



ISPARTA  
UYGULAMALI BİLİMLER  
ÜNİVERSİTESİ

e-ISSN: 2149-3898

# TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ



ISPARTA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Year:  
Yıl: **2019**

Volume:  
Cilt: **20**

Issue:  
Sayı: **1**

# TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

(TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ)

e-ISSN: 2149-3898

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

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

Year/Yıl: 2019, Volume/Cilt: 20, Issue/Sayı: 1

## Editorial board / Dergi yayın kurulu

### Editor-in-chief / Baş editör

Nevzat Gürlevik

### Editors / Editörler

A. Alper Babalık  
Esra Bayar  
H. Oğuz Çoban  
İ. Emrah Dönmez  
Mehmet Korkmaz  
Oğuzhan Sarıkaya  
Tuğba Yılmaz Aydın  
Yılmaz Çatal

### Layout editor / Dizgi editörü

Süleyman Uysal

### Publisher / Yayıncı kuruluş

Isparta University of Applied Sciences  
Faculty of Forestry – Isparta

### Contact / İletişim

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi  
Orman Fakültesi, 32260, Isparta  
Phone : +90 246 211 3941  
Fax : +90 246 211 3948  
Web : <http://dergipark.gov.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, Bursa Technical University, Turkey  
Aydın Tüfekçioğlu, Artvin Çoruh University, Turkey  
Aynur Aydın, İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey  
Bahar Türkyılmaz Tahta, Ege University, Turkey  
Cemil Ata, Yeditepe University, Turkey  
Ferhat Gökbülak, İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey  
Gökhan Abay, Recep Tayyip Erdoğan University, Turkey  
H. Hulusi Acar, İstanbul Yeni Yüzyıl University, Turkey  
Hakkı Alma, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Turkey  
İsmet Daşdemir, Bartın University, Turkey  
Kani Işık, Akdeniz University, Turkey (Emeritus/Emekli)  
Kenan Ok, İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey  
Nihat Sami Çetin, İzmir Katip Çelebi University, Turkey  
Nilgöl Karadeniz, Ankara University, Turkey  
Osman Karagüzel, Akdeniz University, Turkey  
Sadık Artunç, Mississippi State University, USA  
Veli Ortaçşme, Akdeniz University, Turkey

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

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

CONTENTS

Research

- Fine-scale habitat utilization by birds in an ancient oak (*Quercus* spp.) wood-pasture in southwestern Turkey  
*Meltem Kalay Göktepe, Adam Bergner, Serdar Göktepe, Per Milberg, Nicklas Jansson, Mustafa Avcı* ..... 1-7
- Macrofungi of Küre Mountains National Park in Bartın region of Turkey  
*Nuri Kaan Özkazanç, Yağmur Yeşilbaş Keleş*..... 8-14
- The effects of growing density and fertilization on morphological seedling characteristics of crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.)  
*Yunus Eser, Süleyman Gülcü* ..... 15-19
- Effect of lifting date on physiological condition of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich) seedlings  
*Sevde Sarı, Ayşe Deligöz*..... 20-27
- The effects of dams on the annual diameter increment of black pine (*Pinus nigra* Arn.) trees: Example of Isparta-Uluborlu  
*Nilüfer Yazıcı, Yılmaz Çatal* ..... 28-34
- The effect of certain rehabilitation methods on forage yield of Düzce Odayeri rangeland  
*Hasan Gedikli, Refik Karagül, Mehmet Özcan* ..... 35-40
- An analysis of foreign trade competitiveness of the forest-based sector in Turkey  
*Güçlü İlker Müftüoğlu, Bekir Kayacan* ..... 41-49
- Determination of modulus of elasticity and bending strength of wood material impregnated with nanoparticle silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>)  
*Abdurrahman Karaman, Mehmet Nuri Yıldırım, Sekip Sadiye Yaşar* ..... 50-56
- Determination of the phytochemical profile, *in vitro* the antioxidant and antimicrobial activities of essential oil from *Arbutus andrachne* L. wood growing in Turkey  
*Yusuf Sıcak, Elif Ayşe Erdoğan Eliuz* ..... 57-61
- A new design approach for Süleyman Demirel University Botanical Garden  
*Şirin Dönmez, Nazlı Koçak, Mert Çakır* ..... 62-71

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Güneybatı Türkiye'de yaşlı meşe ormanında (*Quercus* spp.) kuşların habitat kullanımı  
*Meltem Kalay Göktepe, Adam Bergner, Serdar Göktepe, Per Milberg, Nicklas Jansson, Mustafa Avcı* ..... 1-7
- Türkiye'de Küre Dağları Milli Parkının Bartın Bölgesindeki Makrofungusları  
*Nuri Kaan Özkazanç, Yağmur Yeşilbaş Keleş*..... 8-14
- Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.)' ta yetiştirme sıklığı ve gübrelemenin fidan morfolojik özellikleri üzerine etkileri  
*Yunus Eser, Süleyman Gülcü* ..... 15-19
- Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) fidanlarının fizyolojik durumu üzerinde sökülme zamanının etkisi  
*Sevde Sarı, Ayşe Deligöz*..... 20-27
- Barajların Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn.) ağaçlarında yıllık çap artımına etkileri: Isparta-Uluborlu örneği  
*Nilüfer Yazıcı, Yılmaz Çatal* ..... 28-34
- Düzce Odayeri yaylasında bazı ıslah yöntemlerinin kuru ot verimi üzerine etkileri  
*Hasan Gedikli, Refik Karagül, Mehmet Özcan* ..... 35-40
- Türkiye'deki ormana dayalı sektörlerin dış ticaret rekabet gücü analizi  
*Güçlü İlker Müftüoğlu, Bekir Kayacan* ..... 41-49
- Nanoparçacık silisyum dioksit (SiO<sub>2</sub>) ile emprenye edilmiş ahşap malzemenin elastikiyet modülü ve eğilme dayanımı tayini  
*Abdurrahman Karaman, Mehmet Nuri Yıldırım, Sekip Sadiye Yaşar* ..... 50-56
- Türkiye'de yetişen *Arbutus andrachne* L. odununun uçucu yağının fitokimyasal profili, *in vitro* antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi  
*Yusuf Sıcak, Elif Ayşe Erdoğan Eliuz* ..... 57-61
- Süleyman Demirel Üniversitesi Botanik Bahçesi için yeni bir tasarım yaklaşımı  
*Şirin Dönmez, Nazlı Koçak, Mert Çakır* ..... 62-71

## Fine-scale habitat utilization by birds in an ancient oak (*Quercus* spp.) wood-pasture in southwestern Turkey

Meltem Kalay Göktepe<sup>a</sup>, Adam Bergner<sup>b</sup>, Serdar Göktepe<sup>c</sup>, Per Milberg<sup>b</sup>, Nicklas Jansson<sup>b</sup>, Mustafa Avcı<sup>d,\*</sup>

**Abstract:** Wood-pastures are disappearing rapidly in the eastern Mediterranean basin due to changes in land use. Traditional farming by means of goat husbandry and pollarding has allowed many trees to become old, creating valuable habitats for biodiversity. Developing viable management schemes for habitats of conservation concern require studies aiming at identifying relationships between habitat structure and associated species. In this study, the associations between habitat structure and bird species diversity were studied on a fine scale, using data obtained from transect inventories in an oak wood-pasture in southwestern Turkey. Almost all species were most abundant where trunk size, basal area or tree density peaked. Diversity of ground-nesters was slightly and positively associated with an increase in basal area. Low canopy-nesters were positively associated with an increase in shrub density, whereas there was a negative association for high canopy-nesters. Secondary cavity-nesters were unrelated to the density of small trunk cavities but exhibited a positive association with basal area of trees. Contrarily, primary cavity-nesters preferred trees with larger cavities, although this was most likely due to the presence of other desirable attributes of the very same trees. The results of this study give important insights to the structural and spatial organization of bird assemblages in a little studied but rich, culturally managed ecosystem in the Mediterranean.

**Keywords:** Assemblage, Conservation, Forest, Guilds, Management

## Güneybatı Türkiye'de yaşlı meşe ormanında (*Quercus* spp.) kuşların habitat kullanımı

**Özet:** Arazi kullanımındaki değişiklikler nedeniyle Doğu Akdeniz Havzası'nda yer alan mera niteliği de taşıyan ormanlar hızla yok olmaktadır. Geleneksel tarım ve hayvancılık faaliyetlerden keçi yetiştiriciliği ve yemlik dal yararlanması, bu sahalarda yer alan ağaçların yaşlanarak uzun yıllarca hayatta kalmasını sağlayarak biyolojik çeşitlilik için son derece değerli habitatlar yaratmıştır. Korunması gereken bu habitatlar için etkili ve uygulanabilir yönetim planlarının geliştirilmesi, habitat yapısı ve ona bağlı türler arasındaki ilişkileri tanımlamayı hedefleyen çalışmaları gerektirmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'nin güneybatısında yer alan yaşlı bir meşe ormanında transekt yöntemi ile gerçekleştirilen habitat envanterlerinden elde edilen veriler kullanılarak, habitat yapısı ile kuş türü çeşitliliği arasındaki ilişkiler detaylı bir ölçekte ele alınmıştır. Genellikle sahada tespit edilen kuş türlerinin yoğunluğunun; ağacın gövde büyüklüğü, göğüs yüzeyi veya sıklığın artmasıyla doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir. Yerde yuvalanan kuş türlerinin çeşitliliği üzerinde ağaçların göğüs yüzeyi artışı ile nispeten pozitif bir ilişkisinin olduğu tespit edilmiş; çalı ve ağaçlık yoğunluğundaki artışın, alçak seviyelerde yuvalanan kuş türleri üzerinde olumlu, ancak yüksek seviyelerde yuvalanan kuş türleri açısından olumsuz bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Oyuk ve kovuklarda ikincil olarak yuvalanan kuş türlerinin, küçük gövde oyuklarının yoğunluğu ile herhangi bir olumlu ya da olumsuz ilişkisine rastlanmazken, göğüs yüzeyi artışı ile olumlu bir ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, oyuk ve kovuklarda birincil olarak yuvalanan kuş türlerinin daha büyük oyuklara sahip ağaçları tercih ettiği görülmüştür. Ancak bu durum muhtemelen bu ağaçların diğer olumlu özelliklerinden de kaynaklanmış olabilir. Bu çalışmanın sonuçları, üzerinde az sayıda çalışma yapılmış ancak, tür çeşitliliği bakımından zengin olan ve işitilen Akdeniz ekosistemlerindeki kuş topluluklarının yapısı ve dağılımı hakkında önemli bilgiler vermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Topluluk, Koruma, Orman, Birlik, Yönetim

### 1. Introduction

Birds are commonly used as indicators and model organisms to assess relationships between habitats and species, seeking to identify structures and resources to be highlighted in biological conservation and habitat

management. For most species data are too scant to clarify relationships. Therefore, a common practice is to group species sharing similar ecological functions into ecological guilds and to analyse guild-wise data (e.g. Reinkensmeyer et al., 2007; Caprio et al., 2009; Mammides et al., 2015; Santamaria-Rivero et al., 2016). Such studies may be of

<sup>a</sup> Eastern Mediterranean Forestry Research Institute, Tarsus, Turkey

<sup>b</sup> IFM Biology, Conservation Ecology Group, Linköping University, Linköping, Sweden

<sup>c</sup> Mustafa Baysan Vocational School of Higher Education, Mersin University, Mersin, Turkey

<sup>d</sup> Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Forestry, Isparta, Turkey

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 13.11.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 21.03.2019



**Citation** (Atıf): Kalay Göktepe, M., Bergner, A., Göktepe, S., Milberg, P., Jansson, N., Avcı, M., 2019. Fine-scale habitat utilization by birds in an ancient oak (*Quercus* spp.) wood-pasture in southwestern Turkey. Turkish Journal of Forestry, 20(1): 1-7.  
DOI: [10.18182/tjf.482386](https://doi.org/10.18182/tjf.482386)

significance where certain habitats have undergone recent decline, and where it is important to prioritize conservation efforts to develop viable management and maintain biodiversity. This scenario may be applied to most of the Mediterranean basin, where natural or near-natural habitats and entire landscapes have been heavily altered by man as a result of wildfires, overgrazing, exploitation and plantation forestry using non-native tree species (Thirgood, 1981; Bainbridge, 1985; Rackham and Moody, 1997; Kaniewski et al., 2007). Examples of habitats of significant concern are the ancient oak wood-pastures found in mountainous areas where traditional farming is still being practiced (Hartel and Plieninger, 2014; Schaich et al., 2015), for example in the Mediterranean part of southern Turkey (Bergner et al., 2016). In an economically improving country, many oak wood-pastures of former importance for rural communities are now at risk of being logged and transformed into coniferous plantations (Kaya and Raynal, 2001; Sama et al., 2011). The old oak habitats in Turkey have been shown to be significant habitats for birds (Bergner et al., 2015; Bergner et al., 2018) and also harbour an exceptionally rich saproxylic invertebrate fauna (e.g. Jansson and Coskun, 2008; Novak et al., 2011). Effective protection and management are crucial for the maintenance of the biodiversity associated with old oak habitats, but still there is a gap in knowledge of which habitat parameters determines community structure (Hartel et al., 2014). Regarding birds, previous research conducted in Mediterranean oak habitats have pointed to several factors positively related to bird species richness and community structure, including patch size (Frank and Battisti, 2005), stand age (Mentil et al., 2018), access to trunk cavities (Robles et al., 2011) and presence of scrub and understory vegetation (Campronon and Brotons, 2006). Most studies have focused on assessing differences in bird species diversity and assembly among forest stands distributed over large spatial scales. Less information is available about how avian assemblages relate to habitat structure on a finer scale, e.g. within a habitat patch. The fine-scaled relationships observed in the field, however, are likely to be less clear as birds are mobile and many also territorial.

In the present study, we set out to describe relationships between habitat structure and bird assemblages using transect inventories on a large isolated hill consisting of a pasture with a varying density of trees (mainly oaks) and shrubs. We considered species as well as nesting guilds, i.e. guilds of species with similar nesting habitats or habits, and the following variables to describe the habitat: 1) density of shrubs, 2) density of trees, 3) basal area of trees, 4) average trunk diameter, 5) density of trees with small cavities, and 6) density of trees with large cavities.

## 2. Material and methods

### 2.1. Study area

The study was carried out in the cultivated plain lands located at the western range of the Turkish Taurus Mountains (Figure 1). The region has a typical continental climate with rainy winters and dry and hot summers. Mean annual precipitation is 508 mm (Turkish State Meteorological Service; <http://www.mgm.gov.tr>). The study area consists of a larger hill (area ca. 150 hectare; altitude 960-1020 m.a.s.l.) overlooking the eastern shore of the lake

Eğirdir. The hill is covered with mixed stands of oak (predominantly *Quercus ithaburensis* and to a smaller extent *Q. infectoria* while *Q. coccifera* is the most dominant shrub) including both old hollow trees formerly utilized for pollarding as well as younger trees more recently coppiced. The area is currently heavily grazed by domestic goats.

### 2.2. Bird surveys

Birds were surveyed during the first three hours after sunrise between April 13–23, 2015 using line transect counts (Gregory et al., 2004). Eighteen line transects (150 m to 775 m in length) were created, covering most of the oak habitats on the hill. The lengths of each transect were determined by the consistency of the vegetation structure. A new transect started when the vegetation structure clearly changed and remained as long as the vegetation was similar to the beginning of the transect. Transects were located at least 120 m apart from each other to avoid counting any bird more than once. To track transects and measure their individual lengths, a range finder (Garmin Etrex Vista) was used. During the surveys, all birds seen or heard within a distance of 50 m from each transect were noted. Surveys were conducted by one observer to limit the risk of observer bias, and not conducted on rainy and windy days since it may negatively influence bird detectability (Sutherland, 2006). At the end of surveys, data on bird abundance of each transect were recalculated into numbers as the density of territories per hectare.

We used five nesting guilds (High-canopy nesters (abbreviated HCN i Table 1), Low canopy-nesters (LCN), Ground-nesters (GN), Primary cavity-nesters (PCN) and Secondary cavity-nesters (SCN)), and data on *Cuculus canorus* were discarded, which did not belong to any of these guilds. For each transect, the density of the guilds represented the mean density of all species included within each guild.

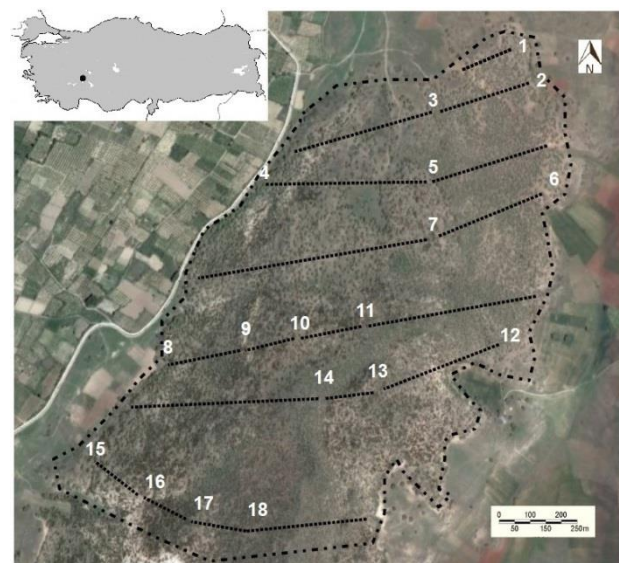


Figure 1. The position of the study site in southwestern Turkey (recessed) and the hill with all transects deployed.

### 2.3. Sampling of environmental variables

Within 5 m on both sides of each transect the following six parameters were sampled:

- (1) The structure of understory vegetation (shrubs and small trees  $\leq 2$  m in height), henceforth denoted shrub density. The shrub density was estimated every 20 m in a 10 m wide band along each transect by using a handheld wooden frame and estimate (in %/100) the proportion of the eyesight that was covered by shrubs.
- (2) The density of trees per hectare was calculated by counting all trees within a 50 m wide band on each side of transects.
- (3) Basal area of individual trunks was calculated from the diameter at breast height (DBH) using a caliper. An average basal area per transect was calculated and used in the analyses.
- (4) Trunk diameter was measured at breast height (approximately 130 cm above ground) using a caliper. This was then recalculated to average trunk diameter per transect.
- (5) The density of small trunk cavities (class 1-2 in Figure 2) and (6) large trunk cavities (class 3-4 in Figure 2), derived from the number of trees having small and large cavities, respectively. For each transect these numbers were then recalculated into average number of trees with small and large cavities per hectare.

### 2.4. Data analysis

We analysed how the density of territories per guild could be explained by the explanatory variables listed above using generalized linear models (GLM; STATISTICA 13). More specifically, we conducted all possible combinations of the explanatory variables in GLMs, then selected the most economic model, i.e. considering both the model's explanatory power and the number of explanatory variables used, using the the Akaike information criteria (AIC).

The species-wise data were evaluated with multivariate analysis, using the CANOCO 5 software (Ter Braak and Šmilauer, 2012). The Principal Component Analysis (PCA) was chosen, because of relatively low beta-diversity, and the six explanatory variables were used as supplementary variables. This means that the solution is driven only by species-composition while the six other variables are added to facilitate interpretation. To confirm that the patterns identified were meaningful, we also conducted a Stepwise Forward RDA (redundancy analysis). This analysis considered only the part of composition data that one or more explanatory variables can account for; by permuting the variable(s), it is also possible to assess the statistical significance of variable(s).

## 3. Results

Along the 18 transects, a total number of 355 bird territories belonging to 27 species (Table 1) were identified.

The variation in density of trees and density of hollow trees varied ten-fold among transects, while shrub density and trunk diameter varied five-fold, and slightly less in basal area (Table 2).

Table 1. The bird species included in the study and the nesting-guild category for each species. HCN = High-canopy nesters; LCN = Low-canopy nesters; SCN = Secondary cavity-nesters; PCN = Primary cavity-nesters; GN = Ground-nesters.

Scientific name	Guild category
<i>Accipiter nisus</i>	HCN
<i>Streptopelia decaocto</i>	LCN
<i>Cuculus canorus</i>	none
<i>Athene noctua</i>	SCN
<i>Upupa epops</i>	SCN
<i>Dendrocopos syriacus</i>	PCN
<i>Lullula arborea</i>	GN
<i>Luscinia megarynchos</i>	GN
<i>Turdus viscivorus</i>	HCN
<i>Turdus merula</i>	LCN
<i>Sylvia curruca</i>	LCN
<i>Phylloscopus orientalis</i>	GN
<i>Parus major</i>	SCN
<i>Cyanistes caeruleus</i>	SCN
<i>Poecile lugubris</i>	SCN
<i>Aegithalos caudatus</i>	LCN
<i>Garullus glandarius</i>	LCN
<i>Sturnus vulgaris</i>	SCN
<i>Fringilla coelebs</i>	LCN
<i>Linaria cannabina</i>	LCN
<i>Carduelis carduelis</i>	HCN
<i>Chloris chloris</i>	LCN
<i>Serinus serinus</i>	LCN
<i>Emberiza caesia</i>	GN
<i>Emberiza cirulus</i>	GN

Table 2. Description of environmental variables describing 18 transects in the oak wood-pasture.

	Average	SD	Min	Max
Density of shrub (%/100)	0.38	0.21	0.10	0.80
Density of trees (ha <sup>-1</sup> )	214	134	57	441
Basal area (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	10.8	3.5	5.3	17.9
Mean trunk diameter (cm)	27.5	12.3	14.0	55.1
Density of trees with small cavities (ha <sup>-1</sup> )	17.3	11.4	4.7	46.7
Density of trees with large cavities (ha <sup>-1</sup> )	10.0	6.0	0.0	23.1

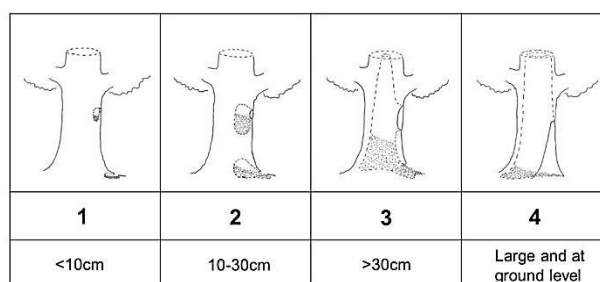


Figure 2. The model used for classification of cavity stages (1-4), following Jansson and Antonsson (2002). Entrance of cavity's diameter states the stage.

### 3.1. Bird-habitat associations at guild-level

The GLM failed to identify a significant model for ground-nesters and primary cavity-nesters, the latter possibly due to their low numbers in the data and hence, low statistical power (Table 3). Density of secondary cavity-nesters increased with basal area while low-canopy nesters increased with shrub density (Table 3). In contrast, high-canopy nesters decreased with shrub density (Table 3).

Table 3. Summary of GLM (normal distribution, identity link) of guild-wise data. The best models selected contained one or two explanatory variables; these are indicated as + or – depending on whether it had a positive or negative effect; if the sign is within parenthesis then the partial regression coefficient is NS ( $P > 0.05$ ).

	Model P-value	Tree density	Basal area	Small cavities	Large cavities	Shrub density
Ground nesters	NS 0.11		(+)			
Primary cavity-nesters	NS 0.07				(+)	
Secondary cavity-nesters	0.0049		+		(-)	
Low-canopy nesters	0.0173		(-)			+
High-canopy nesters	0.0050				(+)	-

### 3.2. Bird-habitat associations at species-level

In the species-composition analyses, smaller trees and less timber meant fewer species (Figure 3a), in fact almost all species were most abundant where trunk size, basal area or tree density peaked (Figure 3b). About one third of the species peaked when trunk size was high (Figure 3b). Furthermore, half a dozen species were most abundant in transects with high tree density (but low trunk size, hence dense, younger stands; Figure 3b). Density of small cavities seemed a less important attribute while basal area was – as expected – intermediate between tree density and trunk size (the two latter define the basal area; Figure 3b). Among the strongest species/environment associations were *Sylvia curruca* and shrub density, *Fringilla coelebs* and tree density, *Dendrocopos syriacus* and large cavities and *Carduelis carduelis* and basal area (Figure 3b). The density of trees with small cavities seemed unrelated to species composition while density of trees with large cavities was slightly positive for both primary cavity-nesters as well as high canopy-nesters. On the other hand, there was a tendency for secondary cavity-nester species to be related to the density of large cavities.

The RDA with forward selection resulted in a model with two significant, explanatory variables: Basal area and Tree density.

## 4. Discussion

Grazing by domestic goats have been intense in the study area for a long time. This management regime has created a semi-open, oak-dominated wood-pasture with a field layer of grasses, herbs and a mosaic of shrubs. The study area is not homogenous in terms of structure but contains patches dominated by a few larger trees interspersed with shrubs as well as patches that are more forested with a larger density of younger trees. Open habitats with a low density of trees may potentially offer few suitable nest sites for ground-nesting birds. While birds nesting in open grazed grasslands may be negatively influenced by the presence of trees and shrubs, thus generally place their nests concealed in taller vegetation (Davis, 2005), the relationship between ground-nesters and vegetation structure in semi-open wood-pastures is little described. Our study suggests that ground-nesters may benefit from an increase in basal area of tree trunks. Where the basal area of woody vegetation is more abundant the influences by grazing animals may be somewhat obstructed by physical constraints. Thus, there is a possibility that many ground-nesters in the study area prefer to place their nests in proximity to trees since it helps reduce the risk of stomped nests or even predation. Pereira

et al., (2014) showed that, in heavily grazed montado systems in Portugal, the guild of leaf-warblers (including Western Bonelli's Warbler *Phylloscopus bonelli*) decreased with an increase in forest management which included removal of understorey vegetation. Western Bonelli's Warbler, a ground-nester, may benefit from retained shrubs in the semi-open structure of grazed oak woodlands similarly to ground-nesters in Turkish oak woodlands.

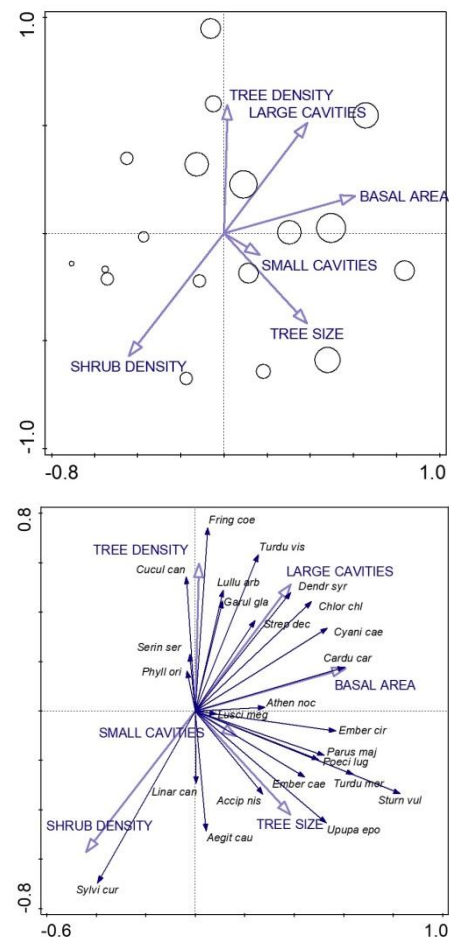


Figure 3. PCA of bird data from the 18 transects in the wood-pasture. Passive explanatory environmental variables added. 3a) Sites and explanatory variables, size of the circle proportional to number of species recorded in transect; 3b) Species and explanatory variables.



Overall, there was a positive association between the density of forested vegetation and the number of bird species. This is somewhat unexpected results that deviate from findings in previously conducted studies within the same Turkish province (Bergner et al., 2015), but similar to results from e.g. Spanish Catalonia (Gil-Tena et al., 2007). In the latter study, however, they found a lower number of species in forests of higher canopy closure, suggesting that there is a threshold in the association between forest density and bird species richness. Since the study area is heavily grazed and have a long history of both pollarding and coppicing creating a rather semi-open forest, the vegetation structure may only cover a minor gradient, thus resulting in less prominent associations. Except for a few species, the factor “tree density” was not a clear predictor for any of the guilds. Instead, shrub density and to some extent basal area of tree trunks were better explanatory variables for some of the guilds. Low-canopy nesters were positively associated with shrub density whereas high-canopy nesters were negatively associated with shrub density. This is clearly an indication of differences in the utilization of the habitats between species belonging to the two guilds. While low-canopy nesters, particularly songbirds of the genus *Sylvia*, are well adapted to vegetation in earlier stages of succession (Blondel and Farré, 1988) and benefit from retained shrubs in the forest understory (Camprodon and Brotons, 2006), the high-canopy nesters are more dependent upon developed forests with taller vegetation in order to find suitable nesting places.

Extrapolating the registered number of hollow oaks on the hill (in average 27 hollow trees per hectare) reveals an area offering an exceptionally large number of cavities. This means that there are plenty of potential nesting places for secondary cavity-nesting birds in particular. The relationship between cavity occurrence and density of cavity-nesting species, however, is less dependent upon the actual number of cavities but rather depend on the quality and suitability of the cavities as potential nesting places (Camprodon et al., 2008; Robles and Martin, 2013). The cavities in the study area varied in size, shape, height, and presumably in suitability as nesting cavities. We therefore grouped the hollow trees in two categories and tested their relationships on guilds and species independently. While several studies have suggested that the populations of secondary cavity-nesting birds are limited by a shortage of suitable cavities and that local cavity manipulations can enhance populations of these species (e.g. Newton, 1994a; Cockle et al., 2010; Robles et al., 2012; Segura, 2017, but cf Wiebe, 2011), our study failed to confirm these results. The secondary cavity-nesters did, however, exhibit a rather strong, albeit nonsignificant, negative relationship with the density of large hollows. This is likely due to the inability of large hollows to function as suitable nest sites for secondary cavity-nesting birds, particularly small passerines (e.g. *Parus major* and *Cyanistes caeruleus*) that dominate the guild. There was no clear relationship between the guild of secondary cavity-nesters and the density of small trunk cavities, which may be due to the approach for this study: presuming that there is a shortage in suitable cavities which acts as a limiting factor for the secondary cavity-nesters. This scenario is probably applicable for most forests subjected to any form of conventional management (e.g. Politi et al., 2010; Robles et al., 2011), but may be of less significance in forests that are not managed solely for the

purpose of timber production. Considering the unique history of pollarding, a management that promotes the formation of cavities (Sebek et al., 2013), the study area may in fact offer more potential nesting cavities than there are cavity-nesters to occupy them (Waters et al., 1990; Bai et al., 2003; Wesołowski, 2007). Apart from nest availability, there are other factors that potentially pose a limitation in the abundance of secondary cavity-nesters, such as predation, parasitism and food supply (Newton, 1994b; Newton, 1998; Nagy and Holmes, 2005). Furthermore, the density of trunk cavities, like other habitat variables, may also better explain bird assembly structure across larger spatial scales unrelated to distinct verges between habitats of different structure (e.g. Touihri et al., 2017).

Secondary cavity-nesters were positively related to the basal area of tree trunks, either by preferring densely forested habitats consisting of smaller trees or less densely forested habitats consisting of fewer but larger trees. Since there was no clear association with tree density we assume that larger trees represent a better predictor for the density of secondary cavity-nesters. Typically, larger trees exhibit a higher abundance of complex microhabitats, such as snags, dead wood and cavities (Regnery et al., 2013; Paillet et al., 2017) that may be desirable for secondary cavity-nesting species, not just for nesting but for e.g. foraging as well. Correspondingly, primary cavity-nesters are considered ecosystem engineers (Jones et al., 1994) since their processing of wood gives rise to structures and microhabitats that other organisms, including secondary cavity-nesters, depend on or benefit from (Martin and Eadie, 1999). Interestingly, we found a rather strong, albeit nonsignificant, positive relationship between the density of large cavities and the density of primary cavity-nesters. Since primary cavity-nesters generally manufacture their own nesting cavities this relationship is most likely indirect, suggesting that the very same trees that offer large cavities also offer other structures desired by primary cavity-nesters. Not all cavities used by secondary cavity-nesters are the work of primary cavity-nesters. For European conditions many cavities created by woodpeckers are typically short-lived (Cockle et al., 2011), why most available cavities rather originate from branch sheds and other types of mechanical injuries to the tree trunks (Remm et al., 2006). Still, while the creation of cavities from e.g. branch sheds is a slow process that may occur irregularly, the primary cavity-nesters annually create new cavities and thereby provide a useful source of cavities for other species, including secondary cavity-nesters. Furthermore, when such cavities are no longer suitable as nesting sites for birds they may provide important microhabitats for wood-living fungi, bats and saproxylic invertebrates.

## 5. Conclusions and considerations for management

This study demonstrates the significance of various habitat structures on bird assemblages on a fine scale. The use of this approach generates a narrower spatial resolution that may not necessarily be translatable to results from studies based on data sampled from several locations. However, it enables for careful analyses of the variation and associations in both habitat structure and bird assembly structure within a defined geographical area. In the current study area, the variables basal area and tree trunk density showed the highest explanatory power for bird assembly

structure indicating that, for bird species diversity, it is important to maintain large trees and sufficiently dense forest habitats. In semi-open habitats that are being heavily grazed, retaining a certain amount of understory will benefit particularly low-canopy nesters, as well as ground-nesters that can find suitable nest sites concealed near shrubs and trees. Despite the large number of trunk cavities in the study area there were no clear relationships between cavity abundance and densities of secondary cavity-nesters. In contrast to conventionally managed forests, cavities suitable for nesting birds may not be a limiting factor in the study area. We conclude that different birds are dependent upon different structures and resources in their breeding territories, and that the habitat management reflect the bird assemblages on a finer scale. The results give important insights to the structural organization of bird assemblages and how different guilds or even species may be codependent upon various structures. This knowledge may be of significant interest for the development and targeting of more cost-effective and viable management methods of wood-pastures in the eastern Mediterranean.

#### Acknowledgements

We are grateful to Isparta Regional Directorate of Forestry for logistic support.

#### References

- Bai, M.-L., Wichmann, F., Mühlenberg, M., 2003. The abundance of tree holes and their utilization by hole-nesting birds in a primeval boreal forest in Mongolia. *Acta Ornithologica*, 38: 95-102.
- Bainbridge, D.A., 1985. The rise of agriculture: a new perspective. *Ambio*, 14: 148-151.
- Bergner, A., Avcı, M., Eryiğit, H., Jansson, N., Niklasson, M., Westerberg, L., Milberg, P., 2015. Influences of forest type and habitat structure on bird assemblages of oak (*Quercus* spp.) and pine (*Pinus* spp.) stands in southwestern Turkey. *Forest Ecology and Management*, 336: 137-147.
- Bergner, A., Sunnergren, A., Yeşilbudak, B., Erdem, C., Jansson, N., 2016. Attributes of trees used by nesting and foraging woodpeckers (Aves: Picidae) in an area with old pollarded Oaks (*Quercus* spp.) in the Taurus Mountains, Turkey. *Zoology in the Middle East*, 62: 288-298.
- Bergner, A., Türkay, O.Ç., Eryiğit, H., Avcı, M., 2018. Overview of the bird diversity in oak (*Quercus* spp.) forest habitats in Isparta province, southwestern Turkish Anatolia. *Turkish Journal of Forestry*, 19: 347-354.
- Blondel, J., Farré, H., 1988. The convergent trajectories of bird communities along ecological successions in European forests. *Oecologia*, 75: 83-93.
- Camprodon, J., Brotons, L., 2006. Effects of undergrowth clearing on the bird communities of the Northwestern Mediterranean Coppice Holm Oak forests. *Forest Ecology and Management*, 221: 72-82.
- Camprodon, J., Salvanyà, J., Soler-Zurita, J., 2008. The abundance and suitability of tree cavities and their impact on hole-nesting bird populations in beech forests of NE Iberian Peninsula. *Acta Ornithologica*, 43: 17-31.
- Caprio, E., Ellena, I., Rolando, A., 2009. Assessing habitat/landscape predictors of bird diversity in managed deciduous forests: a seasonal and guild-based approach. *Biodiversity and Conservation*, 18: 1287-1303.
- Cockle, K.L., Martin, K., Drever, M.C., 2010. Supply of tree-holes limits nest density of cavity-nesting birds in primary and logged subtropical Atlantic Forest. *Biological Conservation*, 143: 2851-2857.
- Cockle, K.L., Martin, K., Wesolowski, T., 2011. Woodpeckers, decay, and the future of cavity-nesting vertebrate communities worldwide. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9: 377-382.
- Davis, S.K., 2005. Nest-site selection patterns and the influence of vegetation on nest survival of mixed-grass prairie passerines. *The Condor*, 107: 605-616.
- Diaz, L., 2006. Influences of forest type and forest structure on bird communities in oak and pine woodlands in Spain. *Forest Ecology and Management*, 223: 54-65.
- Frank, B., Battisti, C., 2005. Area effect on bird communities, guilds and species in a highly fragmented forest landscape of central Italy. *Italian Journal of Zoology*, 72: 297-304.
- Gil-Tena, A., Saura, S., Brotons, L., 2007. Effects of forest composition and structure on bird species richness in a Mediterranean context: implications for forest ecosystem management. *Forest Ecology and Management*, 242: 470-476.
- Gregory, R.D., Gibbons, D.W., Donald, P.F. Bird census and survey techniques. In Sutherland et al., 2004. *Bird ecology and conservation – a handbook of techniques*.
- Hartel, T., Hanspach, J., Abson, D.J., Máthé, O., Ioan Moga, C., Fischer, J., 2014. Bird communities in traditional wood-pastures with changing management in Eastern Europe. *Basic and Applied Ecology*, 15: 385-395.
- Hartel, T., Plieninger, T. (eds), 2014. *European wood-pastures in transition: A social-ecological approach*. Routledge, New York.
- Jansson, N., Antonsson, K., 2002. The work with old trees and saproxylic beetles in Östergötland, Sweden. In: Bowen, C. P. N. (eds). *Conservation of saproxylic beetles in ancient trees, with special attention to the stag beetle *Lucanus cervus*, violet click beetle *Limoniscus violaceus*, noble chafer *Gnorimus nobilis* and variable chafer *Gnorimus variabilis**. People's Trust For Endangered Species, Royal Holloway, University of London, pp. 41-43.
- Jansson, N., Coskun, M., 2008. How similar is the saproxylic beetle fauna on old oaks (*Quercus* spp.) in Turkey and Sweden? *Revue d'Écologie (Terre Vie) suppl.* 10: 91-99.
- Jones, C.G., Lawton, J.H., Schachak, M., 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69: 373-386.
- Kaniewski, D., de Laet, V., Paulissen, E., Waelkens, M., 2007. Long-term effects of human impact on mountainous ecosystems, western Taurus Mountains, Turkey. *Journal of Biogeography*, 34: 1975-1997.
- Mammides, C., Schleunig, M., Böhning-Gaese, K., Schaab, G., Farwig, N., Kadis, C., Coulson, T., 2015. The indirect effects of habitat disturbance on the bird communities in a tropical African forest. *Biodiversity and Conservation*, 24: 3083-3107.
- Martin, K., Eadie, J.M., 1999. Nest webs: A community-wide approach to the management and conservation of cavity-nesting forest birds. *Forest Ecology and Management*, 115: 243-257.
- Mentil, L., Battisti, C., Carpaneto, G.M., 2018. The older the richer: significant increase in breeding bird diversity along an age gradient of different coppiced woods. *Web Ecology*, 18: 143-151.
- Nagy, L.R., Holmes, R.T., 2005. Food limits annual fecundity of a migratory songbird: an experimental study. *Ecology*, 86: 675-681.
- Newton, I., 1994a. The role of nest sites in limiting the numbers of hole-nesting birds: a review. *Biological Conservation*, 70: 265-276.
- Newton, I., 1994b. Experiments on the limitation of bird breeding densities: a review. *Ibis*, 136: 397-411.
- Newton, I., 1998. *Population limitations in birds*. Academic Press Limited.
- Novak, V., Jansson, N., Avcı, M., Sarıkaya, O., Coşkun, M., Atay, E., & Gürkan, T., 2011. New Alleculina species (Coleoptera: Tenebrionidae: Alleculinae) from Turkey. *Journal of the Entomological Research Society. Studies and reports. Taxonomical Series*, 7: 335-346.

