bal, B., C., Bektaş, I., 2013. Okalipütüs, Kayın ve Kavak Kaplamalarından Üretilen Kontrplakların Eğilme Özellikleri, Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13, 2, 175-181.
- Bozkurt, A., Y., Erdin, N., 1992. Odun Anatomisi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 415.
- Ceccotti, A., Sandhaas, C., Yasumura, M., 2010. Seismic Behaviour of Multistorey Cross-laminated Timber Buildings, International Convention of Society of Wood Science and Technology, Geneva, Switzerland
- Ceccotti, A., 2008. New technologies for construction of medium-rise buildings in seismic regions: the XLAM case. Structural Engineering International, 18(2), 156-165.
- Christovasilis, I. P., Brunetti, M., Follesa, M., Nocetti, M., Vassallo, D., 2016. Evaluation of the mechanical properties of cross laminated timber with elementary beam theories. Construction and Building Materials, 122, 202-213.
- Demirkir, C., 2012. Çam Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Yapı Maksudlu Kontrplak Üretiminde Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Doğangün, A., Livaoglu, R., Tuluk, Ö.İ., Acar, R., 2005. Geleneksel Ahşap Yapıların Deprem Performansları, Deprem Sempozyumu, Mart, Kocaeli, Bildiriler kitabı, 797-799.
- Hristovski, V., Dujic, B., Stojmanovska, M. and Mircevska, V., 2012. Full-scale shakingtable tests of XLam panel systems and numerical verification: specimen 1. J. Struct. Eng. 139, 11, 2010-2018.
- O'Ceallaigh, C., Sikora, K., Harte, A., 2018. The influence of panel lay-up on the characteristic bending and rolling shear strength of CLT. Buildings, 8, 9, 114.
- Popovski, M., Schneider, J., Schweinsteiger, M., 2010. Lateral load resistance of cross-laminated wood panels. In World Conference on Timber Engineering, 20-24.
- Quenneville, P., Morris, H., 2007. Japan Kobe earthquake shake table simulation-The earthquake performance of multi-storey cross laminated timber buildings. New Zealand Timber Design Journal, 15(4), 3-8.
- Schwarzmann, G., Hansen, E., Berger, G., 2018. Cross-laminated timber in North America: What can we learn?. Bio Products Business, 81-91.
- Tran, D. K., Jeong, G. Y., 2021. Effects of wood species, connection system, and wall-support interface type on cyclic behaviors of cross-laminated timber (CLT) walls under lateral loads. Construction and Building Materials, 280, 122450.
- Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı. T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2012-2023. [https://www.afad.gov.tr/upload/Node/2403/files/udsep\\_140201\\_3\\_kitap.pdf](https://www.afad.gov.tr/upload/Node/2403/files/udsep_140201_3_kitap.pdf). 21.12.2016. Erişim: 03.05.2021.
- Wieruszewski, M., Mazela, B., 2017. Cross Laminated Timber (CLT) as an Alternative Form of Construction Wood, Drvna Industrija, 68, 4, 359-367.
- Winter, W., Tavoussi Tafreshi, K., Fadaei, A., Pixner, T., 2010. Development of wood based sustainable construction methods for high-rise buildings under lateral loading. High Rise Towers Tall Build. 1-8

## Karaca'nın (*Capreolus capreolus* L. 1758) yeni bir dağılım alanı: Karagüney Dağları, Kırıkkale

Ali Uğur Özcan<sup>a,\*</sup> 

**Özet:** Karaca (*Capreolus capreolus* L. 1758) Rusya'nın batısı da dahil tüm Avrupa, Anadolu ve Kafkas bölgesinde yayılış göstermektedir. Türkiye'de Marmara, Karadeniz, İzmir, Amanos Bölgesi'nde ve Hakkari'de bulunmaktadır. Popülasyon artışı ile birlikte İç Anadolu'nun merkezine doğru yayılmaya başlayan karaca, son on yıla kadar Kırıkkale Karagüney dağlarında hiç görülmemiştir. Bu çalışmada türün çalışma alanına nasıl yayıldığı, popülasyon büyüklüğü ve habitat kullanımları hakkında bilgi vermek amaçlanmıştır. Çalışma 2013-2020 yılları arasında doğrudan (nokta sayım ve hat boyu sayım) ve dolaylı (ayak izi, foto kapan, vb.) gözlem yöntemleri kullanılarak yürütülmüştür. Karacanın alandaki popülasyonu son altı yılda 11-14 bireye kadar ulaşmış olup çalışma alanına Eşekli dağı veya Uğurludağ ormanlarından gelme ihtimali oldukça yüksektir. Alana adapte olan karaca daha çok orman ile tarım alanlarının birbirine geçtiği bölgelerde yaygın olarak görülmekte, karayolu ve yerleşimlerden uzak durmaktadır. Karaca step ormanları sayesinde son on yıllık süreçte İç Anadolu'ya 40-100 km arasında dağılım gerçekleştirmiştir. Karacanın bu alana adaptasyonu, türlerin yeniden ortaya çıkması ve dağılımı, sığınma alanları arasındaki ekolojik bağlantılar hakkında önemli ipuçları sunmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Dağılım, Karaca, Karagüney Dağları, Step orman, İç Anadolu

## A new dispersal area of roe deer (*Capreolus capreolus* L. 1758): Karagüney Mountains, Kırıkkale

**Abstract:** Roe deer (*Capreolus capreolus* L. 1758) is spread all over Europe, including in the west of Russia, and in the Anatolian and Caucasian regions. Roe deer is found in the Marmara, Black Sea regions, Hakkari, Izmir, and Amanos Region. The roe deer, which started to dispersal towards the center of Central Anatolia with the population increase, was never seen in the Kırıkkale Karagüney mountains until the last ten years. In this study, it is aimed to give information about how the roe deer dispersal to the Karagüney Mountain, its population size and habitat use. The study was conducted between 2013-2020 using direct (Point counting and line counting) and indirect (Foot print, photo trap, etc) observation methods. The population of roe deer in the area has reached up to 11-14 individuals in the last six years, and it is very likely that it will come from Eşekli mountain or Uğurludağ forests to the study area. Adapted to the area, roe deer is more common in areas where forests and agricultural areas intertwine, and it avoids highways and settlements. By means of steppe forests, The roe deer has spread to Central Anatolia between 40 and 100 km in the last decade. The adaptation of the roe deer to this area gives important clues about reintroduction and distribution of species, ecological connections between refuge areas.

**Keywords:** Dispersal, Roe deer, Karagüney Mountain, Steppe forest, Central Anatolia

### 1. Giriş

Karaca (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758), çift toynaklılar (Cetartiodactyla) takımının geyikgiller (Cervidae) familyasına ait bir tür olup yayılış alanı Avrupa ve Türkiye'nin en küçük geyik türüdür. Ön bacakları arkadakilerden daha kısa, boynu uzun, kulakları oldukça büyük (12-14 cm), kuyruğu oldukça kısa (2-3 cm) ve yelesi yoktur. Kışın renkleri grimsi kahverengiden koyu kahverengiye ve kuyruk beyaz, yazın renkleri kırmızımsı ila kırmızı-kahverengi, başın üstün tarafı gri veya kahverengidir (Sempéré vd., 1996). Karaca popülasyonu, neredeyse tüm Avrupa orman ekosistemlerinde hem enerji akışında hem de madde dolaşımında önemli bir rol oynamaktadır (Bobek vd., 1974). Tür, yaprak döken, karışık veya iğne yapraklı ormanlar, bozkır, otlaklar, tarım alanları ve geniş bahçelere sahip kentsel alanlar da dâhil olmak

üzere çok çeşitli habitatları kullanabilir. Genel olarak orman ile tarım alanları mozaikine sahip peyzajları tercih eder (Stubbe, 1999), ancak yarı kurak ortamlar ve mevsim boyunca ağaç çizgisinin üzerinde hayatta kalabilir. Karaca modern tarım alanlarına iyi adapte olmuştur (Sempéré vd., 1996).

Karaca, Dünya'da Avrupa kıtasının en kuzeyi hariç tamamında, Türkiye, Suriye, Irak, Karadeniz çevresi, Kafkaslar ve İran'ın kuzey kısmına kadar geniş bir alanda yayılış göstermektedir (Lovari vd., 2016). Tür en yoğun popülasyon yayılışını Türkiye'de Karadeniz ve Marmara Bölgesinde yapmaktadır (Turan, 1984; Ketten, 2017; Evcin, 2018) (Şekil 1). Bununla birlikte İzmir (Huş ve Göksel, 1981), Antalya ve Amanos Dağları'nda lokal, Kafkasya ile bağlantılı Hakkari'de yayılış bulunmaktadır (Turan, 1984; Albayrak vd., 2007).

✉ <sup>a</sup> Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 18200, Çankırı

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): auozcan@karatekin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 06.01.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 04.06.2021



**Citation** (Atf): Özcan, A.U., 2021. Karaca'nın (*Capreolus capreolus* L. 1758) yeni bir dağılım alanı: Karagüney Dağları, Kırıkkale. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 323-330. DOI: [10.18182/tjf.855447](https://doi.org/10.18182/tjf.855447)





Şekil 1. Karacanın Türkiye'deki yayılışı (IUCN, 2016)

İç Anadolu'nun kuzeyini çevreleyen orman alanlarında karacanın mevcudiyeti üzerine çalışmalar bulunmaktadır (Beşkardeşler vd., 2008; Gözütok ve Keten, 2018; Özay, 2019; Akbaba ve Bulut, 2020; Özcan, 2020). Ama İç Anadolu'daki mevcudiyeti üzerine yeterli çalışma bulunmamaktadır. İç Anadolu'nun değişik bölgelerindeki arkeolojik veya paleoantropoloji kazılarında farklı dönem tabakaları içinde karacaya ait kemik kalıntılarına rastlanılmıştır (Gürgör, 2017). Torosların güney eteklerinde kurulan Çatalhöyük'te ağırlıklı olarak keçi ve koyun kemiklerine, çok olmamakla birlikte farklı katmanlarda karaca kemiklerine rastlanılmıştır (Russell ve Martin, 1999). Tuz Gölünün hemen güneyindeki Achemhöyük'teki kazılarda Bronz çağına ait katmanda % 0,2'yi geçmeyecek şekilde Türkiye'de yaşayan üç geyik türünün kemiklerine ulaşılmıştır (Arbuckle, 2012). Aynı dönem (Erken Bronz) için Tuz Gölü'nün hemen kuzeyindeki Kaman Kalehöyük'teki kazılarda karacaya ait herhangi bir kanıt bulunamamıştır (Atici, 2003). Genel olarak karacanın bulunduğu kazılarda diğer iki geyik türüne ait buluntular çıkarılmıştır (Gürgör, 2017). Yani üç geyik türü de aynı alanlarda yaşamakla birlikte en az kalıntıya sahip olan tür karacadır. İç Anadolu'daki zooarkeolojik kanıtların yetersizliği karacanın bu alanda yaşadığını net bir şekilde ortaya koyamamaktadır.

Yaban hayvanlarının yayılmasını etkileyen birçok etken bulunmaktadır. Bunların başında arazi kullanımı, hayvan davranışları ve yer şekilleri gelmektedir (Zeller vd., 2012). Karaca ekosistemdeki çok farklı habitatları kullanma eğilimindedir (Duarte vd., 2010; Loro vd., 2016). Yine de yoğun orman örtüsü, düşük tarım ve yerleşim alanları ve yüksek habitat çeşitliliğine sahip alanları tercih etmektedir (Malo vd., 2004). Duarte vd. (2010) karacanın yayılma hareketlerinde yol altyapısına ve su yüzeylerine duyarlı olduğunu vurgulamıştır. Yer şekilleri karacanın dağılma hareketlerini de etkiler. Dik topografyaya sahip alanları dağılmak için daha az kullanılmaktadır (Pays vd., 2012). Bu çalışma, Kırıkkale ilinde yer alan İç Anadolu'daki önemli bir sığınak alanı olan Karagüney Dağları'nda 2013-2020 yılları arasından elde edilen karaca verileri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı karacanın şu anda İç Anadolu step alanına en fazla sokulduğu yer olan Karagüney Dağları'ndaki popülasyon durumu ve habitat kullanımları hakkında bilgi vermektir. Ayrıca, karacanın çalışma alanına hangi bölgelerden gelebileceği konusunda tahminlerde bulunulmuştur. Çalışmanın bulguları ve sonuçları, karacanın dağılışımın kuzeyden ve doğudan İç Anadolu'nun step ormanlarına doğru yeni bir ivme kazanması ile birlikte türün step alandaki davranışları ve diğer sığınak alanlara yayılışları üzerine yapılacak çalışmalar için önemli bilgiler sunmuştur. Verilen bilgilerin ışığında karacanın dağılışımının yeni bir mekânsal dağılım

kazanması ile birlikte, türün step alanda nasıl davranacağı konusunda bilgi sahibi olunması, yayılışı ile birlikte İç Anadolu'da diğer sığınak görevi yapan önemli dağlık alanlar arasında ekolojik bağlantılar üzerine yeni çalışmalar yapılması için önemli bir bilgi kaynağı olacaktır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Çalışma alanı

Karagüney Dağları Orta Anadolu'da Kırıkkale'nin kuzeyinde Kızılırmak ve Delice Irmaklarının arasında kalan yaklaşık 2.835 km<sup>2</sup> alana sahip dağ silsilesidir (Şekil 2). Karagüney Dağlarının yüksekliği 508 metre ile 1.456 metre arasında değişmekle birlikte ortalama yüksekliği 860,54 metredir. Yüksek plato şeklinde olan dağın topografyası engebeli dir. Çalışma alanının ortalama yıllık yağıışı 377 ile 469 mm (ortalama 415 mm) ve yıllık sıcaklık ortalaması 9 ile 12,8 °C (ortalama 11,5 °C) (Fick ve Hijmans, 2017) ve vadi tabanları yarı kurak bir iklime, yüksek kesimleri ise yarı nemli bir iklime sahiptir (Yılmaz ve Çiçek, 2016). İran-Turan Fitocoğrafik Bölgesinin egemenliğindeki alanda 378 cinse ait 868 takson bulunmakta olup bunun büyük kısmı *Asteraceae*, *Fabaceae* ve *Poaceae* familyasına aittir (Dönmez, 2002). Karagüney Dağları ormanlarının büyük kısmını *Quercus pubescens* Willd. (Tüylü meşe) ve *Q. cerris* (Saçlı meşe) oluşturmaktadır. Ayrıca Özdere, Pazarıcık, Koçubaba, Büyükyayağlı bölgelerinde ağaçlandırma ile *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe (Anadolu Karaçamı) ormanı, Sarıkızlı ve Faraşlı köyleri arasında *Q. ithaburensis* subsp. *macrolepis* (Anadolu Palamut Meşesi) ormanı bulunmaktadır. Ormanın alt sınırı 587 m ve üst sınırı 1.376 metredir. Orman alanı ağırlıklı olarak 800 metreden sonra yoğunlaşmakta olup ortalama yüksekliği 976 metredir. Ayrıca, Kızılırmak kenarlarında boyu 5 metreyi geçmeyen söğüt, yalancı iğde, karaçalı ve ılımlardan oluşan kapalılığı yüksek, bük olarak adlandırılan ağaççık toplulukları geniş alanlar kaplayabilmektedir.

Karagüney Dağları'nın sınırı içerisine Ankara, Çankırı, Çorum ve Kırıkkale illerine ait 1 il merkezi, 4 ilçe merkezi ve 116 adet köy yerleşimi girmektedir. Alan yerleşim ve nüfus yönünden düşük yoğunluğa sahiptir. Dağların güneybatısında yer alan Kırıkkale ve Yahşihan ilçe merkezleri haricinde 10000 nüfusu geçen ilçe yoktur. Karagüney Dağlarının en büyük alanını oluşturan Balışeyh, Delice ve Sulakyurt ilçelerinin toplam nüfusu 1990 yılında 60.505 kişi iken 2020 yılında 22.506 kişiye düşmüştür (TÜİK, 2020a). Kırsal alandaki insanların geçim kaynağını halen tarım ve hayvancılık faaliyetleri sağlamaktadır. Başta buğday, arpa, nohut ve ayçiçeğinden oluşan kuru tarım, Kızılırmak ve Delice Irmağı vadisinde çeltik tarımı, kuru vadi tabanlarında bağcılık uygulamaları yapılmaktadır. Hayvancılıkta nüfusla birlikte azalmasına rağmen halen önemli bir geçim kaynağıdır. Örneğin Sulakyurt ilçesinin tamamında 34.457 adet küçükbaş ve 7.446 adet büyükbaş hayvan bulunmaktadır (TÜİK, 2020b). Karagüney Dağının güney sınırından Ankara-Samsun Karayolu geçmekte olup onun dışında günlük araç hacmi 500'den büyük karayolu bulunmamaktadır.



### 3. Bulgular ve tartışma

Karagüney Dağları birçok büyük ve orta büyüklükteki memeliye ev sahipliği yapmaktadır. Karaca'nın dışında alanda yaygın olarak yaban domuzu *Sus scrofa*, kurt *Canis lupus*, çakal *Canis aeuris*, tilki *Vulpes vulpes*, porsuk *Meles meles*, su samuru *Lutra lutra*, tavşan *Lepus europaeus*, sansar *Martes foina*, gelincik *Mustela nivalis* gibi memeli türleri görülebilmektedir. Geçmişinde Karagüney Dağları'nda vaşak *Lynx lynx* (Huş, 1974) ve geyiğin *Cervus elaphus* bulunduğu dair kanıtlarda vardır. Bünyesinde sulakalan, orman, tarım ve mera gibi birçok habitatu barındırması barındırması sebebi ile çalışma alanı yaban hayatı yönünden oldukça zengin bir yapıya sahiptir. Türkiye'nin en büyük kuşlarından ve IUCN tarafından küresel ölçekli olarak doğada nesli tükenme riskinde olarak (Vu=Duyarlı) nitelendirilen toy kuşunda (*Otis tarda*) Karagüney Dağlarının Kızılırmak ve Delice Irmağı'na uzanan yamaçlarındaki tarım alanlarında yaşaması bu alanın yaban hayatı yaşam alanı olarak değerini daha da arttırmaktadır.

Karacaya ait iz, dışkı, fotokapan görüntüleri, haberler ve yöre insanından bilgiler toplandığı bu çalışmaya 2012-2013 arasında bölgede bir geyiğin vurulduğu haberinin yayınlanması üzerine başlanmıştır. Her ne kadar daha önceden alanda geyiğin varlığına dair kanıtlar var olsa da; örneğin, İmamoğlu Çeşmesi Köyü'nde bir tarlada geyik boynuzu bulunması gibi, yapılan kontroller ve incelemeler sonucunda vurulan türün geyik değil bir karaca olduğu ortaya çıkmıştır. Yapmış olduğumuz bireysel görüşmelerde yörenin yaşlı insanları geyiklerin de bu alanda yaşadığını belirtmektedir. Yine bu görüşmelerde bu insanların büyük bir kısmının geyik olarak karacayı tarif ettiği belirlenmiştir. Bu çerçevede alanda karacanın varlığı ve popülasyon yoğunluğunu belirlemek için yaptığımız ilk arazi çalışmaları neticesinde türe ait ayak izleri ve dışkıların belli bir gruba ait olduğu ve meşe ormanı sınırı ile buğday tarlaları arasında kalan, taban suyu yüksek geniş vadi tabanını kullandıkları tespit edilmiştir (Şekil 3a-b). Arazide doğrudan gözlem yöntemi ile 2016 yılında 5 bireylik bir gruba ve foto kapan çalışmaları neticesinde 2019 yılında farklı bölgelerde 6 ve 4 bireyden oluşan iki farklı gruba rastlanılmıştır. Ayrıca 2019 yılında Çayoba köyünde iki karacadan erkek olan birey Kızılırmak'a paralel güzergahta bulunan HES kanalına düşmüş, tedavisi yapılmasına rağmen sonrasında ölmüştür. Diğer karaca ise aynı yılın Mayıs-Temmuz aylarında Akkuzulu-Çayobası köyleri arasındaki orman alanında ve Kızılırmak vadisi tabanında yer alan büklerin ve bahçelerin içinde kalmıştır. İmamoğlu Çeşmesi köyünde 2020 yılının Haziran ayında ceviz bahçesinde 1 dişi birey, Temmuz ayında Özdere ile İmamoğlu Çeşmesi köyü arasında kalan tarlalarda 1 erkek birey video ile kayıt altına alınmıştır. Aynı yıl içinde Karagüney Dağlarının kuzey kesiminde orman sınırı oluşturan Çevrimli, Kalekişla, Faraşlı, Alishlı köylerindeki insanlar yılın belirli dönemlerinde tek birey olarak orman kenarındaki tarlalarda ve orman vadi tabanlarında türü gördüğünü belirtmiştir. Eldeki veriler neticesinde şu anda bölgede 11-14 arasında bireyin olabileceği tahmin edilmektedir.

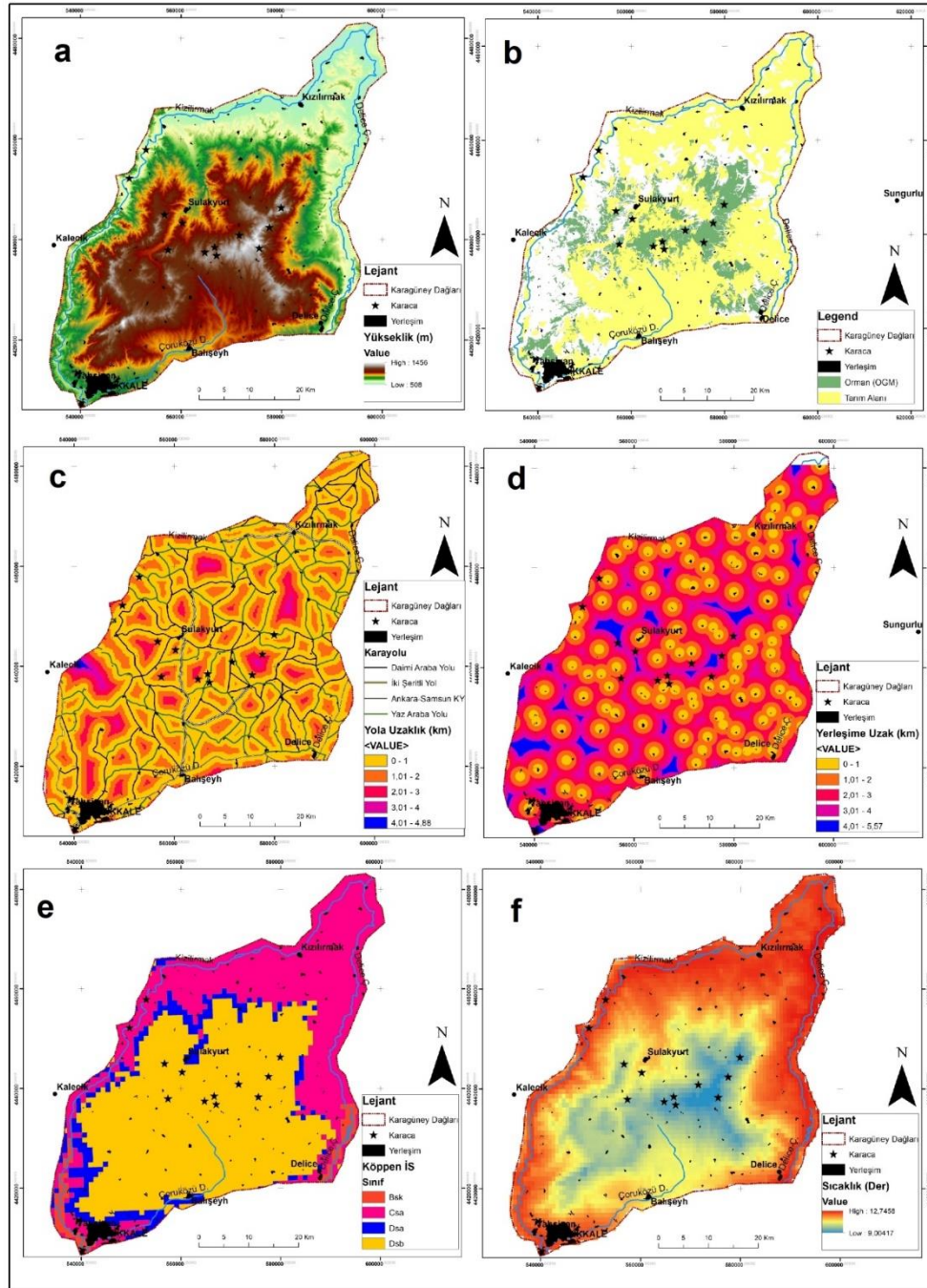
Karagüney Dağları'na karacaların bir grup halinde gelmiş olma olasılığı ve görünen türlerin büyüklüğü göz önünde bulundurulduğunda da devamında başka bireylerinde diğer alanlardan bölgeye yayıldığı düşünülmektedir. Karacanın yaşam alanlarının İç

Anadolu'ya yayılışında kuzey sınırını Ankara Çubuk, Kızılcahamam ve Çamlıdere; Çankırı İkiçam/Korgun, Yapraklı ve Eldivan (Özcan, 2020); Çorum Uğurludağ ormanları (Bulut vd., 2017) oluşturmaktaydı. Karagüney Dağları'na ise türün Çorum Uğurludağ veya Eşekli Dağı'ndan gelme ihtimali yüksek görünmektedir. Türün çalışma alanına Çankırı Yapraklı, İkiçam ve Eldivan'dan gelebilmesi için geniş step ve tarım alanlarına sahip Kızılırmak vadisini geçmesi gerekmektedir. Benzer şekilde, Ankara Çubuk ve Eldivan ormanlarının diğer bir güzergahı ise Ankara İdris Dağı veya Değirmenkaya ormanlarından ise son iki yıldır karaca varlığı tespit edilmiş olması bu türün bu alandan geçme olasılığını oldukça düşürmektedir. Karagüney dağlarına en yakın nokta Eşekli dağı (Delice-Boğazkale) ormanlarıdır. Bu iki orman arasındaki mesafe kuş uçuşu yaklaşık 4 km'dir. Ama Yozgat-Çorum-Kırıkkale sınırında yer alan Eşekli Dağında karacanın yaşayıp yaşamadığına dair bir kanıt bulunmamakla birlikte doğusunda yer alan ormanlarda Yorulmaz ve Arslan (2020) karacanın yaşadığını belirtmiştir. Diğer bir geçiş noktası olabilecek olan Uğurludağ ormanları ile Karagüney Dağlarının arasındaki mesafe 20-25 km arasında değişmektedir. İki orman arasında Delice Irmağı vadisine bağlanan tabanları ağaçlıklı derin vadiler ve Delice Irmağının taban arazilerinde tarım alanları bulunmaktadır. Parçalı ormanlık alanda karaca dağılması ağaçlık yapılarla güçlü bir şekilde bağlantılı olduğu için gen akışının peyzajın bağlantısından etkilendiğini etkilendiğini söylemek mümkündür (Coulon vd., 2004). Karacanın çalışma alanındaki popülasyonlarına bağlı olarak birden fazla grubun gelme ihtimali oldukça yüksek görülmektedir. Yine Karagüney dağları ile İdris Dağı ve Değirmenkaya gibi sınır alanlarda son iki yıldır karacanın mevcudiyetine dair kanıtların bulunması (Özcan, 2020), türün İç Anadolu'nun içine doğru hareket ettiğinin bir diğer göstergesidir. Bu veriler ışığında karacanın çalışma alanındaki yayılışının bir şans rotası olmadığı açık olarak görülmektedir. Bu veriler ışığında Karagüney dağlarına karacanın kullandığı ekolojik koridorun Eşekli dağıyla bağlantılı olması en yüksek ihtimal olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yaban hayvanlarının yaşam alanlarını tanımlarken insan etkileşimli peyzajların payı her geçen gün arttığını söyleyebiliriz. Yaban hayvanlarının özellikle de insanlarla etkileşimden uzak duran büyük memeliler bile bir şekilde antropojenik beslenme kaynaklarını kullandıkları görülmektedir. Harihar vd. (2009) ormanların saklanmak ve beslenmek için önemli avantajlar sağladığını, ayrıca ormanı çevreleyen tarım alanlarının fazlalığı ve farklı zamanlarda sunduğu yiyecek potansiyelinin karaca için bir avantaj olabileceğini bildirmiştir. Yapılan çalışmalarda karacanın beslenme alışkanlıkları farklılık göstermektedir. Barančeková vd. (2010) Çekya ile Almanya sınırında Bohemian ormanlarında karacanın diyetinin büyük bölümünü buğdaygiller harici otlar (% 32), çimen (% 17), iğne yapraklı ağaçlar (% 13) ve geniş yapraklı ağaçlar (% 11) oluşturduğunu belirtmişti. Akdeniz iklimine sahip Toscani/İtalya'da karacanın diyetinin temelini yaprak döken ve yaprak dökmeyen ağaçlar (%75), tahıllar, buğdaygiller harici otlar oluşturmaktadır. Özellikle ilkbahar ve yaz aylarında yaprak döken, sonbahar kış döneminde ise yaprak dökmeyen ağaçlar, türün daha fazla beslenme kaynağını oluşturmaktadır. Bunlar dışında yazın otlar ve baklagiller; sonbaharda baklagiller ve meşe palamudu; kışın tahıllar, baklagiller ve otlar diğer önemli besin kaynakları arasında

yer almaktadır (Sangiuliano vd., 2016). Yine Basilicata/İtalya'da besinlerinin %53'ünü *Rubiaceae*, *Fagaceae*, *Rosaceae*, *Santalaceae* and *Cyperaceae* familyası geri kalanını ise 24 familyaya ait bitkiler oluşturmaktadır (Freschi vd., 2017). Bartolomé vd. (2002), İspanya'da bulunan karacaların beslenmesinin 56 farklı bitkiden oluştuğunu belirtmektedir. Nabioğlu ve Ketten (2016) karacanın habitat kullanımlarını değerlendirmiş ve beslenme davranışı ile ilişkili olarak bahar ve yaz aylarında meşe meşçerelerini daha fazla kullanıldığını tespit

etmişlerdir. Karagüney Dağlarının şu anda ağırlıklı orman yapısını tüylü meşe (*Quercus pubescens*), ve saçlı meşe (*Quercus cerris*) oluşturmaktadır. Ayrıca alanda yaklaşık olarak 1.910 hektarı saf park orman olmak üzere 7.500 hektarda yayılış gösteren Anadolu Palamut Meşesi (*Quercus ithaburensis*) bulunmaktadır. Özellikle saçlı meşe ve palamut meşesinin meyveleri oldukça besleyici özelliği sayesinde birçok yaban hayvanı için önemli bir besin maddesi olabilmektedir (Özcan, 2021).



Şekil 4. Çalışma alanına ait bazı haritalar a) Yükseklik, b) Tarım ve orman alanları, c) Yola uzaklık, d) Yerleşime uzaklık, e) Köppen iklim sınıflandırması, f) Sıcaklık

Çalışma alanında karacaya tehlike oluşturabilecek tek yırtıcı kurt (*Canis lupus*) olarak belirlenmiştir. Onun dışında alanda büyük karnivor yaşamamaktadır. Heurich vd. (2012) ve Andren ve Liberg (2015) Avrupa'da karaca popülasyonlarına karşı en büyük av etkisinin vaşak olduğunu ileri sürmektedir. Karaca sadece vaşagın değil aynı zamanda kurtlarında ana avı olabilir. Örneğin Batı Vercors sıradağlarındaki (Fransa) kurtların ana avı karacadır (Randon vd., 2020). Tokmak (2018) Kuzey Batı Anadolu'da kurtların diyetinde yaban domuzunun (*Sus scrofa*), hacimsel (%56,14) ve bulunma sıklığı olarak (%81,58) en fazla tercih edilen tür olduğunu belirtmektedir. Çalışma alanında yaban domuzunun popülasyonunun yüksek olması, alandaki popülasyonu tam olarak bilinmeyen kurdun tercihen yaban domuzunu avladığı ve karacanın düşük popülasyon sebebi ile şimdilik kurdun birincil avı olmaktan oldukça uzak olduğunu kanaatini doğurmaktadır. Ayrıca karacanın popülasyon sayısındaki artış düşünüldüğünde kurt ile karaca arasında bir denge olduğunu net olarak göstermektedir.

Türkiye'de özellikle Batı Karadeniz Bölgesi'nde karacanın habitat kullanım tercihlerinde göknar, kayın (Beşkardeşler, 2016), meşe (Beşkardeşler, 2016; Natioğlu ve Ketten, 2016) ve iğne yapraklı türlere (Beşkardeşler, 2016; Evcin vd., 2019) kadar geniş bir habitat çeşitliliği bulunmaktadır. Genel olarak kapalılığı fazla yüksek rakımlar tercih edilmektedir (Beşkardeşler, 2016; Ketten, 2017; Evcin vd., 2019). Beşkardeşler (2016) Bolu Yedigöller Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda 1.000-1.500 metrelerin, Evcin vd. (2019) Ilgaz Dağı'nda 1.800-2.000 metrelerin karaca için iyi habitata sahip olduğunu bulmuşlardır. Her ne kadar karaca 650 metrelere kadar inse de çalışma alanında ağırlıklı olarak 1.200 metre rakımlarda belirlenmiştir (Şekil 4a). Karagüney Dağları Batı Karadeniz'den farklı bir peyzaj mozağına sahiptir. Vejetasyon yapısı ve orman kuruluşunun dışında en önemli fark ormanın kalıntı olarak bir ada şeklinde yer almasıdır. Dolayısıyla daha fazla sınıra sahiptir. Zaten, karacanın tespit edildiği alanların büyük kısmı orman sınırındadır (Şekil 4b). Ormanın içinde veya ormanlara sınır oluşturmayan alanların dışında kalan insan faaliyetleriyle ilişkili alanlardan muhtemelen kendini güvende hissetmemekte veya bağlantıdan kaynaklı bir rahatsızlıktan dolayı kaçınmaktadır. Esasen ormana bağımlı bir tür olan karaca, tarımsal veya yerleşim yakınındaki insan kullanımlı alanları kullanabilecek davranışsal esnekliğe sahiptir. Hewison vd. (2001) orman ve tarla arasındaki geçişin, ormanlık alan parçalarının çok sayıda olduğu ve geniş bir alana yayıldığı yerlerde daha fazla olabileceği ve bu sayede karacanın bu alanlar için muhtemelen güçlü bağlar kurduğunu belirtmiştir. Buna benzer bir şekilde, Tekin vd. (2018)'e göre de karaca heterojen yapıya sahip habitatları ya da birbirine zıt alanların oluşturduğu kenar tiplerini tercih etmektedir. Nitekim çalışma alanında özellikle karaca görüldüğü yerlerde tarım alanları ile orman arasındaki geçiş çok net olmayıp ekoton bölgesinde hem tarım alanları hem de ormanlar adalar şeklinde birbiri içinde dağılmıştır. Genel olarak, karaca hareket esnasında yüksek insan etkinliği olan yerleşim veya karayolu gibi alanlardan kaçınma davranışı içindedir (Coulo vd., 2008). Ketten (2017) karacanın insan etkisinden mümkün olduğunca kaçındığını belirtmiştir. Çalışma sahasında karacanın köylere yakın alanlardaki tarım ve orman alanlarında hareket etmesinin sebebi türün geceleri çok fazla bir baskı ile karşılaşmaması olarak açıklanabilir (Şekil 4c). Karaca bilinenin aksine hareket

ettiği zaman yüksek oranda ormanlık alanlardan uzak durmaktadır (Coulo vd., 2008). Özetle, karaca yuvalanmak korunmak, dinlenmek ve kısmen beslenmek için ormanlık alana ihtiyaç duyarken, yine beslenmek ve hareket etmek için orman içi açıklıklar, sınır alanlar ve tarım arazileri gibi daha açık habitatları kullanırlar. Karagüney Dağlarının orman alanlarını çevreleyen köylerde insan yoğunluğu oldukça düşük olması karacanın bu alanlarda insan yaşam alanlarına yaklaşmasına sebep olmuştur. Nitekim bir karacanın kanala düştüğü köy olan Çayoba'nın nüfusu sadece 42 kişidir. Her ne kadar çalışma alanında araç yoğunluğu yüksek olan bir karayolu bulunmasa da mevcut karayoluna yakın alanlarda hiçbir karaca bireyi tespit edilememiştir. Yapılan gözlemlerde Sulakyurt-Kırıkkale karayoluna en yakın olarak 3-4 km mesafede karaca tespit edilmiştir. Bununla birlikte yaz yolu olarak kullanılan ve büyük bölümü orman yolundan oluşan yollardan karacanın çok daha az etkilendiği yine yapılan gözlemler sonucunda ortaya çıkmıştır (Şekil 4d). Türk vd. (2021) karacanın orman yollarından sakınmadığını bildirmiştir. Ketten (2017), orman yollarına olan mesafenin karaca dağılımında önemli bir rol oynadığını belirtmiştir. Çalışma alanında 7 yıllık süreçte karacanın karıştığı bir araçla çarpılmasının bilgi veya kanıt bulunamaması karacanın araç yollarından uzak kalma eğiliminin bir diğer göstergesidir.

Genel olarak yarı-kurak ve karasal iklim özelliğine sahip İç Anadolu'nun en önemli sığınak alanlarından bir tanesi olan Karagüney Dağları ise çevresine göre daha yüksek yağış ve daha düşük sıcaklık değerlerine sahiptir (Şekil 4f). Bu yüzden bu bölgeler Köppen ve Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre az nemli ve yarı nemli alanlara girmektedir (Şekil 4e). Bu bağlamda türün bu sahada olmasında sadece ormanların varlığı değil aynı zamanda iklim faktörlerine bağlı olarak gelişen biyokonfor yönünden de daha rahat hissetmesi de etkilidir.

#### 4. Sonuç

Karaca, Türkiye'de yaşayan en küçük geyik olup ağırlıklı olarak Marmara ve Karadeniz'de yayılış göstermektedir. Kırsaldaki nüfusun ve orman üzerindeki baskıların azalması ve de koruma duyarlılığı ve önlemlerinin artması sebebiyle türün popülasyonlarında gözle görünür bir artış olmaya başlamıştır. Tür daha önce bulunmadığı veya çok uzun süredir görünmediği alanlarda artık rastlanmaktadır. Bunlardan belki de en önemlisi Karagüney Dağlarıdır. Karagüney Dağları gibi İdris Dağı, Denek Dağı kalıntı ormanları veya yaban hayvanları için sığınakları, insan baskısının daha düşük olduğu alanlar olması sebebiyle daha az habitat kaybına uğrayarak bugüne kadar gelebilmiştir. Karaca, çalışma alanında yaklaşık olarak son on yıldır görülmektedir. Karacanın Karagüney Dağları'na nereden ve nasıl geldiği net olarak bilinmese de büyük olasılıkla Eşekli Dağı veya Uğurludağ ormanlarından geldiği tahmin edilmektedir.

Çalışma sahasında karaca popülasyonlarının birey sayısı 11 ile 14 arasında olduğu tahmin edilebilir. Karacanın alandaki sayısal artışı, türün bu alana adapte olduğunun önemli bir göstergesidir. Türün popülasyon büyüklüğü ve grupları düşündüğünde karacanın dağılım eğiliminde olduğu görülmektedir. Her ne kadar tür artma eğiliminde olsa da genetik olarak kardeşlenmenin olmadığı eşik değere ulaşmadığı ortadadır. Bu yüzden alana başka bölgelerden getirilecek karaca yerleştirilmesi oluşabilecek muhtemel bir

genetik sorunun önüne geçilmesinde oldukça önemli bir tedbir olacaktır.

Türün İç Anadolu'nun merkezine doğru hareket etmesi oldukça dikkate değerdir ve kalıntı ormanların ve de yaban hayatı sığınaklarının önemini ortaya çıkarmaktadır. Karacanın alandaki yayılışları; arazi çalışmaları, kaçak avcılık kayıtları veya kazalara karışma verilerine göre değerlendirildiğinde, doğu yönünde daha hızlı bir yayılma yaptığı, kuzey yönünde ise daha yavaş yayıldığı sonucunu vermiştir. Tür, kuzeyden İldivan Dağları, Hasayaz ve İdris dağı kalıntı ormanlarına, doğudan ise muhtemelen Sungurlu-Boğazkale hattından Karagüney Dağları'na geçmiştir. Peyzaj dirençleri ve yayılma hızı göz önünde bulundurulduğunda karaca, İdris dağlarını takiben Küre dağları ve Elmadağ kalıntı ormanlarına, Eşekli Dağı ve Karagüney dağlarını takiben Denek Dağı'na yayılması muhtemeldir. Tür on yıllık sürede 40-100 km arasında İç Anadolu'ya sokulmuş ve bunu da kalıntı ormanlar üzerinde gerçekleştirmiştir. Dolayısıyla kalıntı ormanların türlere yaşam alanlar sunduğu ve yayılışlarında koridorlar oluşturduğu için biyoçeşitliliğin korunmasında oldukça önemli olduğu unutulmamalıdır.