- Paillet, Y., Archaux, F., Boulanger, V., Debaive, N., Fuhr, M., Gilg, O., Gosselin, F., Guilbert, E., 2017. Snags and large trees drive higher tree microhabitat densities in strict forest reserves. *Forest Ecology and Management*, 389: 176-186.
- Pereira, P., Godinho, C., Roque, I., Marques, A., Branco, M., Rabaça, J.E., 2014. Time to rethink the management intensity in a Mediterranean oak woodland: the response of insectivorous birds and leaf-chewing defoliators as key groups in the forest ecosystem. *Annals of Forest Science*, 71: 25-32.
- Politi, N., Hunter, Jr M., Rivera, L., 2010. Availability of cavities for avian cavity nesters in selectively logged subtropical montane forests of the Andes. *Forest Ecology and Management*, 260: 893-906.
- Rackham, O., Moody, J., 1997. *The Making of the Cretan Landscape*. Manchester University Press.
- Regnery, B., Covet, D., Kubarek, L., Julien, J-F., Kerbirou, C., 2013. Tree microhabitats as indicators of bird and bat communities in Mediterranean forests. *Ecological Indicators*, 34: 221-230.
- Reinkensmeyer, D.P., Miller, R.F., Anthony, R.G., Marr, V.E., 2007. Avian community structure along a mountain big sagebrush successional gradient. *The Journal of Wildlife Management*, 4: 1057-1066.
- Remm, J., Lõhmus, A., Remm, K., 2006. Tree cavities in riverine forests: what determines their occurrence and use by hole-nesting passerines? *Forest Ecology and Management*, 221: 267-277.
- Robles, H., Ciudad, C., Matthysen, E., 2011. Tree-cavity occurrence, cavity occupation and reproductive performance of secondary cavity-nesting birds in oak forests: the role of traditional management practices. *Forest Ecology and Management*, 261: 1428-1435.
- Robles, H., Ciudad, C., Matthysen, E., 2012. Responses to experimental reduction and increase of cavities by a secondary cavity-nesting bird community in cavity-rich Pyrenean oak forests. *Forest Ecology and Management*, 277: 46-53.
- Robles, H., Martin, K., 2013. Resource quantity and quality determine the interspecific associations between ecosystem engineers and resource users in a cavity-nest web. *PLoS ONE*, 8(9): e74694. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0074694>.
- Sama, G., Jansson, N., Avcı, M., Sarıkaya, O., Coskun, M., Kayis, T., Özdikmen, H., 2011. Preliminary report on a survey of the saproxylic beetle fauna living on old hollow oaks (*Quercus* spp.) and oak wood in Turkey. *Munis Entomology and Zoology*, 6: 819-831.
- Santamaría-Rivero, W., Leyequién, E., Hernández-Stefanoni, J.L., Wood, P., 2016. Influence of landscape structure and forest age on the richness and abundance of different bird feeding guilds and forest-dependent birds in a seasonal dry tropical forest of Yucatan, Mexico. *Tropical Ecology*, 57: 313-332.
- Schaich, H., Kizos, T., Schneider, S., Plieninger, T., 2015. Land change in Eastern Mediterranean wood-pasture landscapes: the case of deciduous oak woodlands in Lesvos (Greece). *Environmental Management*, 56: 110-126.
- Sebek, P., Altman, J., Platek, M., Cizek, L., 2013. Is active management the key to the conservation of saproxylic biodiversity? Pollarding promotes the formation of tree hollows. *PLoS ONE*, 8(3): e60456. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0060456>.
- Segura, A., 2017. How does vegetation structure influence woodpeckers and secondary cavity nesting birds in African cork oak forest? *Acta Oecologica*, 83: 22-28.
- Sutherland, W.J., 2006. *Ecological census techniques – a handbook*. Cambridge University Press.
- Ter Braak, C.J.F., Šmilauer, P., 2012. *Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0*. Microcomputer Power, Ithaca, USA.
- Thirgood, J.V., 1981. *Man and the Mediterranean forest – a history of resource depletion*. Academic Press, London.
- Touihri, M., Charfi, F., Villard, M-A., 2017. Effects of landscape composition and native oak forest configuration on cavity-nesting birds of North Africa. *Forest Ecology and Management*, 385: 198-205.
- Waters, J.R., Noon, B.R., Verner, J., 1990. Lack of nest site limitation in a cavity-nesting bird community. *The Journal of Wildlife Management*, 54: 239-245.
- Wesołowski, T., 2007. Lessons from long-term hole-nester studies in a primeval temperate forest. *Journal of Ornithology*, 148: 395-405.
- Wiebe, K.L., 2011. Nest sites as limiting resources for cavity-nesting birds in mature forest ecosystems: a review of the evidence. *Journal of Field Ornithology*, 82: 239-248.

## Macrofungi of Küre Mountains National Park in Bartın region of Turkey

Nuri Kaan Özkazanç<sup>a,\*</sup> , Yağmur Yeşilbaş Keleş<sup>a</sup> 

**Abstract:** In this study, Küre Mountains National Park, Bartın Province in the rest of the border must macrofungi flora areas and buffer zones between the years 2013 to 2015 inclusive were searched. The results of the field work space Macrofungi 284 samples were collected. A total of 284 macrofungi samples were collected. Laboratory analysis identified 68 species within 11 orders and 29 families. Of these, 3 taxa belong to Ascomycota, and 65 to Basidiomycota. Determined taxa were found to be growing on four types of substrates: 51 from soil, 11 from branches or trunks, 4 from logs, and 2 from leaves. This study can lay the groundwork for further biodiversity studies in the area, providing a basis for ensuring the continuity of the macromycota flora and biological diversity within the national park.

**Keywords:** Macrofungi, Küre Mountains National Park, Bartın, Mycota

## Türkiye’de Küre Dağları Milli Parkının Bartın Bölgesindeki Makrofungusları

**Özet:** Bu çalışma ile 2013-2015 yılları arasında Küre Dağları Milli Parkı’nın Bartın İli Sınırlarında kalan bölümünde mutlak ve tampon zon dâhilindeki alanlarda makrofungus türleri araştırılmıştır. Yapılan arazi çalışmaları sonucunda alandan 284 adet makrofungus örneği toplanmıştır. Toplamda sahadan 284 makrofungus örneği toplanmıştır. Labotatuvar ve teşhis çalışmaları sonucunda 10 takım ve 29 familyaya ait toplam 68 tür tanımlanmıştır. Bu türlerden 3 tanesi Ascomycota, 65 tanesi ise Basidiomycota bölümüne dahildir. Toplanan makro funguslardan 51 tanesi topraktan, 11 tanesi dal ve gövdelerden, 4 tanesi kütüklerden ve 2 tanesi de yaprakтан olmak üzere 4 farklı substrat üzerinde toplanmıştır. Bu çalışma, bölgede yapılacak olan daha fazla biyolojik çeşitlilik çalışması için zemin hazırlayabilir ve milli parkta makromikota ve biyolojik çeşitliliğin sürekliliğini sağlamak için bir temel oluşturabilir.

**Anahtar kelimeler:** Makrofungus, Küre Dağları Milli Parkı, Bartın, Mikota

### 1. Introduction

Like all the living things in nature, fungi have certain functions and importance within their life-time. For example, 95% of soil formation is made up of saprophytic fungi (Barutçıyan, 2012). Such as parasitic plants the fungi in a forest, they weed out weaker plants and provide room for the growth of higher quality plants. Some fungi act as nets for various insect species, and mycorrhizal fungi help plants gain mineral matter and water from soil (Palta et al. 2010), and other fungi have been used in medicine and pharmaceuticals (Turp Yıldız and Boylu 2018).

Certain fungi, however, can threaten the economy and also be lethal to humans. Eating poisonous fungi is one of the most common health risks (Mat, 1998). Fungi also cause disease in various species, agricultural and forest products, humans and animals alike, which can lead to pecuniary and non-pecuniary losses.

In 1991, a landmark paper estimated that there are 1.5 million fungi on the Earth. Because only 70000 fungi had been described at that time, the estimate has been the impetus to search for previously unknown fungi (Falandysz and Borovicka, 2013). Today, the total number of species is thought to be approximately 5.1 million (Blackwell, 2010). In Turkey, this number is known to be about more than 2500 (Kaya ve Uzun, 2018).

Many mycological studies have been done on macrofungi species in Turkey. Some examples of these studies were presented in Table 1.

Despite the number of studies conducted on macrofungi in Turkey, there is no research on the fungi at Küre Mountains National Park, other than Özkazanç and Yılmaz (2017). Only Afyon et al. (2000), Afyon and Konuk (2002) and Afyon et al. (2005) conducted research on the province of Bartın and its vicinity, but did not focus in particular on Küre Mountains National Park. Özkazanç and Oğuz (2017) identified 45 species in the Kastamonu part of the national park. The selection of Küre Mountains National Park is important for fulling this research gap and contributes to creating a comprehensive inventory of macrofungi distribution in Turkey.

Küre Mountains National Park has a total floor area of 37.753 hectares, 52% of which (19.500 hectares) are located within the boundaries of Bartın province. Küre Mountains National Park hosts the best wildlife samples of the endangered “Black Sea Humid Karstic Forest” and is among the 100 forest ‘hot spots’ in need of protection in Europe. In terms of forest birds, it hosts as many as 129 bird species, the park has also been listed in the “Important Bird Areas” (IBA), and due to the 1050 plant species hosted by the park, it has also been listed as one of the “Important Plant Areas in Turkey” (IPA). Furthermore, Küre Mountains National Park is the only place in the world where 43 plant species live endemically (Görmüş et al. 2015).

✉ <sup>a</sup> Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 24.12.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 18.03.2019



**Citation** (Atıf): Özkazanç, N.,K., Yeşilbaş Keleş, Y., 2018. Macrofungi of Küre Mountains National Park in Bartın region of Turkey. Turkish Journal of Forestry, 20(1): 8-14. DOI: [10.18182/tjf.501489](https://doi.org/10.18182/tjf.501489)

Table 1. Some examples of macrofungi studies in Turkey

Authors	Year	Site	Total Species count	New species count
Sesli	1993	Maçka-Trabzon	40	23
Demirel and Işiloğlu	1993	Ardanuç-Artvin	56	11
Baydar and Sesli	1994	Akçaabat-Trabzon	40	14
Aşkun and Işiloğlu	1997	Balya-Balikesir	56	9
Uzun and Demirel	1998	Şenkaya-Erzurum	50	-
Stojchev et al.	1998	Thrace region	67	-
Demirel and Uzun	1999	Sankamış-Kars	-	4
Gezer	2000	Antalya	81	-
Afyon et al.	2000	Bartın	62	15
Işiloğlu	2001	Sandras Mountain-Muğla	76	-
Kaya	2001	Bitlis	60	4
Demirel et.	2002	Ağrı	45	-
Afyon and Konuk	2002	Zonguldak	77	23
Solak and Yılmaz Ersel	2002	Manisa	36	-
Yabanlı et al.	2004	Ula-Muğla	61	-
Afyon et al.	2004	Sinop	170	32
Yılmaz Ersel and Solak	2004	Izmir	55	3
Afyon et al.	2005	Black Sea region	80	7
Kaya	2005	Gölbasi- Adıyaman	77	5
Doğan and Öztürk	2006	Karaman	202	-
Uzun et al.	2006	Gümüşhane	105	14
Aktaş et al.	2006	Akseki-Antalya	85	-
Oskay and Kalyoncu	2006	Sultan Mountains	34	-
Köse et al.	2006	Bekilli-Denizli	61	-
Demir et al.	2007	Batman	50	3
Türkoğlu and Gezer	2007	Hacer Forest-Kayseri	69	-
Allı and Işiloğlu	2007	Aydın	19	-
Yüksel et al.	2007	Düzce	31	-
Kaya et al.	2009	Göksun-Kahramanmaraş	110	-
Türkecul and Zulfikaroğlu	2010	Çamlıbel-Tokat	51	-
Demirel et al.	2010	Hatila Valley National Park	126	-
Küçük et al.	2010	Bozyazı-Mersin	104	-
Kaşık et al.	2010	Gevne Valley-Konya	34	-
Akçay et al.	2010	Malazgirt-Muş	50	-
Alkan et al.	2010	Derebucak-Konya	134	6
Gezer et al.	2011a	Çamlık-Denizli	42	-
Gezer et al.	2011b	Campus of Pamukkale University	52	-
Kaşık et al.	2011	İskilip-Çorum	54	-
Allı	2011	Kemaliye-Erzincan	106	3
Doğan et al.	2012	Cocakdere Valley-Mersin	186	4
Solak et al.	2013	Burdur	35	-
Şen et al.	2014	Bigadiç	48	-
Keleş et al.	2014	Ayder	127	-
Güngör et al.	2015	Adan and Mersin	38	-
Demirel et al.	2015	Van	122	-
Dengiz and Demirel	2016	Şiravn-Siirt	53	-
Keleş et al.	2016	Kop Mountain	44	-
Ünal et al.	2016	Muğla	30	-
Demirel et al.	2016	Lice-Diyarbakır	55	-
Akata et al.	2016	Zigana Mountain-Gümüşhan	182	6
Demirel ve Koçak	2016	Zilan Valley (Erzinca-Van)	96	-
Akata	2017	Belgrat Forest	280	-
Öztürk et al.	2017	Nallıhan	68	-
Allı et al.	2017	Yalova	91	-
Akata and Uzun	2017	Uzungöl Nature	215	-
Altuntaş et al.	2017	Kazdağı National Park	207	-

## 2. Materials and methods

In the fieldwork a polyethylene sack for collecting species, knives, gloves, GPS for recording areas, camera, field book for writing the data and sample field cards was used. Stereo and binocular microscopes were used for macro/micro examinations of species which that were collected through field work under proper climate conditions between the years 2013-2015. Photos of the macrofungus species were taken, and their GPS location coordinates were noted, before collected. Geographical

properties, morphological structure and ecological properties of the specimens were recorded into the field cards. The specimens were brought into the laboratory and identified via macro/micro examinations. Species identification draw upon previous publications from Petersen 1999, Montag 2000, Seo and Kikr 2000, Williams 2001, Huffman et al. 2008, Lamaison and Polese 2011, and Laux 2012.

### Study sites

In order to monitor the project and coordinate sample collection, the study field was divided into five main sites and each site as divided into sub-sites based on geographical properties. Table 2 provides GPS data of the five main sites and their sub-sites.

### 3. Results

The identified species are given in Table 3 according to mycobank systematic criteria.

The study identified the following: 68 macrofungus species from two phyla (Ascomycota, Basidiomycota), 11

orders and 29 families. Figure 1 provides species distribution based on their families.

Identified macrofungi were collected from four different substrates: 51 from the soil, 11 from branches or trunks, 4 from logs, and 2 from leaves. The macrofungi were collected from trunks, branches and logs of generally dead or fallen trees, thus imposing no economic loss.

The fourth site (Amasra) yielded the highest number of macrofungus species. Since this area has a large number of broad-leaved forest trees, the moisture and temperature values necessary for the growth and development of macro-mushrooms are very suitable in this field. Figure 2 provides the number of identified macrofungi species in the research field sites.

Table 2. GPS data of the main and sub-sites of the study field

Site Names	Sub-Sites	Sign	North	East	Altitude
1. Site (Art )	Ören	1a	41°39'53"	32°32'25"	228 m
	Sögütlü	1b	41°39'53"	32°31'21"	316 m
	Çöpbey	1c	41°39'32"	32°31'23"	287 m
2. Site (Ulus)	Drahna Valley	2a	41°42'90"	32°48'49"	519 m
	Kemerli Cave	2b	41°42'24"	32°49'23"	535 m
	Ulukaya	2c	41°40'31"	32°46'28"	398 m
3. Site (Sipahiler)	Sipahiler Cave	3a	41°39'32"	32°31'23"	300 m
	Darıören	3b	41°39'31"	32°31'22"	295 m
	Çöme Gorge	3c	41°39'33"	32°31'24"	264 m
4. Site (Amasra)	Karadere Valley	4a	41°43'53"	32°34'22"	487 m
	Yukarışal	4b	41°43'33"	32°34'26"	666 m
	Sarıdere	4c	41°43'40"	32°34'25"	594 m
5. Site (Kurucaşile)	Meryemler	5a	41°43'56"	32°34'21"	470 m
	Başköy	5b	41°43'58"	32°34'24"	550 m
	Kömeç	5c	41°43'60"	32°34'26"	651 m

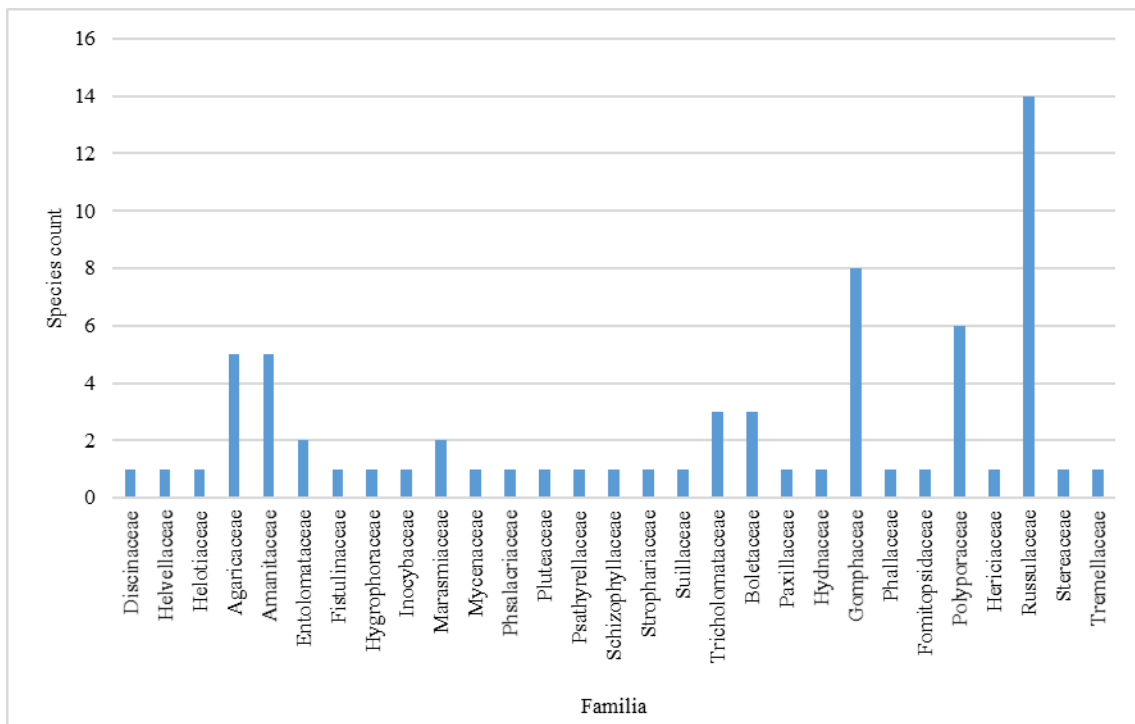


Figure 1. Family-based distribution of the identified species

Table 3. The list of identified macrofungi species of Küre Mountains National Park in Bartın

Division	Family	Species	Substrate	Width (cm)	Height (cm)	Site
Ascomycota	Discinaceae	<i>Gyromitra esculenta</i> (Pers.) (Fr.)	soil	4-10	5-10	4a
	Helvellaceae	<i>Helvella crispa</i> Bull.	soil	3-7	6-15	2b
	Helotiaceae	<i>Hymenoscyphus calyculus</i> (Sowerby) W. Phil.	trunk	2	4	3b
Basidiomycota	Agaricaceae	<i>Bovista aestivalis</i> (Bonord.) Demoulin	soil	4	4	1b-4c
		<i>Bovista plumbea</i> Pers.	soil	1-3	1-3	1b
		<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müll.) Pers.	soil	6-15	4-7	2c
		<i>Lycoperdon perlatum</i> Pers.	soil	4-5	4-5	1b-1c-4a
		<i>Lycoperdon pyriforme</i> Willd.	soil	4-5	4-5	1b
	Amanitaceae	<i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam.	soil	10-20	10-20	2c
		<i>Amanita phalloides</i> (Fr.) Link.	soil	6-12	5-8	4b
		<i>Amanita pantherina</i> (DC.) Krombh.	soil	6-10	6-10	1b
		<i>Amanita rubescens</i> Pers.	soil	10-20	10-20	1b
		<i>Amanita velosa</i> (Peck) Lloyd	soil	5-11	4-11	4b
	Entolomataceae	<i>Entoloma griseocyaneum</i> (Fr.) P. Kumm.	soil	2-5	4-7	3a
		<i>Entoloma sericellum</i> (Fr.) P. Kumm	soil	1-2	2-6	3b
	Fistulinaceae	<i>Fistulina hepatica</i> (Schaeff.) With.	trunk	10-12	3-5	4b
	Hygrophoraceae	<i>Hygrophorus agathosmus</i> (Fr.) Fr.	soil	5-7	3-7	4c
	Inocybaceae	<i>Inocybe asterospora</i> Quel	soil	7	5	4a
	Marasmiaceae	<i>Marasmius androsaceus</i> (L.) Fr.	soil	0,5-1	5-6	4c
		<i>Marasmius oreades</i> (Bolton) Fr.	soil	3-7	6-7	3a
	Mycenaceae	<i>Mycena crocata</i> (Schrad.) P. Kumm.	on litter	1-2	10-12	4a
	Physalacriaceae	<i>Armillaria mellea</i> (Vahl) P. Kumm.	bottom of trunk and on soil	4-7 cm	10-15	1c-4c
	Pluteaceae	<i>Pluteus cervinus</i> (Schaeff.) P. Kumm.	on soil	5-10	2-7	4a
	Psathyrellaceae	<i>Coprinellus disseminatus</i> (Pers.) J.E. Lange	on dead wood	1-2	2-4	3a
	Schizophyllaceae	<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	on dead wood block	4	0,3-0,5	1a-1b-2c
	Strophariaceae	<i>Pholiota squarrosa</i> (Oeder) P. Kumm	on wood	4-10	1-2	2c
		<i>Collybia cirrhata</i> (Schumach.) Quel.	dead foliage	1-5		3c
	Tricholomataceae	<i>Collybia conigena</i> (Pers.) P. Kumm.	on litter and dead foliage	1-3	2-4	4b
		<i>Collybia oclor</i> (Pers.) Vilgalys & O.K. Mill.	on litter and dead foliage	1,5-5		2c
	Boletaceae	<i>Boletus erythropus</i> Pers.	soil	10-13	12-18	3a-4b
<i>Boletus luridus</i> Schaeff.		soil	6-15	5-14	4c	
<i>Boletus smithii</i> Thiers		soil	10-16	5-17	4c	
Paxillaceae	<i>Paxillus rubicundulus</i> P.D. Orton	soil	10		4c	
Suillaceae	<i>Suillus luteus</i> (L.) Roussel	soil	8-10	5-8	3a	
Hydnaceae	<i>Hydnum repandum</i> L.	soil	8-20	5-15	4c	
	<i>Clavariadelphus occidentalis</i> Methven	soil	3-5	5-20	4c	
	<i>Clavariadelphus pistillaris</i> L. (Donk)	soil	2-6	8-20	4c	
	<i>Clavariadelphus sachalinensis</i> (S. Imai) Corner	soil		7	4c	
	Gomphaceae	<i>Clavariadelphus truncatus</i> (Quel.) Donk.	soil		10-13	4c
		<i>Ramaria aurea</i> (Schaeff.) Quel	soil		7-14	4b
<i>Ramaria flava</i> (Schaeff.) Quel		soil	7-15	10-20	4a	
<i>Ramaria formosa</i> (Pers.) Quel		soil		8-20	4a	
<i>Ramaria stricta</i> (Pers.) Quel		soil		5-10	2c	
Phallaceae	<i>Clathrus ruber</i> P. Micheli ex Pers.	soil	3-5	10-15	3a	
Fomitopsidaceae	<i>Daedalea quercina</i> (L.) Pers.	trunk	3-12	4-5	1a	
	<i>Lentinus strigosus</i> Fr.	wood	2-10	1-4	2b	
	<i>Lenzites betulina</i> (L.) Fr.	trunk	10	1-2	2c	
	<i>Polyporus mori</i> (Pollini) Fr.	trunk	2-6	2-6	2a	
	Polyporaceae	<i>Trametes hirsuta</i> (Wulfen) Pilat	trunk	10	6	2a
<i>Trametes ochracea</i> (Pers.) Gilb. & Ryvarden		trunk	1,5-5		4a	
<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd		trunk	2-8	2-8	2c-4b	
<i>Creolophus cirrhatus</i> (Pers.) P. Karst.		trunk	6-8	5-13	2a	

Table 3. Continues The list of identified macrofungi species of Küre Mountains National Park in Bartın

Division	Family	Species	Substrate	Width (cm)	Height (cm)	Site		
Basidiomycota	Russulaceae	<i>Lactarius barrowsii</i> Hesler & A.H. Sm.	soil	5-10		5b		
		<i>Lactarius controversus</i> Pers.	soil	10-20	8-18	3a		
		<i>Lactarius deliciosus</i> (L.) Gray	soil	10-15	3-6	1b		
		<i>Lactarius sanguifluus</i> (Paulet) Fr.	soil	10-15	5-7	4a		
		<i>Lactarius vellereus</i> (Fr.) Fr.	soil	10-25	10-20	1b		
		<i>Russula aquosa</i> Leclair, Bull.	soil	5-15	3-7	3a		
		<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.) Fr.	soil	5-15	6-10	4c		
		<i>Russula delica</i> Fr. (1838)	soil	2-20	2-5	1b		
		<i>Russula drimeia</i> Cooke	soil	5-12	4-10	4a		
		<i>Russula emetica</i> (Schaeff.) Pers.;	soil	5-10	4-8	4a		
		<i>Russula fageticola</i> (Romagn.) Bon	soil	6-10	4-10	4a		
		<i>Russula lepida</i> Fr.	soil	10-12	5-10	1a-1b-1c		
		<i>Russula sanguinea</i> (Bull.) Fr.	soil	4-10	4-10	4a		
		<i>Russula turci</i> Bres.	soil	4-8	4-10	1b		
		Stereaceae	<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.) Pers.	trunk		2-5	4b	
		Tremellaceae	<i>Tremella mesenterica</i> (Schaeff.) Retz.	dead; trunk		3-12	3-12	2a

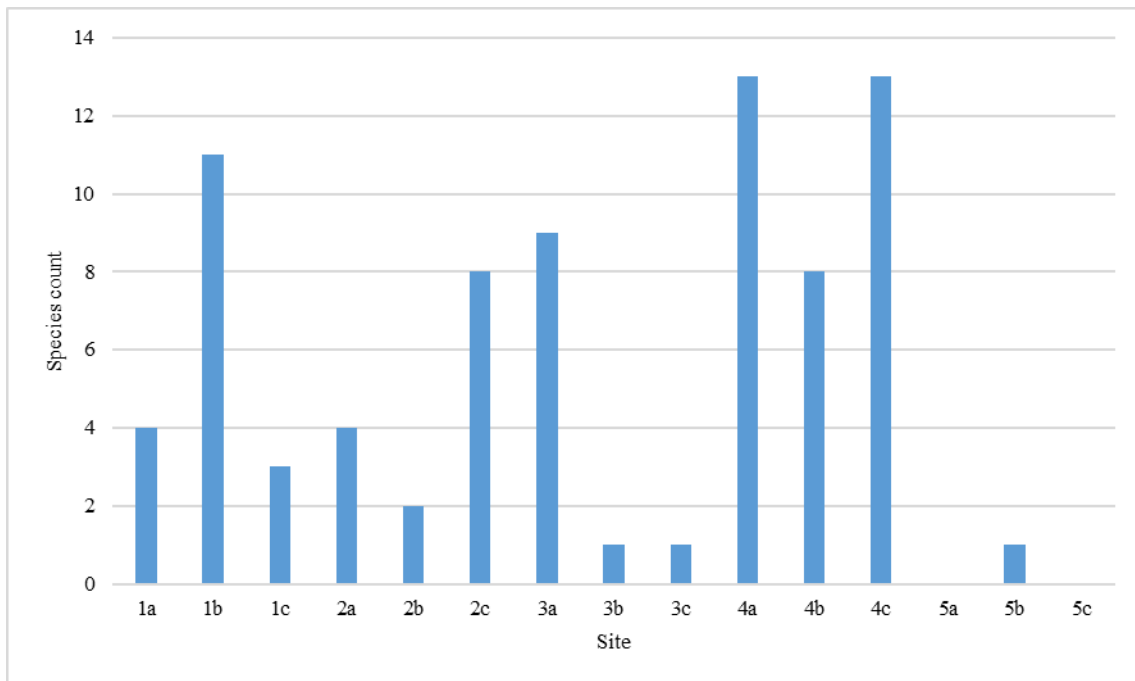


Figure 2. Distribution of the determined taxa to the assigned sites

#### 4. Discussion

Afyon et al. (2000) identified 62 macrofungus taxa belonging to 19 families in a study they conducted in the province of Bartın, 15 of which were taxa newly recorded for the macrofungi of Turkey. In other research, Afyon et al. (2005) identified macrofungi of the western Black Sea region, including two sites from the Bartın region, which yielded two different species from their previous research. In our research, 69 macrofungus taxa were identified solely in Küre Mountains National Park and recorded for the province of Bartın. Afyon et al. (2000) identified only one species belonging to the class Ascomycetes. Our research increases this number to four. Only six of the species identified in the study that Afyon et al. (2000) conducted (*Suillus luteus*, *Trametes hirsuta*, *Ramaria aurea*, *Lactarius controversus*, *L. deliciosus*, *Schizophyllum commune*) were

also identified in our research. In comparison, the remaining 62 taxa were new recordings for the province of Bartın.

In light of the aforementioned information, it seems possible that new studies, whether in the province of Bartın or Küre Mountains National Park, can lead to an increase in the identified number of species and new recordings for the macrofungus flora of Turkey.

#### Acknowledgment

This study was supported by the Coordinatorship of Scientific Research Projects of Bartın University as project no. BAP 2012-108. We would like to express our thanks to the Bartın University Rectorship and the Coordinatorship of Scientific Research Projects for their much-appreciated support.



## References

- Afyon, A., Konuk, M., 2002. Zonguldak yöresi makrofungusları üzerine bir araştırma. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 9(1):121-128.
- Afyon, A., Konuk, M., Yağız, D., 2000. Bartın yöresi makrofungusları üzerinde bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi. Fen Bilimleri Dergisi*, 8(2): 77-86.
- Afyon, A., Yağız, D., Konuk, M., 2004. Macrofungi of Sinop province. *Turkish Journal of Botany* 28: 351-360.
- Afyon, A., Konuk, M., Yağız, D., Stephan, H., 2005. A study of wood decaying macrofungi of the western Black Sea Region Turkey. *Mycotaxon*, 93:319-322.
- Akata, I., 2017. Macrofungi diversity of Belgrad Forest (İstanbul). *Kastamonu Uni., Orman Fakültesi Dergisi*, 17 (1): 150-164.
- Akata, I., Uzun, Y., 2017. Macrofungi determined in Uzungöl Nature Park (Trabzon). *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 18(1): 15-24, DOI: 10.23902/trkjnat.295542.
- Akata, I., Uzun, Y., Kaya, A., 2016. Macrofungi diversity of Zigana Mountain (Gümüşhane/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 9(2): 57-69.
- Akçay, E., Uzun, Y., Kaya, A., 2010. Malazgirt (Muş) yöresi makrofunguslarına katkılar. *Mantar Dergisi (The Journal of Fungus)*, 1(1):14-20.
- Aktaş, S., Öztürk, C., Cevizci, M., 2008. Akseki (Antalya) ilçesi makrofungusları. 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, 23-27 June 2008, Trabzon, p. 450.
- Alkan, S., Kaşık, G., Aktaş, S., 2010. Derebucak (Konya-Türkiye) ilçesi makrofungusları, *TÜBİTAK Turk J Bot.*, 34: 335-350.
- Allı, H., 2011. Macrofungi of Kemaliye district (Erzincan). *Turkish Journal of Botany*, 35: 299-308, DOI:10.3906/bot-1004-298.
- Allı, H., Işıloğlu, M., 2007. Türkiye makrofunguslarına Aydın yöresinden yeni kayıtlar. *ÇEV-KOR*, 16(64): 63- 73.
- Allı, H., Candar, S. S., Akata, I., 2017. Macrofungi diversity of Yalova Province. *Mantar Dergisi- The Journal of Fungus*, 8(2): 76-84.
- Altuntaş, D., Allı, H., Akata, I., 2017. Macrofungi of Kazdağı National Park (Turkey) and its close environs. *Biological Diversity and Conservation*, 10(2): 17-25.
- Aşkun, T., Işıloğlu, M., 1997. Macrofungi of Balya (Balıkesir) county. *Turkish Journal of Botany*, 21: 279-284.
- Barutçuyan, J., 2012. Türkiye'nin Mantarları. 1. Baskı, Oğlak Güzel Kitaplar, 216 s. ISBN: 9789753297677, İstanbul.
- Baydar, S., Sesli, E., 1994. Trabzon ili Akçaabat yöresinde belirlenen makromantarlar. *Turkish Journal of Botany*, 18: 99-101.
- Blackwell, M., 2010. The Fungi. *American Journal of Botany*, 98(3): 426-438.
- Demir, S., Demirel, K., Uzun, Y., 2007. Batman yöresi makrofungusları. *ÇEV-KOR*, 16 (34), 37- 42.
- Demirel, K., Acar, İ., Boztepe Ömeroğlu, G., 2016. Lice (Diyarbakır) yöresi makrofungusları. *Mantar Dergisi- The Journal of Fungus*, 7(1):29-39 DOI :10.15318/Fungus.2016118352.
- Demirel, K., Erdem, Ö., Uzun, Y., Kaya, A., 2010. Macrofungi of Hatila Valley National Park (Artvin, Turkey). *Tübitak Turk J. Bot.*, 34:457-465, DOI:10.3906/Bot-0908-189.
- Demirel, K., Işıloğlu, M., 1993. Ardanuç (Artvin) yöresi makrofungusları (I). *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4 (4): 49-57.
- Demirel, K., Koçak, Z., 2016. Zilan Vadisi'nin (Erciş-VAN) makrofungal çeşitliliği. *Mantar Dergisi- The Journal of Fungus*, 7(2): 122-134, DOI:10.15318/Fungus.2016222680.
- Demirel, K., Uzun, Y., 1999. Sarıkamış (Kars) yöresinden Türkiye mantar florası için yeni kayıtlar. *Ot Sistematik Botanik Dergisi*, 6, 1:83-88.
- Demirel, K., Uzun, Y., Akçay, M. E., Keleş, A., Acar, İ., Efe, V., 2015. Van yöresi makromantarlarına katkılar. *Mantar Dergisi (The Journal of Fungus)*, 6(2):13-23 DOI: 10.15318/Fungus.2015214060.
- Demirel, K., Uzun, Y., Kaya, A., 2002. Ağrı bölgesinin makrofungusları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Tübitak Turk J. Bot.*, 26:291-295.
- Dengiz, Y., Demirel, K., 2016. Şirvan (Siirt) yöresinde yetişen makrofunguslar üzerinde taksonomik bir araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (Journal of The Institute of Natural & Applied Sciences)*, 21 (2): 112-123.
- Doğan, H. H., Aktaş, S., Öztürk, C., Kaşık, G., 2012. Macrofungi distribution of Cocakdere valley (Arslanköy, Mersin). *Turkish Journal of Botany*, 36: 83-94, DOI:10.3906/bot-1010-9.
- Doğan, H. H., Öztürk, C., 2006. Macrofungi and Their Distribution in Karaman Province, Turkey *Turkish Journal of Botany*, 30: 193-207.
- Falandysz, J., Borovicka, L. 2013. Macro and trace mineral constituents and radionuclides in mushrooms: health benefits and risks. *Appl Microbiol Biotechnol.*, 97(2): 477-501.
- Gezer, K., 2000. Contributions to the macrofungi flora of Antalya province. *Turkish Journal of Botany*, 24: 293-298.
- Gezer, K., Kaygusuz, O., Soylu, U., Ermiş, A., 2011a. Çamlık Mesire Alanı (Denizli) makrofungusları. *Pamukkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Mantar Dergisi (The Journal of Fungus)*, 2(1-2): 15-24.
- Gezer, K., Kaygusuz, O., Soylu, U., Ermiş, A., 2011b. Macrofungi of Pamukkale University Kınıklı Campus (Denizli/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 4/3: 36-431.
- Görmüş, S., Atmış, E., Artar, M., Özkazanç, N. K., Günşen, H. B., Cengiz, S., Tekebaş, S., 2015. Küre Dağları Milli Parkı Köy Tasarım Rehberleri (Bartın Bölümü) Bartın Üniversitesi Yayınları No: 20 Orman Fakültesi Yayınları No: 10 x,234 sayfa ISBN: 978-605-9895-05-7 Mutlu Basım Yayın, Bartın.
- Güngör, H., Solak, M. J., Allı, H., Işıloğlu, M., Kalmış, E., 2015. Adana ve Mersin yöresi makrofungus çeşitliliğine katkılar. *Mantar Dergisi (The Journal of Fungus)*, 6(2):38-42 DOI: 10.15318/Fungus.2015214063.
- Huffman, D. M., Tiffany, H. L., Knaphus, G., Healy, R. A., 2008. *Mushrooms and Other Fungi of the Midcontinental United States Second Edition*. University of Iowa Press. ISBN 978-1-58729-627-7.
- Işıloğlu, M., 2001. Sandras Dağı (Muğla) makrofungusları. *Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 9: 127-136.
- Kaşık, G., Aktaş, S., Öztürk, C., Doğa, H. H., 2010. Macrofungi distribution of Gevne Valley. *Mantar Dergisi (The Journal of Fungus)*, 1-2: 25-32.
- Kaşık, G., Uçar, S., Aktaş, S., 2011. İskilip (Çorum) ilçesi makrofungusları. *Mantar Dergisi (The Journal of Fungus)*, 1-2: 9-13.
- Kaya, A., 2001. Contributions to the macrofungi flora of Bitlis Province. *Turkish Journal of Botany*, 25: 379-383.
- Kaya, A., 2005. Macrofungi determined in Gölbaşı (Adıyaman) District. *Turkish Journal of Botany*, 29: 45-50.
- Kaya, A., Uzun, Y., 2018. New contributions to the Ascomycota. *Turkish Journal of Botany*, 42: 644-652.
- Kaya, A., Uzun, Y., Karacan, H. İ., 2009. Macrofungi of Göksun (Kahramanmaraş) District. *Turkish Journal of Botany*, 33: 131-139.
- Keleş, A., Demirel, K., Uzun, Y., Kaya, A., 2014. Macrofungi of Ayder (Rize/Turkey) high plateau. *Biological Diversity and Conservation*, 7(3): 177-183.
- Keleş, A., Polat, T., Demirel, K., 2016. Kop Dağı'ndaki bazı yenilebilir mantarlar (Erzurum-Bayburt). *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3): 221-224.
- Köse, S., Gezer, K., Gökler, I., Türkoğlu, A., 2006. Macrofungi of Bekilli (Denizli) district. *Turkish Journal of Botany*, 30: 267-272.
- Küçük, M. A., Doğan, H. H., Akata, I., 2010. A Study on macrofungal diversity of Bozyazı province (Mersin), Turkey. *Gazi University Journal of Science*, 23(4):393-400.
- Lamaison, J., Polese, J., 2011. *Atlas illustré des Bolets*, Susaeta Press. ISBN: 978-84-677-0035-0, 240s.