#### Kaynaklar

- Akbaba, B., Bulut, S., 2020. Inventory of large mammal species in the Ilgaz Mountains Çankırı: A major ecological corridor in Anatolia. *Hittite Journal of Science and Engineering*, 7(1): 73-80.
- Albayrak, İ., Pamukoğlu, N., Kaya, M.A., 2007. Bibliography of Turkish even-toed ungulates (Mammalia: Artiodactyla). *Munis Entomology and Zoology*, 2(1): 143-162.
- Andren, H., Liberg, O., 2015. Large impact of Eurasian lynx predation on roe deer population dynamics. *PLoS One*, 10(3), e0120570.
- Anonim, 2020. Sulakyurt Kaymakamlığı, <http://www.sulakyurt.gov.tr>, Erişim tarihi:20/12/2020
- Arbuckle, B.S., 2012. Pastoralism, provisioning, and power at Bronze Age Acmhöyük, Turkey. *American Anthropologist*, 114(3): 462-476.
- Atici, A.L., 2003. Early Bronze Age fauna from Kaman-Kalehöyük (Central Turkey): A preliminary analysis. *Anatolian Archaeological Studies*, 12: 99-102.
- Barančeková, M., Krojerová-Prokešová, J., Šustr, P., Heurich, M., 2010. Annual changes in roe deer (*Capreolus capreolus* L.) diet in the Bohemian Forest, Czech Republic/Germany. *European Journal of Wildlife Research*, 56(3): 327-333.
- Bartolomé, J., Rosell, C., Bassols, E., 2002. Diet composition of roe deer (*Capreolus capreolus*) in the natural park of the Garrotxa Volcanic Zone (Catalonia, Spain). *Pirineos*, 157, 57-64.
- Beşkardeş, V., 2016. Yedigöller yaban hayatı geliştirme sahasındaki iri cüsseli memeli hayvanlar ve sonbahar dönemi habitat tercihleri. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 12(1): 137-144.
- Beşkardeş, V., Keten, A., Arslangündoğdu, Z., 2008. Karacaların (*Capreolus capreolus* L., 1758) Türkiye'nin yaban hayatı açısından önemi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri B*, 58(2): 15-22.
- Bobek B., Drożdż, A., Grodziński W. Weiner J., 1974. Studies on productivity on the roe deer population 'in Poland. *Proc. XI Int. Congr. Game Biol.*, Stockholm, pp 115-123.
- Bulut, Ş., Akbaba, B., Karataş, A., 2017. Contributions to the knowledge of mammals in Çorum Province, Turkey. *Hittite Journal of Science and Engineering*, 4 (1): 57-63.
- Coulon, A., Cosson, J.F., Angibault, J.M., Cargnelutti, B., Galan, M., Morellet, N., ... & Hewison, A.J.M., 2004. Landscape connectivity influences gene flow in a roe deer population inhabiting a fragmented landscape: an individual-based approach. *Molecular Ecology*, 13(9): 2841-2850.
- Coulon, A., Morellet, N., Goulard, M., Cargnelutti, B., Angibault, J.M., Hewison, A.M. 2008. Inferring the effects of landscape structure on roe deer (*Capreolus capreolus*) movements using a step selection function. *Landscape Ecology*, 23(5): 603-614.
- DKMPGM, 2020. Karaca kanala düştü. <https://bolge9.tarimorman.gov.tr/> Erişim tarihi: 15/2/2020.
- Dönmez, A.A., 2002. Flora of Karagüney Mountain (Kırıkkale). *Turkish Journal of Botany*, 26(6): 417-451.
- Duarte J., Farfán, M.A., Varga, J.M., 2010. Selección primaveral de hábitat del corzo andaluz (*Capreolus capreolus*) en un borde de su área de distribución (Spring habitat selection of Andalusian roe deer (*Capreolus capreolus*) in an edge of its range). *Ecología* 23:177-192
- Evcin, Ö. 2018. Kastamonu ve Sinop'ta karaca (*Capreolus capreolus*) popülasyon ekolojisi. Doktora Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.
- Evcin, O., Kucuk, O., & Akturk, E., 2019. Habitat suitability model with maximum entropy approach for European roe deer (*Capreolus capreolus*) in the Black Sea Region. *Environmental monitoring and assessment*, 191(11): 1-13.
- Fick, S. E., Hijmans, R.J., 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12): 4302-4315.
- Freschi, P., Fascetti, S., Riga, F., Cosentino, C., Rizzardini, G., Musto, M., 2017. Diet composition of the Italian roe deer (*Capreolus capreolus italicus*)(Mammalia: Cervidae) from two protected areas. *The European Zoological Journal*, 84(1), 34-42.
- Gözütok, S., Keten, A., 2018. Bolu ili çift toynaklı Artiodactyla: Mammalia memeli türleri. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 11(1): 35-39.
- Gürgör İ., 2017. Paleolitik Çağ'dan günümüze Anadolu zooarkeolojik buluntuları. Yüksek lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Harihar, A., Pandav, B., Goyal, S.P., 2009. Responses of tiger (*Panthera tigris*) and their prey to removal of anthropogenic influences in Rajaji National Park, India. *European Journal of Wildlife Research*, 55(2): 97-105.
- Heurich, M., Möst, L., Schauburger, G., Reulen, H., Sustr, P., Hothorn, T., 2012. Survival and causes of death of European Roe Deer before and after Eurasian Lynx reintroduction in the Bavarian Forest National Park. *European Journal of Wildlife Research*, 58(3): 567-578.
- Hewison, A. J., Vincent, J.P., Joachim, J., Angibault, J.M., Cargnelutti, B., Cibien, C., 2001. The effects of woodland fragmentation and human activity on roe deer distribution in agricultural landscapes. *Canadian Journal of Zoology*, 79(4): 679-689.
- Huş, S., Göksel, E., 1981. Türkiye av hayvanlarının yayılış yerleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 31(2): 68-81.
- Huş, S., 1974. Av hayvanları ve avcılık. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları. No: 1971/202, İstanbul.
- IUCN, 2016. The IUCN red list of threatened species. Version 2016-1. Available at: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). (Accessed: 30 June 2016).
- Keten, A., 2017. Distribution and habitat preference of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) in Düzce Province of Turkey. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 67(1): 22-28.
- Loro, M., Ortega, E., Arce, R. M., & Geneletti, D. 2016. Assessing landscape resistance to roe deer dispersal using fuzzy set theory and multicriteria analysis: a case study in Central Spain. *Landscape and ecological engineering*, 12(1): 41-60.
- Lovari, S., Herrero, J., Masseti, M., Ambarli, H., Lorenzini, R., Giannatos, G. 2016. *Capreolus capreolus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T42395A22161386.

- Malo, J. E., Suárez, F., Díez, A., 2004. Can we mitigate animal-vehicle accidents using predictive models?. *Journal of applied ecology*, 41(4): 701-710.
- Nabioğlu, M., Keten, A., 2016. Bolu-Yedigöller Yaban Hayatı Geliştirme Sahası'nda saf meşe meşçeresinde fotokapanla tespit edilen memeli türler. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 1(3 A): 62-68.
- Özay, E. 2019. Eskişehir ilinde foto kapan yöntemi ile büyük memeli hayvanların tespiti ve popülasyon ekolojilerinin belirlenmesi. Yüksek lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Özcan, A.U., 2020. Spread of roe deer *Capreolus Capreolus* to Central Anatolia and remnant forest factor. 10th International Ecology Symposium, 26-28 November 2020, Bursa/Turkey
- Özcan, A.U., 2021. Sulakyurt kalıntı Anadolu Palamut Meşesi (*Quercus ithaburensis* Decne subsp. *macrolepis* (Kotschy) Hedge & Yalt.) Ormanı, tehditler ve koruma önerileri. *Turkish Journal of Forestry*, 22(1), 8-16.
- Pays, O., Fortin, D., Gassani, J., Duchesne, J., 2012. Group dynamics and landscape features constrain the exploration of herds in fusion-fission societies: the case of European roe deer. *PLoS One*, 7(3):1-8.
- Randon, M., Bonenfant, C., Michallet, J., Chevrier, T., Toïgo, C., Gaillard, J. M., Valeix, M., 2020. Population responses of roe deer to the recolonization of the French Vercors by wolves. *Population Ecology*, 62(2): 244-257.
- Russell, N., Martin, L., 1999. The Çatalhöyük mammal remains. *Inhabiting Çatalhöyük: reports from the 1995*, pp 33-98.
- Sangiuliano, A., Lovari, S., Ferretti, F., 2016. Dietary partitioning between European roe deer and European brown hare. *European Journal of Wildlife Research*, 62(5): 527-535.
- Sempéré, A.J., Sokolov, V.E., Danilkin, A.A., 1996. *Capreolus capreolus*. *Mammalian species*, (538):1-9.
- Stubbe, C. 1999. *Capreolus capreolus*. In: A. J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Kryštufek, P. J. H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J. B. M. Thissen, V. Vohralík and J. Zima (eds), *The Atlas of European Mammals*, Academic Press, London, UK.
- Tekin, S., Yalçınkaya, B., Acarer, A., Mert, A. 2018. Yaban hayatında uydu verilerinin kullanım olanakları üzerine bir çalışma: MaxEnt ile Karaca (*Capreolus capreolus* L.)'nın habitat uygunluk modellenmesi. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2(2): 147-156.
- Tokmak, F., 2018. Kuzey Batı Anadolu'da kurtların (*Canis lupus*) Diyeti ve habitat özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek lisans Tezi, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Turan, N., 1984. Türkiye'nin av ve yaban hayatı hayvanları memeliler. *Olgun Kardeşler Matbaacılık Sanayi, Türkiye*.
- TÜİK, 2020a. Nüfus istatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- TÜİK, 2020b. Hayvancılık istatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara
- Türk, Y., Cometen, S., Keten, A., 2021. Effects of forest roads on large mammal behaviour. *Polish Journal of Ecology*, 68(4): 334-341.
- WWF, 2016. Türkiye'deki memeli hayvanların iz rehberi. WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), İstanbul, Türkiye
- Yılmaz, E., Çiçek, İ., 2016. Thornthwaite climate classification of Turkey. *Journal of Human Sciences*, 13(3): 3973-3994.
- Yılmaz, E., Çiçek, İ., 2018. Detailed Köppen-Geiger climate regions of Turkey Türkiye'nin detaylandırılmış Köppen-Geiger iklim bölgeleri. *Journal of Human Sciences*, 15(1): 225-242.
- Yorulmaz, T., Arslan, N., 2020. Yozgat ili memeli faunası (Classis: Mammalia). *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1): 194-203.
- Zeller, K.A., McGarigal, K., Whiteley, A.R., 2012. Estimating landscape resistance to movement: a review. *Landscape ecology*, 27(6): 777-797.

## Evaluation of landscape connectivity between protected areas using pinch points

Huriye Simten Sütüncü<sup>a,\*</sup> 

**Abstract:** Protected areas, where the interaction of human and nature gain significant ecological, biological, cultural and scenic values and determining character over time, is also of vital importance in maintaining this interaction and protecting its integrity. The protected areas in Bursa, contribute to the landscape heterogeneity of the city and significantly support biological diversity. In this study, the protected areas in Bursa and the landscape connectivity between them and the effectiveness of protected areas related to land use in supporting landscape connectivity were evaluated. For this, the 2018 land use/land cover map was used and corridor connections were determined using the least-cost-path and Euclidean distance methods. The pinch points between these corridors were estimated using circuit theory. The pair of protected areas with the highest effective resistance (37.52) has been nature park and wildlife protection area. Least effective resistance value was calculated between seed stand and national park. The maximum value of the pinch points between all protected areas was calculated as 0.10. The pinch points between protected areas in the landscape represented the areas where movement between protected areas would be directed. Even a small loss of space at pinch points can compromise the connection between protected areas disproportionately. Therefore, determining the pinch points in the landscape has a very important place in planning studies.

**Keywords:** Pinch points, Landscape connectivity, Protected areas, Land cover/land use, Bursa

## Korunan alanlar arasındaki peyzaj bağlantılılığının düğüm noktaları kullanılarak değerlendirilmesi

**Özet:** Zaman içerisinde insan ve doğa etkileşiminin önemli derecede ekolojik, biyolojik, kültürel ve görsel değerler ile belirleyici karakter kazandırdığı alanlar olan korunan alanlar, aynı zamanda bu etkileşimin sürdürülmesi ve bütünlüğünün korunması konusunda hayati önem taşımaktadır. Bursa sınırları içerisinde yer alan korunan alanlar, kentin peyzaj heterojenitesine katkıda bulunarak biyolojik çeşitliliği önemli derecede desteklemektedir. Bu çalışmada, Bursa kenti sınırları içerisinde yer alan korunan alanlar ile bunlar arasındaki peyzaj bağlantılılığı ve arazi kullanımlarıyla ilişkili korunan alanların peyzaj bağlantılılığını desteklemedeki etkinliği değerlendirilmiştir. Yöntem için 2018 yılı arazi örtüsü/arazi kullanımı haritasından yararlanılmış ve least-cost-path ile euclidean distance yöntemleri kullanılarak koridor bağlantıları belirlenmiştir. Bu koridorlar arasındaki düğüm noktaları (daralmalar/darboğazlar) devre teorisi kullanılarak tahmin edilmiştir. Düğüm noktalarının geçtiği korunan alanlar arasındaki en etkin direnç 37.52 değeriyle tabiat parkı ve yaban hayatı koruma alanı arasında gerçekleşmiştir. En az etkinliğe sahip direnç değeri ise 0.01 ile tohum meşçeresi ve milli park arasında hesaplanmıştır. Bursa peyzajında bulunan korunan alanlar arasındaki düğüm noktaları, korunan alanlar arasındaki hareketin yönlendirileceği alanları temsil etmiştir. Düğüm noktalarındaki küçük bir alan kaybı, bile orantısız bir şekilde korunan alanlar arasındaki bağlantıyı tehlikeye atabilir. Bu nedenle, peyzajdaki düğüm noktalarının belirlenmesi planlama çalışmalarında oldukça önemli bir yere sahiptir.

**Anahtar kelimeler:** Düğüm noktaları, Peyzaj bağlantılılığı, Korunan alanlar, Arazi örtüsü/arazi kullanımı, Bursa

### 1. Introduction

The contribution of protected areas in reducing global biodiversity loss is becoming clearer every day (Du et al., 2020; Ervin et al., 2010; Rudnick et al., 2012), however, these areas face many problems that have adverse effects on biodiversity, such as the fragmentation of natural ecosystems, habitat loss, especially climate change, due to urbanisation and increasing demands of natural resources (Castillo et al., 2020; Fletcher et al., 2018; Geldmann et al., 2019; Özcan and Aytaş, 2020; Sezen, 2017). A number of large species of (flora and fauna) existing within the boundaries of protected areas respond to these adverse effects either by isolating their habitats or by disappearing completely (DeFries et al., 2005; Zemanova et al., 2017). Therefore, the persistence of species and ecosystems

depends not only on local actions but also on landscape management approaches. Since protected areas contain a natural or semi-natural habitat or a specific population, a well interconnected and well-managed system will contribute to the persistence of species and ecosystems (Gray et al., 2016; Haddad et al., 2015; Stewart et al., 2019; Watson et al., 2014).

In landscape ecology, connectivity (corridors) is used to describe the structural and functional continuity of a landscape in space and time (Forman and Godron, 1986). The habitat connection at the landscape level plays an important role in the viability of the population by facilitating movement, migration, dispersal and recolonization by maintaining gene flow (Saura and Pascual-Hortal, 2007). The most important determinants of species survival and persistence are the spatial configuration and

✉ <sup>a</sup> Siirt University, Faculty of Agriculture, Department of Landscape Architecture

✉ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): simten.sutunc@siirt.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 24.02.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 12.07.2021



**Citation** (Atıf): Sütüncü, H.S., 2021. Evaluation of landscape connectivity between protected areas using pinch points. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 331-341.

DOI: [10.18182/tjf.885993](https://doi.org/10.18182/tjf.885993)



distribution of habitats on a landscape scale (Xun et al., 2014). The viability of populations can affect community dynamics, movement of individuals in landscapes and many related ecological processes. For example, species distributions and changes in response to climate changes not only depend on the movement capacity of the species, but also contribute to the landscape structure. The loss of connectivity, coupled with the unprecedented pressure exerted by anthropogenic impact on the landscape since the Last Ice Age, is a growing central driver of the global biodiversity crisis. The key issue that needs to be addressed at this point is what connectivity means and how it will be measured. The best start for this is to examine the structural interconnectedness of the landscape, regardless of any biological or behavioural characteristics of the organisms that interact with it (Kindlmann and Burel, 2008; Tischendorf and Fahrig, 2000). The term "landscape connectivity" was used by Taylor et al. (1993) to describe the extent to which the landscape facilitates or inhibits movement between source patches. This term later evolved into the term "functional connectivity". Functional connectivity focuses on the landscape from the perspective of species and therefore the outcome of interactions between individuals and landscape structures according to their needs, perceptions, and responses (Fraser et al., 2018).

When the studies conducted using graph theory and circuit theory methods, which are the most up-to-date methods for determining connectivity corridors in the landscape, are examined (D'Elia et al., 2020; Dickson et al., 2019; McRae, 2006; McRae and Beier, 2007; McRae et al., 2008; McRae and Kavanagh, 2011), it is seen that a target species is determined and regional corridor connections are created based on landscape resistance maps for this species. The regional landscape connectivity corridor study, which was carried out by preparing a landscape resistance map of a specific species in our country, was carried out by Özcan and Aytas (2020) in the example of Cankiri, but no landscape resistance maps for a specific species were produced for other provinces. Therefore, in this study, landscape connectivity corridors between protected areas are not analysed for a specific species, but for all species that are likely to use landscape connectivity corridors between protected areas, making a general assessment.

In this study, after determining the landscape connectivity corridors between protected areas in the first step, the pinch points that are assumed to adversely affect the ecological flow between species/individuals along these connectivity corridors are determined in the second step. Pinch points are defined as places where corridors narrow, bottlenecks or congestion points (Jones, 2015; McRae, 2012; McRae et al., 2012). More precisely, pinch points represent habitat areas that are in relatively good condition and for which there are no comparable alternative routes. High values obtained as a result of the analysis indicate network connectivity that should be given more attention. If these links are broken or lost, a disconnection occurs between one or more core areas (used as protected area in this study), increasing the risk of death for the species. The areas where the pinch points are located are the most important areas that should definitely be protected from habitat degradation. In the Ottoman period, the city of Bursa, which was defined as "Green Bursa" by referring to the large and rich forests in the surrounding as well as the

parks and gardens next to its urban texture, stands out with its natural and cultural landscape features. Protected areas in the city are an indicator of landscape heterogeneity. The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of the protected areas located within the boundaries of Bursa in supporting landscape connectivity. In order to determine the landscape connectivity corridors between the protected areas, a landscape resistance map was created by using the 2018 land cover/land use data. The purpose of the resistance map is to determine the areas where the species will be challenged/faced with the risk of death and to determine the path to direct the species to the shortest and most risk-free corridor where they can reach the habitats that are vital importance to them. Corridor connections between the least risky or risk-free areas among these areas were determined using the least-cost-corridor method. By using the connectivity corridors between the protected areas, the pinch points that hinder the mobility (energy, matter, information, and gene flow, etc.) in the landscape have also been determined by circuit theory along these corridors.

As a result of the analysis made for this purpose, The pair of protected areas with the highest effective resistance (37.52) has been nature park and wildlife protection area. Least effective resistance value was calculated between seed stand and national park. The maximum value of the pinch points between all protected areas was calculated as 0.10. It can be interpreted that the higher the resistance value, the more difficult the ecological flow between areas will be. The pinch points between the protected areas in the Bursa landscape represented the areas where the movement between the protected areas would be directed. Among the protected areas, the area with the highest current ecological flow is the wetland and the national park. The pinch points between two areas have occurred at the locations of dams or regulators. This study will contribute to the literature on three subjects. These are; 1. Using up-to-date/new methods in determining landscape connectivity corridors, 2. Emphasizing and leading the way in the preparation of landscape resistance maps that will be used as a basis for the creation of regional wildlife corridors in our country, 3. Emphasizing the importance of restoring the function of the corridors in landscape planning by identifying the pinch points where ecological flow is hindered in the landscape connectivity corridors determined to be species-specific and producing strategies to improve these points.

## 2. Material and method

### 2.1. Material

Bursa province is located in the Marmara Region of Turkey at 40°11' north latitude and 29°03' east longitude. The protected areas within the boundaries of Bursa were chosen as the sample areas for the study. Gene conservation areas, honey forests, national parks, nature parks, nature protection areas, conservation forests, seed stands, wetland, wildlife protection areas and urban forests were evaluated within the scope of the study (Figure 1, Table 1).

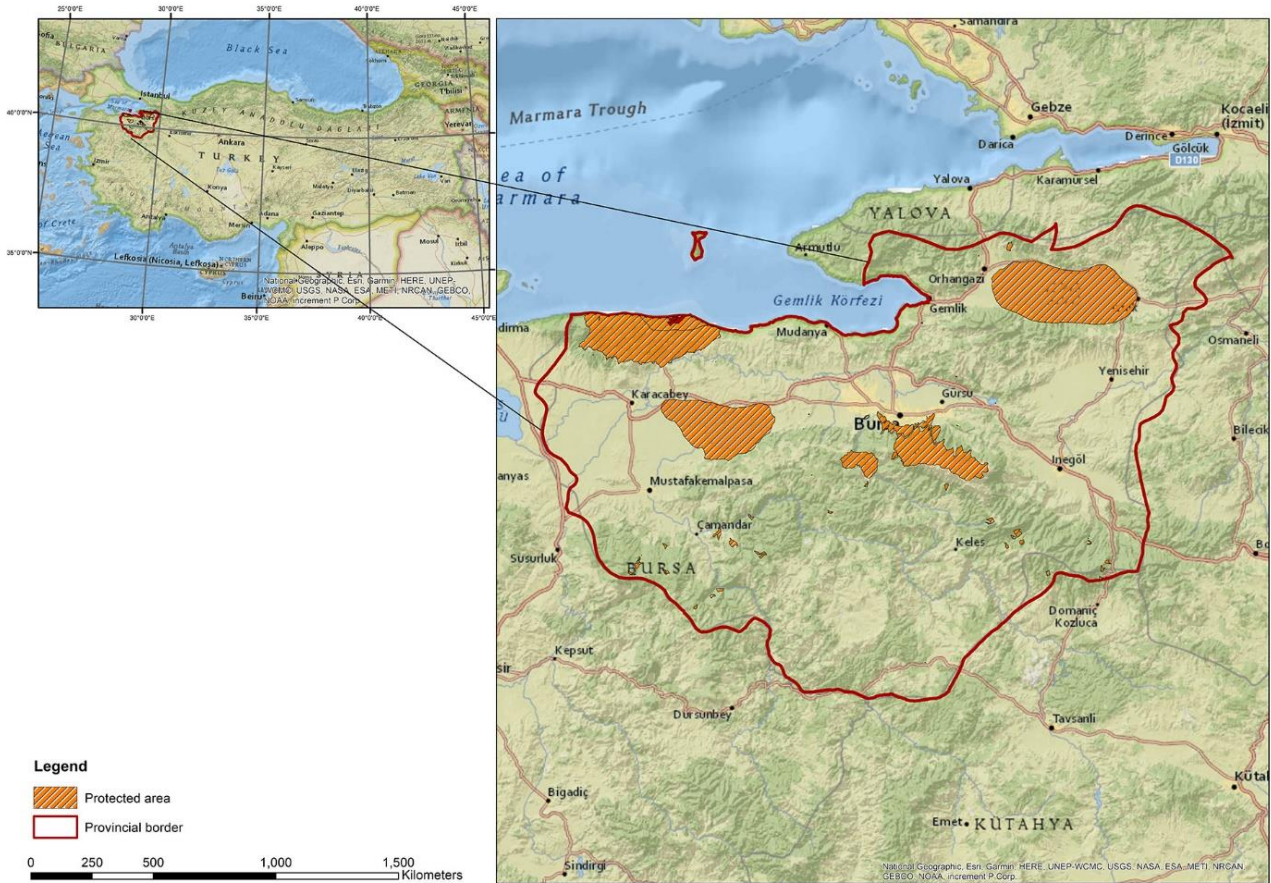


Figure 1. Geolocation of Bursa and protected areas

Table 1. Protected area statuses and descriptions that evaluated within the scope of the study

Statuses of protected areas	Name of protected area
Wildlife protection area	Karacabey Karadağ-ı-Ovakorusu Wildlife Protection Area
Nature park	Delmece Yaylası Nature Park
Nature park	Eriklitepe Nature Park
Wetland	İznik Lake
Nature protection area	Kasalıç-Domaniç Nature Protection Area
Wetland	Kocaçay Delta
Nature park	Suuçtu Nature Park
Wetland	Uluabat Lake
National park	Uludağ National Park
Seed stand	-
Conservation forest	-
Gene protection area	-
Honey forest	-
City forest	-

As emphasized in the introduction of the study, protected areas are very valuable areas in terms of biological diversity. In the protected areas that are the subject of the study, both national and international protection statuses are given and information about the important species that are highlighted is shared below.

The methods used in the study will contribute to the conservation of the prominent species in the relevant protected areas.

*Parnassius apollo graslini* Oberthür, 1891, an endemic subspecies of *Parnassius apollo* (Apollo butterfly), one of the internationally endangered (International Union for Conservation Nature (IUCN)-Vulnerable-(VU)) butterfly

species, spreads in *Uludağ National Park*. In addition, the National Park is home to *Gypaetus barbatus* (Bearded vulture), one of the bird species that is likely to be endangered in the near future, as their numbers tend to decrease in the world. In the national park area, *Sus scrofa* (Wild boar), Ursidae, Wolf, Fox, Jackal, Martens, Leporids, Weasels, Snake, Frogs, Lacertids, Turtles, Vulture, *Aquila chrysaetos* (Mountain eagle), Picus, Owls, Eurasian collared-dove, Dunnock, Old World sparrows, and many crustacean, spider varieties and insect species survive. In addition, Uludağ is one of the 144 Important Plant Areas (IPA) in our country. Uludağ has been designated as an Important Bird Area (IBA) due to the breeding populations of the Bearded vulture and Golden eagle (ÇŞİM, 2019)

The most important resource value of *Suuçtu Nature Park* is Suuçtu Waterfall. Apart from the main waterfall, there are two more small waterfalls. The Nature Park and its surroundings are 1<sup>st</sup> degree protected area (ÇŞİM, 2019).

*Uluabat Lake Wetland*; is located on important bird migration routes from Europe to Asia. On the shores of the lake, there are bays covered with water lilies, wide reeds, cold waters and fresh water marshes. In the southwestern part of the lake, a large and wide delta was formed at the mouth of the Mustafakemalpaşa Stream and around it, due to the sedimentation of the sediment from the Mustafakemalpaşa Stream. Uluabat Lake; Due to its rich species diversity, being on an important bird migration route, and having a rich flora and fauna, it was declared a Wetland of International Importance on 15.04.1998 and was

taken under protection by the Ramsar Convention. Uluabat Lake Wetland has species such as *Pelecanus crispus* (Crested pelican), *Hirudo medicinalis* (Medical leech), *Sagittaria sagittifolia* and *Stachys palustris*, which are in the "Vulnerable-VU" and "Near Threatened-NT" categories in the IUCN red list (ÇŞİM, 2019).

It is an important area for the critical phases of the biological cycles of mammalian and bird species. *Lutra lutra* (Otter) is one of the species that lives around Uluabat Lake and is under international protection. In addition, many waterfowl use the area for resting, wintering and breeding. According to the Birds Breeding Survey in Lake Uluabat in 1998, around 5000 pairs of 85 species of national and international importance breed in the area. Uluabat Lake is one of the important areas where *Phalacrocorax pygmeus* (Small cormorant) breeds. There are regularly high numbers of waterfowl in the area. In addition, the lake is an important habitat in terms of reproduction and feeding of fish (ÇŞİM, 2019).

**İznik Lake Wetland** is a very rich region in terms of fauna and flora, as it hosts many different habitat types. Abolished Ministry of Forestry and Water Affairs II. Within the scope of the "İznik Lake Wetland Management Plan Project, İznik Lake Wetland Sub-Basin Biological Diversity Research Sub-Project" carried out by the Regional Directorate in 2012-2013, 24 reptile species belonging to 11 families in the area; 8 amphibian species belonging to 5 families; It was determined that 172 bird species belonging to 44 families and 37 mammal species belonging to 16 families were distributed. As a result; A total of 241 vertebrate species belonging to 76 families (excluding fish) were identified in and around Lake İznik Wetland (ÇŞİM, 2019).

Considering the number of vertebrate species in Turkey (excluding fish), it is concluded that approximately 1/3 of the vertebrate species in Turkey are encountered in and around Lake İznik. It is an important area in terms of finding endemic species, as 5 of the 19 fish species defined in the region are endemic and 1 of them is within the scope of Annex-III of the Bern Convention. It has been determined that there are a total of 172 bird species belonging to 16 orders and 44 bird families in the region. Of these bird species, 50 are waterfowl and 122 are terrestrial birds. Accordingly, the number of bird species identified in the region is approximately 37% (about 1/3) of the number of bird species (463 bird species) registered in the Turkish ornithofauna. From this point of view, it is concluded that the bird species diversity of the region is rich. The presence of *Phalacrocorax pygmeus* (Dwarf cormorant), *Aythya nyroca* (Pas-bass patka) and *Circus macrourus* (Steppe borer) species, which are in the category of species with European priority in conservation, makes the area an important bird area (ÇŞİM, 2019).

As a result of the floristic studies carried out in the İznik Lake Wetland, 497 species and subspecies taxa belonging to 88 families were identified. 11 of these taxa are endemic to our country and the endemism rate is 4.97%. Locally endemic *Rumex bithynicus* "Critical (CR)" detected from the area; *Verbascum bombyciferum* and *Lathyrus undulatus* "Vulnerable (VU)" which are regional endemics, *Verbascum lagurus* "Near Threatened (NT)" which are widely distributed endemics; others are in the "Least Concern (LC)" categories (ÇŞİM, 2019).

**Kocaçay**, which is formed by the merging of most of the Southern Marmara streams, especially the Susurluk River and Nilüfer Stream, meets the Sea of Marmara near Yeniköy, a district of Bursa's Karacabey district. Located at this meeting point and one of the 135 internationally important wetlands in our country, Kocaçay Delta has a unique richness in terms of the diversity of its natural habitats. The delta is home to different habitats with dune plants, marshes, floodplain forests and lakes. There are Dalyan, Poyraz and Arapçiftliği lakes in **Kocaçay Delta Wetland**. The lakes are surrounded by reeds and floodplain forests of ash (*Fraxinus sp.*), alder (*Alnus glutinosa*) and willows (*Salix sp.*) covered with a one meter deep layer of water in most places. The delta is also home to aquatic plants such as water lilies, hyacinths, lake bulbs and hares. The delta is also a very important area for the life cycle of eels (*Anguilla anguilla*). Eels, which set off from the Gulf of Mexico during the breeding period, come to the shores of the Kocaçay Delta after crossing the Atlantic Ocean, Mediterranean, Aegean and Marmara Seas. They crawl over the sand dune between the lake and the sea, and after laying their eggs in the lakes in the region, they return to their habitat, the Gulf of Mexico. Kocaçay Delta is an important wetland because it is located on bird migration routes (ÇŞİM, 2019).

In Kocaçay Delta, 114 bird species belonging to 14 orders and 44 families have been identified. In the studies conducted in the delta, it was determined that 38 species are native (breeding in the delta), 22 species are summer migratory, 11 species are winter migrant, and 16 species are transit species. Since 27 species were observed once or twice in the field, their status could not be decided. 46 of 114 bird species are waterfowl and 12 of these waterfowl breed in the delta. According to the IUCN criteria, 110 of the 114 species identified in the delta are in the LC, 2 of them are in the VU, and 1 of them are in the NT category. Species in the VU danger class are *Pelecanus crispus* (Crested pelican) and *Aquila clanga* (Great shouting eagle). *Aythya nyroca* (Pasbaş patka) was evaluated as NT. Domain; It has gained the status of Important Bird Area (IBA) with the breeding populations of *Ciconia nigra* (Black stork), *Glareola pratincola* (Marsh swallow), *Charadrius alexandrinus* (Cut-necked rainbird) (ÇŞİM, 2019).

**Karacabey Karadağı-Ovakorusu Wildlife Protection Area**; Kocaçay Delta, which is one of the important wetlands of our country, is also located within the wildlife development area. The height differences, landforms and climate in the area have provided the formation of many different ecosystems. The target species of Karacabey Karadağı-Ovakorusu Wildlife Protection Area is *Phasianus colchicus* (Pheasant). Other values of the site that require protection and management are *Capreolus capreolus* (Roe deer), floodplain forests, Kocaçay Delta wetland, wildlife rehabilitation centre, bear shelter and coastal dune ecosystem that hosts endemic species (ÇŞİM, 2019).

## 2.2. Method

Data on protected areas within the boundaries of Bursa was obtained from the data portal of the Ministry of Agriculture and Forestry. In order to determine the pinch points between protected areas, core area data was produced (Rempel, 2015) and landscape connectivity corridors between these core areas were determined. The methods

used in determining landscape connectivity corridors are least-cost-path (LCP) and Euclidean distance (ED) (McRae and Kavanagh, 2011). Using circuit theory (Cushman and Landguth, 2010; Cushman et al., 2006; D’Elia et al., 2020; Dyer et al., 2010; Hanks and Hooten, 2013; Lookingbill et al., 2010; McRae, 2006; McRae and Beier, 2007; McRae et al., 2008; Owen-Smith et al., 2010; Rayfield et al., 2011; Saura and Rubio, 2010; Urban et al., 2009) the severity of the connection was measured to keep the overall network between the corridors connected. In this study, Circuitscape v4.0.5 programme was used for the easy application of circuit theory (McRae et al., 2014). The Pinchpoint Mapper programme was also run to identify critical habitat pinch points (bottlenecks) (McRae, 2012) All of the maps are visualised in ArcGIS 10. Pinchpoint Mapper uses Circuitscape programme to connection with maps produced by Linkage Mapper and generates maps that identify pinch points in least-cost-path/corridors. In order to better understand the connections between protected areas, tables were created with the descriptive statistical method with the IBM SPSS 27 programme.

### 3. Results and discussion

#### 3.1. Results

##### 3.1.1. Landscape connectivity corridors between protected areas

Core area is a term used to describe either a centre or interior of a patch (Forman, 1995) and structurally shows properties different from the interior area of the patch. Before determining the pinch points between the protected areas in the Bursa landscape, the core area indices of these areas were analysed (Figure 2).

Accordingly, wildlife protection area and wetland areas appeared with the highest core area index value (96%). These areas are followed by national parks (93%) and protection forest (84%), respectively. Nature protection area (54%), gene protection areas (62%) and seed stands (63%) index values are relatively close to each other. Urban forest is 28%, honey forest is 31%. The area with the lowest index value is the nature park (11%). Ecologically, core areas are vital for species that should be far from their surroundings (Covich, 1976; Forman, 1995; Koepl et al., 1975). The edge effect plays an important role in determining the core areas in a landscape. Because as the edge effect increases, the habitat in the core area allows more diversity (Başkent and Jordan, 2011; Gustafson and Crow, 1994; Laurance and Yensen, 1991). The areas with the greatest edge effect and therefore the diversity have been wildlife protection areas, wetlands, national parks and conservation forests. It is possible to interpret that the species living in the patch with a large core area index can survive without being affected by the environment (Forman, 1995; Forman and Godron, 1986)

The landscape scale connectivity addresses and facilitates the movement of a large number of plant and animal species among the patches of large, unspoiled natural terrain, while wildlife corridors address the requirements for the movement of particular animals or species within the landscape. Considering their importance in species and population health, identification and conservation of the landscape connectivity and wildlife corridors becomes even

more important (Castillo et al., 2020; Jalkanen et al., 2020). From this point of view, effective resistance values among the protected areas in Bursa landscape should be interpreted (Figure 3-4-5).

According to the chart above, the effective resistance between the seed stand and the national park is in the lowest class with a value of 0.01. The ratio of cost-weighted distance to effective resistance between these two protected areas was calculated as 930.105. The cost-weighted distance and effective resistance ratio between the protected area pair, nature park, wildlife protection area and wetland trio where the effective resistance is high is 1491.44. In the graph, at the point where the cost-weighted distance is the highest (2363.39), there are gene protection area, wetland and wildlife protection area. The effective resistance between these areas was calculated as 11.32. When analysing cost-weighted distance, it is wrong to think that the shortest way will always be the most effortless way (McRae and Kavanagh, 2011; 2017). Because in the shortest distance, factors such as slope, topography, climate will make the shortest distance the most troublesome. Therefore, when determining corridors between protected areas, more than one factor is evident in the analysis. These may be factors such as excess energy to travel, lack of nutrients, risk of death for tours that will use corridors between protected areas.

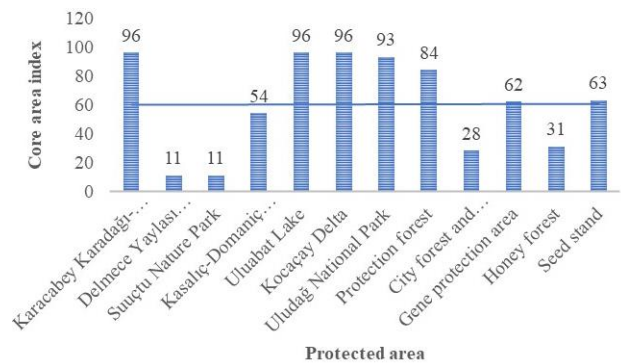


Figure 2. Relationship between core area indexes and protected areas

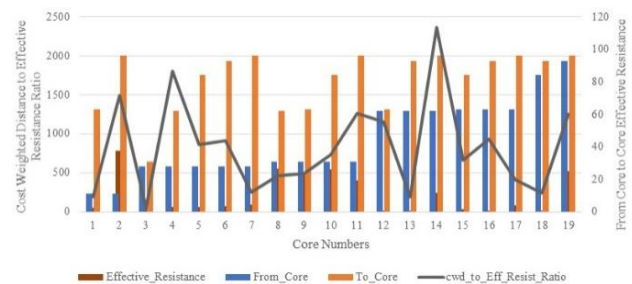


Figure 3. Trends and changings between effective resistance values in Amper (A) and protected areas

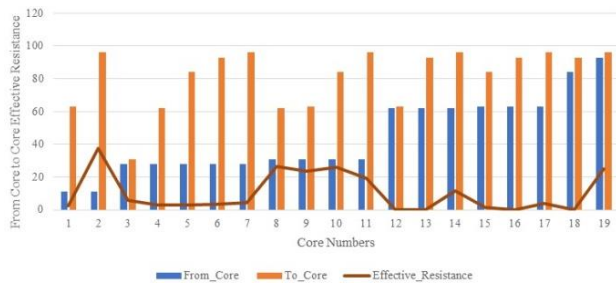


Figure 4. Trends and changings between effective resistance values in Amper (A) and protected areas

In circuit theory, the high value of effective resistance between two points indicates that the current between those points is forced (Kuphaldt, 2006; McRae and Beier, 2007). Therefore, the corridor between the nature park, wetland and wildlife protection area envisages a connection where species and habitats will be extremely difficult. By the same logic, the corridor connection between seed stand and national park is quite free and comfortable for species and habitats. The lower the resistance, the more comfortable the ecological flow will be. The flows of matter, energy, and information occurring in the landscape may be due to

physical factors (wind, water flows, etc.), either from all directions or following a circumferential slope.

Another conclusion to be drawn is that the cost-weighted-distance and Euclidean distance values and their ratios to each other are in parallel with the effective resistance values. The cost-weighted-distance (10) and Euclidean distance values (10) of the protected area pair with low effective resistance values and their ratios to each other (1) are also low. In the analysis, the protected area most connected to other protected areas was the city forest. The most connected protected areas have been wetlands and wildlife protection areas. The purple-coloured areas seen on the map represent areas with high corridor potential, and the light-yellow lines around them represent the corridors between these areas. When we evaluate the possible corridor connections between protected areas in terms of descriptive statistics with effective resistance values, it is seen that there are a total of nineteen protected areas and the lowest core area index among these areas is 11% and the highest is 93%. The average percentage of core areas belonging to protected areas is 44.11. When we look at the effective resistance values, it is seen that the lowest resistance is 0.01, the highest resistance is 37.52, and the average is 10.33. Also table of descriptive statistics values can be seen in Table 2.