- Laux, H. E., 2012. *Setas De Espana Y Europa*. 718 p. Tikal Ediciones Pres ISBN:978-84-9928-168-1 Madrid.
- Mat, A., 1998. Türkiye’de Mantar Zehirlenmeleri Zehirli Mantarlar. 1. basım, TÜBİTAK yayınları, TÜBİTAK Matbaası, Ankara.
- Montag, K., 2000. *Pilze*, Kosmos Kompakt, ISBN: 3-440-07835-3 Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG Stuttgart.
- Oskay, M., Kalyoncu, F., 2006. Contribution to the macrofungi flora of Sultan Mountain, Turkey. *International Journal of Science & Technology*, 1(1): 7-10.
- Özkazanç, N. K., Oğuz Yılmaz, M., 2017. Küre Dağları Milli Parkı’nın Kastamonu ili sınırlarında kalan bölümünün Makrofungusları. *Kastamonu Univ., Orman Fakültesi Dergisi*, 17 (4): 643-651 Doi: 10.17475/kastorman.369219.
- Öztürk, C., Pamukçu, D., Aktaş, S., 2017. Nallıhan (Ankara) İlçesi Makrofungusları *Mantar Dergisi (The Journal of Fungus)*, 8(1): 60-67 Do :10.15318/Fungus.2017127497.
- Palta, Ş., Demir, S., Şengönlü, K., Kara, Ö., Şensoy, H., 2010. Arbüsküler mikorizal funguslar (amf), bitki ve toprakla ilişkileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12(18): 87-98.
- Petersen, J. H., 1999. Key to the genera of clavarioid fungi in Northern Europe, <https://www.mycobase.com/MycobaseDK/DKkeysPDFs/ClavarioidGenusKey.pdf>.
- Şen, İ., Allı, H., Işıloğlu M., 2014. Bigadiç (Balıkesir) yöresi makrofungusları. *Mantar Dergisi*, 5(2): 9-16 Doi :10.15318/Fungus.201428230.
- Seo, G. S., Kirk, P. M., 2000. *Ganodermaceae, nomenclature and classification. Ganodermaceae Disease of Perennial Crops*. ISBN 9780851993881.
- Sesli, E., 1993. Trabzon İli Maçka yöresi makrofungusları. *Turkish Journal of Botany*, 17(3): 179-182.
- Solak, H. M., Yılmaz Ersel F., 2002. Manisa yöresinden makrofungus florasına kayıtlar. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 10 (43): 30-32.
- Solak, M. H., Allı, H., Işıloğlu, M., Güngör, H., Kalmış, E., 2013. Macrofungi of Burdur province *Mantar Dergisi (The Journal of Fungus)*, 4(2): 28-34.
- Stojchev, G., Aslan, A., Gücin, F., 1998. Some macrofungi species of European part of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 22: 341-346.
- Turp Yıldız, G., Boylu, M., 2018. Tıbbi ve yenilebilir mantarlar & et ürünlerinde kullanımı. *YYÜ Tar. Bil. Derg.*, 28(1):144-153.
- Türkecul, İ., Zülfiaroğlu, E., 2010. Çamlıbel ilçesi (Tokat) makromantar floras. *Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi*, 2010-I: 55-63.
- Türkoğlu, A., Gezer, K., 2007. Hacer Ormanı (Kayseri)’nin makrofungusları. *Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Bölümü, Çev-kor dergisi, Ekoloji*, 15(59): 43-48.
- Ünal, G., Türkoğlu, A., Güngör, M., 2016 Muğla yöresindeki eucalyptus ormanlarında yetişen makrofunguslar üzerine taksonomik çalışmalar. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3): 244-247.
- Uzun, Y., Demirel, K., 1998. Şenkaya (Erzurum) ilçesinin makrofungusları. XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Bildiriler Kitabı, Cilt 1, 7-10 Eylül 1998, Samsun, s.213-222.
- Uzun, Y., Keleş, A., Demirel, K., 2006. Contributions to the macrofungi flora of Gümüşhane province. *Turkish Journal of Botany*, 30: 39-46.
- Williams, J., 2001. *Simplified Fungi Identification Key*. University of Georgia Cooperative Extension Service Special Bulletin, 37.
- Yabanlı, M., Işıloğlu, M., Solak, M. H., 2004. Ula (Muğla) yöresinde tespit edilen bazı yenen makrofunguslar. XVII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 21-24 Haziran, Adana. s. 78.
- Yılmaz Ersel, F., Solak, M. H., 2004, Contributions to the macrofungi of İzmir province. *Turkish Journal of Botany*, (28) 487-490.
- Yüksel, B., Akbulut, S., Baysal, İ., Gültekin, Y. S., 2007. Düzce yöresinin yenilebilir mantarları. I. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım 2016 Trabzon, Volume: 1.

## The effects of growing density and fertilization on morphological seedling characteristics of Crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.)

Yunus Eser<sup>a,\*</sup> , Süleyman Gülcü<sup>b</sup> 

**Abstract:** In this study, the effects of growing density and fertilization on the morphological characteristics of the Crimean Juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.) seedlings were investigated. For this purpose, four different growing densities [150, 250, 350 and 600 (= control) seedlings per square meter] and three different fertilizer doses [0 g N (= control), 10 g N and 20 g N per square meter] were studied. In this context, the effects of the treatments on the height (SH), root collar diameter (RCD), number of sub branches (NSB), the longest lateral root length (LRL) and shoot:root ratio (S:R) of the seedlings, which are among the important morphological characteristics, were examined. The data were evaluated in SPSS software. Results showed that the main factor affecting the root collar diameter of the seedlings was growing density. Similarly, it was found that the main factor working on the seedling height was fertilization dose. As a conclusion; it was suggested that cultivation of barerooted Crimean Juniper seedlings in the Eğirdir Forestry Nursery should be carried out with 150-350 seedlings per square meter and 10 g/m<sup>2</sup> N application.

**Keywords:** Growing density, Fertilization, Crimean Juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.), Seedling quality

## Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.)' ta yetiştirme sıklığı ve gübrelemenin fidan morfolojik özellikleri üzerine etkileri

**Özet:** Bu çalışmada, yetiştirme sıklığı ve gübrelemenin boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) fidanlarının morfolojik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, dört farklı sıklık derecesi [metrekarede 150, 250, 350 ve 600 (=kontrol) fidan] ve üç farklı gübre dozu [metrekareye 0 g N (=kontrol), 10 g N ve 20 g N] denemeye alınmıştır. Bu bağlamda, uygulanan işlemlerin önemli fidan morfolojik özelliklerinden olan fidan boyu, kök boğazı çapı, yan dal sayısı, en uzun yan kök boyu ve gövde/kök kuru ağırlık oranı üzerine olan etkileri incelenmiştir. Denemeye alınan işlemler sonucunda elde edilen veriler SPSS paket programında değerlendirilmiştir. Buna göre; fidanların kök boğazı çapı üzerine etkili olan temel faktörün yetiştirme sıklığı olduğu ortaya çıkmıştır. Aynı şekilde, fidan boyu üzerine etkili olan temel faktörün ise gübreleme dozu olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak; Eğirdir Orman Fidanlığında yürütülen boylu ardıç fidanı yetiştirme çalışmalarının, metrekarede 150-350 fidan olacak şekilde yapılması ve metrekareye 10 g N verilmesi uygun olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Yetiştirme sıklığı, Gübreleme, Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.), Fidan kalitesi

### 1. Introduction

92 % of the juniper forests covering 1.1 million hectares in Turkey, are in a condition which cannot provide the benefits expected both qualitatively and quantitatively (Gültekin et al., 2003). Furthermore, in these unfavorable forest lands, the soil has lost its biologic activity and it is under the danger of erosion, as well. As junipers can grow in extreme site conditions and are usually the last tree species remaining in the deforestation process, they are the most suitable ones for the mentioned degraded lands to be afforested. In addition, the use of high quality seedling is one of the most important factors effecting the success of the afforestation in unfavourable sites (Ürgenç, 1986; Negiz et al., 2015).

Since they are practicable and easy to be used, seedling morphological characters are used much more than physiological characters in quality classification (Larsen et al., 1986; Long and Carrier, 1993; Jelin et al., 2013).

Some such factors as fertilization, irrigation, shading, seedling age, root cutting and transplantation effect the morphological characters. Another important factor is seedling density and it is thus crucial to determine the cultivation density of the species. It is known that growing density in seedbeds effects the seedling height, root collar diameter and dry weight positively and those seedlings which were cultivated on the seedbed thinly are more successful in the field than the ones which were cultivated densely (Gezer, 1986; Tetik, 1995; Jacobs et al., 2005).

In addition to seedbed density, fertilization also plays a crucial role in the change of morphological features. A significant part of the nutrients taken by the plants are stored in fresh shoots, sprouts and leaves, and they are used actively in times of need (blooming, root development etc.) (Puttonen, 1997; Trubat et al., 2010). Therefore, fertilization positively effects the post-planting development of the seedlings. For example, it increases their cold and drought

✉ <sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sütçüler Prof.Dr. Hasan Gürbüz Meslek Yüksekokulu, Isparta

<sup>b</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 15.11.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 21.03.2019



**Citation** (Atıf): Eser, Y., Gülcü, S., 2018. The effects of growing density and fertilization on morphological seedling characteristics of Crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.). Turkish Journal of Forestry, 20(1): 15-19. DOI: [10.18182/tjf.483157](https://doi.org/10.18182/tjf.483157)

tolerances (Fisher and Mexal, 1984; Sharma and Singh, 2011).

The main aim of the study is to identify the effects of growing density and fertilization on some morphological seedling quality attributes for Crimean Juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.).

## 2. Material and methods

Bare root Crimean Juniper seedlings (1+0) originating from the seeds, which were collected in Isparta/Çamdağ locality and grown in Eğirdir Forest Nursery under open field conditions, were used in this study. Four different growing densities and three different fertilizer dosages, in total 12 combinations, were applied with three replications in completely randomized design. As a control, a growing density of 600 seedlings per square meter were used. These seedlings were thinned to various density levels (150, 250, 350 seedlings per square meter) at the end of May. During the thinning process, we ensured that the remaining seedlings were distributed homogeneously (Çiçek et al., 2010; Gond et al., 2013).

As the total nitrogen concentration was low (0.1 %) and pH was high (7.8) in the soil analyses which were performed in the studied nursery, ammonium sulphate  $[(NH_4)_2SO_4]$  fertilizer containing 21 % nitrogen, was used in the fertilization test. The fertilizer, diluted in equal amounts of water, was applied to the seedbeds at the end of June and irrigation was performed following the fertilization. In the fertilization test, two different dosages (10 and 20 g N per square meter) were applied in addition to the control (0 g N per square meter). Measurements were performed on a sample of 30 seedlings in each repetition for every treatment, in total 1080 seedlings, at the end of October. Morphological attributes such as the seedling height (cm), root collar diameter (mm), number of sub branches (pieces), the longest lateral root length (cm) and shoot: root ratio (g) of the seedlings were all measured.

The obtained data was analysed by the SPSS 10.0 software. We examined whether the data for the measured parameters show normal distribution before the analyses, and the outliers were removed accordingly (Kalıpsız, 1981; Yildiz and Bircan, 1991; 1994). Furthermore, square root

transformation was applied for the number of sub branches, which were obtained by counting. The statistical model used in the variance analyses (ANOVA) performed for the data evaluation is given below.

$$Y_{ijkm} = \mu + R_i + D_j + F_k + R_iD_j + R_iF_k + D_jF_k + R_iD_jF_k + e_{m(ijk)}$$

Where  $Y_{ijkm}$  is the measurement on the  $m^{th}$  seedling of the  $k^{th}$  dose of fertilizer from the  $j^{th}$  seedling density in the  $i^{th}$  replication;  $\mu$  is the overall mean;  $R_i$  is the effect of  $i^{th}$  replication ( $i = 1, 2, 3$ );  $D_j$  is the effect of  $j^{th}$  seedling density ( $j = 150, 250, 350$  and Control);  $F_k$  is the effect of  $k^{th}$  fertilizer dose (0, 10, 20);  $R_iD_j$  is the interaction effect between  $i^{th}$  replication and  $j^{th}$  seedling density;  $R_iF_k$  is the interaction between  $i^{th}$  replication and  $k^{th}$  fertilizer dose;  $D_jF_k$  is the interaction between  $j^{th}$  seedling density and  $k^{th}$  fertilizer dose;  $R_iD_jF_k$  is the interaction between  $i^{th}$  replication, and  $j^{th}$  seedling density and  $k^{th}$  fertilizer dose and  $e_{m(ijk)}$  are the residuals.

## 3. Results

According to the results of the variance analysis, the fertilizer dosage significantly acted on seedling height and number of sub branches. The growing density increased root collar diameter and shoot: root ratio considerably. The main effects of the treatments did not have any effects on the longest lateral root height while their combined effects were statistically significant. The observed differences of shoot:root ratio is dramatically worked on by the growing density and fertilizer dosage and their interaction (Table 1; Figure 1).

A height of 18.5 cm for the highest average seedling was measured for the application of 20 g N per square meter, while a height of 15.9 cm for the lowest average seedling was measured in the control (Table 2). In addition, as growing density increases, the need for fertilizer also goes up (Figure 1). The highest average root collar diameter of 2.8 mm was obtained in the application represented by 150 seedlings per square meter while the lowest average diameter of 2.1 mm was measured in the application represented by 600 seedlings per square meter (Table 2).

Table 1. Results of variance analysis of the important morphological characteristics

Source of variation	Degrees of freedom	Seedling height (cm)	Root collar diameter (mm)	Number of sub branches (pieces)	The longest lateral root length (cm)	Shoot:root ratio (g)
Seedling density	3	0.845 ns	0.000***	0.052 ns	0.096 ns	0.003**
Fertilizer dose	2	0.006**	0.255 ns	0.032*	0.131 ns	0.266 ns
Replication	2	0.815 ns	0.453 ns	0.806 ns	0.248 ns	0.822 ns
Seedling density x Fertilizer dose	6	0.509 ns	0.228 ns	0.364 ns	0.125 ns	0.313 ns
Seedling density x Replication	6	0.650 ns	0.345 ns	0.227 ns	0.189 ns	0.741 ns
Fertilizer dose x Replication	4	0.740 ns	0.545 ns	0.803 ns	0.274 ns	0.005**
Seedling density x Replication x Fertilizer dose	12	0.000***	0.001***	0.000***	0.027*	0.000***
The residuals	983					

\*: Significant at  $P < 0.05$ ; \*\*: significant at  $P < 0.01$ ; \*\*\*: significant at  $P < 0.001$ ; ns: insignificant

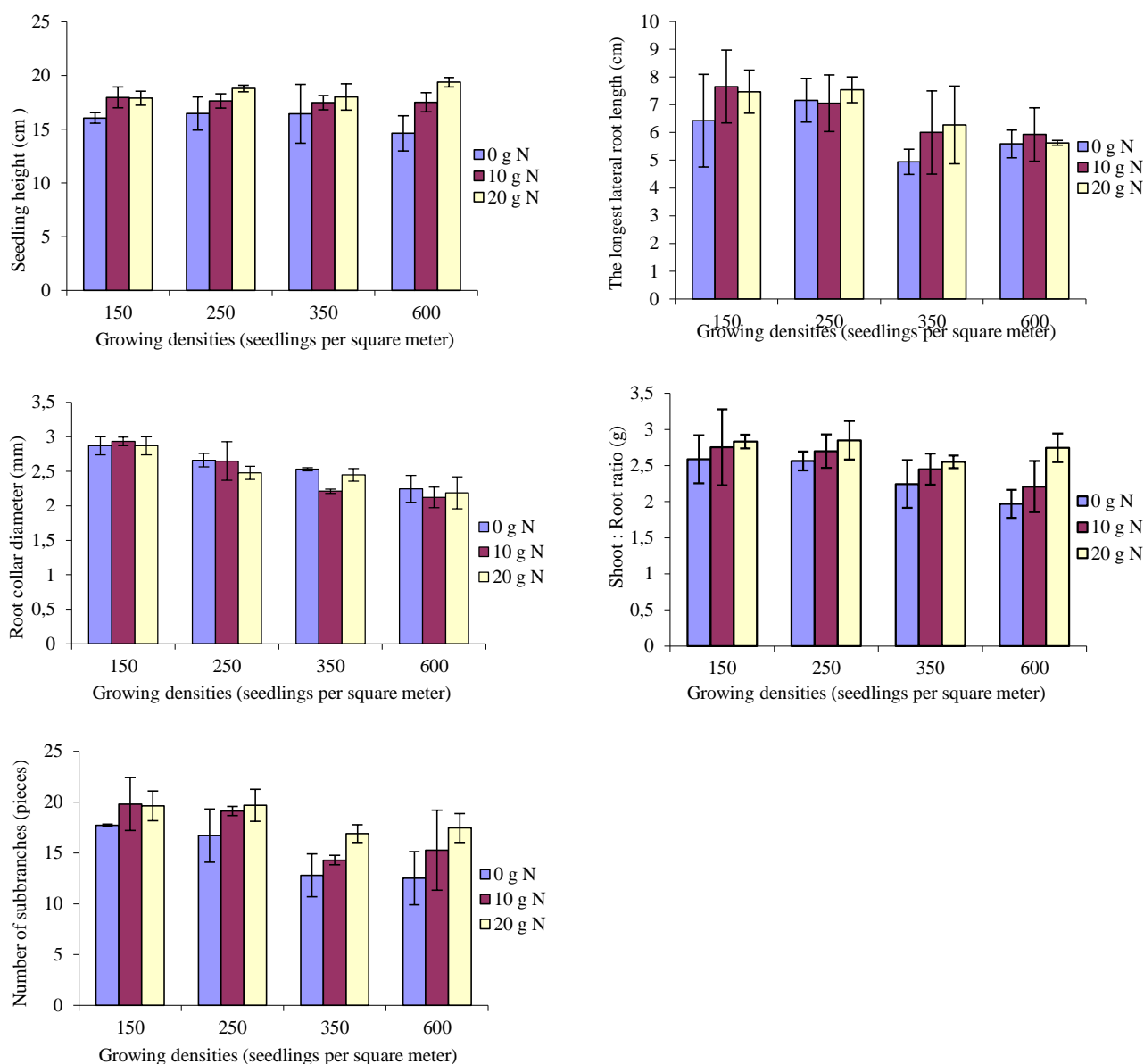


Figure 1. Average values and standart deviations of seedlings morphological attributes at different growing densities and fertilizer doses

Table 2. Results of duncan test of the important morphological characteristics

Doses of Fertilizer (g)	Average seedling height (cm)	Average root collar diameter (mm)	Average number of sub branches (pieces)	Average shoot:root ratio (g)
0	15.9 <sup>c</sup>	2.6 ns	16 <sup>c</sup>	2.3 ns
10	17.6 <sup>b</sup>	2.5 ns	17 <sup>b</sup>	2.5 ns
20	18.5 <sup>a</sup>	2.5 ns	18 <sup>a</sup>	2.7 ns
Seedling Densities (pieces)				
150	17.3 ns	2.8 <sup>a</sup>	19 ns	2.7 <sup>a</sup>
250	17.7 ns	2.5 <sup>b</sup>	19 ns	2.7 <sup>a</sup>
350	17.3 ns	2.3 <sup>c</sup>	16 ns	2.4 <sup>b</sup>
600	17.2 ns	2.1 <sup>d</sup>	15 ns	2.3 <sup>c</sup>

\*The values expressed in the same letters (a,b,c,d) indicate homogeneous groups; ns: insignificant

The highest average number of sub-branches (18) was counted in the treatment with 20 g/m<sup>2</sup> of nitrogen while the lowest average number of sub-branches (15) was counted in the control. Therefore, by applying of 20 g/m<sup>2</sup> of N, it is possible to increase the number of sub-branches approximately by 16 %. This positive effect is stronger with the increase of growing density (Figure 1).

For the shoot: root ratio, the highest average value (2.7) was measured at the growing density of 150-250 seedlings per square meter while the lowest average value (2.3) was measured at growing density of 600 seedlings per square meter.

#### 4. Discussion and Conclusions

As already known, the main purpose of nursery production is to plant as many seedlings as possible which are healthy, qualified and convenient to be able to be planted. In accordance with this purpose, firstly, the amount of seed to be sown per unit area should be determined according to tree species and habitat conditions. Since one of the most important factors effecting the quality of the seedlings to be used in reforestation efforts is the growing density. As a result of the studies carried out in different tree species, it is stated that as the growing density increases the root collar diameter decreases and the root collar diameter increases as the growing density decreases (Özdemir, 1971; Saatçioğlu, 1976; Şimşek, 1987; Mexal and Landis, 1990; South, 2000; Rose and Ketchum, 2003). Therefore, considering the economy of the business, especially in the arid and semi-arid areas where the root collar diameter is an important criterion of success, higher biological success will be achieved (Yahyaoglu and Genç, 2000).

However, in addition to the growing density to be applied to the seedlings in their seedbeds, fertilization is one of the most important factors working on seedling quality. Because, the nutrient deficiencies in the soil, which are caused from consumption by millions of seedlings grown every year, may only be alleviated by applying some amount of fertilizer. In this context, those seedlings grown with the adequate fertilizer are found to be more successful in the field (Tacenur and Efeoğlu, 1979; Öner et al., 2010; Oliet et al., 2011). As a result of this study, it is observed that fertilization is the most important factor effecting especially seedling height and number of sub branches. Similarly, in the conducted studies, it is stated that the seedling height is one of the best observation tool which shows the potential of afforestation, and the tall seedlings are more successful than the short ones in living covered and sloping and humid areas (Özdemir, 1971; Eyüboğlu, 1988).

Shoot:root ratio is the ratio of the dry weight of plant system above the collar root to the dry weight of the root system under the root collar (Ritchie, 1984; Ericsson, 1995; Jiménez et al., 2005; Haase, 2008). According to some research results, it is reported that the most effective criteria on the seedlings survival ratio on the land is the shoot:root ratio (Van den Driessche, 1991; Bernier et al., 1995; Tsakalimi et al., 2012). As a result of this study, it was concluded that both growing density and fertilization have positive effects in terms of this character.

With all these reasons, the effects of growing density and fertilization were determined only on seedling morphological characteristics. Because, morphological characteristics are more preferable in classification of seedling quality in terms of ease of application of today (Mattsson, 1997; Semerci, 1997).

As a result of the assessment, the effect of growing density per unit on seedling height is statistically insignificant; however, the dose of applied fertilizer has proved to be more effective than growing density. In the meantime, when density levels and fertilizer doses were compared in terms of root collar diameter of seedlings, the observed differences in terms of quality emerged due to the growing density. In other words, the growing density effects root collar diameter more than the fertilization itself. The obtained results are similar to the previously conducted

research results (Brissette et al., 1991; Simpson, 1991; South, 1993; Jinks and Mason, 1998; Williams and Stewart, 2006).

Based on the results of this study, we can recommend the growing density of 150-350 seedlings per square meter for production of Crimean juniper seedlings targeted for afforestation in arid and semi-arid areas, where root collar diameter is an important attribute for success. Because, it was observed that when the number of seedlings decreased from 600 to 150 per square meter, a 32% of rise; a 19% increase when the number of seedlings were 250, and a 10% raise when the number of seedlings were 350.

Although the Crimean juniper is a tree species suitable for the extreme conditions in arid and semi-arid areas, application of at least 10 g nitrogen per square meter is recommended for the seedlings targeted to be planted at sites with dense competitive vegetation and adequate rain. Because, while the seedlings, to which 20 g N were given per square meter, grew longer 16% on average compared to those to which no fertilizers were given, those to which 10 g N were granted grew longer 11% on average. Therefore, increasing the fertilizer dose from 10 grams to 20 grams only results in an average increase of 5%. Based on this reason, considering the economy of the business, it is thought that 10 g N per square meter will be more beneficial.

#### References

- Bernier, P.Y., Lamhamedi, M.S., Simpson, D.G., 1995. Shoot:root ratio is of limited use in evaluating the quality of container conifer stock. *Tree Planters' Notes*, 46(3): 102-106.
- Brissette, J.C., Barnett, J.P., Landis, T.D., 1991. Container seedlings. *Forest regeneration manual*, 36: 117-141.
- Çiçek, E., Yılmaz, F., Yılmaz, M., 2010. Effect of N and NPK fertilizers on early field performance of narrow-leaved ash, *Fraxinus angustifolia*. *Journal of Environmental Biology*, 31(1): 109-114.
- Ericsson, T., 1995. Growth and shoot:root ratio of seedlings in relation to nutrient availability. *Plant and Soil*, 62(168/169): 205-214.
- Eyüboğlu, A. K., 1988. Fidanlıkta Değişik Sıklık Derecelerinde Yetiştirilmiş, Şaşırtılmış ve Şaşırtılmamış Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) Fidanlarının Arazideki Durumları. Forestry Research Institute, Ankara, Turkey.
- Fisher, J.T., Mexal, G.J., 1984. Nutrition management: A physiological basis for yield improvement. *Seedling Physiology and Reforestation Success*, 14: 271-299.
- Gezer, A., 1986. Doğu Karadeniz Göknarı (*Abies nordmanniana* Spach.)'nın Fidanlıklarda Yetiştirilme Tekniği Üzerine Araştırmalar. Poplar and Fast Growing Forest Trees Alien Species Research Institute. İzmit, Turkey.
- Gond, D.P., Singh, S., Pal, A., Tewary, B.K., 2013. Growth, yield and metal residues in *Solanum melongena* grown in fly ash amended soils. *Journal of Environmental Biology*, 34(3): 539-544.
- Gültekin, H.C., Gülcü, S., Gültekin, U.G., Divrik, A., 2003. Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb) tohumlarına ekimden önce uygulanabilecek bazı basit sınıflandırma yöntemlerinin çimlenmeye olan etkilerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. Kafkas University, Artvin Faculty of Forestry Journal, 4(1): 111-121.
- Haase, D.L., 2008. Understanding forest seedling quality: measurements and interpretation. *Tree Planters' Notes*, 52(2): 24-30.

- Jacobs, D.F., Salifu, K.F., Seifert, J.R., 2005. Relative contribution of initial root and shoot morphology in predicting field performance of hardwood seedlings. *New Forests*, 30(2-3): 235-251.
- Jelin, J., Dhanarajan, M.S., Mariappan, V., 2013. Assessment of compost as a bio-fertilizer for the growth of paddy. *Journal of Environmental Biology*, 34(6): 975-979.
- Jiménez, M.N., Navarro, F.B., Ripoll, M.Á., Bocio, I., De Simón, E., 2005. Effect of shelter tubes on establishment and growth of *Juniperus thurifera* L. (Cupressaceae) seedlings in Mediterranean semi-arid environment. *Annals Forest Science*, 62(7): 717-725.
- Jinks, R., Mason, B., 1998. Effects of seedling density on the growth of Corsican pine (*Pinus nigra* var. *maritime* Melv.), Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* Franco) in containers. *Annals Forest Science*, 55(4): 407-423.
- Kalpırsız, A., 1981. Statistical methods. Istanbul University, Faculty of Forestry Press., Istanbul, Turkey.
- 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(3): 253-263.
- Long, A.J., Carrier, B.D., 1993. Effect of Douglas-fir 2+0 seedling morphology on field performance. *New Forests*, 7(1): 19-32.
- Mattsson, A., 1997. Predicting field performance using seedling quality assessment. *New Forests*, 13(1-3): 227-252.
- Mexal, J.G., Landis, T.D., 1990. Target seedling concepts: height and diameter. Target seedling symposium, meeting of the western forest nursery associations, General Technical Report RM-200, 1990: 17-35.
- Negiz, M.G., Eser, Y., Kuzugüdenli, E., Özkan, K., 2015. Indicator species of essential forest tree species in the Burdur district. *Journal of Environmental Biology*, 36(1): 107-111.
- Oliet, J.A., Salazar, J.M., Villar, R., Robredo, E., Valladares, F., 2011. Fall fertilization of Holm oak affects N and P dynamics, root growth potential, and post-planting phenology and growth. *Annals of forest science*, 68(3): 647-656.
- Öner, N., Özden, S., Birben, U., 2010. Relationship between a natural monumental stand in Turkey and local beliefs. *Journal of Environmental Biology*, 31(1): 149-155.
- Özdemir, Ö. L., 1971. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Fidanlıklarında Yetiştirilme Tekniği Üzerine Bazı Denemeler. Forestry Research Institute, Ankara, Turkey, 49: 51.
- Puttonen, P., 1997. Looking for the "silver bullet", can one test do it all?. *New Forests*, 13(1-3): 9-27.
- Ritchie, G.A., 1984. Assessing seedling quality. Forestry nursery manual: production of bareroot seedlings, 11: 243-259.
- Rose, R., Ketchum, J.S., 2003. Interaction of initial seedling diameter, fertilization, and weed control on Douglas-fir growth over the first four years after planting. *Annals of Forest Science*, 60(7): 625-635.
- Saatçioğlu, F., 1976. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri. Istanbul University, Faculty of Forestry press., Istanbul, Turkey.
- Semerçi, A., 1997. Orman ağacı fidanlarında kök büyüme potansiyelinin (kbp) belirlenmesi. *Journal of Central Anatolia Forestry Research Institute*, 81: 15-40.
- Sharma, V.K., Singh, R.P., 2011. Organic matrix based slow release fertilizer enhances plant growth, nitrate assimilation and seed yield of Indian mustard (*Brassica juncea* L.). *Journal of Environmental Biology*, 32(5): 619-624.
- Simpson, D.G., 1991. Growing density and container volume affect nursery and field growth of interior spruce seedlings. *Northern Journal of Applied Forestry*, 8(4): 160-165.
- South, D.B., 1993. Rationale for growing southern pine seedlings at low seedbed densities. *New Forests*, 7(1): 63-92.
- South, D.B., 2000. Planting morphologically improved pine seedlings to increase survival and growth. *Forestry and Wildlife Series*, 1: 1-14.
- Şimşek, Y., 1987. Ağaçlandırmalarda Kaliteli Fidan Kullanma Sorunları. Forestry Research Institute, 33(1): 5-29.
- Tacener, İ. A., Efeoğlu, A. İ., 1979. Türkiye' nin Bazı Orman Fidanlıklarında Üretilen İğne Yapraklı Fidanların Aldığı Besin Maddeleri ve Gübreleme Gereksinimi Üzerine Araştırmalar. TUBITAK Press., Ankara, Turkey.
- Tetik, M., 1995. Sarıkamış fidanlığında ekim sıklığının Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) fidanların kalitesine ve dikimdeki başarısına etkileri. Forestry Research Institute, Ankara, Turkey.
- Tsakaldimi, M., Ganatsas, P., Jacobs, D.F., 2012. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. *New Forests*, 44(3): 327-339.
- Trubat, R., Cortina, J., Vilagrosa, A., 2010. Nursery fertilization affects seedling traits but not field performance in *Quercus suber* L. *Journal of arid environments*, 74(4): 491-497.
- Ürgeç, S., 1986. Afforestation technique. Istanbul University, Faculty of Forestry press., Istanbul, Turkey.
- Van den Driessche, R., 1991. Influence of container nursery regimes on drought resistance of seedlings following planting: survival and growth. *Canadian Journal of Forest Research*, 21(5): 555-565.
- Williams, H.M., Stewart, T., 2006. The effects of sower and bed density on bareroot loblolly pine seedling morphology and early height growth. General Technical Report SRS-92, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, 2006: 45-49.
- Yahyaoglu, Z., Genç, M., 2000. Fidan Standardizasyonu (Kaliteli Fidan Yetiştirme ve Fidan Kalite Sınıflandırması Esasları) Ders Kitabı. Kafkas University, Faculty of Forestry Press., Artvin, Turkey.
- Yıldız, N., Bircan, H., 1991. Research and experimental methods. Atatürk University Press., Erzurum, Turkey.
- Yıldız, N., Bircan, H., 1994. Applied statistics. Atatürk University Press., Erzurum, Turkey.

## Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) fidanlarının fizyolojik durumu üzerinde sökülme zamanının etkisi

Sevde Sarı<sup>a</sup> , Ayşe Deligöz<sup>a,\*</sup> 

**Özet:** Orman fidanlıklarında fidan sökülme zamanı tür, orijin ve yetiştirme tekniklerine bağlı olarak değişebilmektedir. Uygun sökülme zamanını sadece morfolojik özellikleri dikkate alarak belirlemek telafisi imkânsız hatalara neden olabilir. Bu nedenle, sökülme zamanını doğru belirlemek için fidanın fizyolojik durumunu da belirlemek şarttır. Bu çalışmada, iki farklı orijinden yetiştirilmiş 2+0 yaşlı Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarında uygun sökülme zamanını belirleyebilmek amacıyla fidanın fizyolojik durumu üzerinde sökülme zamanının etkileri incelenmiştir. Kapıdağ ve Bucak orijinli fidanların sökülme zamanı 2016 yılı ocak ayından mayıs ayına kadar belirli aralıklarla 7 farklı zamanda gerçekleştirilmiştir. Her bir ölçüm döneminde, basınç-hacim eğrisi tekniği yardımıyla su potansiyeli bileşenlerinden solma noktasındaki osmotik potansiyel ( $\psi_{\pi TLP}$ ), doymuş haldeki osmotik potansiyel ( $\psi_{\pi 100}$ ), solma noktasındaki serbest su içeriği ( $FWC_{TLP}$ ), solma noktasındaki nispi su içeriği ( $RWC_{TLP}$ ), relatif su içeriği (RWC), birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su miktarı ( $V_0/DW$ ), apoplastik su oranı ( $V_a/V_T$ ) ve kuru ağırlık oranı (DWF) belirlenmiştir. Ayrıca, kök gelişme potansiyeli ile iğne yaprak ve kök örneklerinde toplam karbonhidrat içeriği belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre  $\psi_{\pi TLP}$ ,  $\psi_{\pi 100}$ , iğne yaprak ve kök örneklerinde toplam karbonhidrat içeriği ve kök gelişme potansiyelinde mevsimsel bir değişim görülmüştür.  $\psi_{\pi TLP}$  ve  $\psi_{\pi 100}$  her iki orijinde eş zamanlı olarak ocak sonundan şubat sonuna kadar yükselmiş, sonrasında mart başında bir düşüş gösterdikten sonra mayıs ayına doğru tekrar yükselmiştir.  $FWC_{TLP}$  ve RWC'de ölçüm dönemleri arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Kök ve iğne yapraklarda toplam karbonhidrat içeriği her iki orijinde ocak sonundan mayıs başına doğru yavaş yavaş azalmıştır. Kök gelişme potansiyeli Kapıdağ orijininde şubat sonu, Bucak orijininde mart başında maksimum değere ulaştıktan sonra düşüşe geçmiştir. Ocak, şubat ve mart başında sökülme zamanının stres dayanıklılığı, mart sonu, nisan veya mayıs ayında sökülme zamanından daha yüksektir. Eğirdir Orman Fidanlığı koşullarında güvenli sökülme zamanı ocak- mart başı dönem olarak tespit edilmesine karşın, sökülme veya dikim için hava koşulları uygun değil ise, sökülme zamanı mart sonuna kadar ileriye çekilebilir.

**Anahtar kelimeler** Toros sediri, Osmotik potansiyel, Kök gelişme potansiyeli, Çözünbilir şeker

## Effect of lifting date on physiological condition of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich) seedlings

**Abstract:** In forest nursery, the optimal lifting period can be change according to species, origin and growing techniques. Determining the optimal lifting period by the use of morphological characteristics may cause irreparable errors. Thus, it is also necessary to determine the physiological conditions of the seedling to accurately identify lifting period. In this study, effects of lifting date on physiological condition of the seedling were examined in order to determine the optimal lifting period in 2+0 aged Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich) seedlings grown from two different provenances. Seedlings from Kapıdağ and Bucak provenances were lifted at 7 different dates from January to May in 2016. In each measurement time, water relations parameters by the pressure – volume (P-V) curve technique were estimated, including osmotic potential at full turgor ( $\psi_{\pi 100}$ ), osmotic potential at turgor loss point ( $\psi_{\pi TLP}$ ), free water content at turgor loss point ( $FWC_{TLP}$ ), relative water content at turgor loss point ( $RWC_{TLP}$ ), relative water content (RWC), symplastic water at saturated point per dry weight of the shoot ( $V_0/DW$ ), apoplast water fraction ( $V_a/V_T$ ) and dry weight fraction (DWF). In addition, root growth potential and total carbohydrate content in root and needle samples were determined. According to the results of this study,  $\psi_{\pi TLP}$ ,  $\psi_{\pi 100}$ , total carbohydrate content in needle and roots, and root growth potential showed a seasonal change. In both provenances,  $\psi_{\pi TLP}$  and  $\psi_{\pi 100}$  increased from late January to late February, then decreased early March and increased again to May. No significant differences were determined between measurement dates in  $FWC_{TLP}$  and RWC. Total carbohydrate content in root and needles decreased gradually from late January to early May in both provenances. The root growth potential reached the maximum value on late February to Kapıdağ provenance and on early March to Bucak provenance and then fall. Seedlings lifted from January to early March had greater stress resistance than seedlings lifted in the late March, April or May. In Eğirdir forest nursery, although the safe period for lifting season are late January to early March, if weather conditions are adverse for lifting or planting, lifting period might be delayed until late March.

**Keywords:** Taurus cedar, Osmotic potential, Root growth potential, Soluble sugar

✉ <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): 15.11.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 08.02.2019



**Citation** (Atıf): Sarı, S., Deligöz, A., 2018. Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) fidanlarının fizyolojik durumu üzerinde sökülme zamanının etkisi. Turkish Journal of Forestry, 20(1): 20-27. DOI: [10.18182/tjf.483288](https://doi.org/10.18182/tjf.483288)



## 1. Giriş

Dikim çalışmalarındaki bütün yatırımlar fidan üzerinde toplanmaktadır. Yapay gençleştirme ve ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan fidanların büyük çoğunluğu çıplak köklüdür. Kalitesiz fidan kullanımı veya yetiştirme ortamı koşullarının yeterince dikkate alınmaması gibi nedenlerle çıplak köklü fidanlarla yapılan ağaçlandırma çalışmalarının zaman zaman başarısızlıkla sonuçlandığı görülmektedir (Deligöz ve Genç, 2010). Fidan kalitesi, fidanların dikildikleri çevrede karşılaştıkları uzun süreli çevresel stresler altında yaşayabilme ve kuvvetli büyüme yapabilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Puttonen, 1997).

Fidan kalite sınıflamasında morfolojik özelliklerden, fidan boyu ve kök boğazı çapı kombinasyonunun, fidan kalitesinin belirlenmesinde genelde en çok kullanılan özellik olduğunu, ancak bunun dikim sonrası performans için % 30'dan fazlasına cevap veremeyeceği, kalan % 70'lik kısmın ise fizyolojik özelliklerin belirleyeceği belirtilmektedir (Semerci, 1994). Bugüne kadar tespit edilmiş, kullanılmış çok sayıda fizyolojik karakteristik vardır. Bu karakteristiklerden, arazi performansının belirlenmesinde kullanılacak en önemlileri; bitki su potansiyeli, kök gelişme potansiyeli, fidanın karbonhidrat rezervi, yaprakların klorofil içeriği, soğuğa dayanıklılık, uyku hali, bitki büyüme hormonlarının miktarının ölçümü ve stres direncidir (Semerci, 2002).

Dikim çalışmalarında yoğun olarak kullanılan çıplak köklü fidanlar, sökülme-dikim süreci ve bu süreçteki çeşitli işlemlerin etkilerine bağlı olarak yeni dikim ortamında bir adaptasyon güçlüğü ile karşılaşmaktadır. Çünkü sökülme-dikim sürecinde fidanların kökleri zarar görmekte, su potansiyelleri düşmekte, hatta fidanlar dona veya sıcaklığa maruz kalabilmektedir. Fidanların bu olumsuz etkileri en az zararlı atlatılması için uygun dönemde sökülmesi gerekir (Genç ve Yahyaoğlu, 2007). Bu dönemin sağlıklı bir şekilde belirlenebilmesi için fidanların morfolojik ve fizyolojik özelliklerinin dikkate alınması gerekir. Fizyolojik değerlendirmeler, uyku hali, bitki su potansiyeli, kök gelişme potansiyeli ve stres etmenlerine dayanıklılık tespitinde kullanılan elektrolit sızıntı miktarı üzerinde yoğunlaşmıştır.

Çalışmamıza konu olan Toros sediri (*Cedrus libani* A.Rich), kuraklığa dayanıklı ve uyum yeteneği de (plastitesi) yüksektir. FAO, Toros sedirinin zor koşullara kolay adapte olabilen, dona, aşırı sıcaklığa, yangına dayanıklı ve kaliteli odunu nedeniyle Akdeniz yöresinde, gerek kendi yayılış alanında gerekse doğal yayılış alanları dışında verimsiz ve bozuk orman alanlarının yerine yenilerinin kurulmasında yaygın olarak kullanılan bir tür olduğunu belirtmiştir (Genç ve Yahyaoğlu, 2007). Asli türlerimizden olan Toros sediri, Türkiye'de 463.521 hektarlık bir alanda yayılış göstermektedir. Bu alanın 220.328 hektarında kapalılık 0.4 ve daha fazladır (Anonim, 2015). Toros sediri, doğal olarak Güney Anadolu ve Lübnan'da yayılmakta olup, batı sınırı Fethiye ve Köyceğiz'den başlar. Doğuya doğru Toroslar üzerinde uzanmakta, Göksun ve Kahramanmaraş yörelerinde ve güneyde Amanos dağlarında bulunmaktadır. Bu yayılışın dışında Kuzey Anadolu'da Kelkit ve Yeşilirmak Vadisinde, Erbaa ve Niksar yöresinde 100 hektar civarında adacıklar halinde bulunmaktadır. Ayrıca Batı Anadolu'da Afyon'un Çay kazasının Deresinek köyü yakınında izole bir sedir

meşçeresi de bulunmaktadır. Ancak optimal yayılışını Batı Toroslarda özellikle Elmalı (Çığlıkara) ve Bucak (Katrandağı ve Susuz Dağı) ormanlarında yapmaktadır (Evcimen, 1963).

Uzun yıllardan beri doğal yayılış alanı içinde ve dışında geniş ağaçlandırma çalışmaları yapılan Toros sediri, Göller bölgesi ağaçlandırma çalışmalarında da yoğun olarak tercih edilmektedir. Bu kapsamda Eğirdir Orman Fidanlığında uzun yıllardır farklı orijinlerde sedir fidanları üretilmektedir. Bununla birlikte Eğirdir Orman Fidanlığı koşullarında sedir fidanlarının sökülme zamanına ilişkin kapsamlı bir çalışma henüz yapılmamıştır. Kuşkusuz fidanlık koşullarında türler hatta orijin bazında uygun sökülme zamanının tespiti, üzerinde durulması gereken en önemli konulardan birisidir. Bu çalışma kapsamında Eğirdir Orman Fidanlığı koşullarında yetiştirilen iki farklı orijine ait 2+0 yaşlı çıplak köklü Toros sediri fidanlarında sökülme zamanının fidan fizyolojik kalite özellikleri üzerindeki etkisi tespit edilmiş ve elde edilen bilgiler ışığında çalışmaya konu orijinler bazında uygun sökülme zamanına ilişkin sağlıklı önerilerde bulunulmuştur.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırma materyali olarak, Eğirdir Orman Fidanlık Müdürlüğü'nde çizgi ekimi yöntemiyle 8 Şubat 2014 tarihinde ekilen çıplak köklü Bucak orijinli ve 22 Şubat 2014 tarihinde ekilen çıplak köklü Kapıdağ orijinli 2+0 yaşındaki Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) fidanları kullanılmıştır (Çizelge 1).

### 2.2. Yöntem

Eğirdir Orman Fidanlığı'nda Kapıdağ ve Bucak orijinli Toros sediri fidanlarında 2016 yılının ocak ayından mayıs ayına kadar 7 farklı zamanda bazı fizyolojik ve morfolojik ölçümler gerçekleştirilmek için fidan sökülme zamanı yapılmıştır. Kök zayıyatını en aza indirmek amacıyla sökülme, toprak tav halinde iken bel kürek yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Morfolojik özelliklerin tespiti için her iki orijinden 20 adet fidan üzerinde kök boğaz çapı ve fidan boyu ölçümleri yapılmıştır. Kök boğaz çapı, milimetrik elektronik çap ölçer ile 0.01 mm hassasiyetle, fidan boyu cetvel ile 0.5 cm duyarlılıkta ölçülmüştür.

Çizelge 1. Araştırmaya konu Toros sediri orijinlerine ait bilgiler (Dağdaş, 2012)

İşletme Müdürlüğü	İşletme Şefliği	Enlem	Boylam	Rakım (m)
Isparta	Kapıdağ	38°05'23"	30°42'20"	1400-1600
Elmalı	Bucak	36°33'25"	29°48' 00"	1500

Su potansiyeli ve bileşenlerinde oluşan dönemsel değişimin tespiti için her bir söküme zamanında her orijin için rastgele 6 adet fidan seçilmiştir. Seçilen her bir fidan kök boğazından kesilmiş ve sürgün örneklerinin taze ağırlıkları 0.0001 g hassasiyetindeki terazide ölçülmüştür. Sürgün örnekleri saf su içinde 24 saat bekletilerek doygun ağırlıkları belirlenmiştir. Sürgün örneklerinden tam doygun olduğu (ölçülen ilk su potansiyeli değeri - 0.15 MPa'dan daha büyük ise) kabul edilen 3 sürgünde 0.3 MPa'lık basınç kademeleri ile gerektiğinde 25 nokta alınmaya kadar ölçümler tekrarlanmış ve basınç-hacim eğrisi oluşturulmuştur. Bu eğri yardımıyla, solma noktasındaki osmotik potansiyel (osmotic potential at turgor loss point,  $\psi_{\pi TLP}$ ) ve tam doygun haldeki osmotik potansiyel (osmotic potential at full turgor,  $\psi_{\pi 100}$ ) hesaplanmıştır. Ayrıca aşağıda verilen formüller yardımıyla solma noktasındaki serbest su içeriği (free water content at turgor loss point,  $FWC_{TLP}$ ), solma noktasındaki nispi su içeriği (relative water content at turgor loss point,  $RWC_{TLP}$ ), relatif su içeriği (relative water content, RWC), birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su miktarı (symplastic water at saturated point per dry weight of the shoot,  $V_0/DW$ ), kuru ağırlık oranı (dry weight fraction, DWF) ve apoplastik su oranı (apoplastic water fraction,  $V_a/V_T$ ) değeri hesaplanmıştır (Genç, 1992; Semerci, 1994; Dirik, 2000).

$$\text{Solma noktasındaki serbest su içeriği (\%)} = FWC_{TLP} \\ FWC_{TLP} = [(V_0 - V_e) / V_0] * 100 \quad (1)$$

$$\text{Solma noktasındaki nispi su içeriği (\%)} = RWC_{TLP} \\ RWC_{TLP} = [(V_t - V_e) / V_t] * 100 \quad (2)$$

$$\text{Relatif su içeriği (\%)} = RWC \\ RWC = [(TaA - KuA) / (DoA - KuA)] * 100 \quad (3)$$

$$\text{Birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su miktarı} = V_0/DW \\ V_0/DW = V_0/KuA \quad (4)$$

$$\text{Kuru ağırlık oranı} \\ DWF = KuA/DoA \quad (5)$$

$$\text{Apoplastik su oranı} \\ \text{Apoplastik su oranı} = V_a/V_t \quad (6)$$

Yukarıda formüllerde  $V_0$ , simplastik su miktarını;  $V_e$ , dokulardan solma noktasına ulaşmaya kadar preslenen su miktarını;  $V_t$ , dokulardaki toplam su miktarını;  $DoA$ , doygun ağırlığı;  $KuA$ , Kuru ağırlığı;  $TaA$ , taze ağırlığı;  $V_a$ , apoplastik su miktarını göstermektedir.

Toplam karbonhidrat içeriğinin tespiti için her orijinden 15'er adet fidanın sürgünleri saf suda hızlıca temizlendikten sonra 65 °C'de 48 saat kurutulmuştur. Sonrasında iğne yapraklar kahve öğütücü yardımıyla öğütülmüştür. Öğütülen örneklerin toplam karbonhidrat içeriği Dubois ve arkadaşlarına (1956) göre fenol sülfürik asit yöntemine göre yapılmıştır. Kök gelişme potansiyelinin tespiti için her bir söküme zamanında her orijinden 24 fidanda çalışılmıştır. Öncelikle fidan kökleri, kök boğazı hizasının aşağısından yaklaşık 20 cm'den budanmış, kök sistemi üzerindeki yeni oluşmuş beyaz kök uçları makas yardımıyla uzaklaştırmış

ve daha sonra bu fidanlar, köklerinin kolayca gelişmesine uygun bir ortam (humus:perlit; 3:1 hacim olarak) ile 24'lik saksılı tepsilere dikilmiştir. Dikimin ardından hemen sulanmış ve kontrollü koşullarda (gündüz 20 ±1°C, gece 17 ±1 °C, % 65-90 bağıl nem ve 16 saat fotoperiod) bitki büyüme odasına yerleştirilmiştir. Düzenli sulama uygulanan fidanlar 30. gün sonunda sökülmüştür. Sökümün ardından yeni oluşan 1cm'den büyük beyaz kök uçları sayılmıştır.

### 2.3. Verilerin değerlendirilmesi

Elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Her orijin için ölçülen fizyolojik özelliklerin tarihsel değişimini ortaya koymak amacıyla Varyans analizi yapılmış ve ölçüm tarihleri arasında istatistik açıdan önemli fark bulunması halinde Duncan testi uygulanmıştır. Ayrıca orjinler arasında, ölçüm dönemlerinde anlamlı farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla "t testi" yapılmıştır. Özellikler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. Oransal değerler, istatistikî analizler öncesi arcsin dönüşümüne tabi tutulmuştur.

### 3. Bulgular

Ölçüm tarihlerinde fidanların kök boğazı çapı ortalama değerleri Bucak orijininde 2.65 mm ile 3.94 mm arasında, Kapıdağ orijininde 3.88 mm ile 4.24 mm arasında değişmiştir. Fidan boyuna ait ortalama değerler Bucak orijininde 11.90 cm ile 17.19 cm arasında, Kapıdağ orijininde 14.66 cm ile 18.11 cm arasında değişmektedir (Çizelge 2).

Basınç-hacim (P-V) eğrisi yöntemiyle elde ettiğimiz su potansiyeli bileşenlerinden  $\psi_{\pi TLP}$ ,  $\psi_{\pi 100}$ ,  $RWC_{TLP}$ ,  $V_0/DW$ ,  $V_a/V_T$  ve DWF üzerinde söküme zamanı etkilidir (sırasıyla,  $P \leq 0.01$ ,  $P < 0.05$ ,  $P < 0.05$ ,  $P < 0.001$ ,  $P < 0.05$ ,  $P < 0.001$ ).  $\psi_{\pi TLP}$  ve  $\psi_{\pi 100}$  her iki orijinde eş zamanlı olarak 20 Ocak tarihinden 24 Şubat tarihine kadar yükselmiş, sonrasında 9 Mart tarihinde bir düşüş gösterdikten sonra Mayıs ayına doğru tekrar yükselmiştir (Şekil 1). T- testi sonuçlarına göre, sadece 9 Mart tarihinde yapılan ölçümde  $\psi_{\pi 100}$ 'nin orjinler arasında farklılaştığı tespit edilmiştir ( $t = 6.018$ ,  $P < 0.01$ ).

Çizelge 2. Kök boğazı çapı ve fidan boyuna ilişkin ortalama değerler

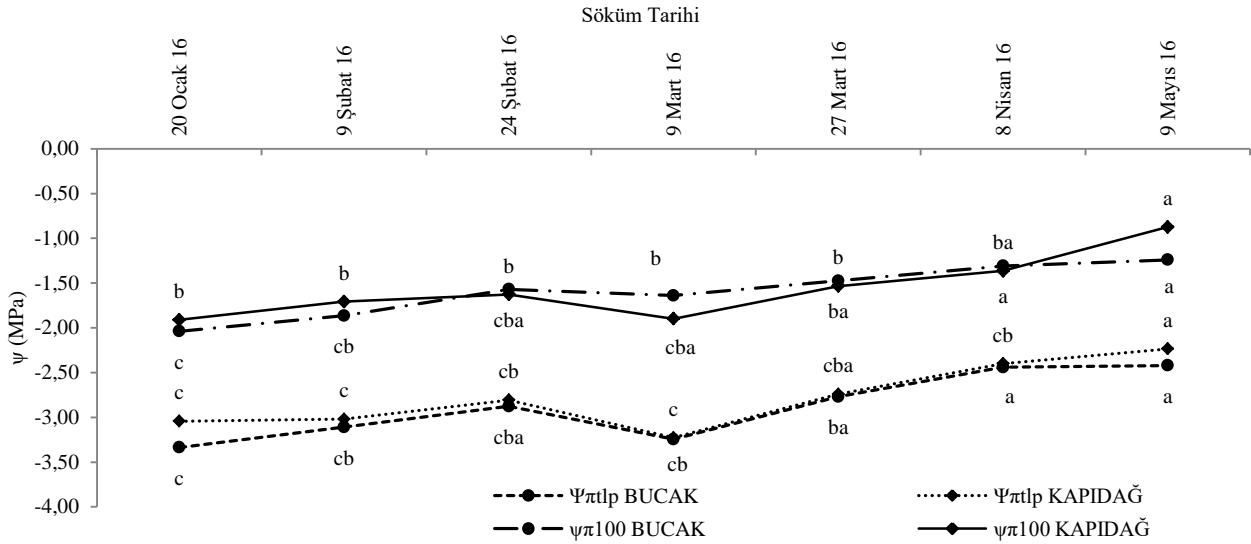
Söküm tarihi	Kök boğazı çapı (mm)		Fidan boyu (cm)	
	Bucak	Kapıdağ	Bucak	Kapıdağ
20 Ocak 2016	2.89	3.92	11.90	15.57
9 Şubat 2016	3.94	4.06	14.24	15.39
24 Şubat 2016	3.43	4.06	13.18	16.63
9 Mart 2016	2.92	4.24	13.36	15.31
27 Mart 2016	2.65	3.91	13.28	14.66
8 Nisan 2016	2.90	3.88	15.87	17.02
9 Mayıs 2016	3.18	3.91	17.19	18.11

Bucak orijininde  $RWC_{TLP}$  değeri % 83.23 ile % 92.01 arasında,  $FWC_{TLP}$  değeri 48.21 ile % 61.10 arasında ve  $RWC$  değeri % 96.91 ile % 92.44 arasında değişmiştir (Çizelge 3). Kapıdağ orijininde ise  $RWC_{TLP}$  değeri % 81.31 ile % 91.44 arasında,  $FWC_{TLP}$  değeri % 48.98 ile % 62.04 arasında ve  $RWC$  değeri %97.42 ile %90.58 arasında değişmektedir (Çizelge 4). Söküm dönemlerinde orijinler arasındaki farklılık sadece  $FWC_{TLP}$ 'de ve sadece 24 Şubat tarihinde tespit edilmiştir ( $t=-6.551$ ,  $P<0.001$ ).

Bucak orijininde ocak-mart arası dönemde düşük olan  $Vo/DW$  değeri nisan ve mayıs ayında yükselmiştir. Kapıdağ

orijininde de  $Vo/DW$  değeri diğer aylara göre mayıs ayında daha yüksektir (Çizelge 3-4). Mayıs ayında  $Vo/DW$  değeri bakımından orijinler arasında da bir farklılık belirlenmiştir ( $t=-3.062$ ,  $P<0.05$ ). Apoplastik su fraksiyonuna ( $Va/VT$ ) ait ortalama değerler incelendiğinde ise  $Vo/DW$  değerinin tam tersi bir durum söz konusudur. En düşük  $Va/VT$  değeri 9 Mayıs tarihinde tespit edilmiştir (Çizelge 3-4).

Her iki orijinde kuru ağırlık oranının en yüksek olduğu tarih 27 Mart, en düşük olduğu tarih ise 9 Mayıs'tır. Kuru ağırlık oranında 27 Mart tarihinden 9 Mayıs tarihine doğru belirgin biçimde azalma tespit edilmiştir (Çizelge 3-4).



Şekil 1. Toros sediri orijinlerinde doymun haldeki ( $\psi_{\pi 100}$ ; osmotic potential at full turgor) ve solma noktasındaki ( $\psi_{\pi TLP}$ ; osmotic potential at turgor loss point) osmotik potansiyelinin mevsimsel değişim

Çizelge 3. Bucak orijini fidanlarının fizyolojik özelliklerine ait verilerin mevsimsel değişimi

Özellikler	20 Ocak	9 Şubat	24 Şubat	9 Mart	27 Mart	8 Nisan	9 Mayıs
$FWC_{TLP}$ (%)	59.94±7.34a	61.10±3.89a	51.49±0.36a	48.21±2.79a	50.30±3.50a	56.27±2.65a	51.57±6.67a
$RWC_{TLP}$ (%)	91.20±1.14ba	91.91±0.63a	92.01±0.68a	89.14±0.56ba	87.50±1.71cb	87.77±1.0b	83.23±2.40c
$RWC$ (%)	95.73±0.86a	96.91±1.30a	93.54±1.68a	96.74±1.50a	95.29±0.56a	92.44±1.81a	95.95±0.70a
$Vo/DW$	0.36±0.04cb	0.31±0.02dc	0.23±0.02d	0.31±0.04dc	0.33±0.03dc	0.45±0.06b	0.64±0.03a
$Va/Vt$	0.77±0.03b	0.79±0.02ba	0.84±0.01a	0.79±0.02ba	0.75±0.02b	0.72±0.04cb	0.65±0.01c
DWF	0.39±0.01c	0.41±0.00cb	0.41±0.00ba	0.40±0.01cb	0.43±0.00a	0.38±0.00c	0.35±0.01d

$FWC_{TLP}$ : Solma Noktasındaki Serbest Su İçeriği (Free water content at turgor loss point),  $RWC_{TLP}$ : Solma Noktasındaki Nispi Su İçeriği (Relative water content at turgor loss point),  $RWC$ : Relatif Su İçeriği (Relative water content),  $Vo/DW$ : Birim Kuru Ağırlığa Düşen Simplastik Su Miktarı (Symplastic water at saturated point per dry weight of the shoot),  $Va/VT$ : Apoplastik su oranı (Apoplastic water fraction), DWF: Kuru Ağırlık Oranı (Dry weight fraction).

Çizelge 4. Kapıdağ orijini fidanlarının fizyolojik özelliklerine ait verilerin mevsimsel değişimi

Özellikler	20 Ocak	9 Şubat	24 Şubat	9 Mart	27 Mart	8 Nisan	9 Mayıs
$FWC_{TLP}$ (%)	62.04±5.51a	56.41±1.82a	57.51±0.85a	61.81±4.59a	57.63±1.73a	55.99±2.69a	48.98±15.28a
$RWC_{TLP}$ (%)	89.26±0.66a	91.44±0.61a	90.23±1.03a	90.06±0.97a	90.84±0.80a	88.66±0.86a	81.31±4.89b
$RWC$ (%)	90.58±2.25a	93.67±1.93a	97.42±0.86a	97.39±1.30a	96.51±0.49a	91.56±6.25a	93.93±1.50a
$Vo/DW$	0.45±0.06b	0.31±0.03c	0.33±0.04cb	0.40±0.07cb	0.30±0.03c	0.38±0.01cb	0.74±0.01a
$Va/Vt$	0.70±0.05ba	0.80±0.02a	0.77±0.03a	0.73±0.05ba	0.78±0.02a	0.74±0.01a	0.63±0.02b
DWF	0.39±0.01b	0.39±0.01b	0.41±0.00ba	0.41±0.00ba	0.42±0.00a	0.40±0.01ba	0.34±0.01c

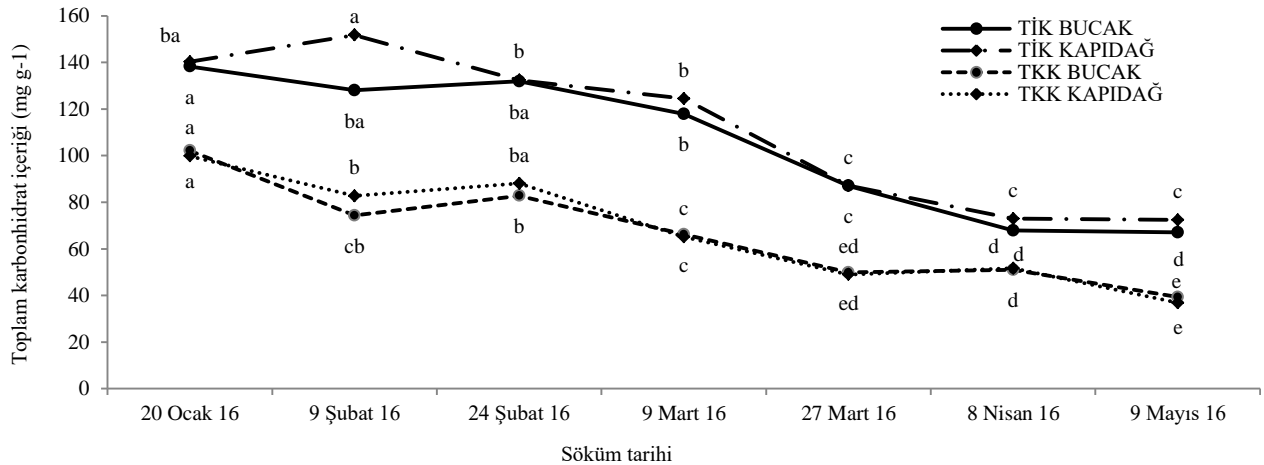
$FWC_{TLP}$ : Solma Noktasındaki Serbest Su İçeriği (Free water content at turgor loss point),  $RWC_{TLP}$ : Solma Noktasındaki Nispi Su İçeriği (Relative water content at turgor loss point),  $RWC$ : Relatif Su İçeriği (Relative water content),  $Vo/DW$ : Birim Kuru Ağırlığa Düşen Simplastik Su Miktarı (Symplastic water at saturated point per dry weight of the shoot),  $Va/VT$ : Apoplastik su oranı (Apoplastic water fraction), DWF: Kuru Ağırlık Oranı (Dry weight fraction).

İğne yaprak ve kök toplam karbonhidrat içeriği sökümler zamanlarında 0.001 önem düzeyinde anlamlı farklılık göstermiştir. Her iki orijinde ocak ve şubat aylarında yüksek olup, sonrasında mayıs ayına doğru azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 2). Ortalama değerler göz önünde bulundurulduğunda en yüksek iğne yaprak toplam karbonhidrat içeriği Bucak orijininde 20 Ocak tarihinde; Kapıdağ orijininde 9 Şubat tarihinde tespit edilmiştir. Her iki orijinde en yüksek kök toplam karbonhidrat içeriği 20 Ocak tarihinde, en düşük değerler ise 9 Mayıs tarihinde tespit edilmiştir (Şekil 2). Bununla birlikte toplam karbonhidrat içeriği bakımından orijinler benzer bulunmuştur.

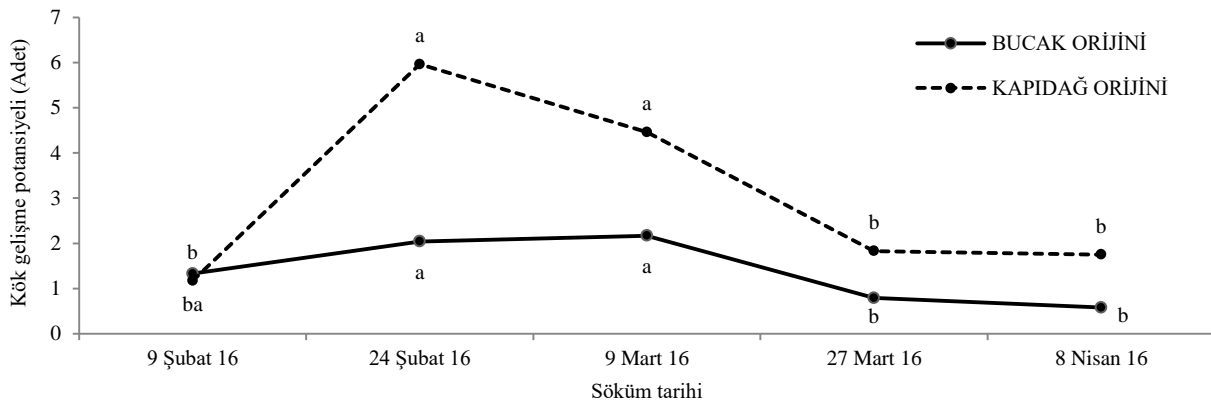
Kök gelişme potansiyeli bakımından sökümler tarihleri arasında önemli farklılık tespit edilmiştir (Bucak orijininde  $P < 0.05$ , Kapıdağ orijininde  $P < 0.001$ ). Bucak orijininde 9 Mart, Kapıdağ orijininde 24 Şubat tarihinden itibaren kök gelişme potansiyeli azalmıştır. Kök gelişme potansiyeline ilişkin *t* testi sonuçlarına göre; 24 Şubat ve 8 Nisan tarihlerinde kök gelişme potansiyelinin orijinler arasında farklılaştığı tespit edilmiştir (Şekil 3).

#### 4. Tartışma ve sonuç

Su potansiyeli bileşenlerinden solma noktasındaki osmotik potansiyel bir hücrede turgor basıncının tamamen yok olduğu, çeperle hücre zarının birbirinden ayrılarak plazmoliz başlandığı andaki su potansiyeli değeridir. Bu nedenle fidan kalitesinin belirlenmesinde önemli bir fizyolojik karakteristik olarak kabul edilmektedir (Ducrey, 1984; Aussenac vd., 1988'ne atfen Dirik, 1999). Toros sediri fidanlarında 20 Ocak tarihinden 9 Mayıs tarihine kadar belirli aralıklarla yapılan su potansiyeli bileşenlerine ait tespitlerimizde, Bucak orijininde solma noktasındaki ve tam doymuş haldeki osmotik potansiyelde mevsimsel bir değişim belirlenmiştir. 20 Ocak tarihinde düşük olan değerlerin 9 Mart tarihindeki bir düşüş dışında mayıs ayına doğru yavaşça yükseldiği görülmüştür. Kapıdağ orijininde de Bucak orijinine benzer mevsimsel bir değişim belirlenmiştir. Solma noktasındaki osmotik potansiyel bakımından her iki orijin benzer bulunurken, doyma noktasındaki osmotik potansiyel bakımından sadece 9 Mart tarihinde orijinler arasında önemli fark tespit edilmiştir. Orijinler arasında belirgin farkların bulunmamasında orijinlerin temsil ettiği bölgenin nemli (Kapıdağ) ve yarı nemli (Bucak) olması ve yükseltmelerinin hemen hemen benzer olmasının bir etkisi olabilir.



Şekil 2. Toros sediri orijinlerinde toplam karbonhidrat içeriğinin ( $\text{mg g}^{-1}$ ) mevsimsel değişim, TİK: İğne yaprak toplam ibre karbonhidrat içeriği, TKK: Kök toplam karbonhidrat içeriği.



Şekil 3. Toros sediri orijinlerinde kök gelişme potansiyelinin mevsimsel değişim

Yürütülen birçok çalışmada da, solma noktasındaki osmotik potansiyelinin mevsimsel bir değişim gösterdiği belirlenmiştir (Doi vd., 1986; Dirik, 1993; Semerci, 1994; Deligöz, 2011; Deligöz 2012). Toros göknarı (*Abies cilicica* subsp. *isaurica*) fidanlarında kasım ayından nisan ayına kadar aylık periyotlarda yapılan tespitlerde solma noktasındaki osmotik potansiyel en düşük değeri ocak ayında en yüksek değeri nisan ayında almıştır (Deligoz ve Gur, 2017). Kızılcımda solma noktasındaki osmotik potansiyel değerlerinin kış aylarında daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Dirik, 1991).

Osmotik potansiyel veya diğer doku su ilişkilerindeki mevsimsel değişiminin çiçeklenme, sürgün uzaması ve yaprak gelişimini içeren fenolojik olaylarla ilişkili olduğu belirtilmiştir (Tyree vd., 1978; Parker vd., 1982; Kubiske ve Abrams, 1991). Doi vd. (1986) tarafından yapılan bir çalışmada, *Cryptomeria japonica* D. Don. fidanlarında en yüksek osmotik potansiyel (solma noktası ve doygun haldeki osmotik potansiyel) değerlerinin yaprak gelişim periyodunda belirlendiği, en düşük değerlerin ise hava sıcaklıklarının en düşük olduğu periyot süresince tespit edildiği belirtilmiştir. Bu çalışmada da her iki orijinde solma noktasındaki ve doygun haldeki osmotik potansiyelin kış ortasında (20 Ocak) oldukça düşük olması hava sıcaklıkları ile ilgilidir. Muhtemelen her iki orijin kış ortasına doğru düşen hava sıcaklıklarına bağlı olarak soğuğa uyum sürecinde osmotik ayarlamayı gerçekleştirmek için osmotik potansiyellerini düşürmüştür. Deligöz (2007), Anadolu karaçamı fidanlarında solma noktasındaki osmotik potansiyel ile tam doygun haldeki osmotik potansiyelin mayıs ayından başlayarak kışa doğru gittikçe azalan değerlerinin, hücre içi konsantrasyondaki artıştan, ilkbaharda yükselen değerlerinin ise hücre içi konsantrasyondaki azalıştan kaynaklanmış olabileceğini belirtmiştir. Corcuera vd. (2002), meşe türlerinde yapmış olduğu çalışmada, solma noktasındaki osmotik potansiyel ile doygun haldeki osmotik potansiyel arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu belirlemiştir. Toros sediri türünün iki orijininde yapılan bu çalışmada da solma noktasındaki osmotik potansiyel ile doygun haldeki osmotik potansiyel arasında her iki orijinde de pozitif yönde bir ilişki tespit edilmiştir (Bucak orijini,  $r = 0.79$ ;  $P < 0.01$ ; Kapıdağ orijini,  $r = 0.91$ ;  $P < 0.01$ ).

Birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su miktarı ve apoplastik su miktarı değerlendirildiği zaman, gelişme döneminde simplastik su miktarı daha fazla, apoplastik su miktarı ise daha düşüktür. Kış ortasında ise, simplastik su içeriği düşük, apoplastik su içeriği yüksektir (Deligöz, 2007). Çalışmamızda birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su miktarı (Vo/DW) ve apoplastik su oranının (Va/VT) sökülme dönemleri bazında değişimi incelendiğinde, genel olarak her iki orijinde de Vo/DW'nin mayıs ayı değerleri oldukça yüksek iken, Va/VT'nin ise düşük olduğu ve mevsimsel bir değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, Vo/DW değerleri bakımından her iki orijin sadece 9 Mayıs tarihinde farklı bulunurken, Va/VT bakımından orijinler benzerdir. Doğu ladininde de Vo/DW'nin mayıs ayı değeri oldukça yüksek iken, ocak ayı değeri düşük bulunmuştur. Vo/DW tomurcukların şişmeye başlamasıyla artışa geçmektedir (Semerci, 1994). Dirik (1999) yaptığı çalışmada Vo/DW oranının aralık, ocak ve şubat aylarında en düşük seviyede olduğunu ve bu durumun, osmotik düzenleme ile ilgili olabileceğini belirtmiştir.

Çalışmamızda sökülme tarihlerinde FWC<sub>TLP</sub>, RWC<sub>TLP</sub>, RWC ve DWF'nin değişimi incelendiği zaman, genel olarak Bucak ve Kapıdağ orijinde sökülme dönemlerinin etkisi FWC<sub>TLP</sub> ve RWC üzerinde istatistiksel anlamda önemsiz iken, RWC<sub>TLP</sub> ve DWF üzerinde önemli bulunmuştur. RWC<sub>TLP</sub>'nin Bucak orijininde 9 Mayıs ve 27 Mart, Kapıdağ orijinin de 9 Mayıs değerleri diğer aylara göre daha düşük bulunmuştur. RWC<sub>TLP</sub> değerleri bakımından orijinler tüm sökülme tarihlerinde benzerdir. Birçok çalışmada da FWC<sub>TLP</sub> değerlerinde belirgin bir mevsimsel değişim belirlenmemiştir (Freyman vd. 1986). Çalışmamızda en düşük kuru ağırlık oranı değeri mayıs ayında, en yüksek kuru ağırlık oranı değeri ise 27 Mart tarihinde tespit edilmiştir. Ritchie (1984), Douglas fidanlarında yapmış olduğu bir çalışmada, kuru ağırlık oranının sonbahar başlangıcından itibaren arttığını, ocak ayında en yüksek değere ulaştığını, ilkbahara doğru ise giderek düştüğünü belirtmiştir.