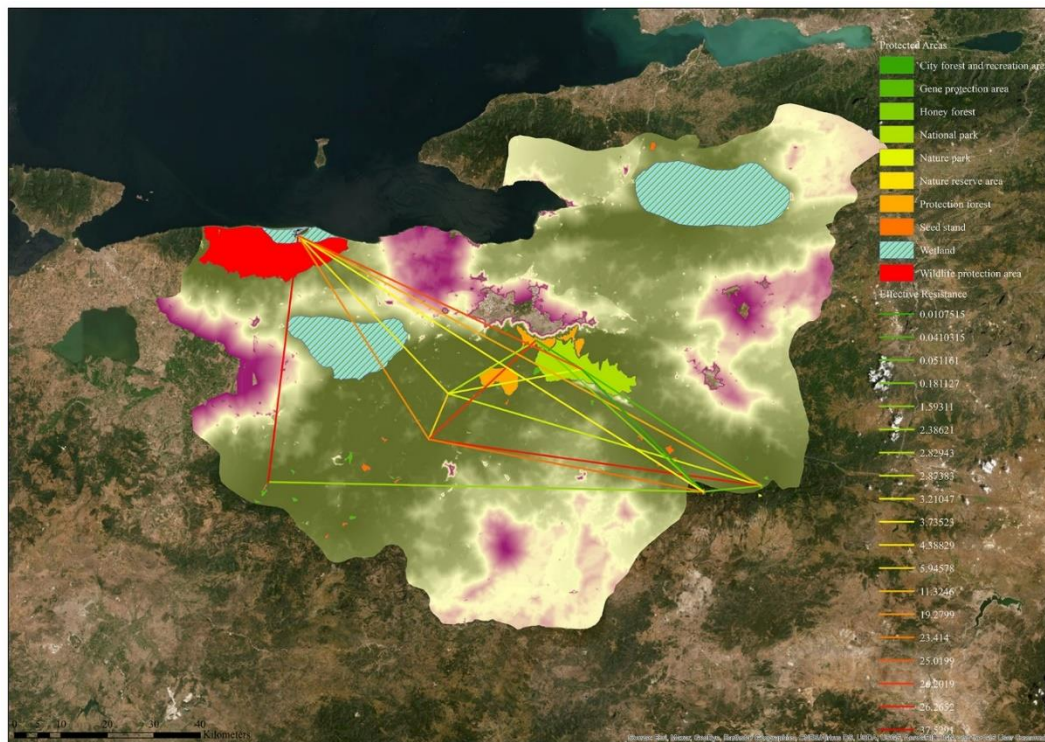


Figure 5. Effective resistance values of protected areas

Table 2. Results of descriptive statistics protected area core index and effective resistance

	Descriptive statistics				
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
From_core	19	11	93	44.11	23.793
To_core	19	31	96	81.26	18.478
Effective_resistance	19	.0107	37.52	10.33	11.86
Valid N (listwise)	19				

3.1.2. Pinch points between protected areas

Pinch points (also known as bottle necks) are areas where wildlife movement is directed into connections. The pinch point modelling methods are based on current flow models in electrical circuit theory. Where the current is very strong indicated restrictions where connections are most susceptible to breakout (McRae et al., 2008). The map produced identifies the regions where a small loss of land could seriously compromise the landscape connection. The protected area pair with the highest current flow in the Bursa landscape has been wetland and national park. In the sample area, the highest value of the pinch points is calculated as 0.10 and the lowest value as 0 (zero) (Figure 6). The value between wetland and national park is lower than 0.10. The higher the value, the more difficult the species and habitat mobility at those points will be (Jones, 2015). Other components that will contribute to the

assessment of pinch points may be topographic features and land uses (Jones, 2015). The topographical features in the places where the pinch points between the wetland and the national park coincide do not appear to be overly limiting values. When evaluated in terms of land uses, it has been determined that the mentioned bottlenecks are mostly located on forest areas. Therefore, it is inevitable that there will be another situation that causes these pinch points to occur. Considering the dam structures within the provincial boundaries, it is seen that these structures are mostly located near the points where the pinch points occur. It can be concluded that the dam structures cause pinch points by disrupting the existing ecological flow between the wetland and the national park (Figure 7). The same interpretation can be made for the wildlife protection area in the northwest and the wetland in the northeast. The points where the dam structures built on the outer boundaries of these two protection areas were found as bottlenecks.

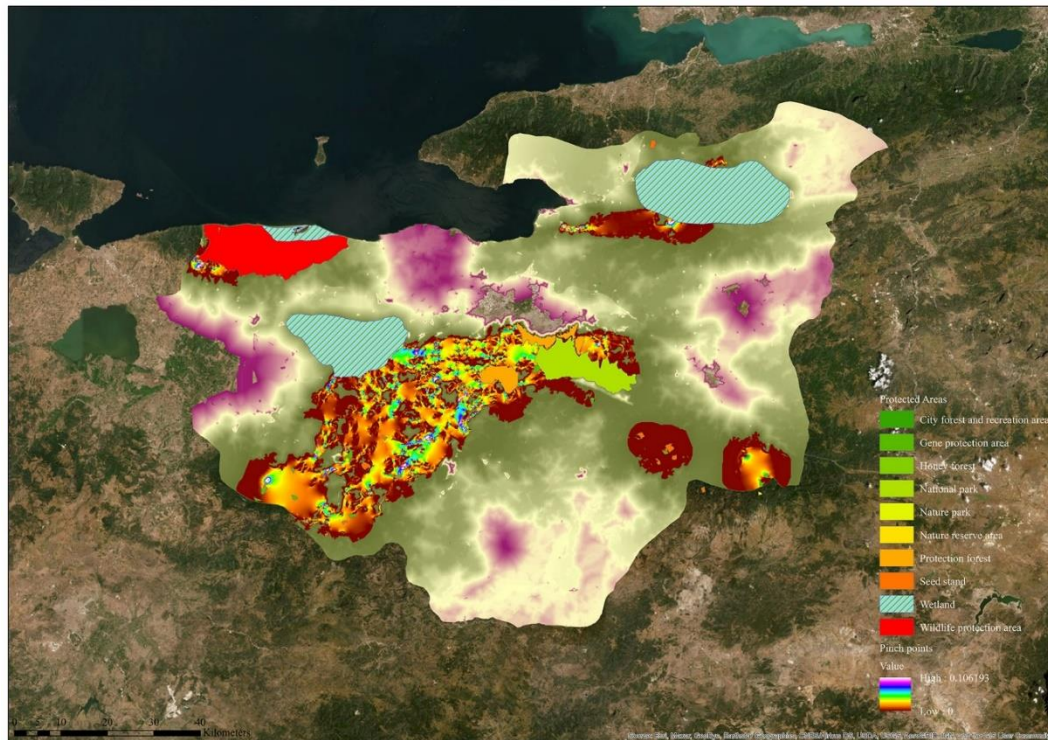


Figure 6. Pinch points between protected areas

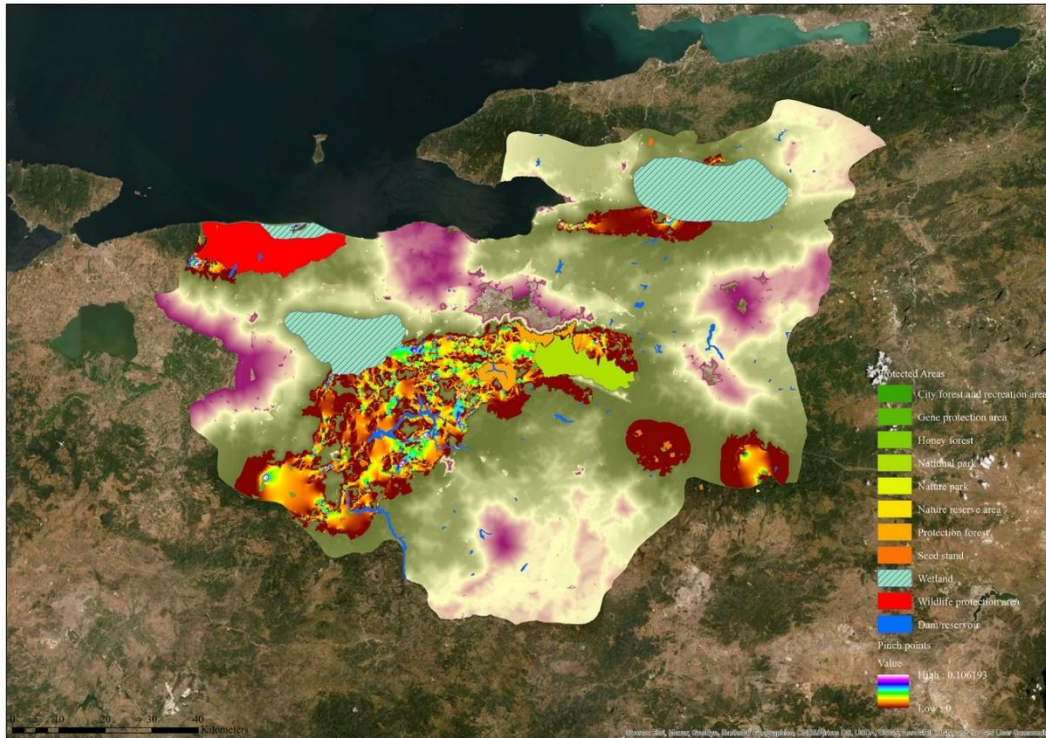


Figure 7. Dams, reservoirs, streams and rivers related to pinch points

### 3.2. Discussion

#### 3.2.1. Determination of connectivity corridors for multiple species

Bursa is the fifth most economically developed city in Turkey. Bursa's economy is based on agriculture and agriculture-based industry, trade and tourism. It is also rich in minerals (ÇŞİM, 2019). Although agriculture, industry, trade and tourism provide economic gains for developing and developing societies, increasing population and urbanization dynamics have begun to threaten protected areas as well. At this point, the involvement of landscape architects, the only professional discipline capable of ecological planning, in the planning and design of landscape connection corridors in ecologically important areas, together with other professional disciplines, will prevent irreversible degradation in the landscape.

Wildlife corridors are of vital importance for the continuity of species and habitats. In the studies carried out to date, we see that a target type has been studied in the determination of landscape connection corridors/wildlife corridors. For example, Carroll et al. (2012) identifies corridors for the Gray wolf population using circuit theory and graph theory, while D'Elia et al. (2020), created landscape link maps for the California vulture. While these samples can be easily reproduced in Europe in our country, Özcan and Aytas (2020), exemplified the ecological connection for *Capreolus capreolus* (Roe) in the Çankırı province example. Liu et al. (2018), defined the only types used in connection studies as "flag types". For other types, he used the definition of "umbrella tour". However, in recent years, a multi-species approach has begun to develop in the planning of connectivity corridors for wildlife (Khosravi et al., 2018; Marrotte et al., 2017). In this study,

the determination of the landscape connection corridors between the protected areas within the borders of Bursa province was not based on a single species, but on the species using the protected areas as habitats. Planning of connecting corridors for multiple species allows to increase continuity between habitats, providing long-term connectivity and protection

#### 3.2.2. Landscape resistance maps

A resistance surface is one of the most important inputs for linkage analysis and represents the difficulty a tour experiences as it moves across the landscape. (Zeller et al., 2012). The easiest data that can be used to create a resistance surface is land cover/land use. In this study, the Coordination of Information on the Environment (CORINE) 2018 data was used while creating the resistance surface. With a simple logic, land cover/land use data and slope data are combined to form surfaces that restrict the movement of the tours. Even though resistance maps, which are indispensable for landscape connection corridors, can be obtained very easily in studies conducted in Europe, there is a great deficiency in this regard in our country. Because landscape resistance surfaces should be created by working with a wildlife expert and related disciplines. Landscape resistance maps to be produced with this detail and attention will also affect the quality of wildlife connection corridors to be made at all scales.

#### 4. Conclusions

In this study, the connection between the landscape and protected areas in the Bursa city and the pinch point (bottlenecks) that prevent the flow in these connections are analysed.

According to the analysis results;

- Wildlife protection area and wetland have the highest core area index (96%), but there is no corridor between these two areas. The absence of landscape corridors that enable food, material, etc. Flows between the areas means that it can be concluded that the species and habitats that survive in these areas are isolated. Identification and conservation of the landscape connectivity and wildlife corridors becomes even more important, given their importance to species and population health.
- Effective resistance values also play an important role in the interpretation of landscape connectivity. The high effective resistance value between the two areas indicates that the ecological flow between these areas is difficult. Among the protected areas, the highest effective resistance value (492.564) is seen between nature park and wetland. Therefore, the corridor between the nature park and the wetland envisages a connection where species and habitats will be extremely difficult. The areas with low effective value have been seed stands and national park. The corridor connection between these two areas is very free and comfortable for species and habitats. Cost-weighted-distance and Euclidean distance values also showed parallels with effective resistance values between protected areas. Resistance values of the protected area pair with greater distance between each other are also high.
- Current ecological flow in the Bursa landscape has been realised mostly between the wetland and the national park. It has been concluded that the higher the pinch values between the areas, the more difficult the species and habitat mobility at those points will be. On the other hand, the pinch value between these two areas is less than 0.10. Although this value is not very high, it can be concluded that the congestion in these bottlenecks can be solved by ecological interventions.
- Most of the pinch points occurred over the forest area. When evaluated from an ecological perspective, it can be thought that such a negative effect will not be in question among forest areas. However, it is obvious that dams or power plants built on streams, and streams passing through forest areas will disrupt the connection of the corridors formed by the rivers. Water storage structure, which are among the protected areas where the current ecological flow continuous, can be considered among the results that affect the connectivity between species (fishes, birds, etc.) and restrict movement with other habitats.

The connection depends on the spatial structure of the landscape and the permeability of the different components that make up it. The connection between the two core areas will mainly depend on three aspects of the landscape: the permeability of the mosaic, the presence of ecological corridors, and the presence of stepping stones. Ecological corridors (streams and rivers) and stepping stones are structures that facilitate the connection of their area. It is seen that stepping stones are needed in order to establish

ecological connections with other protected areas in the Bursa landscape and to maintain the flow at existing pinch points. Thus, it can be clearly stated that it will be easier for isolated habitats and species to connect with each other and with other structures.

#### Acknowledgement

This study was presented as abstract at 10th International Ecology Symposium on 26-28 November 2020, held by Bursa Technical University.

#### References

- Başkent, E., Jordan, G., 2011. Characterizing spatial structure of forest landscapes. *Canadian Journal of Forest Research*, 25, 1830-1849. doi:10.1139/x95-198
- Carroll, C., McRae, B.H., Brookes, A., 2012. Use of linkage mapping and centrality analysis across habitat gradients to conserve connectivity of Gray wolf populations in Western North America. *Conservation Biology*, 26(1): 78-87. doi: 10.1111/j.1523-1739.2011.01753.x.
- Castillo, L.S., Correa Ayram, C. A., Matallana Tobón, C.L., Corzo, G., Areiza, A., González-M. R., Serrano, F., Chalán Briceño, L. C., Sánchez Puertas, F. S., More, A., Franco, O., Bloomfield, H., Aguilera Orrury, V. L., Rivadeneira Canedo C., Morón-Zambrano V., Yerena E., Papadakis J., Cárdenas, J. J., Golden Kroner, R. E., Godínez-Gómez, O., 2020. Connectivity of protected areas: Effect of human pressure and subnational contributions in the ecoregions of tropical Andean Countries. *Land*, 9(8): 239. doi:10.3390/land9080239
- Covich, A.P., 1976. Analyzing shapes of foraging areas: Some ecological and economic theories. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 7(1): 235-257. doi:10.1146/annurev.es.07.110176.001315
- ÇŞİM, 2019. Bursa İli 2018 Yılı Çevre Durum Raporu. Retrieved from, [bursa\\_2018\\_cdr\\_son-20190726135329.pdf](https://www.csb.gov.tr/bursa_2018_cdr_son-20190726135329.pdf) (csb.gov.tr) , Accessed: 18.8.2020.
- Cushman, S. A., Landguth, E., 2010. Scale dependent inference in landscape genetics. *Landscape Ecology*, 25, 967-979. doi:10.1007/s10980-010-9467-0
- Cushman, S.A., McKelvey, K. S., Hayden, J., Schwartz, M. K., 2006. Gene flow in complex landscapes: Testing multiple hypotheses with causal modelling. *The American Naturalist*, 168(4): 486-499. doi:10.1086/506976
- D'Elia, J., Brandt, J., Burnett, L. J., Haig, S. M., Hollenbeck, J., Kirkland, S., Marcot, B. C., Punzalan, A., West, C. J., Williams-Claussen, T., Wolstenholme, R., Young, R., 2020. Applying circuit theory and landscape linkage maps to reintroduction planning for California Condors. *PLOS ONE*, 14(12): e0226491. doi:10.1371/journal.pone.0226491
- DeFries, R., Hansen, A., Newton, A. C., Hansen, M. C., 2005. Increasing isolation of protected areas in tropical forests over the past twenty years. *Ecological Applications*, 15(1): 19-26. doi:https://doi.org/10.1890/03-5258
- Dickson, B.G., Albano, C.M., Anantharaman, R., Beier, P., Fargione, J., Graves, T. A., Gray, M. E., Hall, K. R., Lawler, J. J., Leonard, P. B., Littlefield, C. E., McClure, M. L., Novembre, J., Schloss, C. A., Schumaker, N. H., Shah, V. B., Theobald, D. M., 2019. Circuit-theory applications to connectivity science and conservation. *Conservation Biology*, 33(2): 239-249. doi: 10.1111/cobi.13230
- Du, A., Xu, W., Xiao, Y., Cui, T., Song, T., Ouyang, Z., 2020. Evaluation of prioritized natural landscape conservation areas for national park planning in China. *Sustainability*, 12(5): 1840. doi: 10.3390/su12051840