Kök karbonhidrat muhtevası, fidanların rezerv besin elementi içeriğini ve dolayısıyla gelişme potansiyelini ortaya koyan belirteçlerden birisidir (Genç ve Yahyaoglu 2007). Çalışmamızda kök toplam karbonhidrat içeriğinde sökülme zamanları etkili olup, 20 Ocak tarihinden 9 Mayıs tarihine doğru bir düşüş söz konusudur. Orijinler arasında ise farklılık bulunmamaktadır. İğne yaprak toplam karbonhidrat içeriğinde de benzer bulgular elde edilmiştir. Nitekim doğal koşullar altında bitkilerin düşük sıcaklıklara maruz kaldığı kış mevsiminde çözünabilir şekerlerin arttığı, ilkbaharda ise azaldığı bildirilmiştir. Osmotik ayarlama maddeleri olarak bilinen çözünabilir şekerler, soğuk stresin neden olduğu hasardan bitki hücrelerinin korunmasında önemli rol oynarlar (Yuanyuan vd., 2009). Nitekim çalışmamızda da toplam karbonhidrat içeriğindeki artışa bağlı olarak osmotik potansiyelde bir düşüş belirlenmiştir (Kök örneklerinde, Bucak orijini,  $r = -0.671$ ;  $P < 0.01$ ; Kapıdağ orijini,  $r = -0.567$ ;  $P < 0.01$ ).

Kök gelişme potansiyelinde her iki orijinde mevsimsel bir değişim tespit edilmiştir. Yürütülen birçok çalışmada kök gelişme potansiyelinin mevsimsel bir değişim gösterdiği belirlenmiştir. *Pinus taeda* fidanlarında kök gelişme potansiyeli sonbaharda düşük, şubat sonu-mart başında en yüksek seviyededir (Feret vd., 1985). Bu çalışmada da şubat sonu-mart başı döneminde her iki orijinde kök gelişme potansiyeli diğer sökülme tarihlerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Dikim çalışmalarında kullanılacak fidanlar fizyolojik bakımdan da kaliteli olmalı ve stres koşullarına da dayanıklı olmalıdır (Deligöz, 2007). Sökülme-dikim çalışmaları, fidanların stres koşullarına karşı dayanıklılığın yüksek olduğu tam uyku halinde iken yapılmalıdır (Deligöz ve Genç, 2010). Ritchie (1984)'in çalışmasında, fidanların tam uyku halinde her türlü abiyotik zararlara karşı dayanıklı olduğunu belirtmiştir. Tam uyku hali veya sökülme için uygun uyku hali, iklim koşullarına göre değişmekle birlikte genellikle kasım ayı ortalarından veya sonlarından başlayarak, şubat ayı ortalarına veya sonlarına kadar olan dönemde görülebileceği belirtilmektedir.

Solma noktasındaki osmotik potansiyel ne kadar düşük olursa, ele alınan türün stres etmenlerine karşı dayanıklılığı o kadar fazla olmaktadır (Deligöz, 2007). Bu nedenle uygun sökülme zamanının belirlenmesinde oldukça önemli bir

gösterge dir. Çalışmamızda solma noktasında osmotik potansiyelin en düşük olduğu 20 Ocak ve 9 Mart tarihlerinde her iki orijinin stres etmenlerine dayanıklılığı en üst düzeydedir ve bu dönemler sökülüm için uygun zamanlardır. Bununla birlikte diğer fizyolojik özelliklerinde imkânlar dâhilinde birlikte incelenmesi daha net sonuçlara ulaşmamıza yardımcı olacaktır. Örneğin fidan sökülümünün kök gelişme potansiyelinin en yüksek seviyede olduğu dönemlerde yapılması muhtemelen dikim başarısı üzerinde etkili olacaktır. Çalışmamızda kök gelişme potansiyeli en yüksek değerlerini Kapıdağ orijininde 24 Şubat tarihinde, Bucak orijininde ise 9 Mart tarihinde almıştır. Ayrıca, ocak-şubat döneminde hem iğne yaprak hem de kök örneklerinde toplam karbonhidrat içeriği daha yüksektir. Dolayısıyla Eğirdir Orman Fidanlığı koşullarında Bucak ve Kapıdağ orijinli Toros sediri fidanları için ocak-şubat dönemi sökülüm için uygundur. Bununla birlikte özellikle kış ortası (20 Ocak) dönemde fidanların stres etmenlerine dayanıklılığı daha yüksek olsa da sökülüm veya dikim için arazi koşulları uygun olmayabilir. Bu durumda sökülüm tarihi biraz öne veya ileriye çekilmek durumunda kalınabilir. Mart sonuna kadar sökülümün yapılması uygun olabilir, fakat sökülüm-dikim çalışmaları açısından oldukça hassas dönem olan nisan ayına kesinlikle bırakılmamalıdır. Toros sediri orijinlerinde uygun sökülüm zamanının belirlenmesinde kış ortası ve ilkbahar dönemi çalışılmıştır. Bu çalışmada bir eksiklik olarak gördüğümüz sonbahar dönemine ilişkin uygun sökülüm zamanının belirlenmesi de uygulamaya katkı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle bundan sonra yapılacak uygun sökülüm zamanının tespitine ilişkin çalışmaların sonbahar döneminden ilkbahar dönemine kadar birlikte çalışılmasının uygulamaya katkısının daha yüksek olacağı aşikârdır.

#### Açıklama

Bu çalışma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde hazırlanan yüksek lisans tezinin bir özetidir. Eğirdir Orman Fidanlığı yetkililerine ve fidanlık çalışanlarına teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Anonim, 2015. Türkiye Orman Varlığı. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Aussenac, G., Guehl, J. M., Kaushal, P., Granier, A., Grien, Ph., 1988. Criteres physiologiques pour l'evaluation de la qualite des plants forestiers avant plantation. Rev. For.Fr. XL, 131-139.
- Cleary, B.D., Greaves, R.R., 1979 (Çeviri: Eyüboğlu, A.K.). Fidan. Orm. Araşt. Enst. Dergisi, 25 (2): 31-67.
- Corcuera, L., Camarero, J.J., Gil-Pelegrin, E., 2002. Functional groups in *Quercus* species derived from the analysis of pressure-volume curves. Trees, 16, 465-472.
- Dağdaş, S., 2012. Doğu Akdeniz bölgesinde kurulu Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) orijin denemelerinin 6. ve 10. Yıl sonu ara sonuçları. KSÜ Doğa Bil. Der., Özel sayı, 161-179.
- Deligöz, A., Gur M., 2017. Studies on tissue water relations and soluble sugars in Cilician Fir (*Abies cilicica*) seedlings during bud dormancy. Journal of Environmental Biology, 38, 1-6.
- Deligöz, A., 2007. Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arn. Subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] fidanlarına ait bazı temel morfolojik ve eko-fizyolojik özelliklerin dikim başarısına etkisi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

- Deligöz, A., 2011. Seasonal changes in the physiological characteristics of Anatolian black pine and the effect on seedling quality. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35(1): 23-30.
- Deligöz, A., 2012. Morphological and physiological differences between bareroot and container *Juniperus excelsa* seedlings. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35(5): 619-628.
- Deligöz, A., Genç, M., 2010. Orman fidanlıklarında fidan sökülüm dönemi tespitinde kullanılabilir yöntemler, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, 2010, Bildiriler Kitabı, II. Cilt, 804-813, Artvin.
- Dirik, H., 1993. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.)'da fidan morfolojisinin dikim başarısına etkileri. Uluslararası Kızılcım Sempozyumu, 23 Ekim, 348-355, Marmaris, Türkiye.
- Dirik, H., 1991. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.)'da bazı önemli fidan karakteristikleri ile dikim başarısı arasındaki ilişkiler. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dirik, H., 1999. Dikim mevsiminde karaçam (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe.) fidanlarındaki fizyolojik değişiklikler ve bunun dikim başarısı üzerindeki etkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 49A, 59-74.
- Dirik, H., 2000. Farklı biyoiklim koşullarını temsil eden kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijinlerinin kurak dönemdeki su potansiyellerinin basınç-hacim (P-V) eğrisi ile analizi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 50A, 93-103.
- Doi, K., Morikawa, Y., Hinckley, T. M., 1986. Seasonal trend of several water relation parameters in *Cryptomeria japonica* seedlings. Canadian Journal of Forest Research. 16(1): 74-77.
- 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.
- Ducrey, M.L., 1984. Nursery Cultural Practices: Impacts on Seedling Quality. In: Duryea, M. L., Landis, T.D. (Eds.). Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. The Hague/Boston/Lancaster, for Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, pp.386.
- Evcimen, B.S., 1963. Türkiye Sedir Ormanlarının Ekonomik Önemi, Hasılat ve Amenajman Esasları. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları No: 355/16.
- Feret, P.P., Kreh, R.E., 1985. Seedling root growth potential as an indicator of loblolly pine field performance. Forest Science, 31(4): 1005-1011.
- Freyman, R.C., Feret, P.P., Dewald, L.E., 1986. Variation in Loblolly pine seedling root growth potential over two lifting seasons. In: Proc. of the 1986 Meeting of Southern Forest Nursery Association, pp. 224-231.
- Genç, M., 1992. Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklerle dikim başarısı arasındaki ilişkiler. Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Genç, M., Yahyaoglu, Z., 2007. Kalite Sınıflamasında Kullanılan Özellikler ve Tespiti. Fidan Standardizasyonu, Standart Fidan Yetiştiriminin Biyolojik ve Teknik Esasları. Yahyaoglu, Z., Genç, M., (Eds.), Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, No. 75, Isparta.
- Kubiske, M.E., Abrams, M.D., 1991. Seasonal, diurnal and rehydration induced variation of pressure-volume relationships in *Pseudotsuga menziesii*. Physiologia Plantarum, 83, 107-116.
- Parker, W.C., Pallardy, S.G., Hinckley, T.M., Teskey, R.O. 1982. Seasonal changes in tissue water relations of three woody species of the *Quercus-carya* forest type. Ecology, 63, 1259-1267.
- Puttonen, P., 1997. Looking for the "Silver Bullet"- can one test do it all? New Forests, 13, 9 - 27.
- Ritchie, G.A., Schula, R.G., 1984. Seasonal changes of tissue-water relations in shoots and root systems of Douglas-fir seedlings. For. Sci., 30, 538-548.

- Semerci, A., 1994. Doğu ladini (*Picea orientalis* L. Link.) fidanlarında su potansiyeli bileşenlerinde oluşan dönemsel değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Semerci, A., 2002. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik karakteristikler ile İç Anadolu'daki dikim başarısı arasındaki ilişkiler. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 142s, Ankara.
- Tyree, M.T., Cheung, Y.N.S., MacGregor, M.E., Talbot, A.J-B., 1978. The characteristics of seasonal and ontogenic changes in the tissue-water relations of *Acer*, *Populus*, *Tsuga* and *Picea*. Can. J. For. Res. 56, 635-647.
- Yahyaoğlu, Z., Genç, M., 1990. Sedir (*Cedrus libani* A.Rich.)'de ıslah çalışmaları, Uluslararası Sedir Sempozyumu, 22-27 Ekim 1990, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları 59, 325-333.
- Yuanyuan, M., Yali, Z., Jiang L., Hongbo, S., 2009. Roles of plant soluble sugars and their responses to plant cold stress. African Journal of Biotechnology, 8(10): 2004-2010.

## Barajların Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn.) ağaçlarında yıllık çap artımına etkileri: Isparta-Uluborlu örneği

Nilüfer Yazıcı<sup>a,\*</sup> , Yılmaz Çatal<sup>a</sup> 

**Özet:** Çeşitli amaçlar için yapılan gölet ve baraj gibi büyük su haznelerinin; buldukları bölgenin süregelen iklim faktörlerini etkileyerek değiştirdiği ve bölgeye farklı bir iklim yapısı kazandırdığı bilinmektedir. Bundan dolayı barajlar ve göllerde ağaçların büyümesi üzerinde etkili olmaktadır. Bu etkiyi ortaya koymak için yapılan araştırmada çalışma alanı olarak Uluborlu barajı seçilmiştir. Uluborlu baraj havzası Türkiye'nin Isparta ilinde yer almaktadır. Uluborlu barajı 1977-1984 yılları arasında inşa edilmiş ve 1985 yılında su toplamaya başlamıştır. Bu çalışmada Uluborlu baraj gölünün neden olduğu lokal iklim koşullarının alanda yer alan karaçam ormanlarının çap artımı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu nedenle baraj etkisi ve kontrol bölgesi olarak adlandırılan iki farklı yerden örnek alan seçilmiştir. Artım burguları yardımıyla her bir ağaçtan bir birine dik 2 adet olmak üzere her bir örnek alandaki 30 Anadolu karaçamı ağacının göğüs yüksekliğinden artım kalemleri alınmıştır. Yıllık çap artımlarının ölçülmesinde çift okülerli mikroskop kullanılmıştır. Baraj ve kontrol alanındaki ağaçların yıllık çap artımları SPSS 22.0 istatistik programı kullanılarak bağımsız t-testi ile karşılaştırılmıştır. Yıllık çap artımı ile sıcaklık ve yağış gibi iklimsel faktörler arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir. Sonuçlara göre, yıllık ortalama çap artımı açısından baraj etkisi alanı ile kontrol alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiş olup, baraj Anadolu karaçamı ağaçlarının yıllık ortalama çap artımı üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Baraj alanında bulunan ağaçların yıllık ortalama çap artım değerleri kontrol alanındaki değerlere nazaran oldukça yüksektir.

**Anahtar kelimeler:** Uluborlu barajı, Yıllık çap artımı, Karaçam, Yağış, Sıcaklık

## The effects of dams on the annual diameter increment of black pine (*Pinus nigra* Arn.) trees: Example of Isparta-Uluborlu

**Abstract:** Large water reservoir ponds and dams such as those made for various purposes; It is known that the region changes the climate by affecting the climate factors and provides a different climate structure to the region. Therefore, dams and lakes also affect the growth of trees. Uluborlu dam was chosen as the study area for this effect. This study was carried out in Uluborlu watershed dam located in Isparta-Turkey. Uluborlu dam was established during 1977-1984 and water deposition started in 1985. The purpose of this study was to investigate the local climate effects on diameter increments resulted by Uluborlu Dam Lake on the distributed Black pine (*Pinus nigra* Arn.) forests. Therefore, sampling areas were chosen from two different places namely as dam effect area and control area. Increment cores were taken from 30 *Pinus nigra* trees using increment borer at breast height (1.30 m) in each sample plots and two increment cores were taken from each tree. Double ocular microscope was used on the measurement and determination of annual diameter increment. Annual diameter increment of trees in dam effect area and control area were compared with independent t test using SPSS 22.0 statistical program. The relationships between annual diameter increment and climatic factors such as temperature and precipitation were evaluated using Pearson correlation analysis. According to results, there is a statistically significant difference between average annual diameter increment in dam effect area and control area and dam influenced forest areas positively with respect to annual diameter increment. The values of the mean annual diameter increment of the trees in dam effect area are greatly higher than trees in the control area.

**Keywords:** Uluborlu dam, Annual diameter increment, Black pine, Rainfall, Temperature

### 1. Giriş

Barajlar genellikle nehirlerin geçtiği derin vadiler üzerine toprak dolgu, kaya dolgu ya da beton ağırlıklı olarak inşa edilen, nehir ve yağmur sularını biriktirerek yapay bir göl oluşumuna imkân veren, ayrıca tabii göllerin kenarına da yapılabilen büyük yapılardır. Yapılma gayeleri ya hidroelektrik enerji üretmek, ya yağmurlu mevsimlerde su depolayarak kurak mevsimlerde kentler ve ziraat alanların su ihtiyacını karşılamak, ya da taşkınları kontrol etmektir (Gedik, 2015).

Çeşitli amaçlar için yapılan gölet ve baraj gibi büyük su haznelerinin; buldukları bölgenin süregelen iklim faktörlerini etkileyerek değiştirdiği ve bölgeye farklı bir iklim yapısı kazandırdığı bilinmektedir. Çünkü hazne üzeri yüzeyinden geçen hava kütlesi ile yüzey arasında ısı ve kütle alışverişi olmaktadır. Bunun bir sonucu olarak, büyük yüzeye sahip olan göller ve büyük su tutma hazneleri yerel iklimi değiştiren önemli bir etken olmaktadır (Güldal ve Ağralıoğlu, 1994). Büyük ölçekli durgun bir su kütlelerinin oluşması nedeniyle baraj gölü çevrelerinde havanın nem yüzdesi, sıcaklığı, kütleli hava hareketlerinde değişimler

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

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 18.01.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 28.02.2019



**Citation** (Atıf): Yazıcı, N., Çatal, Y., 2018. Barajların Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn.) ağaçlarında yıllık çap artımına etkileri: Isparta-Uluborlu örneği. Turkish Journal of Forestry, 20(1): 28-34.  
DOI: [10.18182/tjf.514745](https://doi.org/10.18182/tjf.514745)



görülebilir. Ancak, baraj göllerinin meydana getirdiği iklim değişiklikleri geniş çaplı olmayıp, mikroklimatik ölçektir. Örneğin; sert iklim koşullarına sahip yörelerde, kışların daha ılık geçtiği, bahar aylarında yağış miktarının arttığı ve daha çok konveksiyonal tipte yağışların artış gösterdiği, yaz ayları sıcaklık ortalamalarının düştüğü gözlenmiştir (Koçer, 1994).

Ağaçların ortalama yıllık halka genişliği; önce genetik özelliklerine, sonra da yetiştirme ortamına bağlıdır. Yıllık halka genişliğini etkileyen çevresel etmenlerin başında rakım ve enlem dereceleri gelir. Aynı türün düşük rakım ve enlem derecelerinde yetişenlerinin yıllık halkaları geniş, yüksek rakım ve enlem derecelerinde yetişenlerinin yıllık halkaları ise dardır. Yetiştirme ortamı dışında, iklim etmenlerinin seneden seneye değişmesi de yıllık halka genişliğini etkilemektedir (Merev, 2003). Yıllık halka genişliğine olumlu ya da olumsuz etkiler yapan başlıca etkenler şunlardır: Coğrafi konum, denizden yükseklik, baki, ağaçların sıklığı-seyrekliliği, rüzgar, zararlı böcekler ve mantarlar, ağaçların yaşı, formu, silvikültürel uygulamalardır (Akbulut ve Özkan, 2004).

Ağaçların doğal yetiştirme ortamlarında yıllık halka genişlikleri, içinde buldukları ortamın iklim faktörlerinin etkisine bağlı olarak büyük değişiklikler göstermektedir (Fritts, 1976). Yıllık halka genişliğinde bir yıldan diğerine meydana gelen değişimlerin en önemli sebebi sıcaklık ve yağıştır. Ayrıca sıcaklık ve yağış değerlerinin sayısal olarak ifade edilebiliyor olması yıllık halka genişlikleriyle aralarındaki ilişkinin ortaya konmasını sağlamaktadır (Dağdeviren vd., 2004). Sıcaklık, fotosentez miktarını belirleyen bitki metabolizma oranını kontrol etmektedir. Su, fotosentez için en önemli faktör olup, birçok bitki hücresinin temel kimyasal bileşenidir. Kurak bölgelerde, su miktarının artmasıyla net ana üretimde doğrusal bir artış görülmektedir. Yağış ve sıcaklık değerleri alınabilir suyu etkilediğinden yıllık sıcaklık ve yağışın yıllar itibarıyla değişimleri aynı zamanda ağaçların yıllık halka genişliğini de etkilemektedir. Sıcaklık ve yağış miktarındaki değişimler, net ilk üretim için önemli bir faktör olan vejetasyon döneminin uzunluğunu da değiştirebilir. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinde özellikle yağış ve sıcaklık gibi değişkenler, Akdeniz bölgesindeki ormanların iklim tepkisinin bir sonucu olarak ağaç büyüme modellerinde değişikliklere neden olmaktadır. Sıcaklık ve yağış gibi iklimsel değişkenlere dayalı ağaç büyümesi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar, ağaç büyümesinin büyük ölçekli iklimsel değişkenlere nasıl tepki verdiği konusunda bilgi vermektedir (Feliksik ve Wilczynski, 2009; Rybnicek vd., 2009; Kazmierczak ve Zawieja, 2014; Reis vd., 2018).

Ağaçların bu özelliklerini kullanan Dendrokronoloji, kısaca yıllık halkalara dayanarak yaş saptama bilimi olarak tanımlanmaktadır. Dendrokronoloji bilim dalı yardımıyla Türkiye'de, başta karaçam (*Pinus nigra* Arn.) (Touchan vd., 2003, 2005; Akkemik ve Aras, 2005; Köse, 2007; Akkemik vd., 2008; Güner, 2010; Kara, 2011; Köse vd., 2011 ve 2013) olmak üzere, önemli orman ağaçlarına ait iklim duyarlı kronolojiler oluşturulmuştur. Karaçam, çevresel koşullara ve bu koşullarda meydana gelen değişikliklere tepki veren bir ağaçtır. Değişen çevre koşullarına göre yıllık halka genişlikleri de değişmektedir.

Yapılan bu araştırmanın amacı, Isparta yöresinde yer alan Uluborlu barajının Karaçam ağaç türünde yıllık çap artımı üzerinde etkisinin olup olmadığının yıllık çap artımları analiz edilerek istatistik yöntemler ile

karşılaştırılmasıdır. Bununla birlikte, ağaçların yıllık çap artımı üzerinde iklim (sıcaklık ve yağış) değişikliğinin etkisinin olup olmadığı, etkisi var ise yönü belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Uluborlu barajı Isparta'nın Uluborlu ilçe merkezinin güneybatısında Pupa Çayı üzerinde, sulama ve taşkın kontrolü amacıyla 1977-1984 yılları arasında inşa edilmiş bir barajdır. Şalgamlık, Karatavuk ve Kuruçayın sularının toplanmasıyla oluşmuştur. Baraj 2010 yılında rehabilite edilmiştir. Toprak gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 1.80 hm<sup>3</sup>, akarsu yatağından yüksekliği 56,5 m, normal su kotunda göl hacmi 21,392 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda göl alanı 1,10 km<sup>2</sup>'dir. Havza karaçam ile taşkın ve heyelan önlemek üzere ağaçlandırma yapılmıştır. Havza genel olarak Paleosen-Eosen fliş üzerinde yer alan Mesozoik kireç taşlarından oluşan bir jeolojik yapıya sahiptir. Alanın toprağı kumlu-kil topraktır. Toprak özelliği bakımından; az taşlı, kuru derin ve organik maddece zengindir. Toprağın geçirgenliği iyi olup, pH değeri 5.8-6.4 arasındadır (DSİ, 2015).

Alanda Akdeniz ardi iklim tipi hüküm sürmektedir. Göller Bölgesi ikliminin karakteristik özelliklerinden olan ilkbaharı kısa, sonbahar ve kışı diğer mevsimlere göre biraz daha uzun olan bir iklim özelliği taşır. Yazları sıcak ve kurak, kış ayları ise soğuk ve yağışlıdır. Kışın en soğuk günlerin ortalaması (-15<sup>0</sup>C) ve yazın en sıcak günlerin ortalaması (+31<sup>0</sup>C) derece olduğu tespit edilmiştir. Yağışlar en çok ilkbahar ayları başında ve sonbahar aylarında yağmakta olup, yağışlar ekseriyetle batı ve güney kesiminden gelmektedir (Seyman, 2005).

Örnek alanların seçildiği yerler Isparta ili Uluborlu ilçesi baraj havzası çevresindedir (Şekil 1). Baraj etkisi alanı 1164 metre yüksekliğinde olup 38° 03' 25" kuzey enlemleri ile 30° 25' 06" doğu boylamları arasında olup, kontrol örnek alanı ise 1242 metre yüksekliğinde olup 38° 03' 42" kuzey enlemleri ile 30° 25' 16" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Havza aslı ağaç türü olan karaçamla 2 m aralıkla geçirilen terasların üzerine 1m mesafeyle dikilerek ağaçlandırılmıştır. Her iki alan ağaçlandırma ile elde edilmiş olup, yaşları 40 civarındadır.



Şekil 1. Çalışma alanındaki örnek alanlar

## 2.2. Yöntem

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin Göller bölgesinde bulunan Isparta ilinde yer alan Uluborlu barajının karaçam ağaçlarının yıllık çap artımı üzerindeki etkisinin araştırılmasıdır. Uluborlu Barajı 1985 yılından itibaren su tutmaya başlamıştır. Bu nedenle 1989-2015 yılları arasındaki 26 yıllık dönem araştırmaya konu olmuştur. Yıllık halka gelişimleri üzerinde iklim etkilerini doğru bir şekilde ortaya koymak için, örnek alanlarının insan etkisinden uzak olmasına özen gösterilmiştir. Bir tanesi kontrol, diğeri ise baraj etkisinde bulunan 2 örnekleme alanı alınmıştır. Hem kontrol alanı hem de baraj etkisinde bulunan alanlar aynı meşcere yapısından seçilmiştir ve meşcere türü, kapalılık, bonitet, yükseklik ve bakı parametreleri bakımından aynı özelliklere sahip olmasına dikkat edilmiştir. Baraj etkisi alanı ile kontrol alanı bir birine kuş uçuşu yaklaşık bir kilometre mesafededir. Örnek ağaçların seçimi için 50m x 50m genişliğinde olmak üzere 2500m<sup>2</sup> büyüklüğünde kare şeklinde örnek alan belirlenmiştir. Bu örnek alan içinde deforme olmamış, çatallı yapı göstermeyen, eğri olmayan ve tam bağımsız olarak büyüme özelliği gösteren ağaçlar örnek ağaç olarak seçilmiştir.

Artım kalemleri karaçam ağaçlarından göğüs yüksekliğinden (d<sub>1,30</sub> m) alınmıştır. Artım kalemleri baraj etkisi olan 30 ağaçta ve kontrol amaçlı alanda 30 ağaçta olmak üzere toplam 60 ağaçtan alınmıştır. Artım kalemleri her ağaç üzerinde birbirine dik iki yönde alınmıştır. Artım kalemleri etiketlenerek ve kapalı kap içinde laboratuvara getirilmiştir. Artım kalemlerinin yıllık halka genişlikleri çift okülerli mikroskop ile 0.01 mm hassasiyetinde ölçülmüştür.

İstatistik çoklu karşılaştırmalar için SPSS 22.00 kullanılmıştır (SPSS Guide, 2013). Baraj etkisi olan ve kontrol alanlarının birbiri ile karşılaştırılmasında bağımsız iki örneklem t-testi kullanılmıştır. Yapılan t-testi ile baraj etkisi alan ve kontrol alanı arasında yıllık çap artımlarının ve büyümelerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca, yöreye ilişkin yağış, sıcaklık değerleri ile artım arasındaki ilişkinin belirlenmesi için Pearson korelasyon yöntemi kullanılmıştır.

## 3. Bulgular ve tartışma

Çalışma alanlarını ve örnek verilerini tanımlayıcı bazı bilgiler özet halinde Çizelge 1'de verilmiştir.

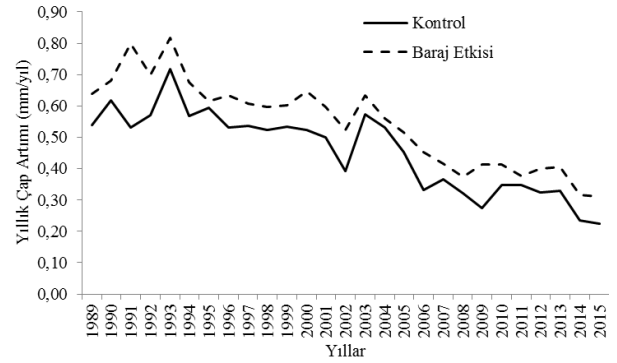
Çizelge 1'den görüleceği üzere baraj etkisinin olduğu alanlarda çap artımı en düşük 0,008 mm, en yüksek 1,21 mm olmuştur. Buna karşı kontrol alanında ise en küçük 0,12 mm, en yüksek 1,41 mm olmuştur.

Ortalama çap artımı değerleri yıllara göre kontrol ve baraj etkisi alanlar için Şekil 2'de verilmiştir. Şekilden

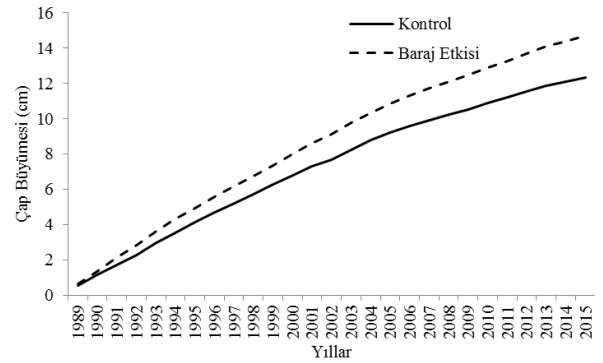
anlaşılabacağı gibi her yıl için artım değerleri, baraj ve kontrol grubu için farklılıklar görülmektedir.

Baraj sahasındaki ağaçların yıllık ortalama çap artışının değerleri, kontrol sahasındaki ağaçlardan oldukça yüksektir. Sonuçlara göre, yıllık ortalama çap artışları baraj sahasında 0,55 mm, kontrol sahasında ise 0,46 mm'dir. Tüm yılların değerlerine bakıldığı zaman baraj etkisindeki alanda minimum çap artım değeri 2015 yılında 0,311 mm olarak elde edilirken, maksimum çap artım değeri ise 1993 yılında 0,816 mm olarak belirlenmiştir. Yine kontrol değerleri için minimum çap artım değeri 2015 yılında 0,223 mm olarak belirlenirken, en yüksek çap artım değeri 1993 yılında 0,718 mm olarak elde edilmiştir. Bu değerler baraj etkisi ve kontrol alanları için aynı yıllarda aynı ekstrem değerler elde edildiğini göstermektedir.

Şekil 2'den görüleceği gibi çap artım miktarları yıllara göre değişiklik göstermektedir. Yıllara göre ortalamalar izlendiği üzere değişik yıllarda baraj etkisi alanlar ile kontrol alanındaki ağaç çap artımı değerleri paralel değerler göstermektedir. Çap artımı değerlerinin büyüme değerlerine dönüştürülmesi ile Şekil 3 elde edilmiştir.



Şekil 2. Baraj etkisi olan alan ile kontrol alanında yer alan ağaçların artımlarının karşılaştırılması



Şekil 3. Baraj etkisi ve kontrol alanlarındaki ağaçların büyüme miktarları

Çizelge 1. Örnek alanların bazı tanımlayıcı özellikleri

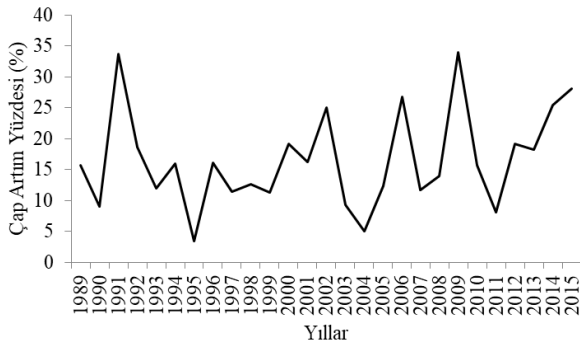
	Yükselti (m)	Bakı	Eğim (%)	Ortalama göğüs çapı (cm)	Ortalama yıllık çap artımı (mm)	En küçük yıllık çap artımı (mm)	En büyük yıllık çap artımı (mm)	Standart sapma
Baraj etkisi alanı	1164	Batı	15	15,9	0,55	0,08	1,21	0,184
Kontrol alanı	1242	Batı	12	12,7	0,46	0,12	1,41	0,208

Çap artımı değerleri kullanılarak elde edilen Şekil 3'den görüleceği gibi çap büyümesi bakımından baraj etkisi alanlar her yılda kontrol alanına göre daha fazla yüksek değer ile büyüme seyri izlemektedir. Ağaçlar büyüme eğrisi bakımından açık bir "S" büyüme göstermektedir (Kalıpsız, 1982). Bundan dolayı ağaçlar büyüme enerjilerini henüz devam ettirmekte, büyüme ivmelerinin yakın gelecekte düşmesi beklenmemektedir.

Baraj etki alanındaki ağaçların çap artımı ile kontrol alanındaki ağaçların çap artımı değerleri kullanılarak artım fazlalığı oransal olarak Şekil 4'de verilmiştir.

Şekil 4'den de görüleceği gibi baraj etkisi alanlarında ağaçların yapmış olduğu artım kontrol alanındaki ağaçlara göre her yıl fazla olmuştur. En fazla artım oranı değeri 1995 yılında yaklaşık %34 oranında elde edilirken, en düşük artım oranı ise 2009 yılında %3 oranı ile elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, çap artımı hacmin artımının temel bileşeni olduğu için (Kalıpsız, 1982) hacim artımı da doğrudan etkilenecektir.

Baraj etkisi alan ile kontrol alanı arasında çap artımı ilişkisi grafiksel ve oransal olarak karşılaştırıldıktan sonra istatistik analiz ile de karşılaştırılmıştır. Bu amaç ile yapılan t-testi ile kontrol ve baraj etkisi grupları arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. İstatistik analiz testi sonucu Çizelge 2'de verilmiştir.



Şekil 4. Baraj etkisi alanında yer alan ağaçlarda artımın kontrol alanına göre oransal değişimi

Çizelge 2. Baraj etkisi ve kontrol değerlerine ilişkin t-testi sonucu

	Ortalama	Standart sapma	t-değeri	p-oranı
Baraj etkisi	0,5452	0,14161	9,515	0,000
Kontrol	0,4563	0,13003		

Yapılan t-testi sonuçlarına göre kontrol ve baraj etkisi alanları arasında istatistiksel olarak %99,9 güven düzeyinde fark bulunmuştur. Artım bakımından iki veri grubu için t değeri 9,515 ( $p < 0,001$ ) olarak bulunmuştur. Bu değer kritik t değerinden daha büyük bir değer olduğu için iki veri grubunun ortalamalarının farksız olduğu hipotezi kabul edilemez. Ayrıca yıllara göre kontrol ve baraj etkisi veri grubu için yapılan t-testi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3'den de görüleceği üzere bazı yıllarda gruplar arasında istatistiksel olarak fark olmasına rağmen, bazı yıllarda gruplar arasında fark bulunmamıştır. Özellikle son yıllarda baraj etkisinin çap artımı üzerindeki etkisi daha açık istatistiksel olarak görülebilmektedir. Baraj etkisi alan ile kontrol alanı için yıllık artım değerleri kullanılarak iklim verileri olan yağış ve sıcaklığa göre değişimleri ve birbirleri ile ilişkileri Pearson korelasyon analizi ile test edilmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 3. Yıllara göre kontrol ve baraj etkisi alanları için t-testi sonuçları

Yıllar	t-değeri	Önem düzeyi (p değeri)
1989	0,519	0,626
1990	2,270	0,179
1991	3,914	0,048
1992	3,973	0,017
1993	3,618	0,039
1994	1,233	0,232
1995	0,313	0,757
1996	0,737	0,468
1997	1,201	0,142
1998	1,490	0,146
1999	1,134	0,265
2000	1,887	0,068
2001	1,691	0,100
2002	2,503	0,016
2003	0,576	0,569
2004	0,486	0,630
2005	1,523	0,105
2006	1,897	0,167
2007	1,216	0,233
2008	1,482	0,148
2009	3,877	0,000
2010	3,527	0,025
2011	2,766	0,039
2012	2,415	0,181
2013	3,721	0,014
2014	2,010	0,092
2015	2,365	0,024

Çizelge 4. Korelasyon analizi sonucu

	Ortalama sıcaklık	Ortalama yağış	Baraj etkisi alanı ortalama çap artımı
Ortalama yağış	Pearson korelasyon katsayısı Önem düzeyi (p değeri)	0,305 0,122	
Baraj etkisi alanı ortalama çap artımı	Pearson korelasyon katsayısı Önem düzeyi (p değeri)	-0,210 0,016	0,250 0,014
Kontrol alanı ortalama çap artımı	Pearson korelasyon katsayısı Önem düzeyi (p değeri)	-0,213 0,006	0,460 0,001

Korelasyon analizi sonucu baraj alanı ve kontrol alanının çap artımlarına ortalama yağış daha etken değer olarak karşımıza çıkmaktadır. Benzer sonuç Reis vd., 2018 tarafından da elde edilmiştir. Kontrol alanı için yağışın etkisi daha yüksek düzeyde iken (%46), baraj etkisi olan alanda yıllık ortalama çap artımı üzerinde yağışın etkisi daha düşük seviyede (%25) kalmaktadır. Sıcaklık ise baraj etkisi olan alan ile kontrol alanı için yıllık ortalama çap artımı üzerinde negatif yönlü bir etki etmekte olup, sıcaklığın etkisi düzeyi ve yönü her iki alan içinde aynı düzeyde olduğu görülmektedir. Artan sıcaklık yıllık çap artımını olumsuz yönde etkileyen kuraklık sorunlarına neden olabilir. Yapılan diğer çalışmalarda; Sapsız meşe ağacı için beş ağacın ortalama büyüme miktarları ile bir önceki 10 günlük dönemdeki ortalama iklim değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde yağış değerleri ile büyüme arasında belirgin şekilde pozitif bir korelasyon elde edilirken sıcaklık değerleri negatiftir. Kayın ağacı için ise; genel olarak yağış değerleri ile ortalama kambiyum faaliyeti arasında negatif bir ilişki varken sıcaklık değerleriyle pozitif bir ilişki ortaya çıkmıştır. Bu sonucun ortaya çıkmasında, hızlı büyüme dönemi olan ilkbaharda sıcaklığın düşük olması ve ilkbaharın geç başlaması bunun sonucu olarak da kambiyum faaliyetinin gecikmesi etkili olabilir. Yıllık büyüme oranları da bir yıldan diğerine, sıcaklık ve yağışa göre önemli değişiklikler göstermektedir. Yağışların yüksek ve sıcaklığın daha ılıman olduğu 2010 yılındaki toplam büyüme, daha kurak ve sıcak geçen 2009 yılına göre daha yüksektir (İnan, 2015).

Genel olarak aylık yağışlardaki değişimler, yarı kurak ortamlardaki ağaçların yıllık halka genişliği ile genel olarak doğrudan ilişkilidir (Akkemik, 2004). Fizyolojik faaliyetleri sınırlandıran düşük yağış, düşük toprak nemi ve ağaçta su noksanlığı baskısı ile halka genişliği arasında çok açık bir ilişki vardır. Yağış çok yüksek olursa eğer, toprak nemi artar; büyüme dönemi ne kadar uzun olursa, büyümeyi sınırlandıran dönem, o oranda gecikir ve dolayısıyla ağaçlarda gelişim artar (Dağdeviren vd., 2004; Fritts, 1976). Bu yüzden ağaçların yıllık çap artımları ile yağış arasındaki korelasyon da görüldüğü için grafiksel olarak karşılaştırma

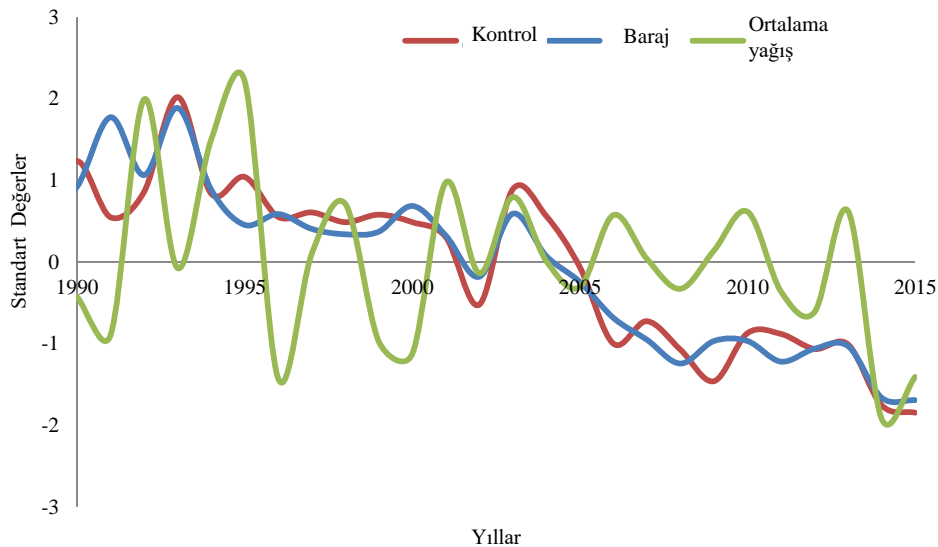
yapılmıştır. Baraj etkisi olan alan, kontrol alanı ve yıllık ortalama yağış değerleri standart değerler haline dönüştürülerek karşılaştırılması grafiksel olarak Şekil 5'te verilmiştir.

Şekil 5'den de anlaşılacağı gibi; yıllık toplam yağışlardaki önemli artış ve azalma kontrol sahasında yıllık çap artışında baraj etkisi alanına kıyasla daha önemli değişikliklere neden olmaktadır. Bu durum yerel iklim etkilerinin yağış ve sıcaklıktaki önemli değişiklikleri tolere ettiği ile açıklanabilir. Yıllık ortalama yağış verileri ile baraj etkisi olan alan ve kontrol alanında gerçekleşen artımlarda pozitif bir etkileşim söz konusudur.

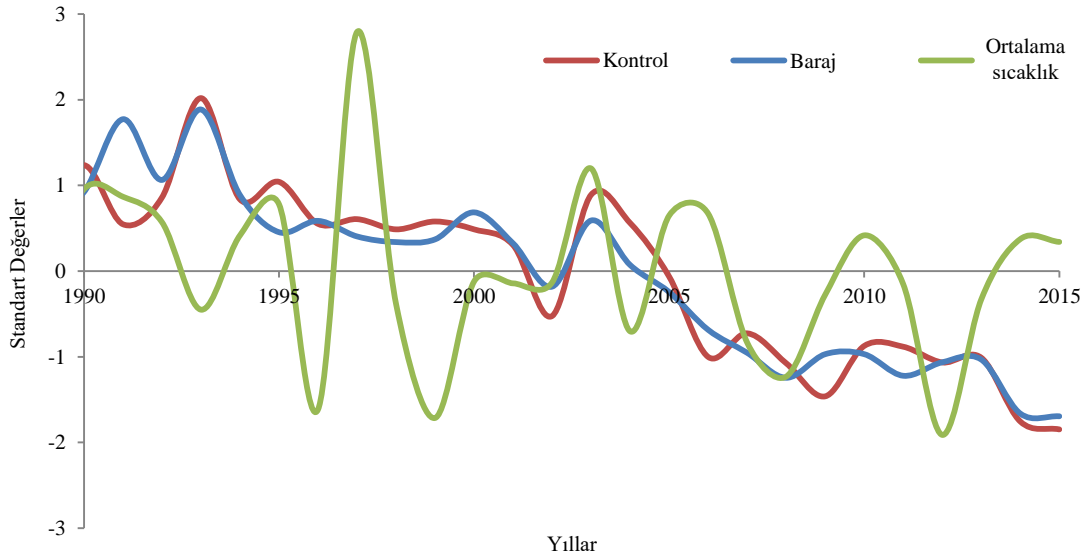
Yıllık çap artımını belirleyen tek faktör yağış miktarı değildir. Ağaç büyümesini etkileyen diğer bir faktör ise yüksek sıcaklıktır. Evapotranspirasyonun fazla olması kuraklık stresini artırır ve topraktaki su kullanılabilirliğini azaltır. Düşük rakımlarda ise ağaç gelişimini etkileyen en önemli faktör yağıştır (Reis vd., 2018; Larcher, 1988; Franco, 1979).

Yapılan diğer çalışmalarda da Karaçam ağaçlarının yıllık halka genişlikleri de genelde yaz aylarındaki yağışlar ile pozitif, ortalama sıcaklıklar ile negatif ilişki gösterdiği tespit edilmiştir (Liphshitz vd., 1979; Akkemik, 2000; Lebourgeois, 2000). Yine benzer Seyitömer'de yapılan çalışmada ise; termik santralin tüm birimleriyle çalıştırıldığı ve hava kirliliğinin en yoğun olduğu üçüncü dönemde yıllık halka genişlikleri yaz yağışlarıyla negatif, sıcaklıkla pozitif ilişki göstererek, doğal karaçam gelişiminden farklı bir seyir göstermektedir. Olumsuz yetişme ortamı özelliklerine sahip Karaçam ormanları uzun dönemdir kirleticilerin etkisi altındadır. Bu etkiler sonucunda Karaçam ormanlarının büyümeleri yavaşlamıştır (Makineci ve Sevgi, 2005). Sarıçamlarda yapılan çalışmada ise; yıllık halka genişlikleri Temmuz yağışlarının az olduğu yıllarda dar, fazla olduğu yıllarda daha geniş olduğu belirlenmiştir (Yaman ve Sarıbaş, 2005).

Baraj etkisi alanı, kontrol alanı ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri standart değerler haline dönüştürülerek karşılaştırılması grafiksel olarak Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 5. Baraj etkisi ve kontrol alanlarının yıllık ortalama yağış ile ilişkisi



Şekil 6. Baraj etkisi ve kontrol alanlarının yıllık ortalama sıcaklık ile ilişkisi

Şekil 6'dan da anlaşılacağı gibi; yıllık ortalama sıcaklık verileri ile baraj etkisi alan ve kontrol alanında gerçekleşen artımlarda negatif bir ilişki bulunmaktadır. Sıcaklığın etki düzeyi ve yönünün her iki alan içinde aynı düzeyde olduğu görülmektedir.

Halka genişliği ve yaz sıcaklığı arasındaki direkt ilişkiler çoğunlukla üst yetiştirme ortamındaki ağaçlar üzerinde görülmektedir. Bu ilişkiler özellikle kuzey bakıllardaki üst yetiştirme ortamlarında ve soğuk mikro iklimlerin yaşandığı yetiştirme ortamlarında daha çarpıcı bir şekilde görülmektedir. Düşük sıcaklıklar bundan başka, büyüme mevsiminin daha geç başlamasına ve sonbaharda normal süresinden daha önce durmasına neden olarak dar yıllık halkaların oluşmasına yol açmaktadır. Bu nedenle ilkbaharda yüksek sıcaklıklar ile halka genişliği arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Dağdeviren vd., 2004).

Douglas göknarının yıllık çap artışı temel olarak yarı kurak bölgelerde yağışa bağlıdır. Bununla birlikte, aşırı yüksek bir sıcaklık, artan terleme nedeniyle ağaç büyümesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir (Fritts, 1974; Biondi, 1997). Sıcaklık, dağlık alanlarda ağaç büyümesini etkileyen ana faktördür (Rybnicek vd., 2009). Kuraklığa bağlı aşırı düşük sıcaklıklar, en yüksek dağ kotlarında yıllık çap artışını olumsuz yönde etkileyebilir (Cermak, 2007).

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada yıllık halka genişlikleri kullanarak Karaçam ağaçları üzerinde Isparta-Uluborlu barajının neden olduğu çap artışlarındaki yerel iklim etkileri araştırılmıştır. Aynı zamanda çap artışlarının zamansal değişkenliği ve sıcaklık-yağış etkileri gibi iklim değişkenleri analiz edilmiştir. Yapılan değerlendirmelere göre; baraj etkisinin olduğu alanlarda çap artımı en düşük 0,008 mm, en yüksek 1,21 mm olmuştur. Buna karşı kontrol alanında ise en küçük 0,12 mm, en yüksek 1,41 mm olmuştur.

Yapılan Pearson Korelasyon analizi sonucu baraj alanı ve kontrol alanının çap artımlarına ortalama yağış daha etken değer olarak karşımıza çıkmaktadır. Kontrol alanı için

yağışın etkisi daha yüksek düzeyde iken (%46), baraj etkisi olan alanda yıllık ortalama çap artımı üzerinde yağışın etkisi daha düşük seviyede (%25) kalmaktadır.

Sonuçlara göre, yıllık ortalama çap artımı açısından baraj alanı ile kontrol alanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ve baraj, karaçam ormanlarının yıllık ortalama çap artımı üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Baraj alanında bulunan ağaçların yıllık ortalama çap artım değerleri kontrol alanındaki değerlere nazaran oldukça yüksektir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre, sıcaklık ise baraj etkisi olan alan ile kontrol alanı için yıllık ortalama çap artımı üzerinde negatif yönlü bir etki etmekte olup, sıcaklığın etkisi düzeyi ve yönü her iki alan içinde aynı düzeyde olduğu görülmektedir. Yıllık toplam yağıştaki önemli düzeydeki artış veya azalmalar, baraj alanıyla karşılaştırıldığında kontrol alanındaki yıllık çap artımında daha önemli değişikliklere neden olmaktadır.

#### Kaynaklar

- Akbulut, S., Özkan, Z.C., 2004. Dendrokronolojik çalışmalarda ağaçların seçimi ve yıllık halka ölçümleri. Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1(2): 84-88.
- Akkemik, Ü., 2000. Dendrochronological investigations in two monumental *Pinus nigra* Arn. stands near Antalya (Turkey). International Scientific Conference - 75 Years University Forestry Education in Bulgaria, 15-16 June 2000, Sofia-Bulgaria, pp. 179-187.
- Akkemik, Ü., 2004. Dendrokronoloji. İstanbul Üniversitesi Yayın No:4484, Orman Fak. Yayın No:479, İstanbul.
- Akkemik, Ü., Aras, A., 2005. Reconstruction (1689-1994 AD) of April-August precipitation in southern part of central Turkey. International Journal of Climatology, 25: 537-548.
- Akkemik, Ü., D'arrigo, R., Cherubini, P., Köse, N., Jacoby, G. C., 2008. Tree-ring reconstructions of precipitation and streamflow for north-western Turkey. International Journal of Climatology, 28: 173-183.
- Biondi, F., 1997. Evolutionary and moving response functions in dendroclimatology. Dendrochronologia, 15: 139-150.
- Cermak, P., 2007. Defoliace a radialni rüst jako ukazatele vitality smrku ztepilého. Lesnická Práce, 86: 14-15.

- Dağdeviren, N., Akkemik, Ü., Dalfes, N., 2004. Dendroklimatolojik analizlerde tepki fonksiyonunun kullanımı. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri B 54(2),61-81.
- DSİ, 2015. Uluborlu projesi planlama raporu. DSİ 18. Bölge Müdürlüğü, Isparta.
- Feliksik, E., Wilczynski, S., 2009. The effect of climate on tree-ring chronologies of native and nonnative tree species growing under homogenous site conditions. *Geochronometria*, 33:49-57.
- Fritts, H.C., 1974. Relationships of ring widths in arid-site conifers to variations in monthly temperature and precipitation. *Ecological Monograph*, 44: 411-440.
- Fritts, 1976. *Tree Rings and Climate*. Academic Press Inc London, UK.
- Franco, W., 1979. Die wasserdyndnamik einiger waldstandorte der West-Llanos Venezuelas und ihre Beziehung zur Saisonalitat sde des Laubfalles. Dissertation. Univerversitat Göttingen, Germany.
- Gedik, N., 2015. Su Yapıları Ders Notu. Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Balıkesir, <http://insaat.balikesir.edu.tr/dokumanlar/suyapilari/barajlar.pdf>, Erişim: 20.11.2015.
- Güldal, V., Ağırlioğlu, N., 1994. Baraj haznelerinin iklime etkisi: Keban barajı. Su ve Toprak Kaynaklarını Geliştirme Konferansı, 12-14 Nisan 1994, Ankara, Cilt.1, s.417-435.
- Güner, H. T., 2010. Sakarya havzası akım verilerinin dendroklimatolojik yöntemlerle rökonstrüksiyonları. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- İnan, M., 2015. Belgrad ormanında doğal yetişen bazı ağaçların kambiyum faaliyeti. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kalpırsız, A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi. İÜ Orman Fak. Yayınları, Yayın No: 3052/328, İstanbul.
- Kara, S., 2011. Dendrokronolojik analizler ile sıcaklık ve yağış koşullarının ilişkisinin değerlendirilmesi: Uludağ'ın güneyinden iki örnek alan. Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kazmierczak, K., Zawieja, B., 2014. The influence of weather conditions on annual height increments of Scots pine. *Biometrical Letters*, 51 (2):143-152.
- Koçer, A.Ü., 1994. Hidroelektrik santralleri çevresel etkileri. Su ve Toprak Kaynakları Geliştirilmesi Konferansı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara, Cilt 3, s.1139-1144.
- Köse, N., 2007. Batı Anadolu'da iklim değişkenliği ve yıllık halka gelişimi. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Köse, N., Akkemik, A., Dalfes, H. N., Özeren, M. S., 2011. Tree-ring reconstructions of May-June precipitation of western Anatolia. *Quaternary Research*, 75(3):438-450.
- Köse, N., Akkemik, A., Güner, H. T., Dalfes, H. N., Grissino-Mayer, H. D., Özeren, M. S., Kindap, T., 2013. An improved reconstruction of May-June precipitation using tree-ring data from western Turkey and its links to volcanic eruptions. *International Journal of Biometeorology*, 57:691-701.
- Larcher, W., 1988. *Fyziologicka ekologie rostlin*. Praha, Academia, 361.
- Lebourgeois, F., 2000. Climatic signals in earlywood, latewood and total ring width of Corsican Pine from Western France. *Ann. For. Sci.*, 57: 155-164.
- Liphshitz, N., Lev-yadun, S., Waisel, Y., 1979. Dendrochronological investigations in the Mediterranean Basin *Pinus nigra* of South Anatolia (Turkey). *The Journal of the Isreal Forestry Association*, 29(1-2): 1-10.
- Makineci, E., Sevgi, O., 2005. Seyitömer termik santralının kuruma alanlarındaki Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) yıllık halkalarına etkisinin araştırılması. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, A (2): 11-22.
- Merev, N., 2003. Odun anatomisi, KTÜ Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 209, Fakülte Yayın No: 31, Trabzon.
- Reis, M., Dutal, H., Abız, B., Tat, S., Reis, A., 2018. Impacts of climate change on annual diameter increment of natural Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) forests in Kahramanmaraş. *Turkish Journal of Forestry*, 19(3): 219-225.
- Rybnicek, M., Cermak, P., Kolar, T., Premyslovska, E., Zid, T., 2009. Influence of temperatures and precipitation on radial increment of Orlicke Hory Mts. Spruce Stands at Altitudes over 800 m a.s.l. *Journal of Forest Science*, 55 (6): 257-263.
- Seyman, F., 2005. Senirkent-Uluborlu (Isparta) Havzasının Hidrojeoloji İncelemesi. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- SPSS Guide, 2013. IBM SPSS Amos 22 User's Guide, 673 p., USA.
- Touchan, R., Garfin, G. M., Meko, D. M., Funchouser, G., Erkan, N., Hughes, M. K., Wallin, B. S., 2003. Preliminary reconstructions of spring precipitation in southwestern Turkey from tree-ring width. *International Journal of Climatology*, 23:157-171.
- Touchan, R., Xoplaki, E., Funhourser, G., Luterbacher, J., Hughes M. K., Erkan, N., Akkemik, Ü., Stephan, J., 2005. Reconstruction of spring/summer precipitation for the Eastern Mediterranean from tree-ring widths and its connection to large-scale atmospheric circulation. *Climate Dynamics*, 25: 75-98.
- Yaman, B., Sarıbaş, M., 2005. Bartın-Kumluca Sarıçam (*Pinus sylvertris* L.)'larında Dendroklimatolojik Araştırmalar. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(1): 129-135.

## Düzce Odayeri yaylasında bazı ıslah yöntemlerinin kuru ot verimi üzerine etkileri

Hasan Gedikli<sup>a</sup>, Refik Karagül<sup>b</sup>, Mehmet Özcan<sup>b,\*</sup>

**Özet:** En önemli doğal kaynaklarımızdan biri olan yaylalar, ülkemizin hemen hemen her bölgesinde bulunmakta ve hayvancılığın kaba yem ihtiyacının en ucuz karşılanabileceği alanlar olarak ülke hayvancılığına önemli katkılar sunmaktadır. Ancak yayla meralarında yıllardır süre gelen bilinçsiz otlama baskısı bugün birçok yaylanın klimaks bitki örtüsünden uzaklaşarak çalı ve yabancı otlarla kaplanmasına neden olmuştur. Ancak, bu alanların hayvancılık üretimine olan katkısı, mera durumu ve yapısına uygun rehabilitasyon yöntemlerinin uygulanmasıyla artırılabilir. Ülkemizde düşük rakımlı mera alanlarının ıslahı konusunda birçok çalışma yapılmışken, yaylalarda (dağ merası) pek fazla çalışma yapılmamıştır. Bu bağlamda çalışmada yem verimi bakımından orta mera sınıfına giren Odayeri yaylasında farklı ıslah yöntemlerinin yaylanın kuru ot verimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma 2016-2017 yıllarında, 1200 m rakımda ve Türkiye yayla ortalamasına yakın olan Düzce ili sınırları içerisinde yer alan Odayeri Yaylasında gerçekleştirilmiştir. Araştırma rastlantı parselleri deneme desenine göre 6 işlem (kontrol, tohum ekimi, herbisit, gübreleme, gübreleme+herbisit, tohum ekimi+gübreleme) 3 tekrarlı olarak 30 m<sup>2</sup> büyüklüğünde 18 adet parselde uygulanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre Odayeri yaylasında gübre (390,0 kg/da) ve herbisit+gübre (325,4 kg/da) uygulamalarından elde edilen kuru ot verimleri, kontrol parseline göre (196,3 kg/da) önemli derecede yüksek bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre Odayeri yaylası ve benzer ekolojik koşullara sahip yaylalarda gübreleme ve herbisit+gübreleme ıslah yöntemlerinin uygulanabileceği, böylece kuru ot veriminde önemli bir artışın sağlanabileceği düşünülmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Yayla, Mera ıslahı, Kuru ot verimi, Gübreleme

## The effect of certain rehabilitation methods on forage yield of Düzce Odayeri rangeland

**Abstract:** Mountain rangelands are one of the most important natural resources of Turkey. Rangelands are located almost every region of the country and they provide the cheapest source of forage for livestock. Uncontrolled grazing has increased the pressure on mountain rangelands, and today many rangelands have been covered with shrubs and weeds away from the climax vegetation cover. However, the contribution of these areas to livestock production can be increased by rehabilitation methods appropriate to rangeland situation and structure. While there are many studies on the improvement of lower rangelands in Turkey, there few researches on upland rangelands. In this study, the effects of different rehabilitation methods on the yield of rangelands were investigated in an upland rangeland with medium feed efficiency. The study was conducted in 2016 and 2017 in Düzce, Odayeri rangeland with an altitude of 1200 m, is close to the average altitude of upland average of Turkey. The research consists of 18 parcels of 30 m<sup>2</sup> size; randomly selected by applying 6 treatments (control, seed cultivation, herbicide, fertilizer, fertilizer+herbicide, seed cultivation+fertilizer) with 3 replicates. The study revealed that forage yields of fertilizer (390,0 kg/da) and herbicide+fertilizer (325,4 kg/da) were significantly higher than that of control parcel (196,3 kg/da). Results suggested that rehabilitation methods such as fertilizer and herbicide+fertilizer can be applied to Odayeri rangeland and other rangelands with similar ecological conditions in order to increase forage yield significantly.

**Keywords:** Mountain rangeland, Rangeland rehabilitation, Forage yield, Fertilization

### 1. Giriş

Ülkemizin en önemli doğal kaynaklarından olan meralar, hayvancılığın besin gereksiniminin %60-65'ini oluşturan kaba yem ihtiyacının en ucuz karşılanabileceği yerlerdir. Bu ihtiyacın karşılanmasında meralar kadar yaylalar da büyük bir paya sahiptir. Yaylalar ve yayla meraları hukuki açıdan, yılın belirli dönemlerinde geleneksel yaylacılık maksadıyla yaylak ve otlak olarak kullanılan ve 31.12.2011 tarihinden önce üzerlerinde yerleşim yeri bulunan alanlar ile bir veya birkaç köy veya kasaba halkına, hayvanları ile birlikte çıkıp yazı geçirmek ve hayvanlarını otlamak üzere tahsis edilmiş yüksek rakımlı

arazilerdir (Resmi Gazete, 2011). Yaylalar genel olarak köy ve kasaba gibi topluluklara tahsis edilmiştir (Sözer, 1972). Coğrafi açıdan dağ silsileleri üzerinde bulunan geniş alanlara yayla adı verilmekte olup şekil itibarıyla yüksek dağların üzerinde bulunan, akarsuların açtığı vadilerle yer yer parçalanmış olan düzlüklerdir (Alagöz, 1941).

Ülkemizde birçok yayla alanında orta malı olmanın dezavantajıyla koruma ve bakım işlemlerinin yapılmaması, zamansız ve taşıma kapasitesinin üzerinde otlama gibi nedenlerle klimaks bitki örtüsünden uzaklaşmış görülmektedir. Klimaks bitki örtüsünden uzaklaşan, çalı ve dikenlerle kaplanan yaylaların kaba yem ürün kaynağı olarak hayvancılığa katkısı da azalmaktadır. Ancak bu

✉ <sup>a</sup> Düzce Orman İşletme Müdürlüğü, Düzce

<sup>b</sup> Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Düzce

@ \* **Corresponding author** (İletişim yazarı): mehmetozcan@duzce.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 20.12.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 18.02.2019



**Citation** (Atıf): Gedikli, H., Karagül, R., Özcan, M., 2018. Düzce Odayeri yaylasında bazı ıslah yöntemlerinin kuru ot verimi üzerine etkileri. Turkish Journal of Forestry, 20(1): 35-40. DOI: [10.18182/tjf.499764](https://doi.org/10.18182/tjf.499764)

alanların durumuna ve vejetasyon yapısına göre seçilecek uygun ıslah yöntemlerinin uygulanması alanların veriminde iyileşmelere neden olabilecek böylece hayvansal yem ihtiyacını karşılamada en uygun seviyeye çıkabileceklerdir.

Toprak neminin bitki büyümesi ve gelişmesi için kısıtlayıcı olmadığı yağışlı bölgelerde, meraların gübrenmesinden iyi ve en ekonomik sonuçlar alınabilmektedir. Özellikle yeterli yağışın bulunduğu bölgelerde veya sulanabilen meralarda gübreleme, bol ve yüksek kaliteli yem üretiminin en önde gelen koşullarından birisi olmuştur. Son zamanlarda, dünyanın hemen her tarafında yapılan birçok araştırmalar, gübrelemenin mera vejetasyonu üzerindeki birçok olumlu etkisini ortaya koymuş ve bu bilgilere dayanılarak geniş alanlarda uygulamalara başlanılmıştır. Bununla beraber meralarımızın gübrenmesi konularında daha çok yerel araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Bakır, 1985). Düzce ovasında yer alan Köprübaşı Ömerfendi doğal merasında yapılan bir çalışmada; ortalama olarak 4387 kg/ha kuru ot verimi alınırken, ortalama kuru ot, kuru madde, ham protein ve ham kül veriminde 75 kg/ha  $P_2O_5$ +100 kg/ha N uygulaması ile yüksek değerler (sırasıyla 5175,3 kg/ha, 4814,3 kg/ha, 615,1 kg/ha ve 467,8 kg/ha) elde etmiştir. Bu çalışmada ot verimi ve kalitesinde yüksek değerlerin elde edilmesi, artan verimle birlikte yabancı ot türlerinin azalması, verime baklagillerin katılma miktarlarının artması ve mera alanının sürdürülebilirliği dikkate alındığında gübreleme yönteminin en uygun ıslah yöntemi olabileceği bildirilmektedir (Yavuz, 2013). Meralarımızda iyi yönetim ile birlikte zararlı ve verimsiz türlerin herbisit kullanarak ortamdan uzaklaştırılması, bu alanlarda verimli türlerin ve dolayısıyla daha yüksek ot veriminin elde edilmesini sağlayabilecektir.

Yayla ve meralarda yapılan çalışmalarda farklı ekolojik koşullarda ve farklı zamanlarda uygulanan herbisit işlemlerine bitkilerin vereceği tepkilerin de farklılık gösterebileceği bildirilmektedir (Raymond ve James, 1977). Teksas koşullarında yapılan bir çalışmada üç farklı yerde, çalı kontrolü amacıyla kullanılan picloram, bromacil, dicamba, 2,4,5- trichlorophenoxy asetik asit (2,4,5-T) ve bunların kombinasyonlarını denemiş, bu uygulamalar sonucunda meranın ot veriminin önemli düzeyde arttığını bildirilmiştir (Lym, 2000; Ansley vd., 2004; Jacoby vd., 1990). Bunun yanında picloram, 2,4-D, izopropilamin, atrazin, etilaminon, simazinin granül veya sprey olarak 223,9 gr/da dozundaki uygulamalara otsu vejetasyonun tolerans gösterdiği ve her üç merada da verimin düşmediği belirtilmiştir (Bovey vd., 1972).

Bilinçsiz kullanım ve iklim değişimi gibi sebeplerden yayla ve meraların mevcut durumu bozulmuş, ortamda bulunan türler yok olmuş veya istenmeyen türler ortamda çoğalmış olabilir. Böyle durumlar alanın sürülerek ekim yapılması ıslah yönteminin uygulanmasını zorunlu hale getirmiştir. Verim güçleri düşmüş ya da bozulmuş tabii çayır ve mera vejetasyonlarının sürülerek ekim yapılma uygulamasından başka ıslahının mümkün olmadığı durumlarda ekim yöntemi yapılmaktadır (Tosun ve Altın, 1986).

Plansız otlatma, ülke genelinde olduğu gibi Düzce ili yaylalarının da klimaks bitki örtüsünün kaybolmasında ve zararlı türlerin çoğalmasında ve sonuçta meraların ot kalitesinde ve veriminde önemli azalmaların ortaya çıkmasında başlıca etmenlerden biridir. Bununla birlikte bu bölgede yayla meraların verimliliğini arttırmaya yönelik mera ıslahı yöntemlerinin yararlı olup olmayacağı

konusunda gerekli araştırmaların yapılmamış olması ıslah çalışmalarının uygulamaya aktarımında sakıncalar doğurabilmektedir. Bu da bu tür alanlarda ıslah bakım ve koruma çalışmalarının istenen düzeyde yapılamamasına neden olmaktadır. Bu durum en ucuz kaba yem kaynağı olan meralarımızın ve özellikle dağlık kesimlerde yaylarımızın potansiyelinden yararlanmayı asgari seviyeye indirmiştir.

Bu çalışmada yem verimi ve kalitesi bakımından orta nitelikte sayılabilecek Odayeri yaylasında farklı ıslah yöntemlerinin yaylanın kuru ot verimi üzerine etkilerinin araştırılması ve elde edilen sonuçların uygulamaya aktarılması bakımından bir altlık oluşturulması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Çalışma alanının tanıtımı

Düzce Merkez Çınardüzü Köyü sınırları içerisinde bulunan Odayeri Yaylası Düzce'ye 28 km mesafededir. Odayeri yaylası, 8,5 ha büyüklükte olup 1200 m yükseklikte bulunmaktadır. Toprak yapısı kollüviyal toprak birikintileriyle oluşmuş orman toprağıdır. (Düzce İl Gelişim Planı, 2013). Tipik Karadeniz iklim özellikleri gösterip yaz aylarında serin ve bol yağış alan etrafı gür ormanlarla çevrili bir yayladır. Çalışma alanı, 40° 40' kuzey enlemi ile 31° 09' doğu boylamlarında yer almakta olup Düzce Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Odayeri Orman İşletme Şefliği sınırlarındadır (Şekil 1).

### 2.2. Yöntem

Çalışmada, Odayeri yaylasında 5 adet ıslah yöntemi ve 1 adet kontrol olmak üzere toplamda 30 m<sup>2</sup>'lik 6 adet işlem rastlantı parselleri deneme desenine göre 3'er tekrarlı olarak uygulanmıştır. Alanda yapılan işlemler ve alana uygulanması Çizelge 1'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. Odayeri yaylası



Çizelge 1. Çalışmada uygulanan ıslah işlemlerinin deneme alanındaki yatay planı

Ekim Herbisit+Ekim Ekim	Ekim Herbisit+Ekim Kontrol	Gübre+Herbisit Gübre Herbisit+Ekim	Gübre Gübre+Herbisit Kontrol	Herbisit Kontrol Gübre	Herbisit Gübre+Herbisit Herbisit
-------------------------------	----------------------------------	--	------------------------------------	------------------------------	--

Sahada uygulanan suni tohumlama işleminde öncelikle alan 2016 Ekim ayı sonlarında ve 2017 yılı mart ayında pullukla sürülmüş, tırmık ve bel küreğiyle tesviye edilerek toprak ekime hazır hale getirilmiştir. Ekim yapılacak parsellerde ikili pulluk ile arazi sürümü yapılmıştır (Şekil 2).

Piyasadan satın alma yolu ile temin edilen tohumlar her parselde 720 gr. olacak şekilde (650 gr. altılı çim karışımı+70 gr. *Trifolium repens*) elle serpmeye yöntemi ile ekilmiştir. Çalışmada kullanılan altılı çim karışımı ve oranları Çizelge 2’de verilmiştir.

Odayeri yaylasında uygulanan gübreleme işleminde ise Altın vd. (2005)’nin Marmara Bölgesi için önermiş oldukları gübreleme miktarı olan 7,5–10 kg/da N ve 5-7,5 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve Karadeniz Bölgesinin iç kesimleri için 5–7,5 kg/da N ve 5-7,5 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> oranları kullanılmıştır.

Odayeri yaylasında klimaks bitki örtüsünden uzaklaşmış olması ve tür kompozisyonunda istenmeyen türlerin özellikle kartal eğreltisi (*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*)’nin miktarının artmış olmasından dolayı çalışmada mera ıslahında seçici herbisit kullanımı da denenmiştir. Bu işlem 2017 yılı nisan ayının başında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada herbisit uygulamadan önce gerekli ölçümler yapılmış ve her parselde 1,5 litre su ve 4,44 ml herbisit kullanılarak ilaç püskürtme kabı ile elle püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan herbisit; etkin maddesi dichlorophenoxyacetic acid ve Dimethyl Amin Tuzu 0,4 herbisit grubu olan suda çözülün konsantredir.

Bununla birlikte Şekil 3’te görüldüğü gibi hayvanlardan korunmak amacıyla otlatma mevsimi başında tel ihatası yapılarak tabela çakılmıştır. Yapılan bu işlemlerin ardından büyüme mevsimi sonunda 10.07.2017 tarihinde 0,25 m<sup>2</sup> (50 cm x 50 cm) büyüklüğündeki kuadrat (Babalık, 2004) yardımıyla her işlem parselinden 3 tekrarlı olmak üzere toplamda 54 adet örnek alanda otlar otlatma seviyesinden biçilerek kâğıda sarılmış ve laboratuvara taşınmıştır.

Deneme sahasından laboratuvara taşınan örnekler ilk önce parsel bazında sınıflandırılmış daha sonra her parselden alınan örnekler örnek sırasına göre buğdaygiller, baklagiller ve diğer familya bitkileri olarak ayrılmış ve hava kuru hale gelmeleri için kâğıtlarının üzerine serilmiştir. Daha sonra örnekler, Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Havza Yönetimi Anabilim Dalı laboratuvarındaki kurutma fırınlarında 70 °C de 24 saat süreyle fırın kuru hale getirilmiştir. Fırın kuru haline getirilen örnekler hassas terazide ölçümleri yapılarak işlem bazında ot verimleri belirlenmiştir. İşlemler arasında kuru ot verimi açısından fark olup olmadığı %95 güven düzeyinde tek yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiş ortalamalar Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

Çizelge 2. Ekim yönteminde kullanılan 6’lı çim karışımındaki tür karışım oranları

Latince- Adı	İçerik	Türkçe Adı
<i>Lolium perenne</i> (Kokomo)	%40	Çok yıllık çim
<i>Festuca rubra rubra</i> (Maksimal)	%15	Rizumlu kırmızı yumak
<i>Festuca rubra rubra</i> (Galahad)	%15	Rizumlu kırmızı yumak
<i>Festuca arundinacea</i> (Tomcat 1)	%15	Kamışsı yumak
<i>Festuca arundinacea</i> (Galetea)	%10	Koyun yumağı
<i>Poa pretensis</i> (Miracle)	%5	Çayır Salkım otu



Şekil 2. Traktör ile toprağın sürülmesi



Şekil 3. Parsel ihatası ve meranın görünümü

### 3. Bulgular ve tartışma

Araştırma sonucunda işlemlere göre elde edilen toplam kuru ot verimi ile buğdaygiller, baklagiller ve diğer familyalara ait kuru ot verimleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan kuadratin alanı 0,25 m<sup>2</sup> olması nedeniyle elde edilen değerler 4 ile çarpılarak kuru ot verimleri gr/m<sup>2</sup>’ye dönüştürülmüş daha sonra bu değerler dekara kuru ot verimi olarak hesaplanmıştır.

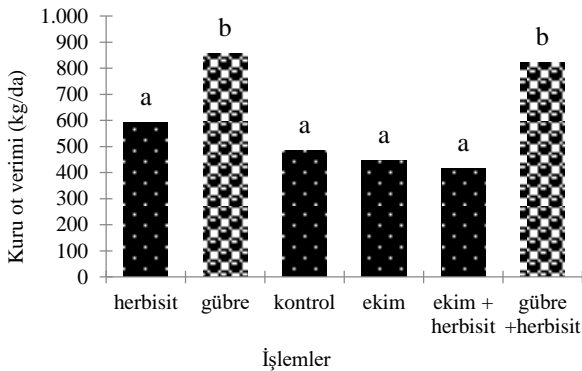
### 3.1. Toplam kuru ot verimi

Çalışmada uygulanan ıslah yöntemlerinin yaylanın toplam kuru ot verimi üzerine olan etkisini ortaya koymak amacı ile aileler ayrımı yapılmaksızın elde edilen kuru ot verimleri incelenmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda uygulanan ıslah çalışmalarının yaylanın kuru ot veriminde önemli bir artışa neden olduğu belirlenmiştir ( $P<0,05$ ). Nitekim çalışmada en yüksek kuru ot verimleri 858 kg/da ile gübre uygulamasında ve 822,4 kg/da ile gübre+herbisit uygulanan parsellerden elde edilmiş olup, bu değerler kontrol parselinde elde edilen 482,8 kg/da'a göre önemli miktarda yüksek çıkmıştır. Her ne kadar gübre ve gübre +herbisit uygulamasından elde edilen kuru ot verimleri kontrol parseline göre önemli derecede yüksek çıkmış olsa da burada kuru ot veriminin artışında gübre uygulamasının daha etkili olduğu söylenebilir. Nitekim yalnızca herbisit uygulaması yapılan parselde kontrol parseline oranla önemli bir artış saptanmamıştır (Şekil 4).

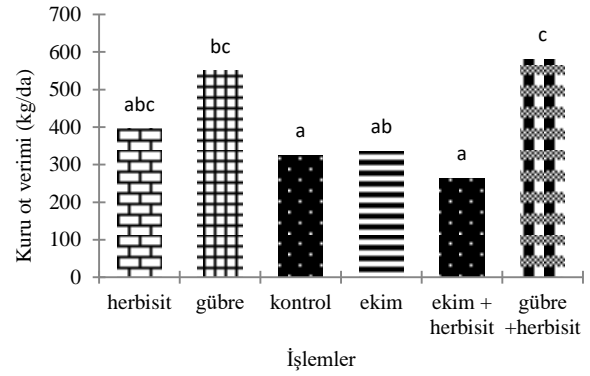
Gübre uygulaması ile kontrol uygulamasına göre kuru ot verimindeki artış Wedin (1974), Altın (1978), Belido vd. (1985) ile Koç vd. (2003) tarafından yapılan çalışmalarla elde edilen değerlerle benzerlik taşımaktadır. Herbisit + gübre uygulaması ile kuru ot veriminde meydana gelen göreceli azalış ise herbisit diğer aile türlerine olan etkisinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim bu sonuç herbisitlerin diğer aile türlerinin oranını azalttığını bildiren Kuefeld (1977), Gökkuş ve Altın (1986) ve Çınar vd. (2010) ile uyusmaktadır.