- Dyer, R. J., Nason, J. D., Garrick, R.C., 2010. Landscape modelling of gene flow: Improved power using conditional genetic distance derived from the topology of population networks. *Mol Ecol*, 19(17): 3746-3759. doi:10.1111/j.1365-294X.2010.04748.x
- Ervin, J., Mulongoy, K., Lawrence, K., Game, E., Sheppard, D., Bridgewater, P., Bennett, G., Gidda, S. B., Bos, P., 2010. Making protected areas relevant: A guide to integrating protected areas into wider landscapes, seascapes and sectoral plans and strategies. Retrieved from Montreal, Quebec, Canada: <https://library.sprep.org/content/making-protected-areas-relevant-guide-integrating-protected-areas-wider-landscapes>, Accessed: 19.08.2020.
- Fletcher, R.J., Didham, R. K., Banks-Leite, C., Barlow, J., Ewers, R. M., Rosindell, J., Haddad, N.M., 2018. Is habitat fragmentation good for biodiversity? *Biological Conservation*, 226, 9-15. doi:10.1016/j.biocon.2018.07.022
- Forman, R.T.T., 1995. *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Forman, R. T. T., Godron, M., 1986. *Landscape Ecology*. New York: Wiley.
- Fraser, K.C., Davies, K.T.A., Davy, C.M., Ford, A.T., Flockhart, D. T.T., Martins, E.G., 2018. Tracking the conservation promise of movement ecology. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6(150): 1-8. doi:10.3389/fevo.2018.00150
- Geldmann, J., Manica, A., Burgess, N.D., Coad, L., Balmford, A., 2019. A global-level assessment of the effectiveness of protected areas at resisting anthropogenic pressures. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(46): 23209-23215. doi:10.1073/pnas.1908221116
- Gray, C.L., Hill, S. L. .L., Newbold, T., Hudson, L. N., Börger, L., Contu, S., Hoskins, A. J., Ferrier, S., Purvis, A., Scharlemann, J.P.W., 2016. Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide. *Nature Communications*, 7(1): 1-7. 12306. doi:10.1038/ncomms12306
- Gustafson, E.J., Crow, T. R., 1994. Modelling the effects of forest harvesting on landscape structure and the spatial distribution of cowbird brood parasitism. *Landscape Ecology*, 9(4): 237-248. doi:10.1007/BF00129235
- Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Lovejoy, T. E., Sexton, J. O., Austin, M. P., Collins, C. D., Cook, W. M., Damschen, E. I., Ewers, R. M., Foster, B. L., Jenkins, C. N., King, A. J., Laurance, W. F., Levey, D. J., Margules, C. R., Melbourne, B. A., Nicholls A. O., Orrock, J. L., Song, D. X., Townshend, J. R., 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, 1(2): e1500052. doi:10.1126/sciadv.1500052
- Hanks, E.M., Hooten, M., 2013. Circuit theory and model-based inference for landscape connectivity. *Journal of the American Statistical Association*, 108(501): 22-33. doi:10.1080/01621459.2012.724647
- Jalkanen, J., Toivonen, T., Moilanen, A., 2020. Identification of ecological networks for land-use planning with spatial conservation prioritization. *Landscape Ecology*, 35(2): 353-371. doi:10.1007/s10980-019-00950-4
- Jones, A., 2015. Mapping Habitat Connectivity for Greater Sage-Grouse in Oregon's Sage-Grouse Conservation Partnership (SageCon) Assessment Area. Retrieved from (PDF) Mapping Habitat Connectivity for Greater Sage-Grouse in Oregon's Sage-Grouse Conservation Partnership (SageCon) Assessment Area (researchgate.net), Accessed: 18.08.2020.
- Khosravi, R., Hemami, M.-R., Cushman, S. A., 2018. Multispecies assessment of core areas and connectivity of desert carnivores in central Iran. *Diversity and Distributions*, 24(2): 193-207. doi:https://doi.org/10.1111/ddi.12672
- Kindlmann, P., Burel, F., 2008. Connectivity measures: A review. *Landscape Ecology*, 23(8): 879-890. doi:10.1007/s10980-008-9245-4
- Koepl, J.W., Slade, N.A., Hoffmann, R.S., 1975. A bivariate home range model with possible application to ethological data analysis. *Journal of Mammalogy*, 56(1): 81-90. doi:10.2307/1379608
- Kuphaldt, T.R., 2006. *Lessons in Electric Circuits, Volume I – DC*. United Kingdom: Koros Press.
- Laurance, W. F., Yensen, E., 1991. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. *Biological Conservation*, 55(1): 77-92. doi:https://doi.org/10.1016/0006-3207(91)90006-U
- Liu, C., Newell, G., White, M., Bennett, A.F., 2018. Identifying wildlife corridors for the restoration of regional habitat connectivity: A multispecies approach and comparison of resistance surfaces. *PLOS ONE*, 13(11): 1-14. doi:10.1371/journal.pone.0206071
- Lookingbill, T.R., Gardner, R.H., Ferrari, J.R., Keller, C.E., 2010. Combining a dispersal model with network theory to assess habitat connectivity. *Ecological Applications*, 20(2): 427-441. doi:https://doi.org/10.1890/09-0073.1
- Marrotte, R.R., Bowman, J., Brown, M.G.C., Cordes, C., Morris, K. Y., Prentice, M.B., Wilson, P.J., 2017. Multi-species genetic connectivity in a terrestrial habitat network. *Movement Ecology*, 5: 21. 1-11. doi:10.1186/s40462-017-0112-2
- McRae, B.H., 2006. Isolation by resistance. *Evolution*, 60(8): 1551-1561. doi:https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2006.tb00500.x
- McRae, B.H., 2012. Pinchpoint Mapper Connectivity Analysis Software (Version Version 2.0). The Nature Conservancy, Seattle WA: The Nature Conservancy. Retrieved from <http://www.circuitscape.org/linkagemapper>, Accessed: 20.08.2020.
- McRae, B.H., Beier, P., 2007. Circuit theory predicts gene flow in plant and animal populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(50): 19885-19890. doi:10.1073/pnas.0706568104
- McRae, B.H., Dickson, B.G., Keitt, T.H., Shah, V.B., 2008. Using circuit theory to model connectivity in ecology, evolution, and conservation. *Ecology*, 89(10): 2712-2724. doi:10.1890/07-1861.1
- McRae, B.H., Kavanagh, D.M., 2011. Linkage Mapper Connectivity Analysis Software. Seattle, Washington, United States of America: The Nature Conservancy. Retrieved from <http://www.circuitscape.org/linkagemapper>, Accessed: 20.08.2020.
- McRae, B.H., Hall, S.A., Beier, P., Theobald, D.M., 2012. Where to restore ecological connectivity? Detecting barriers and quantifying restoration benefits. *Plos One*, 7(12): 1-12. doi:10.1371/journal.pone.0052604
- McRae, B. H., Shah, V. B., & Mohapatra, T. 2014. *Circuitscape 4 User Guide*. Retrieved from: User Guide Circuitscape.jl Documentation, Accessed: 18 08 2020.
- McRae, B. H., Kavanagh, D. M. 2017. User Guide: Linkage Pathways Tool of the Linkage Mapper Toolbox Version 2.0. Retrieved from Linkage Mapper | Linkage Mapper, Accessed: 18.08.2020.
- Owen-Smith, N., Fryxell, J.M., Merrill, E.H., 2010. Foraging theory upscaled: The behavioural ecology of herbivore movement. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1550): 2267-2278. doi:10.1098/rstb.2010.0095
- Özcan, A., Aytas, İ., 2020. Peyzaj direnç değişimlerinin ekolojik bağlantılar üzerine etkileri: Çankırı örneği. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(3): 979-992. doi:10.24011/barofd.752271
- Rayfield, B., Fortin, M.J., Fall, A., 2011. Connectivity for conservation: A framework to classify network measures. *Ecology*, 92(4): 847-858. doi:https://doi.org/10.1890/09-2190.1
- Rempel, R., 2015. Spatial Ecology Program-Analysis Tools/Patch Analyst. Retrieved from: Landscape Metrics - Overview (arcgis.com), Accessed: 20.08.2020.

- Rudnick, D., Ryan, S., Beier, P., Cushman, S. A., Dieffenbach, F., Epps, C. W., Gerber, L. R., Hartter, J., Jenness, J. S., Kinthsch, J., Merenlender, A. M., Perkl, R. M., Preziosi, D. V., Trombulack, S.C., 2012. The Role of landscape connectivity in planning and implementing conservation and restoration priorities (16). Retrieved from Washington D.C.: <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/42229>, Accessed: 20.08.2020.
- Saura, S., Pascual-Hortal, L., 2007. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: Comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning*, 83(2): 91-103. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.03.005>
- Saura, S., Rubio, L., 2010. A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. *Ecography*, 33(3): 523-537. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.05760.x>
- Sezen, J., 2017. Türkiye ve dünyada korunan alanlara yönelik çevre bilincinin önemi. *Journal of International Scientific Researches*, 2, 165-177. doi:10.21733/ibad.2116
- Stewart, F.E.C., Darlington, S., Volpe, J. P., McAdie, M., Fisher, J. T., 2019. Corridors best facilitate functional connectivity across a protected area network. *Scientific Reports*, 9(1): 10852. doi:10.1038/s41598-019-47067-x
- Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K., Merriam, G., 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68, 571-573.
- Tischendorf, L., Fahrig, L., 2000. On the usage and measurement of landscape connectivity. *Oikos*, 90(1): 7-19. doi:10.1034/j.1600-0706.2000.900102.x
- Urban, D. L., Minor, E.S., Treml, E.A., Schick, R.S., 2009. Graph models of habitat mosaics. *Ecology Letters*, 12(3): 260-273. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01271.x>
- Watson, J.E.M., Dudley, N., Segan, D.B., Hockings, M., 2014. The performance and potential of protected areas. *Nature*, 515(7525): 67-73. doi:10.1038/nature13947
- Xun, B., Yu, D., Liu, Y., 2014. Habitat connectivity analysis for conservation implications in an urban area. *Acta Ecologica Sinica*, 34(1): 44-52. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2013.11.006>
- Zeller, K.A., McGarigal, K., Whiteley, A.R., 2012. Estimating landscape resistance to movement: A review. *Landscape Ecology*, 27(6): 777-797. doi:10.1007/s10980-012-9737-0
- Zemanova, M.A., Perotto-Baldivieso, H.L., Dickins, E.L., Gill, A. B., Leonard, J.P., Wester, D.B., 2017. Impact of deforestation on habitat connectivity thresholds for large carnivores in tropical forests. *Ecological Processes*, 6(1): 21. 1-11. doi:10.1186/s13717-017-0089-1

## Antalya anıt ağaçlarının mekân ve anlam açısından değerlendirilmesi

Reyhan Erdoğan<sup>a,\*</sup>, Ebru Açıkalm<sup>b</sup>, Ceren Selim<sup>a</sup>

**Özet:** Bu makalede, Antalya ilinde bugüne kadar tespit edilen anıt ağaçlara ait bazı bilgiler verilmiş ve 12 anıt ağaç tanıtılmıştır. Araştırma alanında yapılan tespitlere bakıldığında, Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich), Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.), Doğu çınarı (*Platanus orientalis* L.) ve Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*) türlerinden oluşan anıt ağaçların, buldukları yer, yaş, boy gibi fiziksel özellikler ve anlam açısından değerlendirmelere yer verilmiştir. Çalışmada anıt ağaçların doğa ve ağaç duyarlılığının artırılmasında öğrencilere eğitici gezi ve uygun mekanlar oluşturularak katkı koyabilmesi yönünde öneriler sunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Antalya, Anıt ağaç, Ardıç, Sedir, Çınar, Kestane

## Evaluation of monument trees of Antalya in terms of space and meaning

**Abstract:** In this article, some information was given about monumental trees detected in Antalya so far and 12 of them were introduced. When we look at the findings, the physical characteristics such as height, age, location and meaning of monumental trees consisting of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich), tall juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.), Eastern plane (*Platanus orientalis* L.) and Anatolian chestnut (*Castanea sativa*) were evaluated. Suggestions were made for the students to contribute to the increase of nature and tree sensitivity of monumental trees by creating educational trips and suitable spaces.

**Keywords:** Antalya, Monumental tree, Juniper, Cedar, Plane, Chestnut

### 1. Giriş

Ağaçlar geçmişten günümüze değin bir kült simgesi olarak kabul edilmiştir. Antik Yunan çağından modern çağa kadar hayatın devamlılığının ve kozmik gücün simgesi olarak algılanmış ve bu bağlamda ağaca duyulan saygı, kesintisiz devam etmiştir (Pardo, 2005). Güzellik, cesaret, direnç ve yaşamın temel gücü olarak görülmesi evrensel bir değer olarak paylaşılmıştır (Musselman, 2003; Albian ve Berwick, 2004). Çeşitli toplumlar ağaçlardan büyümlü totemler yaratmışlardır. Bazı özel nitelikli ağaçlar, "azizlik" ve "peygamberlik" sıfatları ile kutsallaştırılmıştır (Séne, 2003). Bazı medeniyetlerde, yazılarda kullanılan harfler ağaçlardan seçilmiştir. Baltık alfabesinin (Ogham) 25 karakteri, 20 ağaç ve bazı kutsal bitkilerden oluşur. İrlanda kültüründe de kayın ağacının odunundan eski yazı takımlarının yapımında yararlanılmış, ağacın ince kabukları da ilk kitapların sayfaları olarak kullanılmıştır. Nitekim İngilizce ve diğer bazı Hint-Avrupa dillerinde kitap (book) kelimesi ile kayın kelimesi (beech) etimolojik olarak birbirine bağlıdır (Crews, 2003). Ağaçlar ve ormanlarla ilgili tabu, ayin ve inançlarla desteklenen ve kuşaktan kuşağa aktarılan mistik folklor, dinler ve geleneklerdeki ağaç sevgisinin temelini oluşturmaktadır (Swamy vd., 2003; Garcia vd., 2006). İncil'de ağaç ve ormana yapılan atıf sayısının 525 olduğu bilinmektedir. Bu, insandan sonra tüm canlı varlıklar içindeki en yüksek atıf sayısıdır (Musselman, 2003). İslam dininde ağaç sevgisine büyük önem verilmiştir. Kur'an-ı Kerim'in en

az 50 ayetinde doğanın araştırılması önerilmektedir. İslam'da doğanın araştırılması ibadete eşdeğer sayılmıştır (Tez, 2008).

Genel olarak ağaçlar nesiller boyu böylesine önemliyken, anıt ağaçlar, tarihe tanıklık eden uzun ömürleri ve devasa yapıları ile dünyamızın ayrıcalıklı varlıklarıdır. Bu devasa ağaçların, bazen 1000'lerle ifade edilen yaşları ile geçmişten günümüze taşıdıkları kültürel miras ve sürekli gelişimleri sonucu değişen fiziksel özellikleri, toplumu etkileyerek benliğinde özel bir yer almalarını sağlar. Bu etki, insanların soya, ulusa ve bulunduğu yöreye bağlılığını artırırken, diğer yandan toplumda doğa sevgisi ve çevre bilincinin artmasına önemli katkılar sağlamaktadır (Asan, 2010).

Ülkemizdeki ilk anıt ağaç betimlemeleri Evliya Çelebinin (1611-1682) ünlü seyahatnamelerinde geçmektedir. Evliya Çelebinin "ibret alınacak ağaçlar" kavramını kullanarak ayrıntılı biçimde anlattığı bu ağaçlar, günümüzde Tavas ile Muğla arasındaki bir bölge olarak bilinmektedir. Çelebinin kayıt altına aldığı bu ağaçlar, tarihimizde kayıtlara geçen ilk 10 anıt ağaç (bunlara farklı yöreden 2 tane de daha eklemeye yapmıştır) olarak da kabul edilir (Baytop, 2003).

"Yaş, çap ve boy itibarıyla kendi türünün alışıl gelmiş ölçüleri üzerinde boyutlara sahip olan, yöre folklorunda, kültür ve tarihinde özel yeri bulunan, geçmiş ile günümüz, günümüz ile gelecek arasında iletişim sağlayabilecek uzunlukta doğal ömre sahip olan ağaçlar" bilimsel olarak anıt ağaç olarak tanımlanmaktadır (Asan, 1991; Asan, 1993).

Özellikle ağacın çapı ve boyu gibi fiziksel özellikleri bir ağacı anıt yapan özelliklerin başında gelir. Ağaç yaşının

✉ <sup>a</sup> Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya

<sup>b</sup> Antalya Büyükşehir Belediyesi, Park ve Bahçeler Şube Müdürlüğü, Antalya

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): reyhanerdogan@akdeniz.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 08.02.2021, **Accepted** (Kabul tarihi): 08.08.2021



**Citation** (Atıf): Erdoğan, R., Açıkalm, E., Selim, C., 2021. Antalya anıt ağaçlarının mekân ve anlam açısından değerlendirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 22(3): 342-352.  
DOI: [10.18182/tjf.876715](https://doi.org/10.18182/tjf.876715)

hatalı tahminlerinden kaçınmak için dendrokronoloji veya bu mümkün olmadığında radyo karbon tarihlendirmesi (Karbon-14 yöntemi) gibi bilimsel yöntemler kullanılmalıdır (Bernabei, 2015). Ancak sadece fiziksel özellikleri bir ağacı anıtlılaştırmak için yeterli değildir. Anıt ağaçların, fiziksel özellikleri yanında kuşaklar arasında bağ kurabilecek uzunlukta doğal ömre de sahip olması gerekir. Bulunduğu yörenin kültüründe gerçek veya hayal, olumlu veya olumsuz, mistik veya folklorik bir öyküsü olan, tarihte kimi olaylar ile özleştirilmiş olmaları ve tarihe tanıklık etmiş olmaları da bu ağaçlara anıtsal nitelik kazandırmıştır. İşte bu nedenledir ki, anıt ağaçlar sahip oldukları bu özelliklerden dolayı her türlü önlemler alınarak mutlak koruma altına alınması, hiçbir gerekçe ile kesilmemesi, bir başka yere taşınmaması ve gelecek nesillere doğal miras olarak bırakılması gereken ağaçlardır. Anıt ağaçlar boyutsal ve kültürel özelliklerine göre tescil edilerek; boyutsal, tarihi, folklorik, mistik olmak üzere 4 gruba ayrılır (Bayar vd., 2012):

1- *Boyutsal Anıt Ağaçlar*: Yaş, boy, gövde ve tepe çapı gibi boyutsal özellikleri bakımından aynı tür içinde veya benzer yetiştirme ortamlarında alışlagelmiş ölçülerinin çok üzerindeki boyutlara ulaşmış ağaçlardır.

2- *Tarihi Anıt Ağaçlar*: Tarihi bir olaya veya şahsiyete ait geçmişe tanıklık etmiş olan ağaçlardır.

3- *Folklorik Anıt Ağaçlar*: Halk kültüründe geleneksel bir kıymeti olan, yörede yaşanan çok üzücü veya sevindirici bir olaya tanıklık ettiği için halk arasında özel yeri olan ağaçlardır.

4- *Mistik Anıt Ağaçlar*: Dini bir inanışa göre yöre halkı tarafından yüceltilmiş olan ağaçlardır. Şaman, Türk ve Orta Asya mitolojisinde ağaçlar kutsal sayılmıştır. İnsanlar tarih boyunca, ulu ağaçları tanrılaştırmış ve tapmışlardır.

## 2. Materyal ve yöntem

Alanya'dan Kaş'a kadar uzanan Antalya ili, Türkiye'nin en boylu ve sayı olarak en fazla anıt ağaçlarını barındırması açısından oldukça önemlidir.

Bu makalede yöresel olarak birbirinden çok farklı özelliklere sahip Antalya'nın farklı bölgelerini temsil eden altı yörede yer alan simgesel nitelikleri olan en önemli 12 tescilli anıt ağacı materyal olarak içermiştir (Şekil 1). Bu ağaçlar, Antalya'nın ilçeleri olan Kaş, Elmalı, Kumluca, Kemer, Korkuteli ve Akseki'deki anıt ağaçlardır.

Ağaçların mekanlar için önemini ve insan ile ağaç arasındaki derin ilişkiyi araştıran Cihanger (2013), bu ilişkiyi Yapı (Mekandaki Konumsal Dağılım), Aktivite (Aktivite tipleri-Ziyaretçilerin alana gelme nedeni ve ziyaretçi sayısı), Anlam (Mekan ve Ağaçların anlamı) olmak üzere 3 ana başlık altında toplamıştır. Bu çalışmada belirlenen anıt ağaçların kırsal alanda ve yapısal öğelerden uzakta bulunması nedeniyle yapı konusu ihmal edilerek aktivite ve anlam açısından değerlendirilmiştir. Bu kapsamda anıt ağaçlar konum, erişilebilirlik, güvenlik, donatı varlığı, görsel kalite ve çevre ile ilişki açısından değerlendirmeye alınmıştır. Değerlendirme sonucunda anıt ağaçlar için uygulamaya yönelik öneriler geliştirilmiştir.

## 3. Bulgular

Tarım ve Orman Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü tarafından tescil edilmiş 161 anıt ağacın yanında, Antalya'da anıt ağaç niteliğinde tescil edilmeyi bekleyen daha birçok ağaç mevcuttur. Çalışma kapsamında yedi tanesi Elmalı'da olmak üzere, Kemer, Kaş, Kumluca, Korkuteli ve Akseki ilçelerinden de 12 anıt ağaç incelenmiştir.



Şekil 1. Araştırma kapsamında ele alınan anıt ağaçlar (Orj., 2020)

### 3.1. Elmalı Yöresi

Antalya'nın Elmalı ilçesi anıt ağaç bakımından oldukça önemlidir. Özellikle Elmalı-Finike sınırında yer alan Elmalı'ya 55 kilometre, Antalya'ya ise 165 kilometre uzaklıktaki 1000-2000 yaşlı ağaçların yer aldığı 15.889 hektarlık Çığlıkara Ormanı, nadide ağaçların yayılış alanı olup, ülkemizdeki sedir ormanlarının da %30'una sahiptir. Halk arasında katran olarak nitelendirilen Toros sedirinin de en güzel yayılış alanı Beydağları üzerindeki Çığlıkara ve Çam Kuyuları Mevkiidir. Çığlıkara, sadece Türkiye'nin değil, tüm dünyanın en nadir sedir ormanlarından biridir. Ormanı oluşturan sedirler arasında ardıçlar da yer alır. Çığlıkara ormanında birçok ağaç 1995 yılında anıt ağaç olarak tescil edilmiştir.

Elmalı yöresinde bulunan 7 Anıt ağacın orman alanı içinde bulunması, orman bölge müdürlüğü izni dahilinde bu ağaçlar arasında bilimsel amaçlı bir anıt ağaç gezi rotası oluşturulmasını olanaklı kılmaktadır. Belli aralıklarla bilgilendirme panoları, her üç kilometrede bir mesafe belirten işaret levhaları ve anıt ağaçlar çevresinde uygun yerlerde ahşap oturma birimlerine yer verilmesi anıt ağaçların simgesel motivasyon kaynağı olarak doğa severler için farkındalık oluşturmada etkili olacağı düşünülmektedir.

#### 3.1.1. Aslan Ardıç (*Juniperus foetidissima*)

Elmalı ilçesi Tekke köyü Tekke Boğazı mevkiinde Çığlıkara Tabiatı Koruma Alanı'nda yer alan Arslan Ardıç, 21.04.1995 tarihinde tabiat anıtı ilan edilmiştir (Şekil 2) (TOB, 2020a; TOB, 2020b; Cengiz vd., 2007).