### 3.2. Buğdaygiller familyasına ait kuru ot verimleri

Buğdaygiller familyasına kuru ot verimi bakımından işlemlerin etkisi incelendiğinde en yüksek kuru ot verimi 581,5 kg/da ile gübre+herbisit uygulanan parselde belirlenirken, en düşük verim 264,4 kg/da ile tohum ekimi+herbisit uygulanan parselde belirlenmiştir. Araştırmada uygulanan işlemlerin kuru ot verimi açısından kendi aralarındaki ve kontrol parseline göre durumları Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 4. İşlemlere göre toplam kuru ot verimleri



Şekil 5. İşlemlere göre buğdaygiller familyası kuru ot verimleri

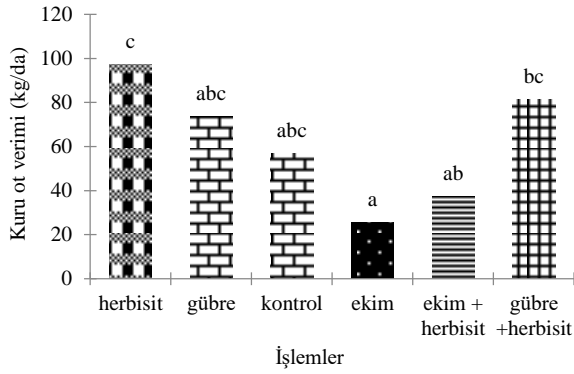
Araştırmada herbisit ve gübre birlikte uygulandığında elde edilen buğdaygiller kuru ot verimi artışı daha önce Nicholas ve McMurphy (1969) tarafından yapılan araştırma ile uyum göstermektedir. Gübre kullanılmayan yalnız herbisit uygulanan parsellerde buğdaygiller familyası kuru ot verimi kontrol parseline göre nispi bir artış göstermiştir. Bu da bu parsellerde diğer aile bitkilerinin azalması ve buna bağlı olarak onların yerine buğdaygiller familyası bitkilerinin gelişmesi ile açıklanabilir. Ancak çalışmada özellikle gübre uygulanan parsellerde kontrole göre buğdaygiller familyası kuru ot veriminin önemli oranda artması buğdaygiller familyası bitkilerinin gübrelemeye daha hızlı tepki vermesi ile açıklanabilir. Nitekim gübre uygulaması ile kontrol uygulamasına göre kuru ot verimine buğdaygillerin katılma miktarında elde edilen artış Wedin (1974), Altın (1978), Belido vd. (1985), Koç vd. (2003), tarafından yapılan çalışmalarla elde edilen değerlerle benzerlik taşımaktadır. Yine Özasan (1996), gübrelemenin kuru ot verimini artırdığını, buğdaygillerin baskın olduğu meralarda 7,5 kg/da azotlu gübrelemenin yeterli olduğunu bildirmiştir.

Ekim uygulamasından elde edilen verim (336,3 kg/da) ile herbisit uygulamasından elde edilen verim arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Bu araştırmanın en az verimleri ise kontrol (325,2 kg/da) ve ekim + herbisit (264,5 kg/da) uygulamalarından elde edilmiştir. Kontrol ve ekim + herbisit uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamış ancak diğer uygulamalarla aralarındaki fark önemli bulunmuştur.

### 3.3. Baklagiller familyasına ait kuru ot verimleri

Bu araştırmada uygulanan işlemlere göre baklagiller familyası kuru ot verimleri açısından en yüksek verim herbisit (97,1 kg/da) uygulanan parselde elde edilmiştir. Daha sonra sırasıyla gübre+herbisit (81,2 kg/da), gübre (73,5 kg/da) ve kontrol (56,9 kg/da) uygulamalarından elde edilmiştir. İşlemlerin kendi içerisinde ve kontrol parseline göre kuru ot verimleri ile istatistiksel olarak farklılıkları Şekil 6'da verilmiştir.

Ekim (25,4 kg/da) uygulamasında kuru ot verimine baklagillerin katılma miktarının en az olduğu belirlenmiş olup, ekim+herbisit (37,2 kg/da) uygulamasında elde edilen değerle arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



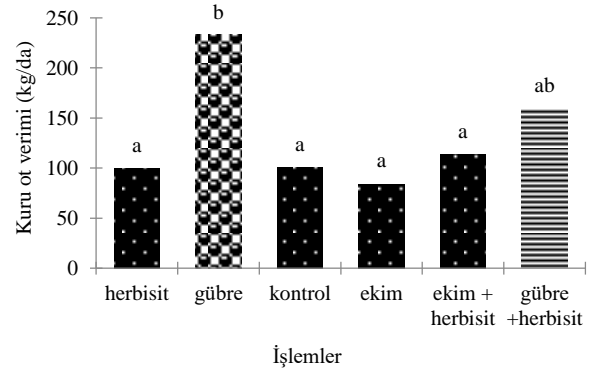
Şekil 6. İşlemlere göre baklagil familyası kuru ot verimleri

Baklagil familyası açısından en düşük kuru ot verimi ekim uygulamasından elde edilmiş olması ve en yüksek verimini herbisit uygulamasından elde edilmiş olması Bovey vd. (1972) tarafından yapılan ve çeşitli dozlarda, farklı herbisit uygulamalarına otsu vejetasyonun tolerans gösterdiğini ve verimin düşmediğini bildiren çalışmalarıyla uyum göstermektedir. Ancak Kufeld (1977) ile Gökkuş ve Atın (1986) tarafından herbisit uygulamasının baklagiller familyasının kuru ot verimini düşürdüğünü belirttiği çalışmalarıyla uyumsuzluk içermektedir. Bu durum botanik kompozisyonu oluşturan türler ve iklim farklılıklarından kaynaklanmış olabilir.

### 3.4. Diğer familyalara ait kuru ot verimleri

Araştırmada uygulanan ıslah işlemleri açısından diğer familya kuru ot verimleri karşılaştırıldığında en yüksek verim 234 kg/da ile gübre uygulamasından, en düşük ise 84,1 kg/da ile ekim işleminden elde edilmiştir. Yapılan analizde gübre ile gübre+herbisit uygulamasının kontrol parseline göre yüksek miktarda diğer familya kuru ot verimine sahip olduğu ve bunun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Şekil 7).

Çalışmada gübre+herbisit uygulamasında diğer familya kuru ot veriminin yüksek çıkmasının gübreden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Uygulanan diğer işlemlerin ise kontrol parselden elde edilen diğer familya kuru ot verimlerinden farklı olmadığı belirlenmiştir. Ancak diğer familya kuru ot veriminin herbisit kullanıldığı parsellerde kontrol parseline göre nispeten düşük çıkması, yine herbisit+gübre parselinin veriminin de gübre parseline göre nispeten düşük çıkması kullanılan herbisit çoğunluğu zararlı bitki niteliğinde olan diğer familya bitkileri üzerinde fazla etkili olmadığını göstermektedir. Bu sebeple araştırmada elde edilen bulgular herbisitlerin diğer familya türlerini azalttığını bildiren Kufeld (1977), Gökkuş ve Altın (1986) ve Çınar vd. (2010) ile uyumsuzdur. Bu durum yaylanın iklim, özellikle yağış ve sıcaklık koşullarından kaynaklı olarak kullanılan herbisit tam etkisini gösterememesinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim Altın vd. (2005), bitki yaprağına uygulanan herbisit girişi ile taşınmasının çevre ve iklim koşullarından önemli derecede etkilendiğini ve gündüz hava sıcaklığının 21 °C'nin altında kalması, gece hava sıcaklığının da 5 °C'nin altında kalması durumunda herbisit etkinliğinin azalabileceğini belirtmişlerdir. Çalışma yapılan alanın yüksek rakımda olması bu durumun ortaya çıkmasına neden olmuş olabilir.



Şekil 7. İşlemlere göre diğer familyalar kuru ot verimleri

## 4. Sonuç



Araştırmada gübre ve gübre+herbisit uygulamalarından elde edilen kuru ot miktarlarının kontrol parseline göre daha yüksek çıkması Odayeri yaylasında uygulanacak uygun ıslah yöntemi ile kuru ot veriminin artırılabilirliğini göstermektedir. Nitekim Odayeri yaylasında uygulanan ıslah yöntemlerinden herbisit+gübre uygulaması buğdaygiller familyası kuru ot verimi bakımından, herbisit uygulaması baklagiller familyası kuru ot verimi açısından ve gübre uygulaması da diğer familya kuru ot verimi açısından en yüksek miktarların elde edilmesini sağlamıştır. Bununla birlikte ıslah yöntemlerinden gübre+herbisit uygulamasının hem buğdaygiller familyasının hem de baklagiller familyasının kuru ot verimini artırması bunun yanında diğer familya bitkilerinin kuru ot veriminde de fazla bir artışa neden olmaması nedeniyle alanda uygulanabilecek en uygun ıslah yöntemi olarak düşünülebilir. Alanda yalnızca gübre uygulaması yapılması durumunda hayvanların otlamaktan kaçındığı diğer familya bitkilerinin kuru ot verimini de artıracak düşünülmemektedir. Nitekim yalnızca gübre uygulaması yapılan parsellerde diğer familya bitkilerine ait kuru ot verimleri en yüksek miktarda bulunmuştur. Ekim ve ekim+herbisit uygulamalarında ise her üç familyaya ait kuru ot verimlerinin de kontrol parseline göre önemli bir değişim göstermediği saptanmış olup her iki ıslah yönteminin de Odayeri yaylasında uygulanmasının gerek ekonomik yönden gerekse ıslah bakımından uygun olmayacağı söylenebilir.

## Kaynaklar

- Alagöz, C.A., 1941. Yayla Tabiri Hakkında Rapor. Birinci Coğrafya Kongresi, Raporlar, Müzakereler, Kararlar, Ankara, 150-157.
- Altın, M., 1978. Çayır ve meraların gübrenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9: 2-3.
- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A., 2005. Çayır Mera Islahı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Ansley, J. R., Pinchak, W. E., Teague, W. R., Kramp, B. A., Jones, D. L., Jacopy, P. L., 2004. Long-term grass yields following chemical control of honey mesquite. Journal of Range Management, 57(1): 49-57.
- Babalık, A.A., 2004. Çayır-meralarda dip kaplama ölçüm yöntemleri. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, A(1): 50-72.
- Bakır, Ö., 1985. Çayır ve Mera Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 947, Ankara.

- Belido, M. M., Corcho, J. T. P., Cruz, Y. M., 1985. Influence of super phosphate fertilization of natural pasture on botanical composition in southwest Spain. Proceedings of the XV. International Grassland Congress, 24-31 August, Kyoto, Japan, s.588-589.
- Bovey, R. W., Meyer, R. E., Morton, H. L., 1972. Herbage production following brush control with herbicides in Texas. Journal of Range Management, 25(2): 136-142.
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., Avcı, M., İnal, İ., Aydemir, K. S., Yücel H., Bülbül, F., 2010. Gübreleme, biçme ve herbisit uygulamalarının farklı mera tiplerinde ot verimi, ot kalitesi ve botanik kompozisyona etkileri üzerine araştırmalar. TÜBİTAK Proje No: 106O585, Adana.
- Düzce İl Gelişim Planı, 2013. Düzce Valiliği Düzce İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, [https://duzce.tarimorman.gov.tr/Belgeler/PLANVE RAPOR/strateji%20belgesi\\_2014\\_2017.pdf](https://duzce.tarimorman.gov.tr/Belgeler/PLANVE RAPOR/strateji%20belgesi_2014_2017.pdf), Erişim: 08.10.2018.
- Gökkuş, A., Altın, M., 1986. Değişik ıslah yöntemleri uygulanan meraların kuru ot ve ham protein verimleri ile botanik kompozisyonları üzerinde araştırmalar. Doğa Türk Tar. ve Orm Derg., 10: 333-342.
- Jacoby, P. W., Meadors, C. H., Ansley, R. J., 1990. Control of honey mesquite with herbicides: influence of plant height. Journal of Range Management, 43(1): 33-35.
- Koç, A., Güven, M., Çomaklı, B., Menteşe, Ö., Bakoğlu, A., 2003. Azot ve fosforla gübrelemenin Doğu Anadolu yüksek rakımlı meraların ot verimi ve botanik kompozisyonuna etkileri. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, Diyarbakır, s.276-280.
- Kufeld, R.C., 1977. Improving gambel oak ranges for elk and mule deer by spraying with 2,4,5-TP. Journal of Range Management, 30(1): 53-57.
- Lym, R.G., 2000. Leafy Spurge (*Euphorbia esula*) control with Glyphosate Plus 2,4-D. Journal of Range Management, 53, 68-72.
- Nicholas, J.T., McMurphy, W.E., 1969. Range recovery and production as influenced by nitrogen and 2,4-D treatments. Journal of Range Management, 22(2): 116-119.
- Özaslan, A., 1996. Erzurum ekolojik şartlarında taban mera bitki örtülerinin ıslahı üzerine yırtma, gübreleme ve herbisit uygulamalarının etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Raymond, A.E., James, A.Y., 1977. Weed Control-Revegetation System for Big Sagebrush- Downy Brome Rangelands. Journal of Range Management, 30(5): 331-336.
- Resmi Gazete, 2011. 25 Şubat 2011, Cuma, (Sayı: 27857), Mera Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Yönetmelik, <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/02/20110225.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/02/20110225.htm>, Erişim: 25.02.2011.
- Sözer, A.N., 1972. Kuzey Doğu Anadolu'da Yaylacılık. İş Matbaacılık ve Tic., Ankara.
- Tosun, F., Altın, M., 1986. Çayır - Mera Yayla Kültürü ve Bunlardan Faydalanma Yöntemleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yayın No: 5, Samsun.
- Wedin, W.F., 1974. Fertilization of Cool-Season Grasses. Am., Agron. Madison, Wisconsin.
- Yavuz, R., 2013. Mera ıslahında herbisit ve gübre uygulamaları. Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.

## Türkiye’deki ormana dayalı sektörlerin dış ticaret rekabet gücü analizi

Güçlü İlker Müftüoğlu<sup>a,\*</sup> , Bekir Kayacan<sup>b</sup> 

**Özet:** Bu çalışma, Türkiye ekonomisinde dikkate değer bir yeri olan ormana dayalı sektörler (forest-based sector)’in Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından açıklanan 1995-2009 arası yıllık ihracat ve ithalat verileri kullanılarak hesaplanan başlıca rekabetçilik endeksleri yardımıyla sektörün dış ticaretteki rekabet gücünü analiz etmiştir. Sektörler Standart Uluslararası Ticaret Sınıflandırması (SITC) Rev.3 çerçevesinde 2 haneli olarak 5 alt sektörde incelenmiştir. Bu sektörler sırasıyla; ağaç mantarı, odun ve kereste (SITC kodu: 24), kağıt hamuru ve kullanılmış kağıt (SITC kodu: 25), ağaç mantar ve ahşap mamul (SITC kodu: 63), kağıt-karton (SITC kodu: 64) ve mobilya (SITC kodu: 82) olarak ele alınmıştır. Rekabet gücü endeksleme sonuçları göstermektedir ki Türkiye’de mobilya sektörü, artan küresel rekabete rağmen dış ticarete dikkate değer düzeyde rekabetçi bir durumdadır. Levha üretimi ağırlıklı ağaç mantar ve ahşap mamul sektörünün ise rekabet gücü çok yüksek olmamakla birlikte bu güç yıllar itibarıyla giderek belirginleşme eğilimindedir. Ağaç mantarı, odun ve kereste sektörü, kağıt hamuru ve kullanılmış kağıt sektörü ve kağıt-karton sektörlerinde ise rekabet gücü bulunmamaktadır. Çalışmanın son kısmında orman dayalı sektörlerin dış ticarete rekabet gücünü artırmaya yönelik çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Dış ticaret, Rekabet indeksi, Ormana dayalı sektörler, Türkiye ekonomisi

## An analysis of foreign trade competitiveness of the forest-based sector in Turkey

**Abstract:** This study analyzes by major indices of competitiveness the foreign trade competitiveness of the Turkish forest-based sector which occupies a notable place in the country’s economy. The analysis uses the annual export and import data for the period between 1995 and 2009 provided by Turkish Statistical Institute (TURKSTAT/TÜİK). Here the forest-based sector is specified to consist of 5 subsectors at two-digit coding level in Standard International Trade Classification (SITC) Rev.3, namely of cork and wood (SITC code: 24), pulp and waste paper (SITC code: 25), cork and wood manufactures (SITC code: 63), paper and paperboard (SITC code: 64), and furniture (SITC code: 82), respectively. Results of competitiveness indexing show that the furniture sector appears, despite the increasing global competition, to be notably competitive in foreign trade. In addition, although it does not stand that competitive, the cork and wood manufactures sector, dominated by wood-based panels, does display a tendency to set more noticeable level of foreign trade competitiveness over the years. Meanwhile, it should be noted that the remaining sectors of cork and wood, pulp and waste paper, and paper and paperboard are evidently not competitive in foreign trade to any extent. In the final part of the paper some recommendations are propounded in favor of strengthening the foreign trade competitiveness of the forest-based sector in Turkey.

**Keywords:** Foreign Trade, Competitiveness index, Forest based sectors, Turkish economy

### 1. Giriş

Küreselleşme süreci, uluslararası piyasalarda mal ve hizmet tüketimini artırarak üreticiler arasında da rekabeti yoğunlaştırmıştır. Bu yoğunlaşma rekabet edebilirlik ve rekabet gücü gibi kavramların daha da önemli bir boyut kazanması sonucunu doğurmuştur. Küreselleşme nimetlerinin ve getirdiği yükün eşit olmayan bir biçimde paylaşılmadığı aşikârdır. Bu noktada gelişme yolundaki ülkelerin ekonomik olanaklarını maksimum imkânlarla destekleyerek küreselleşmenin olumsuz etkilerinden korunmayı amaç edinmeleri, uluslararası piyasada ve dünya ekonomisinde yaşanan hızlı dönüşüm sürecini kendi menfaatlerine uygun kontrol etme gayreti içerisine girmelerine yol açmaktadır. Ülkenin rekabet gücünün artması ülke ekonomisinde zincirleme bir reaksiyonun oluşmasına yol açmaktadır. Bu artış, üretim ve ihracatta genişlemeye neden olmakta; bu durum kârlılığın artmasına,

böylece yatırımlarda hızlanmaya ve istihdamın genişlemesine etki etmektedir. Ticaretin giderek serbestleşmesi sonucu ülkeler kendilerini giderek daha zorlu bir rekabet ortamında bulmaktadırlar. Bu bağlamda günümüzde bir ülkenin en önemli amaçlarından biri uluslararası alanda rakiplerine karşı rekabet gücü sağlamak ve bunu korumaktır. Bu şekilde dış ticareten kazançlı çıkarak uluslararası alanda rekabet gücünü artırmak söz konusu olabilmektedir. Uluslararası alanda her konuda rakipleriyle mücadele edebilecek konumda olabilmek ve bunu koruyabilmek her ülkenin başarmayı hedeflediği bir durumdur. Rekabet üstünlüğünü elinde tutan bir ülke ekonomisinde zincirleme bir etki meydana gelerek üretim ve ihracatın gelişmesi, yatırımların hızlanması ve katma değerinin artması beklenecektir.

Uluslararası rekabet olgusunun önemi bakımından “ormana dayalı sektörler (forest-based sector)” de kesinlikle bir istisna değildir. Genel itibarla odun hammaddesi üreten

✉ <sup>a</sup> Celal Bayar Üniversitesi, Demirci Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Manisa

<sup>b</sup> İstanbul Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İngilizce İktisat Bölümü, İstanbul

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): İlker.muftuoglu@cbu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 18.01.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 28.02.2019



**Citation** (Atıf): Müftüoğlu, G.İ., Kayacan, B., 2018. Türkiye’deki ormana dayalı sektörlerin dış ticaret rekabet gücü analizi. Turkish Journal of Forestry, 20(1): 41-49.  
DOI: [10.18182/tjf.514745](https://doi.org/10.18182/tjf.514745)

işletmeler, odun işleyen ve mobilya üreten fabrika/atölyeler ile kağıt sanayini içeren ormana dayalı sektörler toplu olarak Avrupa'nın en önde gelen endüstriyel sektörü pozisyonundadır (FTP, 2018).

Hem odun hammaddesi üreten ormancılık sektörü hem de bu hammaddeyi işleyen orman ürünleri sanayi beraber değerlendirildiğinde Türkiye'de de ormana dayalı sektörlerin hem bazı bölgeler hem de ülke ölçeğinde üretim, istihdam ve dış ticaret bakımından öne çıktığı söylenebilir. Dolayısıyla ormana dayalı sektörlerin uluslararası rekabet düzeyi de dikkate değer bir araştırma ve inceleme konusu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Türkiye'deki ormana dayalı sektörlerin dış ticareti ve ülke içindeki gelişiminin incelenmesi ve uluslararası rekabet gücünün belirlenmesi somut olarak önem arz etmektedir. Sektörlerin Türkiye ekonomisi içindeki toplam payı ve girdi-çıkıtı bağlantılarının birçok sektörü geride bırakmış olmasına rağmen, uluslararası piyasalarda yeterli avantaj ve güce sahip olmadığı sık sık dile getirilmektedir (Kayacan, 2004).

Genel olarak ormana dayalı sektörler dünya piyasalarında ticaret hacimleri oldukça fazla olan sektörlerdir. Söz konusu sektörlerin uluslararası rekabet güçlerinin sayısal olarak ortaya konulup karar vericilere ışık tutabilmek amacıyla 1995-2009 yılları arasında sektörlerin rekabet güçleri analiz edilmiştir. Bu çalışmada söz konusu sektörlerin uluslararası rekabet güçleri sayısal olarak birbirleri ile karşılaştırmalı olarak ortaya konulup yorumlanmış ve karar vericilere bazı önerilerde bulunulmuştur. Bu noktada ormana dayalı sektörler Uluslararası Ticaret Sınıflandırmasında (SITC) ve TÜİK veritabanlarında olduğu gibi bu çalışmada da "ağaç mantarı ve odun kereste", "kağıt hamuru ve kullanılmış kağıt", "ağaç mantar ve ahşap mamuller", "kağıt, karton ve kağıt hamurundan eşya" ile "mobilya ve mobilya parçaları" olarak değerlendirilmişlerdir.

Uluslararası düzeyde rekabet ve rekabet gücüne yönelik yaklaşımlar, rekabet gücü ölçüm yöntemlerinden öne çıkan ve en çok tercih edilen belli başlı kantitatif yöntemler çalışma içeriğinde değerlendirilerek dış ticarete 1995-2009 yılları arasındaki seyir değerlendirilmiştir. Rekabet gücünü ölçen ve öne çıkan bir takım rekabet gücünü ölçen kantitatif endeksler yardımıyla ormana dayalı sektörlerin çalışma kapsamı belirlenmiştir. Bu noktada çalışma kapsamında Birleşmiş Milletler (BM) ve TÜİK gibi istatistiki veri sağlayıcılarından elde edilen dış ticaret verileri ile çalışma sınırları tayin edilmiştir.

Türkiye'de ormana dayalı sektörler üzerine yapılan belli başlı çalışmalar incelendiğinde ormancılık ve orman ürünleri sanayi gibi genel ya da mobilya, levha, kereste, kağıt sanayi gibi spesifik adlandırma ve kapsamlarda çeşitli çalışmalara rastlanmaktadır. Sektörlere ilişkin ilgili çalışmalara göz atıldığında gerek rekabet güçlerinin hali hazır durumu gerek geleceğine yönelik gündem oluşturacak birtakım çeşitli analiz ve öneriler sunulduğu görülmektedir.

Orman ürünleri sanayinin temel hammaddesi durumundaki yuvarlak odunun (roundwood) dış ticareti hakkında Türkiye'nin 1980'lerin ikinci yarısından beri odun hammaddesi bakımından açık ara net ithalatçı olageldiği, bu durumun da ülkedeki orman sahalarının genişliğine rağmen görece düşük verimliliği ve hızla artan ahşap ürünleri talebiyle ilişkilendirilebileceği, 1990'lardan bu yana yıllık ithal edilen odun hammaddesinin ülkede üretilen endüstriyel

odun hammaddesinin yıllık bazda %25-65'ine karşılık geldiği ifade edilmektedir (Kayacan vd., 2013).

Diğer yandan orman ürünleri sanayi içindeki işletmelerin dış ticarete kalite yetersizliği ve girdi tedarikindeki istikrarsızlığına sıkça dikkat çekilmiştir. Ayrıca sektörde modern işletmecilik anlayışının ve son teknolojilerin mutlaka takip edilmesi gereğine vurgu yapılmıştır (Kurtoğlu vd., 1998a).

Türkiye ahşap mobilya endüstrisiyle ilgili olarak 1990 ve 1996 yılları arasındaki dış ticareti incelendiğinde sanayideki büyümenin, Avrupa Birliği ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri gibi gelişmiş ülkelerde pazar payını artırdığı yönünde görüş belirtilmiştir (Kurtoğlu vd., 1998b). Türkiye orman ürünleri dış ticareti çeşitli ürünler nazarında TÜİK verileri ile değerlendirilmesi sonucunda ihracatta kereste, ağaç doğrama ürünleri ve ağaçtan sandık, ithalatta ise, yuvarlak odun, kereste ve lif levha önde gelen ürünlerdir (Koç ve Aksu, 1999).

Yonga levha dış ticareti için 1990 ve 1998 yılları arasında ihracata dönük çalışmaların arttığı, iç talebin ve tüketimin artması sonucu ithalatta ihracata benzer şekilde yükseliş olduğuna dikkat çekilmiştir (Koç ve Aksu, 2000).

Türk mobilya sanayinin yapısı, üretim, ihracat ve ithalat şekilleri 1996 ile 2001 yılları arasında birçok soruna rağmen, hatırı sayılır bir gelişme içerisinde olmuş ve ihracat ithalat dengesi artı yönde bir trend izlemiştir (Yazıcı ve Karayılmazlar, 2001).

Levha sanayinde ise, yonga levha, MDF ve kontrplak sanayisinin 2001 ile 2002 ve 2003 senesi üretim, ithalat ve ihracat düzeyleri, 25 AB ülkesi ve Türkiye bazında değerlendirildiğinde Türkiye'nin, 2001'den 2003 yılına kadar levha sanayinde pozitif yönde en fazla gelişim gösteren ülke durumunda olduğu, ülkemizin levha ürünleri alanında Avrupa ve dünya genelinde önemli bir yere sahip olduğu düşüncesi hasıl olmuştur (Yıldırım vd., 2005).

Türkiye mobilya sanayinin durumunun giderek artan teknolojik imkânlar, hedef pazarlara doğru ihracat çalışmalarının yoğunlaştırılması, sektörün işgücünün, Avrupa Birliğine girme isteği ve zorlayıcı koşulları sektörün sahip olduğu üstünlükleri; pazarlama noksanlığı, teknoloji ve tasarım, kapasite kullanım yüzdesi, yönetim problemleri ise sektörün sahip olduğu zayıflıkları meydana getirdiği dile getirilmiştir (Gürpınar ve Döven, 2008).

2001 ve 2006 yılları arasında Türk Mobilya sektörü ithalat ve ihracat değerleri yararlanılarak birtakım endekslerle değerlendirildiğinde sektörün uluslararası ticarete rekabet gücü yorumlanmış, sektörünün yükselen küresel rekabete rağmen rekabetçi konumunun zaman içerisinde giderek arttığına dikkat çekilmiştir (Gürpınar ve Altay, 2008).

Türkiye ve AB ülkelerinde kağıt üretim, ithalat ve ihracat verilerinin incelendiği bir başka çalışmada, AB bünyesinde yer alan 25 ülkenin kağıt ve kağıt ürünleri sanayilerinin 2001-2003 yılı verileri, sanayide en çok tercih edilen ve yüksek düzeyde kullanım alanına sahip olan kimyasal odun hamuru, mekanik odun hamuru ve atık kağıt ürün çeşitleri bazında üretim, ithalat ve ihracat değerlerine bağlı olarak ele alınmış, Türkiye'nin kağıt üretiminde AB ülkeleriyle rekabet edebilecek konumda olduğu ancak özellikle gelişmiş ülkeler ve kağıt üretimi konusunda dünya çapında hakim konumda bulunan ülkeler ile rekabet edebilecek bir yapılanmaya sahip olmadığı belirlenmiştir. Ülkemizin sanayi yapılanmasında önemli bir konumda bulunan ve belirli üretim alanlarında dünya piyasalarında

söz sahibi olabilecek yapıda bulunan kağıt sanayi sektörünün özellikle teknolojik olarak desteklenmesi ve AB içerisinde Türkiye'nin etkili olduğu sektörlerden biri konumuna yükseltilmesi gerektiği savunulmuştur (Gedik vd., 2005).

Türkiye Ahşap Levha sanayisinin Avrupa Birliği ülkeleri ile rekabeti hususunda Türkiye ve Avrupa Birliği ülkelerinde bazı yöntemlerle analizler yapıldığında Türkiye'nin aralarında yer aldığı grup itibarıyla bütün değişkenler dikkate alındığında ahşap levha sanayinde Avrupa Birliği ülkeleri ile rekabeti olduğu yönünde bir görüş dile getirilmiştir (Yıldırım vd., 2005).

1990-2009 yılları arasındaki üretim ve dış ticaretinin ele alındığı bir başka çalışmada Türkiye'nin ODOÜ ihracatından önemli gelirler elde ettiği ancak Dünya ülkeleriyle karşılaştırıldığında bu gelirin çok düşük seviyelerde kaldığı, yuvarlak odun dış ticaretinde ise daha çok ithalatçı bir konumda olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Odun dışı orman ürünleri ve yuvarlak odun dışı ticaret değeri sonucu Odun dışı orman ürünlerinden elde edilen gelirin yuvarlak oduna oranla daha fazla olduğu görülmüştür (Rıfat vd., 2011).

Türkiye'de ormana dayalı sektörlerin dış ticaret yapısını ve ormana dayalı sektörlerin rekabet gücünün analiz edildiği bir başka çalışmada ormana dayalı sektörde endüstri-içi ticaretin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmış, rekabet gücü analizi neticesinde ise sektörde rekabet gücünün düşük olduğu vurgulanmıştır (Şahin, 2016).

Odun esaslı levhalar, tomruklar, kâğıt hamuru ve kâğıt-karton ürünlerinin yer aldığı bir başka çalışmada 2005-2014 yılları arasındaki Türkiye genel dış ticareti içinde orman ürünlerine yönelik alt gruplar ve her bir grup için Türkiye dış ticareti içinde orman ürünleri değerlemeye alınmıştır (Alevli ve Yıldırım, 2016).

2010-2015 yılları arasında yapılan bir başka çalışmada Türkiye'de ahşap esaslı levha sektörü incelenmiş, ahşap levha sektörümüzün güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditlerinin neler olabileceği üzerinde durulmuştur. Türkiye'nin ahşap esaslı levha sektöründe dünyada önemli bir yerinin olduğu, ahşap kaplama, kontrplak ve OSB üretim değerlerinin piyasa talepleri karşılayamadığının ve ithalatçı kimliğinin arttığına vurgu yapılmıştır (İstek vd., 2017).

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Ormana dayalı sektörlerin tanım ve kapsamı

Dış ticarete rekabet gücüne odaklanan bu çalışmada ormana dayalı sektörlerin tanım ve kapsamı SITC esas alınarak belirlenmiştir. Buna göre, SITC sisteminin iki haneli kodlama seviyesindeki beş sektör ormana dayalı sektörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Sektöre yönelik kullanılan dış ticaret verilerinin güvenilir olması ve TÜİK veri tabanıyla örtüşmesi çalışma için kolaylık sağlamaktadır. Söz konusu beş sektörün tanım ve kapsamı şu şekildedir:

Ağaç mantarı, odun ve kereste sektörü (SITC Rev.3 Kod:24): Bu sektör içinde ağaç tabii mantarı ve ağaç döküntü mantarlar, yakmaya mahsus ağaçlar ve odun kömürü, yakmaya mahsus yonga halinde ağaçlar ve testere talaşı, yuvarlak ağaçlar, ahşap demiryolu ya da tramvay traversleri,

Kağıt hamuru ve kullanılmış kağıt sektörü (SITC Rev.3 Kod:25): Bu sektör içerisinde odun veya diğer lifli selülozik maddeler; hamurları, döküntü ve kırıntılı,

Ağaç mantar ve ahşap mamul sektörü (SITC Rev.3 Kod:63): Bu sektör içinde ağaç mantarından eşya, kaplamalık ağaçlar, levhalar, kontrplak, sırik, kazık vs. ile ağaç yünü, ağaçtan muhafazalar, kutu, kafes sandık, ve buna benzer inşaat ve marangozluk ürünlerini,

Kağıt, karton ve kağıt hamurundan eşya sektörü (SITC Rev.3 Kod:64): Bu sektör kağıt ve karton, kağıt, kağıt hamuru, karton ve selülozik liflerden mamulleri,

Mobilya ve mobilya parçaları sektörü (SITC Rev.3 Kod:82): Oturmaya mahsus mobilyalar vb. aksam-parçaları, somyalar, yataklar, yazıhanelerde kullanılan türde metal ve ağaç mobilyalar, mutfak ve yatak odalarında kullanılan türde çeşitli ahşap mobilyalar ve mobilyalara ait diğer aksamlar ele alınır (BM, 2010).

### 2.2. Veriler, veri kaynakları ve verilerin elde yöntemleri

Dış ticaret verileri uluslararası sınıflamalara göre kullanıma açılmaktadır. Harmonize sistem kodları ile bu sınıflamalar arasındaki geçiş BM istatistik ofisi ve EUROSTAT (European Union Statistical Office) web sitelerinden faydalanılarak her sene ele alınmaktadır. Türkiye'nin dış ticaret istatistikleri; HS (Harmonize System), SITC (Standard International Trade Classification), ISIC (International Standard Industrial Classification), BEC (Broad Economic Categories), CPA (Statistical Classification of Product by Activity in European Community) gibi küresel mal ve sektör çeşitlerine göre ifade edilmektedir (TÜİK, 2008).

TÜİK, BM ve Dünya Bankası gibi merciler karar vericilerin, araştırmacıların ve tüm istatistik faydalanıcıların ihtiyaçları olan istatistiksel verileri, uluslararası standartlara uyumlu olarak güvenilir, tutarlı, tarafsız, istatistikî gizlilik, güncellik ve şeffaflık gayelerinde üretmekte ve yayımlamaktadır. Çalışma içerisinde verilerin analiz edilmesinde ve sektörlerle yönelik değerlendirmelerde TÜİK ve BM veri tabanından da istifade edilmiştir.

Çalışma kapsamında TÜİK tarafından açıklanan 1995-2009 arası yıllık ihracat ve ithalat verileri kullanılarak hesaplanan başlıca rekabetçilik endeksleri yardımıyla sektörün dış ticaretteki rekabet gücü analiz edilmiştir. TÜİK veri tabanları kullanılarak, sektör için verilen 2-haneli mal sınıflandırmasından faydalanılmıştır. TÜİK tarafından sektörlerin kolaylıkla anlaşılabilir bir biçimde ele alınması ve ihracat-ithalat rakamlarının uluslararası piyasası ve ormana dayalı sektörlerin dünya ülkelerinin toplam ithalat-ihracat verileri BM veri tabanında Amerikan Doları (\$) cinsinden kullanıldığından endeks formüllerinde Dolar değerleri üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

### 2.3. Rekabet ve rekabet gücü kavramı, uluslararası rekabet gücü ve kantitatif ölçüm yöntemleri

Rekabet, piyasada gaye ve çıkarları yerine getirebilmek için ekonomik birimlerin arasında ortaya çıkan yarış olarak ifade edilebilir (Uysal, 2000). Rekabet gücü ise kısa bir biçimde, dünya standartlarında mal üretip, dünya için geçerli bedeller üzerinden, dünya piyasasında onu satabilme yeteneğidir. Rekabet gücü, bir ekonomide büyüme ve gelişme artışı sağlamanın, hayat şartlarını yükseltmenin başlıca koşuludur. Rekabet gücünün artmasıyla, bir taraftan yurtdışı pazarda satılacak ve ihraç edilecek mal grubunun üretimi ve arkasından istihdam oranı artarken, bir yandan da kârlılık ve yatırımlar artmaktadır. Rekabet gücünün

gerilemesi ise bu sonuçların tam tersini doğuracaktır (Töre, 1996).

Rekabet gücünün tayininde kapsam ve formülleriyle bir takım kantitatif endekslerden yararlanılmıştır. Endeks seçiminde veri tabanlarından kolaylıkla istifade etmek, işleme koymak ve net değerlerin tedarik edilebilirliği dahilinde Net İhracat Oranı Endeksi (Ratio Of Net Exports Index), İhracat-İthalat Oranı Endeksi (Export-Import Ratio Index), Görelî İhracat Avantajı Endeksi (The Relative Export Advantage Index), Görelî İthalat Nüfuz Endeksi (The Relative Import Penetration Index), Görelî Ticaret Avantajı Endeksi (The Relative Trade Advantage Index), İhracat Payları Endeksi (Rate Of Export Shares Index) ve Sektör İçi Ticaret Endeksi (Intra Industry Trade Index) kullanılmıştır.

Görelî ihracat avantajı endeksi (The relative export advantage index): Belirli bir üründe herhangi bir ülkenin dünya piyasalarında sahip olduğu ihracat payının diğer bütün mallarda dünya ihracatında sahip olduğu paya oranını ifade eder. Görelî İhracat Avantajı Endeksi (GİAE) aşağıda verilmiştir (1);

$$GİAE_{ij} = (X_{ij} / \sum_{l,j} X_{il}) / ( \sum_{k,k \neq i} X_{kj} / \sum_{k,k \neq i} \sum_{l,l \neq j} X_{kl} ) \quad (1)$$

Burada; X= ihracat; i ve k= Ürün Kategorileri; j ve l= Ülkeleri ifade etmektedir. Endeks değerinin 1'den daha büyük olması ilgili ürün kategorisinde ülkenin karşılaştırmalı avantaja sahip olduğuna; 1'in altındaki değerler ise, karşılaştırmalı bir dezavantaja işaret etmektedir (Frohberg ve Hartmann, 1997).