23,2 m boyunda, 3 m gövde çapında ve 9,52 m gövde çevresindeki Aslan Ardıç'ın yaşı yaklaşık 1700 olarak belirlenmiştir. M.S 395 yılına kadar Roma imparatorluğu egemenliğine, 395-1080 yılları arasında Doğu Roma (Bizans) imparatorluğu egemenliğine, 1080-1324 yılları arasında Doğu Roma imparatorluğu egemenliğine, 1324-1423 yılları arasında da Anadolu Selçuklu devleti egemenliğine tanıklık etmiş bir ağaçtır. Halk ozanı Abdal Musa'nın deyişlerinde yer almış bir ağaç olup, Alevilik kültüründe önemli bir yeri vardır. Mistik anıt ağaçlardandır (TOB, 2020a).

#### 3.1.2. Toros Sediri (*Cedrus libani*)

Elmalı İlçesinde, 1995 yılında anıt ağaç ilan edilen ve Toros Sediri olarak da bilinen 1500 yıllık bu ağaç, Çığlıkara Tabiatı Koruma alanında yer alır. Kerestesinin yumuşaklığı, eşsiz kokusu ve dayanıklılığı ile kıymetli bir ağaçtır. 25 metre boyunda olan anıt ağaç, 262 santimetre çap ve 8 metre 23 santimetre çevre genişliğine sahip ve boyutsal anıt ağaçtır (KTB, 2020).

#### 3.1.3. Koca Sedir (*Cedrus libani*)

Elmalı ilçesi Göltarla köyü, Ekizler, Alıçalı mevkiinde Elmalı Sedir Araştırma Ormanı'nda yer alan Koca Sedir'in 2010 yılında 898 yaşında olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). 32,5 m boyunda, 2,29 m gövde çapında ve 7,19 m gövde çevresinde olan Koca Sedir, 16.09.2002 tarihinde tabiat anıtı ilan edilmiştir. Milattan önceki çağlarda büyük medeniyetlere sahne olmuş, saray, mabet ve lüks yapıların inşasında kullanılmıştır. Gerek katranı gerekse odunu eski Mısır mumyacılığında kullanılmış bir ağaç türüdür. Koca Sedir, Anadolu Selçuklu Devleti ve Osmanlı

imparatorluğunun tamamına tanık olmuş, 1927-1936 yılları arasında müteahhitlik kesiminde beğenilmeyip bırakılarak günümüze kalmış bir tarihi anıt ağaçtır (TOB, 2020a).

#### 3.1.4. Şah Ardıç (*Juniperus foetidissima*)

Elmalı İlçesi, Göltarla köyü, Işıkbeli mevkiinde Elmalı Sedir Araştırma Ormanı'nda yer alan Şah Ardıç 21.02.1995 tarihinde tabiat anıtı ilan edilmiştir (Şekil 4) (TOB, 2020a; TOB, 2020b; Cengiz vd., 2007).

22,8 m boyunda, 2,42 m gövde çapında, 7,46 m gövde çevresindeki Şah Ardıç, Anadolu Selçuklu devletinin son dönemi ile Osmanlı imparatorluğunun tamamına tanıklık etmiş bir ağaçtır. Elmalı dağlarına güzel kokmayı öğrettiği için halk arasında "Kokulu Ardıç" denmektedir. Tahmini yaşı o zaman 989 olarak belirlenmiştir. Folklorik anıt ağaçtır (TOB, 2020a).



Şekil 2. Antalya ili Elmalı ilçesinde bulunan Aslan Ardıç (Foto: Ümit Durak)



Şekil 4. Antalya ili Elmalı ilçesinde bulunan Şah Ardıç (Kokulu Ardıç) (Foto: Ümit Durak)



Şekil 3. Antalya ili Elmalı ilçesinde bulunan Koca Sedir (Foto: Tarım ve Orman Bakanlığı Milli Parklar Antalya Şube Müdürlüğü Arşivi)

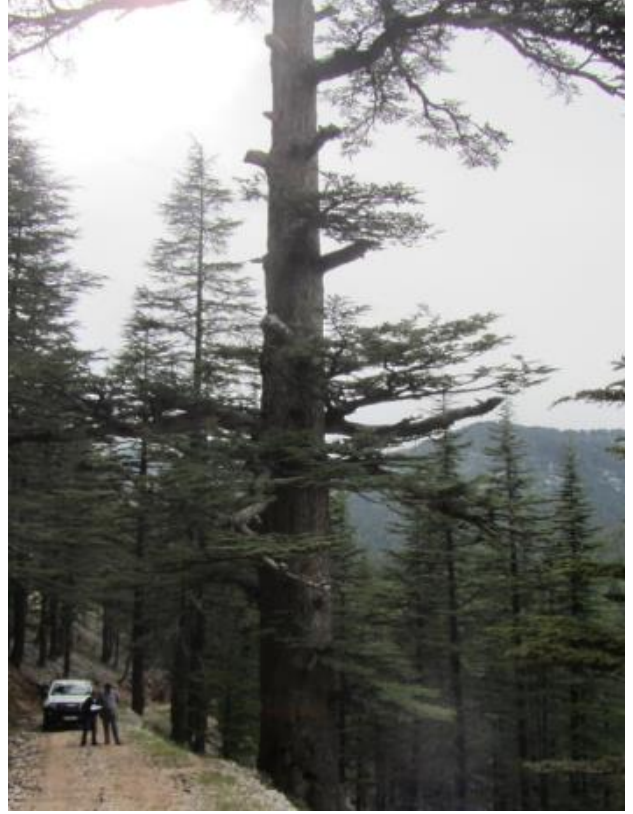
### 3.1.5. Koç Sedir (*Cedrus libani*)

Elmalı ilçesi Kızılağaç köyü Tavşanalanı mevkiinde Çığlıkara Tabiatı Koruma Alanı'nda olup bilimsel araştırmalar için kullanılan Koç Sedir 21.02.1995 tarihinde tabiat anıtı ilan edilmiştir (Şekil 5) (TOB, 2020a; TOB, 2020b; Cengiz vd., 2007).

Tahmini yaşı 680, gövde çapı 2, uzunluğu ise 38 metredir. Anadolu Selçuklu Devleti son bulduktan sonra bir müddet Teke Beyliğine ve 1423 yılından sonra da Osmanlı imparatorluğuna tanıklık etmiş bir ağaçtır. İslam ve birçok dini inanaşa göre kutsal kabul edilmiştir. Mistik anıt ağaçtır (TOB, 2020a).



Şekil 5. Antalya ili Elmalı ilçesinde bulunan Koç Sedir (Ümit Durak)



Şekil 6. Antalya ili Elmalı ilçesinde bulunan Karamık Köyü Sediri (Katil Sedir) (Ümit Durak)

### 3.1.6. Karamık Köyü Sediri (*Cedrus libani*) (Katil Sedir)

Elmalı ilçesi Karamık Köyü, Oluk Köprü, Suluçukur mevkiinde Çıtlıkara Tabiatı Koruma Alanı'nda olup, 21.04.1995 tarihinde tabiat anıtı ilan edilmiştir (Şekil 6) (TOB, 2020a; TOB, 2020b; Cengiz vd., 2007).

Tahmini yaşı 672'dir. 26,5 m boyunda, 1,75 m gövde çapında, 5,5 m gövde çevresindeki bu ağaç 1352-1423 yılları arasında Teke beyliğine, 1423-1920 yılları arasında Osmanlı imparatorluğuna tanıklık etmiştir. Ağacın gövdesinde bulunan balı almak için çıkan iki kişi ağaçtan düşerek öldüğü için ağacın yöredeki adı "Katil Sedir" dir. Folklorik anıt ağaçtır. Ağacın bulunduğu bölge tabiatı koruma alanı olup bilimsel araştırmalar için kullanılmaktadır (TOB, 2020a).

### 3.1.7. Koca Katran (*Cedrus Libani*)

Elmalı ilçesi Doğantaş köyü, Bölükkatran mevkiinde Çıtlıkara Tabiatı Koruma Alanı içerisinde yer alan Koca Katran 21.02.1995 tarihinde tabiat anıtı ilan edilmiştir (Şekil 7) (TOB, 2020a; TOB, 2020b; Cengiz vd., 2007).

Boyu 32,3 m, gövde çapı 2,53, gövde çevresi ise 7,97 m olarak belirlenmiştir. 1302-1324 yılları arasında Doğu Roma (Bizans) imparatorluğu egemenliğine, 1324-1423 yıllarında Teke beyliği egemenliğine, 1423-1920 Osmanlı imparatorluğu egemenliğine tanıklık etmiştir. İslam dini ve birçok dini inanışta kutsal kabul edilmiş bir ağaçtır. Mistik anıt ağaçtır. Ağacın bulunduğu bölge tabiatı koruma alanı olup bilimsel araştırmalar için kullanılmaktadır (TOB, 2020a).



Şekil 7. Antalya ili Elmalı ilçesinde bulunan Koca Katran (Lübnan Sediri) (Ümit Durak)

### 3.2. Kaş Yöresi

Antalya'nın batısında, Akdeniz kıyısında turistik bir ilçedir. Kıyı uzunluğu 90 km.'dir. Toros dağlarının eteğinde, tarihi ve kültürüyle her yıl binlerce turist ağırlar.

#### 3.2.1. Kızılağaç Köyü Lübnan Sediri (*Cedrus libani*)

Kaş İlçesi, Kızılağaç köyü, Gedik Çukuru mevkiinde, 21.02.1995 tarihinde tescil edilmiştir. 1500 yaşında olduğu tahmin edilmektedir (Cengiz vd., 2007). 26 metre boyunda, 2.45 metre gövde ve 7.69 metre taç genişliğine sahiptir (Acar, 2015). Oldukça sık bir orman dokusu içinde yer alan anıt ağaç, bulunduğu mekan itibarıyla benzersiz bir etkiye sahiptir. Bazı yazarlara göre bu tarz bir orman, insanın, onun aracılığıyla, kendisini tanımaya ve çözümlemesine imkân veren metaforlarla yüklü simgesel bir yapıya sahiptir. Tüm bunların yanında orman, bazı Gerçeküstücü sanatçılar için bir nevi, uygarlıkla hesaplaşmanın metaforu olmuştur. Orman bilinçdışını harekete geçiren öğelerle kaplı, düşlere açık, gizemli ve büyümlü bir alanı temsil etmektedir. Bu özelliğiyle Kaş'ın büyümlü deniz, kum, güneş ve vazgeçilmez coğrafik güzelliklerine bir alternatif olarak, bu mekan oldukça ayrıcalıklıdır. Hiçbir mekânsal organizasyona izin vermez.

Eski çağlarda devletlerin zenginliğini ve gücünü sedir ağaçları ile kaplı ormanlardan olduğu söylenegelir. Gençlikte piramidal bir tepeye sahip olan Lübnan sedirinin tepesi, yaşlandıkça şemsiye gibi bir hal alır. Ağaç yaşlandıkça boyuna çatlaklı, pullu bir yapıya, rengi de siyahımtırak kül rengine döner. Halk arasında siyah renkli zifte benzeyen reçinesinden dolayı "katran ağacı" olarak isimlendirilir. Görünümü ise heybetlidir. Bir tarih abidesi olarak adlandırılan Kızılağaç Köyü Lübnan Sediri tarihi anıt ağaçtır.

### 3.3. Kumluca Yöresi

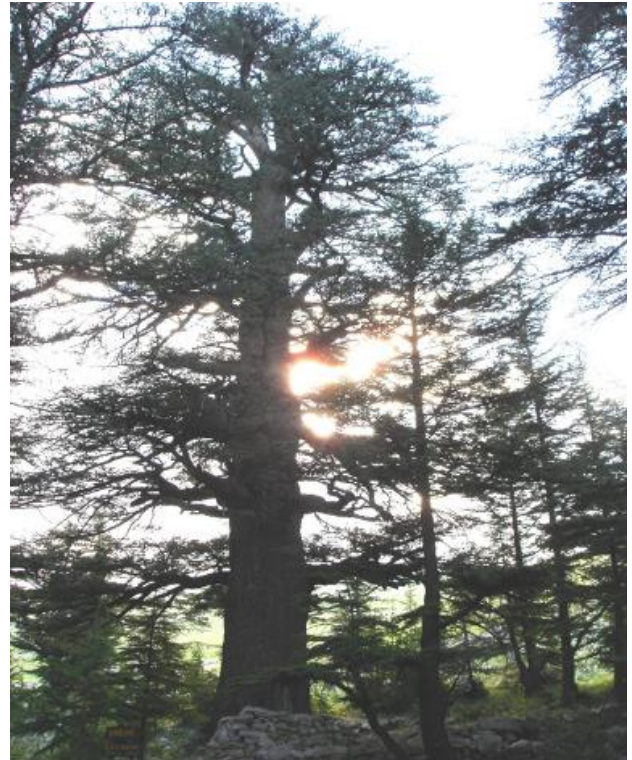
İlçede; Olympos, Corydella, Rhodiapolis, İdebessiois, Gagae gibi önemli antik kentler bulunmaktadır. Özellikle, Olympos çok fazla yerli ve yabancı turist tarafından ziyaret edilmektedir. İlçenin sahil şeridi 30 km.'dir. Bu sahil şeridinde Çavuşköy Kasabası'ndaki Adrasan koyu ile

Olympos koyu; otel, motel, pansiyon ve restoranları ile yerli ve yabancı turistlere hizmet vermektedir.

#### 3.3.1. Ambar Katran (*Cedrus libani*)

Antalya'nın Kumluca İlçesi Dibek Tabiatı Koruma Alanı'nda bulunan "Ambar Katran" ya da "Dibek Sedir" olarak adlandırılan sedir ağacı, 2326 yaşında, 25 m boyunda ve 2.62 m gövde çapında Türkiye'nin ve dünyanın en yaşlı sedir ağacıdır (Şekil 8) (Kantarıcı, 1984). Tarihi anıt ağaçtır. 13.09.2002 tarihinde tabiat anıtı ilan edilmiştir (TOB, 2020a).

Ambar Katran'ın bulunduğu yer bir kuru dere vadisinin başlangıcıdır. Arazi çok eğimli olduğu için ağacın dibinde alt ve üst kısmı arasında 110 cm'lik bir yükseklik farkı vardır. Ağaç çevresinde teraslama yapılarak düzlük alanlar oluşturulabilir. Mekanı tanımlayıcı doğal sınır elemanlarıyla ağaçla fiziksel iletişimi kolaylaştıracak düzenlemeler yapılabilir.



Şekil 8. Antalya ili Kumluca ilçesinde bulunan Ambar Katran (Dibek Sedir) (Ümit Durak)

### 3.4. Kemer Yöresi



Antalya'nın batısında Akdeniz kıyısındaki turistik ilçelerden biri olan Kemer yerli ve yabancı turistler için deniz, kum ve güneş tatili için tercih edilen bir yöredir. Bu anlamda Kemer'in kırsalında yer alan anıt ağaç yakınında bulunan tarihi doku ile birlikte turistin ilgisini doğa ve kültüre çekme açısından oldukça önemlidir.

#### 3.4.1. Gedelme Çınarı (*Platanus orientalis*)

İlçe merkezine 13 kilometre uzaklıktaki Kuzdere Köyü, 600 rakımlı Gedelme Yaylası'nda 06.05.2003 tarihinde tescil edilmiştir (Şekil 9) (TOB, 2020a; TOB, 2020b; Cengiz vd., 2007). 2700 yaşında olduğu tahmin edilen dev çınar ağacı, yakınındaki Bizans kalesi'nden daha eski tarihe tanıklık etmiş bir ağaç olarak 28 metrelik boyu, 4.54 metrelik gövde çapı ve 14.26 metrelik tacı ile görülenlerde hayret uyandırmaktadır.

Ağaç bilgilendirme panosunda Çınar ağacının edebiyattaki simgesel değerine vurgu yapan "Divan, halk, tasavvuf ve çağdaş şiirde adı en sık geçen ağaçlardan biridir çınar. Yapraklarını en geç döken ağaç olması, yapraklarının açılmış bir ele benzemesi, kabuklarının çok ve çabuk soyulması, gövdesinin iri ve diğer ağaçlardan uzun ömürlü olması nedenleriyle edebiyata sık sık konu edilerek çeşitli anlamlar çıkarılmasına yol açmıştır.

Gövdesinin ıslak yapıya sahip olması nedeniyle şimşekleri üzerine çekmesi onun kendi kendine yandığı gibi bir inanca sebebiyet verir. "Yaşlı çınarlar içten çürüyerek dökülür. Son vakte doğru iyice kararır ve yanmış gibi gözüktür." Benzeri anlatımlar ve "Bir çınar gördük: Enli, boylu, vakur /Bir ağaç; hiç eğilmemiş, mağrur /Koca bir gövde; belki altı asır, /Belki ondan da fazla, dalgın, ağır" benzeri bir şiirle taçlandırılması ağacın önemini ve akılda yer etmesini sağlayacak bir unsur olarak yararlı olacaktır. Halk edebiyatımızın yabancı turistlere tanıtılması açısından bu tür yaklaşımlar önemlidir.

Ağacın bulunduğu kırsal alanda, doğal ortama zarar vermeyecek nitelikte otopark, ahşap oturma birimleri, köye katkısı olacak hediyelik eşya, yerel ürün satış yeri gibi mekânsal düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır.

#### 3.5. Akseki İbradı Yöresi

Deniz seviyesinden bin metre yüksekte olan İbradı, Antalya'ya 170 kilometre uzakta bir ilçedir. İlçenin yıkılmaya yüz tutmuş yöreye özgü tarihi düğmeli evleri restore ederek turizme kazandırılmıştır. Her yıl binlerce turist İbradı'nın doğal ve kültürel güzelliklerini görmek için ziyaret etmektedir.

##### 3.5.1. Arapastı Kestanesi

Antalya Akseki/İbradı'da 19 m boyunda, 13 m çevresi olan ağacın 1000-1100 yaşında olduğu tahmin edilmektedir (Şekil 10) (ÇŞB, 2020).

Bu ünlü kestane ağacının adını yaşanmış bir öyküden aldığı bilinmektedir. İbradı, tarihi boyunca çok büyük yangınlar geçirmiştir. Bu yangınların en önemlilerinden biri, Osmanlı İmparatorluğu'nda da büyük yankı uyandıran 1861 yangınıdır. Bu yangın, Arap köle Zeynep'in, efendisi Mustafa Efendi'nin konağını ateşe vermesiyle başlamış ve İbradı'nın büyük bölümüne yayılarak yanmasına neden olmuştur. Suçlu bulunan Zeynep ise, idam cezasına

çarptırılarak bu ağaçta asılmıştır. O günden sonra bu kestane ağacına "Arapastı" adı verilmiştir. Folklorik bir anıt ağaçtır. İlçe merkezine çok yakın kırsal çevredeki ağacın çevresinde ahşap oturma birimleri, bilgilendirme panosu gibi mekânsal düzenlemeler yapılabilir. Ayrıca hediyelik eşya ve geleneksel ürünlerin satıldığı, düğmeli evlere uygun bir satış yeri yapılabilir.



Şekil 9. Antalya ili Kemer ilçesinde bulunan Gedelme Çınarı (Ümit Durak)



Şekil 10. Antalya ili Akseki/İbradı'da bulunan Arap Astı Kestanesi (Ümit Durak)

### 3.6. Korkuteli Yöresi

Osmanlı şehzadesi Sultan Korkut'un eğitim gördüğü ve lalaliğini burada yaptığı Korkuteli, deniz seviyesinden 1020 metre yüksekte, daha çok karasal iklime sahip bir ilçedir. Halkın genellikle uğraşı alanı tarım, meyvecilik, hayvancılık ve arıcılık ile orman işçiliğidir. Bölgede son yıllarda yaygınlaşan kültür mantarı üretimi de ilçe ekonomisine büyük katkılar sağlamaktadır.

#### 3.6.1. Doğu Çınarı (*Platanus orientalis*)

Antalya-Korkuteli ilçesinde 3 adet *Platanus orientalis* türüne ait boyutsal anıt ağaç vardır. İlki 1001 yaşında, 70 cm gövde çapı, 8 m tepe çapına sahip ve 20 metre boyundadır. İkincisi 950 yaşında 80 cm gövde çapı, 7 metre tepe tacı, 19 metre boyunda ve üçüncüsü 700 yaşında 170 cm gövde çapı, 7 m tepe çapı ve yaklaşık 20 m boyundadır (Şekil 11) (ÇŞB, 2020). Ağaçlar kent merkezindedir.

Yol kenarında beton, asfalt gibi geçirimsiz malzeme ile çevrili bu ağaçların kök boğazı çevreleri geçirimsiz malzemelerden arındırıldıktan sonra, gübre ile zenginleştirilmiş toprak harçla doldurularak ağaç sağlığı iyileştirilmelidir. 700 yaşındaki Doğu Çınarının Alâeddin Keykubat Caddesi üzerinde orta refüjde yer alması dikkat çekicidir. Cadde üzerindeki konumundan dolayı yakında yer alan okuldaki orta öğretim öğrencileri için eğitim öğretim faaliyetlerinde farkındalık oluşturma amaçlı kullanımında anıt ağacın konumu tehlike oluşturabilir. Bu nedenle ağaç ile ilgili bilgileri daha güvenli bir şekilde karşı yolun kenarında yaya kaldırımında da konumlandırmak yararlı olacaktır. Olanak dahilinde araç yolunu ağaçtan uzak bir şekilde planlayıp ağaç çevresinde bir yaya mekanı düzenlemek de mümkün olabilir.

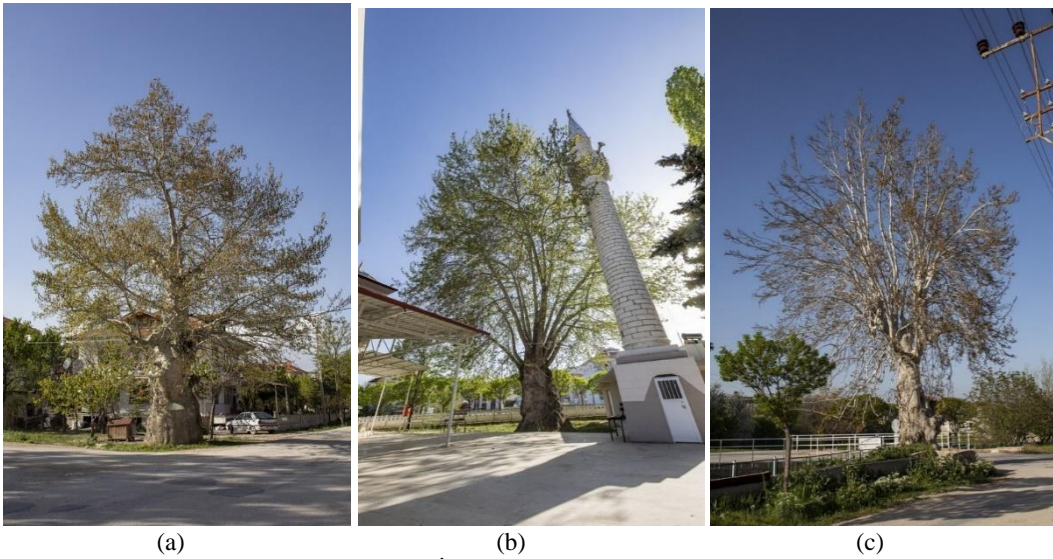
Ağaçlara dikkat çekmek için ağaç için hazırlanacak panoda çınarın mitolojik hikayesine yer verilebilir. Bu hikaye şöyledir: "Yunan ve Roma mitolojisindeki efsaneye göre Baukis ve Philemon, Frigya dolaylarındaki bir kentte yaşayan

yoksul ve yaşlı bir çifttir. Bir gün Tanrı Zeus ve oğlu Hermes, Olympos dağından inerek insan kılığına bürünür ve halkın arasına karışırlar. Kimi kaynaklara göre bugünkü Bergama, kimine göre ise Kapadokya civarına gelen iki tanrı burada gördüklerinden hiç hoşlanmadıkları gibi, kalacak yer istedikleri hiçbir ev sahibi tarafından da misafir olarak kabul edilmezler. Sinirlenen tanrılar, en son şanslarını Baukis ve Philemon'un kapısını çalarak dener. Basit bir kulübede yaşayan yaşlı çift iki adamı kabul eder ve tüm yoksulluklarına rağmen son derece cömert davranırlar. Misafirlerine şarap ve yemek ikram eden Baukis, bir an farkeder ki, görünmez bir bereket sayesinde iki adam yiyip içtikçe sofradan hiçbir şey eksilmeyordu! O an yaşlı çift iki adamın tanrı olduğunu anlar ve herhangi bir hata yaptılarsa kendilerini bağışlamalarını isterler. Zeus buna gerek olmadığını, evlerini onlarla beraber terk etmelerini söyler. Çünkü konukseverlik göstermeyen herkesi ve kasabayı yok edecektir. Bunun üzerine Tanrılarla beraber dağın zirvesine çıkan yaşlı çift, kasabanın sular altında kaldığını görür; fakat kendi kaldıkları kulübe, artık gösterişli bir tapınağa dönüşmüştür. Zeus yaşlı çifte bir şey isteyip istemediklerini sorar. Yaşamdan pek bir beklentisi olmayan karı-koca, tapınağın bekçisi olmayı ve en önemlisi birbirlerinden hiç ayrılmamayı, vakti geldiğinde beraber ölmek istediklerini söyler. Zeus bu isteği yerine getirecektir. Ölüm vakti geldiğinde birbirini çok seven bu yaşlı karı koca, iç içe geçen iki farklı ağaca dönüşür. Derler ki; onlar artık aynı gövdede birleşen çınar ve ıhlamur ağacı olmuştur." (Zimba, 2021).

Bu hikayeler bir yandan hikayeleri sevenlere ağaç ve doğa sevgisi aşılarken, diğer yandan ağaç ve doğa severlere mitoloji ve edebiyata ilgiyi oluşturabilecektir.

#### 3.7. Anıt ağaçların mekansal özellikleri

Anıt ağaçların mekansal özellikleri değerlendirildiğinde yukarıda her ağaç özelinde ele alındığımız konulara ek olarak bütüncül bir özet değerlendirme yapılarak Çizelge 1'de sunulmuştur.



Şekil 11. Korkuteli İlçesi'ndeki anıt ağaçlar (ÇŞB, 2020).

Çizelge 1. Antalya ilinde çalışma kapsamında ele alınan anıt ağaçların mekânsal özellikleri

Anıt Ağaç	Konum	Erişilebilirlik	Güvenlik	Donatı varlığı	Görsel kalite	Çevre ile ilişki
Aslan Ardıç	Çığlıkara *TKA	Rehber eşliğinde	Güvenli	Tabela	Çok iyi	Orman
Toros Sediri	Çığlıkara TKA	Rehber eşliğinde	Güvenli	Tabela	Çok iyi	Orman
Koca Sedir	Elmalı **SAO	Bireysel erişime uygun	Güvenli	Tabela	Çok iyi	Orman
Şah Ardıç	Elmalı SAO	Bireysel erişime uygun	Güvenli	Tabela	Çok iyi	Orman
Koç Sedir	Çığlıkara TKA	Rehber eşliğinde	Güvenli	Tabela	Çok iyi	Orman
Katil Sedir	Çığlıkara TKA	Rehber eşliğinde	Güvenli	Tabela	Çok iyi	Orman
Koca Katran	Çığlıkara TKA	Rehber eşliğinde	Güvenli	Tabela	Çok iyi	Orman
Lübnan Sediri	Kızılağaç- Gedik Çukuru	Bireysel erişime uygun	Güvenli	Tabela	Çok iyi	Orman
Ambar Katran	Dibek TKA	Rehber eşliğinde	Güvenli	Tabela	Çok iyi	Orman
Gedeme Çınarı	Gedeme Yaylası	Bireysel erişime uygun	Güvenli	Tabela	Çok iyi	Kırsal
Arapastı Kestanesi	İbradı ilçe merkezi	Bireysel erişime uygun	Güvenli	Tabela	İyi	Kırsal
Doğu Çınarı 1	Korkuteli Alladdin Keykubat Caddesi	Bireysel erişime uygun	Araç trafiği	Yok	Orta	Orta refüj
Doğu Çınarı 2	Korkuteli merkez	Bireysel erişime uygun	Güvenli	Pergola, bank	Orta	Cami bahçesi
Doğu Çınarı 3	Korkuteli merkez	Bireysel erişime uygun	Araç trafiği	Yok	Orta	Yol kenarı

\*TKA: Tabiatı Koruma Alanı, \*\*SAO: Sedir Araştırma Ormanı

#### 4. Sonuç ve öneriler

Toplumun ortak mirası olup geçmişle günümüz arasında bağ kuran anıt ağaçların korunabilmesi, bunların ancak topluma mal edilmesiyle mümkündür. Bu bağlamda anıt ağaçların tespit ve tescilli önemlidir. Anıt ağaç tespit ve tescil işlerinde çalışılmak üzere, ilgili birimlerde görevlendirilecek kişiler, bu konunun uzmanı (bu konuda lisans üstü eğitim almış) orman mühendisleri, ziraat mühendisleri, peyzaj mimarları veya biyologlar arasından seçilmelidir (Genç ve Güner, 2001).

Anıt ağaçların sağlıklı ortam koşullarının sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Ortam değişiklikleri ve kötüleşen zemin koşulları, komşu ağaçların yarattığı olumsuzluklar, ziyaretçi etkileri gibi baskılara maruz kalan ağaçlarda koruma ve doğru bakım kararlarının belirlenmesi büyük önem taşır. Bu gibi durumlarda bir ağacın iyi bir performans göstermesi; baskıların toplam şiddeti, tür, yaş ve baskı altında yaşama direnci gibi faktörlere bağlıdır.

Anıt ağaçların arborikültürel ilkeler temelinde tek ağaç bakımlarına önem verilmesi gerekir. Bu kapsamda budama, seyreltme ve ağaç cerrahisi çalışmaları ön plana çıkmaktadır. Söz konusu ağaçlarda uygulanacak budamaların genel prensipleri şu şekilde açıklanabilir: Budamalarda; kuru ana dalların uzaklaştırılması, mekanik direnci azalmış olan ana dal ve dalların uzaklaştırılması, kısaltılması ya da yükünün azaltılması, tepe tacından ayrı gelişmiş ana dalların uzaklaştırılması, tepe tacının ve dalsız gövde kitlesinin biçimlenmesi ve görsel bir bütünlük sağlanmasına dönük dengeleme budamaları, ana dallar üzerinde de; kuru, sıkışık, anormal gelişim gösteren, ana dalların direncini azaltan ve tepe tacının simetrisini bozan dalların uzaklaştırılması temel teknik prensipler kabul edilmelidir (Dirik, 2014; Dirik vd., 2014).

Budamalar, dallar arasındaki ilişkilerin ve gelişme kusurlarının daha net görülebileceği yaprakların dökülmüş olduğu dönemlerde yapılmalıdır. Budama uygulamalarından sonra yara yüzeylerinin yara macunları ile kapatılması ve kallus gelişimine göre bu uygulamanın 6 ayda bir tekrar edilmesi çürükçül mantar ataklarının önlenmesi bakımından

ihmal edilmemelidir. Budamalar esnasında ayrıca söz konusu ağaçları sıkıştıran ve gelişimini zorlaştıran yakın konumlu diğer ağaçlarda taç küçültme ve kısaltma budamalarına başvurulmalıdır.

Anıt ağaçları gelecek nesillere aktarmak için bugün onları tespiti ve korunması oldukça önemlidir. Antalya'da olduğu gibi birçok ilimizde tescilli olmadığı için anıt ağaç niteliği kazanmamış, varlığından habersiz olduğumuz anıt ağaçlarımız vardır. Bu nedenle bu ağaçlar için gereken bakım-koruma tedbirleri alınmamaktadır. Bu konu daha fazla önemsenmeli ve anıt ağaç niteliğindeki türler 24 Ekim 2020 tarih ve 31284 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın "Tabiat Varlıklarını Koruma Merkez Komisyonunun, Tabiat Varlığı Olarak Belirlenecek Anıt Ağaçların Tespitine İlişkin İlke Kararı (No: 110)" dikkate alınarak kayıt altına alınmalıdır.

Anıt ağaçların önüne yerleştirilen tabelalarda ağacın adı, ağaç hakkında bilgi ve QR kodu verilerek ağaç hakkında bilgilendirme oldukça yararlı bir teknik olarak kullanılmaktadır. QR kodu akıllı telefon, tablet gibi araçlarla okutulduğunda yazılı ya da sesli olarak ağacın dilinden yaşı, türü, ana vatanı, yaprak ve kök özellikleri ve hikâyesi hakkında bilgilere ulaşılabilir.

Büyüleyici etkileriyle anıt ağaçlar, yetişkinlerde olduğundan daha fazla çocuk ve gençlerde doğa ve ağaç sevgisini artırmak için oneli kaynaklar niteliğindedir. Antalya'da kırsal alanda bulunan bu anıt ağaçlara düzenlenecek bilimsel nitelikli geziler öğrenciler için oldukça yararlı olabilir. Bu ağaçların çevresinde yapılacak doğa ile uyumlu mekânsal düzenlemeler ile ağaçların aktivitelerden olumsuz etkilenmesi önlenirken, çevrede konumlandırılacak bilgilendirme panoları, uzmanlar tarafından oluşturulmuş doğru istikametteki patikalar anıt ağaçların sosyo-kültürel anlamda topluma ve eğitime olan katkısını sağlamak için birer araç olabilir. Mekansal organizasyonu kırsal etki ile bütünlük bir şekilde tasarlamak, mekanın kullanıcı üzerindeki olumlu etkisini artıracak, doğayla uyumu insan ölçeğinde mümkün kılacaktır. Bu anlamda fikir oluşturabilecek örnek uygulamalar Şekil 12 (a, b, c, d, e, f)'de sunulmuştur.



(a) (Kaynak: Miguel, 2021)



(b) (Kaynak: Dreamstime, 2021)



(c) (Kaynak: Bogush, 2021)



(d) (Kaynak: Pxhere, 2021)



(e) (Kaynak: Pixers, 2021)



(f) (Kaynak: Chadwick, 2008)

Şekil 11. Anıt ağaçlar çevresinde tasarlanabilecek oturma alanları (a, b ve c), patikalar (d) ve bilgilendirme panolarına (e ve f) örnekler

#### Kaynaklar

- Acar, İ., 2015. Kızılağaç'ta bir doğa anıtı: Lübnan sediri, Antalya Kültür ve Turizm Dergisi, Yıl:5 Sayı:29, s.96
- Asan, Ü., 1991. Doğal ve Kültürel Miraslarımızdan Anıt Ağaç ve Ormanlarımız. Yeşile Çerçeve, 6: 22-24.
- Asan, Ü., 1993. Mistik ve Folklorik Yönüyle Anıt Ağaçlarımız. Yeşile Çerçeve, 23: 13-15.
- Asan, Ü., 2010. İstanbul'un Doğal Mirası Anıt Ağaçlar, İBB. Kültür Yayınları, İstanbul.
- Albian, N., Berwick, C., 2004. Forêt et religion au Japon: d'une vision singulière de l'arbre à une gestion particulière de la forêt. Revue Forestière Française. 56(6): 563-572.
- Bayar, E., Türker, H., Genç, M., 2012. Gölhisar-Burdur Anıt Ağaçları: Göller Bölgesi Anıt Ağaç Varlığına Yeni İlaveler. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 14(22): 83-95.
- Baytop, A., 2003. Türkiye'de Botanik Tarihi Araştırmaları. Çetin Matbaacılık, İstanbul.
- Bogush, A., 2021. Ahşap oturma bankı örneği, garden bench in rural landscape, [https://www.123rf.com/photo\\_14879747\\_garden-bench-in-rural-landscape.html](https://www.123rf.com/photo_14879747_garden-bench-in-rural-landscape.html)
- Bernabei, M., 2015. The age of the olive trees in the Garden of Gethsemane. Journal of Archaeological Science, 53: 43-48.
- Chadwick, P. L., 2008. Information Board, Eymore Wood / CC BY-SA 2.0, Ahşap bilgilendirme panosu örneği.
- Cihanger, D., 2013. Trees In The Urban Context: A Study On The Relationship Between Meaning and Design. Master Thesis, The Graduate School Of Natural and Applied Sciences Of Middle East Technical University, Ankara.
- Cengiz, Y., Başaran, M.A., Işık, K. 2007. 20. Yüzyılda Antalya'da Ormanlar, Ormanlık ve Korunan Alanlar. 20. Yüzyılda Antalya Sempozyumu, 22-24 Kasım 2007, Antalya, s. 550-609.
- Crews, J., 2003. Le symbolisme de la forêt et des arbres dans le folklore. Perception des forêts. Unasylya, 213(54): 37- 43.
- ÇŞB, 2020. Anıt Ağaçlar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, <https://www.anitagaclar.gov.tr>, Erişim: 07.01.2021.

- Dreamstime, 2021 Ahşap oturma bankı örneği. ID: 166103572. <https://www.dreamstime.com/image-green-farm-landscape-olive-tree-handmade-wooden-table-benches-image166103572>, Erişim: 27.08.2021.
- Garcia, C., Pascal, J-P., Kusgalappa, C.G., 2006. Les forêts sacrées du Kodagu en Inde: Écologie et religion. Bois et Forêts des Tropiques, 288: 5-13.
- Genç, M., Güner, Ş.T., 2001. Anıt Ağaç Envanteri ve Seçimi İçin Yeni Bir Yöntem. I. Ulusal Ormanlık Kongresi Bildiriler Kitabı, 19-20 Mart 2001, Ankara, 234-251.
- Dirik, H., Erdoğan, R., Altınçekiç, H.S., Altınçekiç, S., 2014. Kent Ağaçlarının İşlevleri, Koruma Önemi ve Değer Belirleme Yaklaşımları. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 15(2): 161-174.
- Dirik, H., 2014. Arborikültür (Kentsel Ağaç Kültürü), İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No:5200, Orman Fakültesi Yayın No:509, İstanbul, s.566.
- Kantarci, D., 1984. Türkiye'de En Yaşlı Sedir Ağacı -Ambar Katran, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Cilt, 34, Sayı:2, s.49-58
- KTB, 2020. Antalya İl Kültür Turizm Müdürlüğü, Kültür ve Turizm Bakanlığı <https://antalya.ktb.gov.tr/TR-67914/dogalguzellikleri.html>, Erişim: 10.01.2021.
- Miguel, D., 2021. 40+ Extraordinary Outdoor Bench Projects, DIY Projects.<https://i.pinimg.com/originals/dd/d5/f6/ddd5f64931f9d93a5b0ad999fcfd62a.jpg>, Erişim: 27.08.2021.
- Musselman, L.J., 2003. Les arbres dans le Coran et la Bible. Perception des forêts Unasylya, 213(54): 45-52.
- Pardo, C., 2005. Du rural à l'urbain. Intégrations, usages et gestions de l'arbre dans les paysages de la méditerranée nord-occidentale. Thèse présentée à l'Université Paul Valéry - Montpellier III Arts et Lettres, Langues et Sciences Humaines et Sociales UFR III. Département de Géographie et d'Aménagement pour obtenir le grade de docteur spécialité: Géographie, Soutenue le: Décembre 2005., 606 p.
- Pixers, 2021. Ahşap bilgilendirme panosu örneği, <https://pixers.pl/plakaty/drewniana-tablica-informacyjna-36976401>, Erişim: 27.08.2021.

- Pxhere, 2021. Yürüyüş patikası, örneği, <https://pxhere.com/es/photo/165725>, Erişim: 27.08.2021.
- Sène, E.H., 2003. Arbres, forêts, croyances et religions en Afrique de l'Ouest Sahélienne. Perceptions des forêts. *Unasyva* 54(213):44
- Swamy., P.S., Kumar, M., Sundarapandian, S.M., 2003. Spirtualité et écologie des bois sacrés au Tamil Nadu, Inde. Perception des forêts. *Unasyva*, 54(213): 53-58.
- TOB, 2020a. Antalya Milli Parklar Şube Müdürlüğü Arşiv Kayıtları, Tarım ve Orman Bakanlığı, Antalya.
- TOB, 2020b. İstatistikler, Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara, <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler/dkm-p/resmiistatistikler/korunanalanistatistikleri/2017/istatistikitablar/tabiataniti.xls>, Erişim: 05.01.2021.
- Tez, Z., 2008. Biyolojinin Kültürel Tarihi. Doruk Yayınları ISBN: 978-975-553-487-9, İstanbul.
- Zimba, A., 2021. <https://www.haberler.com/cinar-agaci-ozellikleri-neler-cinar-yapragi-12717780-haberi/>. Erişim: 10.01.2021.

## Instructions for authors

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Yazar rehberi

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Appendix 1. References

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

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

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

### *Periyodik dergilerde makale / Article in periodical journals*

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

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

### *Kitap / Book*

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

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

### *Kitapta bölüm / Reference to a chapter in an edited book*

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

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

### *Tez / Thesis and dissertation*

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

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

### *Konferans bildirisi / Conference proceedings*

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

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

### *Elektronik kaynak / Electronic reference*

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

OGM, 2009. Ormancılık istatistikleri 2009. Resmi istatistik programı kapsamındaki ormancılık istatistikleri, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, [http://web.ogm.gov.tr/Dkmanlar/istatistikler/ormancilik\\_ist\\_2009.pdf](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.