Görelî İthalat Nüfuz Endeksi (The Relative Import Penetration Index): Görelî İthalat Nüfuz Endeksi (GİNE), GİAE'ye benzer. Aralarındaki temel farklılık ihracat yerine ithalatın denklemde yer alması ve tam tersi bir yorumla yorumlanmasıdır (Frohberg ve Hartmann, 1997). Bu endeks aşağıda verilmiştir (2);

$$GİNE_{ij} = (M_{ij} / \sum_{l,j} M_{il}) / ( \sum_{k,k \neq i} M_{kj} / \sum_{k,k \neq i} \sum_{l,l \neq j} M_{kl} ) \quad (2)$$

Burada; M: İthalatı; i ve k: Ürün kategorilerini; j ve l: Ülkeleri göstermektedir.

Görelî Ticaret Avantajı Endeksi (The Relative Trade Advantage Index): Görelî Ticaret Avantajı Endeksi (GTAE) GİAE ile GİNE arasındaki farka eşittir. Bu endeks aşağıda verilmiştir (3);

$$GTAE = GİAE_{ij} - GİNE_{ij} \quad (3)$$

Formül 3'e göre işlem sonucu pozitif bir değer ise rekabetçi bir avantaja, negatif bir değer ise karşılaştırmalı bir dezavantaja karşılık gelmektedir (Frohberg ve Hartmann, 1997).

İhracat Payları Endeksi (Rate of Export Shares Index): Bir ülkenin belli bir mal grubunda yapmış olduğu ihracatın, ülkenin toplam ihracatı içindeki oranını göstermektedir. Endeks değeri 1'e yaklaştıkça o mal grubunun ülkenin ihracatındaki önemi artmaktadır. Endeks aşağıda verilmiştir (4);

$$\text{İhracat Payları Endeksi} = (X_{ij} / X_i) \quad (4)$$

Burada; X<sub>ij</sub>, j ürününün (ürün grubu, ürün kategorisi ya da sektör) i ülkesindeki değerini, X<sub>i</sub> ise o ülkenin toplam

ihracat değerini göstermektedir (Filiztekin ve Karaata, 2010).

Net İhracat Oranı Endeksi (Ratio of Net Exports Index): Net İhracat Oranı Endeksi (NETİHR), net ihracatın görelî büyüklüğünü gösteren bir değişkendir (Demir, 2002). Endeks aşağıda verilmiştir (5);

$$NETİHR_i = \frac{X_i - M_i}{X_i + M_i} \times 100 \quad (5)$$

Formül 5

Burada; M<sub>i</sub>: i sektöründeki toplam ithalatı, X<sub>i</sub>: i sektöründeki toplam ihracatı göstermektedir.

Sektör İçi Ticaret Endeksi (Intra- Industry Trade Index): Sektör İçi Ticaret (SİT) endeksi, aynı sektördeki çift yönlü ticareti gösterir. Endeks sıfır ve 100 arasında değişir. Eğer bir ülkenin bir sektörde ithalat ve ihracatı birbirine oldukça yakın miktarlarda ise SİT endeksi 100'e yaklaşır. SİT endeksi her bir sektördeki sektör içi ticareti ölçmek için kullanılmaktadır. Endeks aşağıda verilmiştir (6);

$$\frac{(X_i + M_i) - IX_i - M_i I}{(X_i - M_i)} \times 100 \quad (6)$$

Burada; X<sub>i</sub>, o ülkenin toplam ihracat değerini, M<sub>i</sub> ise ithalat değerini göstermektedir (Demir, 2002).

İhracat-İthalat Oranı Endeksi (Export-Import Ratio Index): Bir sektörün dış ticarete uzmanlaşma düzeyini ölçmek amacıyla kullanılmaktadır (Demir, 2002). Endeks aşağıda verilmiştir (7);

$$\text{İhracat - İthalat Oranı} = (X_i / M_i) \times 100 \quad (7)$$

Burada; X<sub>i</sub>: i sektörü ihracatı, M<sub>i</sub>: i sektörü ithalatını göstermektedir.

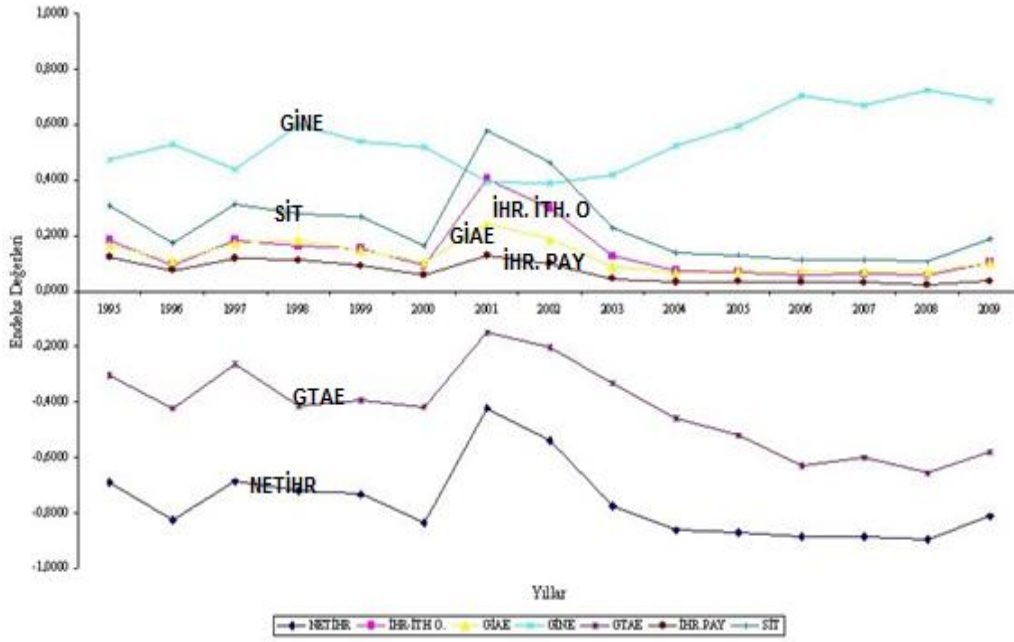
### 3. Bulgular

Aşağıda Şekil 1'de ağaç mantarı, odun ve kereste sektörüne ilişkin hesaplanan endeks değerleri görülmektedir.

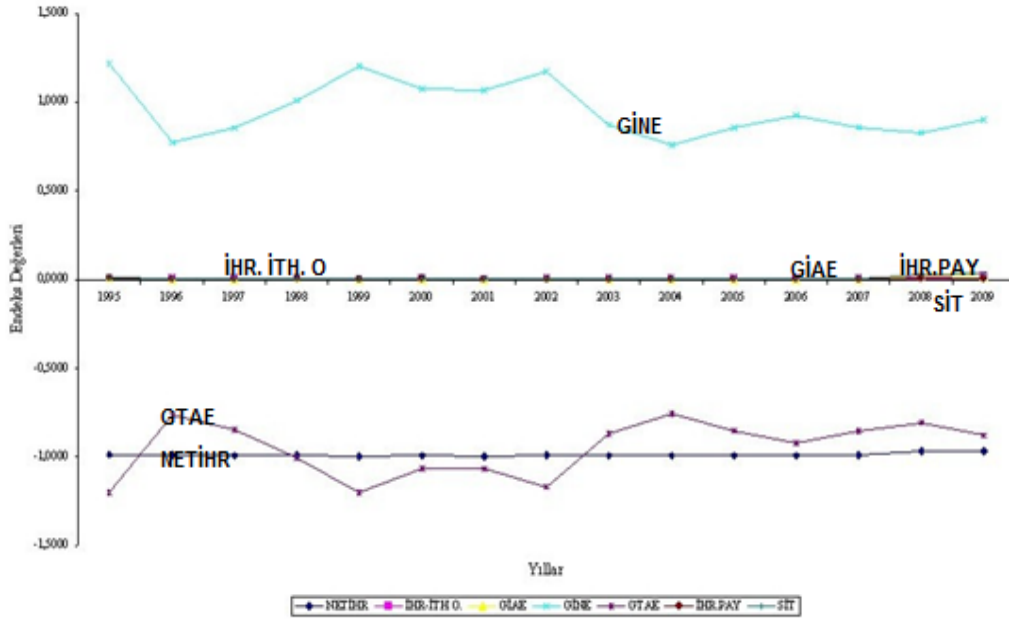
Sektörlerin rekabet gücünün ölçülmesinde yardımcı olan bu endekslerden, öncelikle dikkat edilmesi gereken GİNE'dir. GİNE ithalat değerlerinin göz önüne alındığı rekabet gücü ölçüm yaklaşımıdır. Bu nedenle diğer endekslerle tam tersi bir trend izlemektedir. 1995-2009 yılları arasında GİNE sektörün ihracatta dezavantajlı kimliğini ortaya çıkarmaktadır. NETİHR endeks sonuçlarında ise sektöre ait görelî değişimin sürekli sıfırın altında kaldığı görülmüştür. İhracat-ithalat oranı endeksi sonuçları açısından sektör uzmanlaşma potansiyeli taşımaktadır. 2001 yılından sonraki zaman diliminde sektör azalan bir trend izlemiş, 2006 yılına kadar ithalat ağırlıklı bir seyir izlemiştir. 2008 yılından sonra ise sektör ihracatta artış yönünde kırılma göstermiştir. Ayrıca SİT endeksinde de görüldüğü üzere bu zaman diliminde ihracat-ithalat arasındaki fark da ihracat lehine kapanmaktadır. Bu noktada İhracat avantajı endeksi, İhracat payları endeksi ve Görelî ticaret avantajı endeksi ise ileriki yıllarda sektörün rekabet gücü açısından avantajlı olabileceği yönünde sonuçları ortaya çıkarmıştır.

Kağıt hamuru ve kullanılmış kağıt sektörüne ilişkin hesaplanan endeksler Şekil 2'de verilmiştir.





Şekil 1. Ağaç mantarı, odun ve kereste sektörüne ait endekslerin yıllar itibariyle görünümü



Şekil 2. Kağıt hamuru ve kullanılmış kağıt sektörüne ait endekslerin yıllar itibariyle görünümü

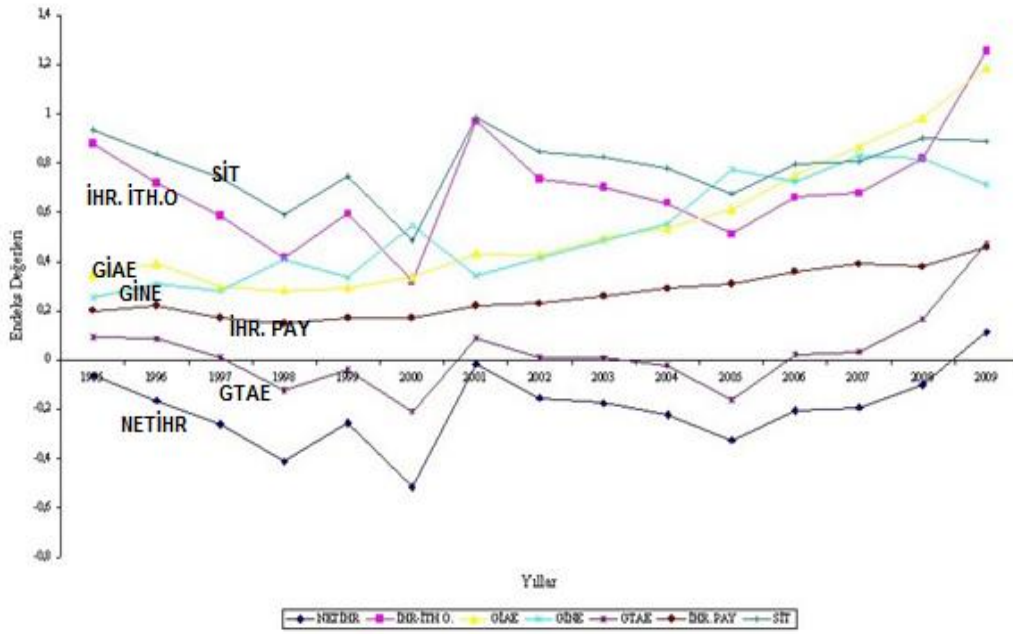
Bu sektöre ilişkin hesap edilen endeks değerlerinin seyrinin görüldüğü Şekil 2’de özellikle ihracat payları endeksi, GİAE, ihracat payları oranı endeksi ve SİT endeksi değerlerinin sayısal anlamla çok küçük değerlerde yer alması 1995-2009 yılları arasındaki trendi yorumlamada aldattıcı bir yaklaşıma mahal vermemelidir. NETİHR oranı diğer sektörler göre bu sektörün ihracatta görece büyüklük açısından geride kaldığını göstermektedir. İhracat-ithalat oranı endeksi sonuçları 2000 yılı itibariyle ihracatta ve dış ticarete uzmanlaşmaya yöneldiğini göstermiştir. Genel anlamda İhracat avantajı endeksi ise 1995-2009 yıllarında dezavantajlı durumu göz önüne sermiştir. İhracat payları endeksi sektörün istenen ihracat potansiyeli taşımadığını göstermektedir. Sektör endeks değerleri 1995-2009 yılları

arasında sürekli olarak dalgalı bir trend izlemiş ithalattaki maksimum değere GİNE yardımıyla baktığımızda 1995’te ulaşmıştır. Bu nokta ayrıca ihracattaki minimum değerdir. Sektörün dalgalı bir biçimde trend izlediği yıllar içerisinde GTAE endeksi yardımıyla görülmektedir ki maksimum rekabetçi avantaja ulaşılan yıl 2004 olmuştur. 2004-2006 yılları arasında sektör ithalat ağırlıklı bir duruma gelmiş, 2006-2008 yılları arasında ise ihracata yönelik bir ivme kazanmıştır. Ayrıca görülmektedir ki SİT endeksinde ithalat-ihracat oranları birbirine yaklaşmış, ithalattaki artış oranı ihracattaki artış oranından üstün gelişmiştir. Bu durum da sektörü ithalat ağırlıklı bir duruma getirmiştir. Şekil 3’de ağaç mantar ve ahşap mamül sektörüne ilişkin endeks değerleri Şekil 3 üzerinde görülmektedir.

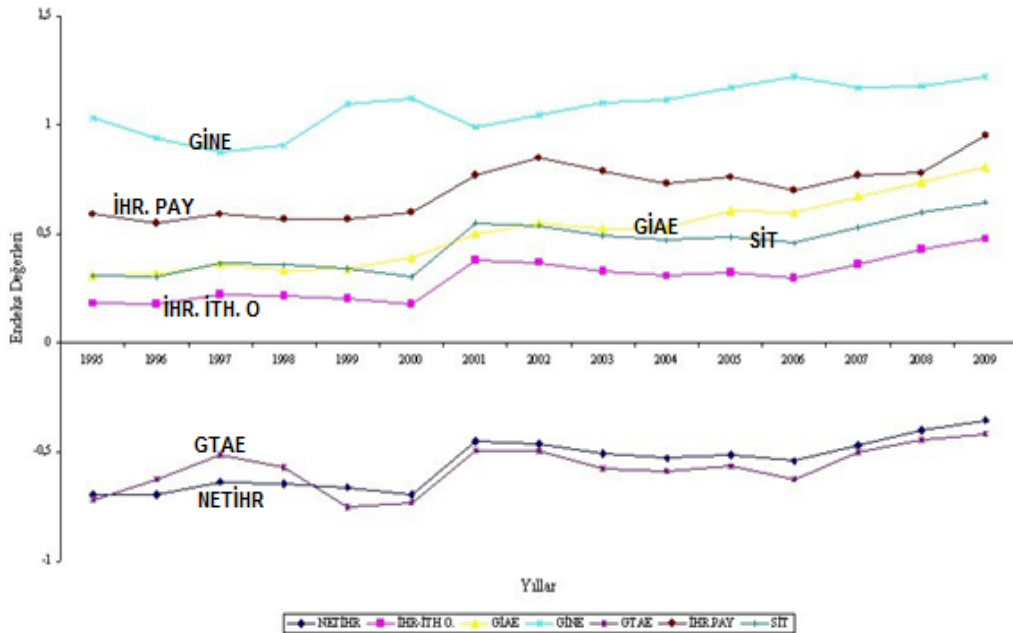
Sektör endeks değerleri 1995-2009 yılları arasında dalgalı bir trend izlemektedir. Sektör 1995-1998 yılları arasında ithalat ağırlıklı bir durumdayken, 1998-1999'da ihracatta üstünlüğe gelmiştir. 2000 yılından 2005'e kadar tekrar ithalatçı kimliğe kavuşan sektör, özellikle 2005'ten günümüze kadar sürekli olarak ihracattaki artışı ile düzenli bir trend yakalamıştır. Sektör için görülmektedir ki rekabet gücünün ve avantajın maksimum olduğu yıl 2009'dur. 2009 yılında NETİHR endeksi de ilk kez görece olarak zirve değerine ulaşmıştır. Genel anlamda NETİHR sonuçları sektörün ihracatında görece değişimin olmadığını ortaya koymuştur. Sektör ithalat seyri içerisindeki en ağırlıklı durumuna ise 2000 yılında ulaşmıştır. Genel

anlamda sektör için yapılacak olan kısa değerlendirmede görülmektedir ki son yıllarda sektörün ihracattaki artış oranı ithalat artışından fazladır. İhracat-ithalat oranı endeksi ve İhracat avantajı endeksi sonuçlarına göre uzmanlaşma potansiyeli vardır. Sektör için ayrıca görülmektedir ki 2005'ten sonra sürekli olarak ihracat-ithalat oranındaki büyüklük sürekli olarak artmakta, sektörü piyasada ihracatçı olarak görmemizde ve rekabet gücünü avantajlı konumda elinde bulundurduğunu söylememiz yeterli olabilmektedir. SİT endeksi değerleri bu noktada sektörün umut vaat eden bir kimlik taşıdığını göstermektedir.

Kâğıt hamuru ve kullanılmış kâğıt sektörüne ilişkin endeks verileri Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Ağaç mantar ve ahşap mamul sektörüne ait endekslerin yıllar itibarıyla görünümü



Şekil 4. Kâğıt, karton ve kâğıt hamurundan eşya sektörüne ait endekslerin yıllar itibarıyla görünümü

Sektöre ait endeks değerlerinin 1995-2009 yılları itibariyle izledikleri trend diğer şekillerde ve diğer sektörlerde olduğu gibi sürekli bir artış ve azalış halindedir. Burada trendin artış ve azalış eğimi oldukça hassas şekilde seyretmektedir. Bu da sektör için kimi yılda bu değişimi yorumlamakta çok ufak rakamsal değerlerle mümkün olmaktadır. Genel olarak sektör, 1995-1997 yılları arasında ihracat, 1997-1999 arasında ithalat ve 1999-2000 arasında yine ihracat ağırlıklı konumda kalmıştır. Sektörün ihracat payı da son yıllarda özellikle 2006'dan sonra artma eğilimindedir. Sektördeki ithalat değeri 2007-2009 arasında artmış olmasına rağmen, ihracat değeri de 2006-2009 arasında ciddi boyutta bir artış içerisinde seyretmektedir. Sektör, genel anlamda son yıllarda ihracatta belli bir büyüklüğe ulaşmış, özellikle 2006'dan sonra rekabetçi konuma doğru bir trend izlemiştir. NETİHR endeks sonuçları sektörün ihracatta göreceli olarak geride kaldığına, GİNE sonuçlarının sektörün ithalatçı kimliğine vurgu yapmaktadır. İhracat-ithalat oranı endeksi, ihracat avantajı endeksi, SİT ve görece ticaret endeksi ise bu sonuçlara rağmen sektörün dış ticarete uzmanlaşma potansiyeli taşıyabildiği sonuçlarını ortaya çıkarmıştır.

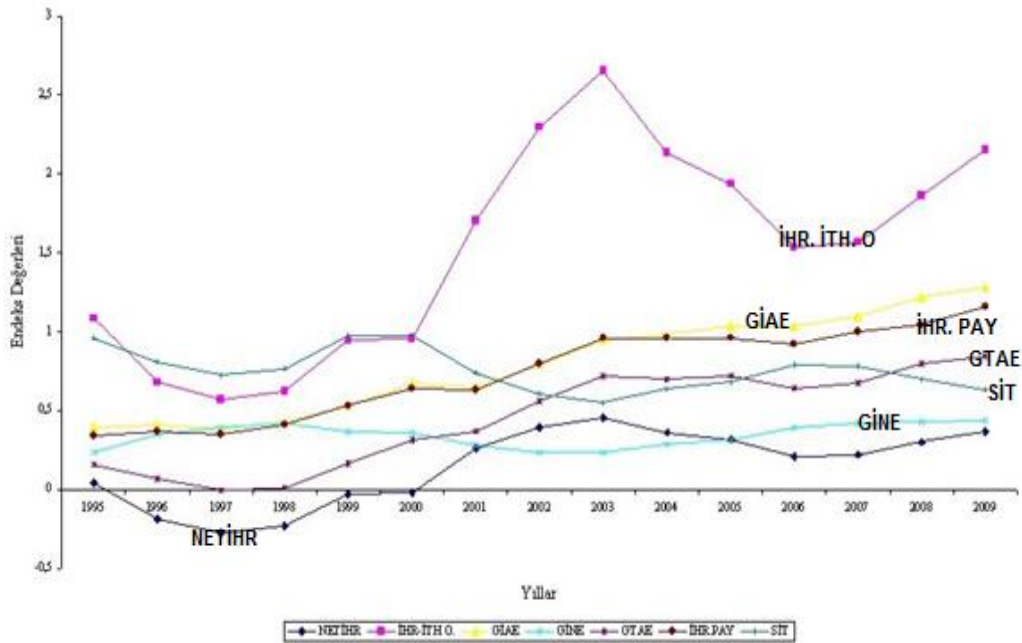
Mobilya ve mobilya parçaları sektörüne ait endeks değerleri Şekil 5'de gösterilmiştir.

Sektörler içerisinde özellikle rekabet gücü yaklaşımının ve ihracattaki değişimin en istikrarlı olduğu sektör, mobilya ve mobilya parçaları sektörüdür. 1995-2009 yılları arasında bu durumdan net bir biçimde söz edilebilmektedir. Sektör özellikle 1997'den 2009'a kadar sürekli olarak ihracat oranlarında artış eğilimindedir. Bu sektörün özellikle GTAE endeksi sektörün son yıllarda ihracat artışının ithalat artışından fazla olduğu ve bunun da özellikle 2006-2009 arasında ihracat ağırlıklı sektör olarak ön plana çıkmasında rol oynadığını söyleyebiliriz. Öyle ki bu durum bir başka endeks olan SİT endeksinin trendinde

de gözlemlenebilmektedir. NETİHR, ihracat-ithalat oranı endeksi, ihracat avantajı endeksi sonuçları en istikrarlı ve ticarete uzmanlaşma eğilimi olan sektör olarak bu sektörü diğer dört sektörün önüne çıkarmıştır. Sektörün son yıllarda özellikle 2006'dan sonra ihracatçı kimliği net bir şekilde ortaya çıkmıştır. Sektörün 2006-2009 yılları arasında ihracat-ithalat oranına bakıldığında ise, ihracatın ithalat karşısında neredeyse 1,5-2 misli bir oran içinde olduğu görülebilmektedir. Özellikle bu oran saptanan 2,65'lik bir oransal değerle 2003 yılında maksimum oranda gerçekleşmiş ve ayrıca aynı yıl sektör, 1995-2009 yılları arasındaki ihracat-ithalat oranında ihracat ağırlığının en ciddi gözlemlendiği yıl olmuştur. Sektör ayrıca ihracat payları oranı içerisinde de ciddi olarak bir artış trendi yakalamıştır.

#### 4. Tartışma ve sonuç

Türkiye'de ormana dayalı sektörler için yapılan bu çalışma ışığında, söz konusu sektörlerin tümü için dış ticarete rekabetçi bir kimlikten bahsedilmesi mümkün görünmemektedir. Bulgular mobilya ve mobilya parçaları sektörünün diğer sektörlerin önünde olduğunu ve dış ticarete diğerlerine nazaran dikkate değer bir rekabet gücü varlığının olduğunu göstermiştir. Yazıcı ve Karayılmazlar (2001) tarafından 1996-2001 yılları zaman dilimini konu alan çalışmada mobilya sektörünün ihracatçı kimliği vurgulanmıştır. Gürpınar ve Döven (2008) tarafından yapılan çalışmada mobilya sektörünün durumu hakkında sektöre yönelik getirilen öneriler bu çalışmayla benzerlik göstermiştir. Gürpınar ve Altay (2008) ise çalışmalarında 2001-2006 dönemini içeren dilimde mobilya sektörünün küresel rekabete rağmen rekabetçi konumunun zaman içerisinde giderek arttığı bulgularına ulaşmış, mobilya sektörünü diğer sektörlerden bir adım öne çıkaran bu çalışma ile örtüşen sonuçlara dikkat çekmişlerdir.



Şekil 5. Mobilya ve mobilya parçaları sektörüne ait endekslerin yıllar itibariyle görünümü

Bulgular ışığında görülmüştür ki; ağaç mantar ve ahşap mamul sektörü de ahşap levha ağırlıklıdır ve dış ticarete rekabet gücü çok yüksek olmamakla birlikte bu gücünü artırma eğiliminde ve mobilya ve mobilya parçaları sektörünün arkasından gelmektedir. Genel anlamda tüm sektörlerle ilişkin ithalat değerlerinin yüksek rakamlara ulaştığı çalışmada görülmüştür. Kayacan (2004) yılındaki çalışmasında belirttiği gibi uluslararası piyasalarda ormana dayalı sektörlerin yeterli avantaj ve güce sahip olamamıştır. Kayacan'ın (2013) bir diğer çalışmasında ise ülkenin odun hammaddesi bakımından açık ara net ithalatçı olageldiği dile getirilmiştir. Şahin (2016) ilgili çalışmasında ormana dayalı sektörde endüstri-içi ticaretin yüksek olduğunu buna rağmen rekabet gücü analizi neticesinde sektörde rekabet gücünün düşük olduğunu vurgulamıştır. Bu noktada ithalat kimlikli bir ülke konumundan çıkabilecek ve dünya ihracatında etkili bir pozisyona yükseltilerek ülke gelişimine yüksek düzeyde katkı sağlayacak çeşitli öneriler ve stratejik uygulamalar elbette gündeme getirilebilir. Bu noktada Kurtoğlu vd. (1998a) ilgili çalışmada orman ürünleri sanayi içindeki işletmelerin dış ticarete kalite yetersizliği ve girdi tedarikindeki istikrarsızlığına yönelik önerileri dikkate alınmalıdır. Sektörlere genel anlamda çeşitli öneriler getirilebilir. Bu öneriler dış ticarete tüm bu sektörlerin avantajlı konuma gelmesinde, rekabet gücünü eline geçirmesinde ve var olan potansiyeli kendi lehinde daha da geliştirmesine katkı sağlayabilir. Öyle ki; FTP'nin (2018) belirttiği gibi odun hammaddesi üreten işletmelerin ekonomik katma değerleri vardır.

Son üç yılın (2016-2018) TÜİK verileri incelendiğinde; ağaç mantarı, odun ve kereste sektörü, kağıt hamuru ve kullanılmış kağıt sektörü ve kağıt, karton ve kağıt hamurundan eşya sektörünün halen ciddi rakamlarda dış ticaret açığı verdiği ve ithalat ağırlıklı bir sektör konumunda kaldıkları görülmektedir. Ağaç mantar ve ahşap mamul sektörünün 2016 yılında dış ticaret açığı vermesine rağmen 2017 ve 2018 yıllarında dış ticaret açığı vermediği, mobilya ve mobilya parçaları sektörünün ise son 3 yılda ihracat rakamlarının ithalat rakamlarına göre oldukça yüksek rakamlara ulaştığı görülmektedir (TÜİK, 2019). Bu veriler göstermektedir ki; günümüzde mobilya ve mobilya parçaları sektörü diğer dört sektörün oldukça önünde ve rekabet gücünü elinde tutan tek sektör olarak yine karşımıza çıkmaktadır. İleriki dönemlere ilişkin ormana dayalı sektörlerin gelişimleri ve dış ticarete pozitif yönlü bir ivme kazanabilmeleri için elbette çeşitli öneriler getirilebilir.

Ağaç mantarı, odun ve kereste sektörünün uluslararası pazarlarda rekabet gücüne sahip olabilmesi için sektörde faaliyet gösteren işletmeler arasında stratejik işbirliği oluşturulmalı, devletin denetleme ve destekleme görevini gerçekleştiren birimleri ile sektör arasındaki işbirliği ve iletişim güçlendirilmelidir. İstek vd. (2017) çalışmalarında vurguladığı gibi Türkiye'nin ahşap esaslı levha sektöründe dünyada önemli bir yerinin olduğu, ahşap kaplama, kontrplak ve OSB üretim değerlerinin piyasa talepleri karşılayamadığı da bir gerçektir.

Kâğıt hamuru ve kullanılmış kâğıt sektörünün sektörde öncelikle kağıt hamur sektörünün geleceği için dünya ile rekabet edebilir kâğıt hamuru üreten fabrikaların kurulmasının gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Gedik vd. (2005) ilgili çalışmalarında Türkiye'nin kâğıt üretiminde AB ülkeleriyle rekabet edebilecek konumda olduğunu ancak özellikle gelişmiş ülkeler ve kağıt üretimi konusunda dünya

çapında hakim konumda bulunan ülkeler ile rekabet edebilecek bir yapılanmaya sahip olmadığı belirtilmiştir. Bu noktada sektörün rekabetçi kimlik kazanabilmesi için ülke ormanlarının öncelikle ülke sanayine hizmet etmesi gerekmektedir. Devlet işletmeciliğinin ormancılıktaki tekel durumu sorgulanmalı, özel sektör bu alanda teşvik edilmeli ve bu alanda yeni bir yapılanmaya gidilerek ülke içinden birçok sektörle ilgili bilginin temini için ciddi, kalıcı ve süreklilik arz eden bir organizasyon yapısı oluşturulmalıdır. Kullanılmış (atık) kağıt sektörü için özellikle geri kazanım oranının artırılması ve buna bağlı olarak sektörün dış ticarete arzu edilebilir bir konuma gelmesi için, devlet yeni modern yatırımlara bilinçli bir teşvik politikası uygulamalıdır.

Ağaç mantar ve ahşap mamul sektörünün özellikle küçük işletmeleri bir araya toplanarak daha büyük ölçekli firmalar halinde üretim yapmaları desteklenmeli, teşvik sisteminde alınacak tedbirler ile düşük kapasitedeki ve eski teknoloji kullanan işletmelerin benzerlerinin oluşması önlenmelidir.

Kağıt, karton ve kağıt hamurundan eşya sektörünün rekabet gücünü artırmak için, kağıt üretimi içerisinde önemli bir maliyet kalemi olan enerji fiyatları AB üyesi ülkeler ile rekabet edebilecek düzeylere çekilmeli, teknolojik olarak daha hızlı ve yüksek verim gücüne sahip makinelerin kullanımı ve bu alanda oluşabilecek finansal sorunlar devlet destekli çözümlerdir.

Mobilya ve mobilya parçaları sektörünün rekabet gücünü artırmak için, AB fonlarınınca sektöre teşvik sağlanmalı ve pazar alanları iyi değerlendirilmeli, mobilyaların kalite ve standart denetimleri yapılmalı üretilen mobilyaların dünya standartlarına ve ithalatçı ülkelerin özel isteklerine uygun olması sağlanmalıdır. Mobilya sektöründe faaliyet gösteren firmaların iç pazara dönük yapılanmaları değiştirilmeli, dış pazar konusundaki bilgi sıkıntısının çözümlenmelidir. Mobilya sektöründe faaliyet gösteren firmaların bir araya gelerek dış ticaret faaliyetlerinde etkin bir güç birliği oluşturmak amacıyla ile sektörel dış ticaret şirketleri kurulmalıdır.

#### Açıklama

Bu makale Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanan "Ormana Dayalı Sektörlerin Dış Ticarete Rekabet Gücü" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

#### Kaynakça

- Alevli, C., Yıldırım, İ., 2016. Türkiye'deki bazı orman ürünleri dış ticaretinin karşılaştırmalı analizi. Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 12 (1): 3-95.
- BM, 2010. International Merchandise Trade Statistics, <http://comtrade.un.org/pb/CommodityPagesNew.aspx?y=2009>, Erişim: 05.11.2018
- Demir, İ., 2002. Alt sektörlerde rekabet gücü ölçüm yöntemleri. DPT Planlama Dergisi 42. Yılı, Özel sayı, 229-234.
- Filiztekin, A., Karaata, S., 2010. Türkiye'nin dış ticarete rekabet gücü raporu, seçilmiş ülkeler, sektörler-mal grupları ve endeksler bazında karşılaştırmalı bir analiz. SEDEFED, İstanbul, 1-50.
- Frohberg, K., Hartmann, M., 1997. Comparing measures of competitiveness. Discussion Paper No.7-9.

- FTP, 2018. The Forest-based Sector Technology Platform, <http://www.forestplatform.org/#!/pages/86>, Erişim: 11.11.2018.
- Gedik, T., Akyüz, K.C., Akyüz, İ., Yıldırım, İ., 2005. Türkiye ve AB ülkelerinde kağıt üretim, ithalat ve ihracat verilerinin incelenmesi. I. Çevre ve Ormancılık Şurası Tebliğler, 3, 1242-1249.
- Gürpınar, K., Altay, B., 2008. Açıklanmış karşılaştırmalı üstünlükler ve bazı rekabet gücü endeksleri: Türk mobilya sektörü üzerine bir araştırma. Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, 10(1): 257-274.
- Gürpınar, K., Döven, S.M., 2008. Stratejik yönetim perspektifinden türk mobilya sektörünün rekabet durumunun analizi ve değerlendirilmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, 9(1): 173-190.
- İstek, A., Özlüsoylu, İ., Kızılkaya, A., 2017. Türkiye ahşap esası levha sektör analizi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(1): 132-138.
- Kayacan, B., 2004, Orman kaynaklarına ilişkin mal ve hizmetler kapsamında ekonomik etki çözümlemesi. Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bil. Enst. İstanbul.
- Kayacan, B., Kara, O., Uçal, M. Ş., Öztürk, A., Balı, R., Koçer, S., Kaplan, E., 2013. An econometric analysis of imported timber demand in Turkey. Journal of Food, Agriculture & Environment, 11 (1): 791 - 794 .
- Koç, K.H., Aksu, B., 1999. Türkiye Lif Levha Dış Ticareti. Laminart, Dekorasyon, Sanat & Tasarım Dergisi, 3, 82-85.
- Koç, K.H., Aksu, B., 2000. Türkiye Yonga Levha Dış Ticareti. Laminart, Dekorasyon, Sanat & Tasarım Dergisi, 7, 142-144.
- Kurtoglu, A., Koç, K.H., Aksu, B., 1998a. Türkiye orman ürünleri sanayi dış ticaretinin gelişimi. Cumhuriyetimizin 75. Yılında Ormancılığımız Sempozyumu, 21-23 Ekim 1998, İstanbul, Bildiri kitabı, s.480-487.
- Kurtoğlu, A., Koç, K.H., Aksu, B., 1998b. Türkiye ahşap mobilya endüstrisinin dış ticaret analizi. Mobilya Dekorasyon Dergisi, 22, 8-16.
- Rıfat, K., Çubuk, Y., Karayılmazlar, S., 2011. Türkiye ve dünya yuvarlak odun ve odun dışı orman ürünlerinin üretim, dış ticaret ve ekonomik potansiyel analizi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13(20): 1-9.
- Şahin, D., 2016. Türkiye’de ormana dayalı sektörlerin dış ticaret yapısının analizi. Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 5, 181-196.
- Töre, N., 1996. Verimlilik Açısından Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye, Verimlilik Toplantısı, Ankara, s.42.
- TÜİK, 2008. Dış Ticaret İstatistikleri ve Endeksleri. Sorularla Resmi İstatistikler Dizisi, 2, 1-22.
- TÜİK, 2019, Dış Ticaret İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/menu.zul?p=1>, Erişim Tarihi: 10.01.2019.
- Uysal, D., 2000. Teknolojik gelişim ve global rekabet üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6, 5-15.
- Yazıcı, H., Karayılmazlar, S., 2001. Türkiye ahşap mobilya sektörü ve gelişimi. Z.K.Ü Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 3(3): 3-18.
- Yıldırım, İ., Akyüz, K.C., Gedik, T., Balaban, Y., Çubuk, Y. 2005. Türkiye ahşap levha endüstrisinin avrupa birliği ülkeleri ile rekabet edebilirliği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 10(13), 11-22.
- Yıldırım, İ., Akyüz, K.C., Akyüz, İ., Gedik, T., 2005. Levha sanayinde seçilmiş ürünler bazında Türkiye ve Avrupa birliği ülkelerindeki genel durum. I. Çevre ve Ormancılık Şurası Tebliğler, 3, s.1138-1144.

## Determination of modulus of elasticity and bending strength of wood material impregnated with nanoparticle silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>)

Abdurrahman Karaman<sup>a</sup> , Mehmet Nuri Yıldırım<sup>b</sup> , Sekip Sadiye Yaşar<sup>c,\*</sup> 

**Abstract:** The purpose of this study is to determine the effects of the nano-particulate silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>) material on the bending strength and modulus of elasticity in bending of some wood species. Oriental beech (*Fagus orientalis* L.) and sessile oak (*Quercus petraea* L.) woods species which are commonly used in the furniture industry were used in this study. Impregnation was carried out with the preparation of SiO<sub>2</sub> at concentrations of 1% and 3% according to ASTM-D 1413-76 (1976) standards. According to the results, while solution concentration was increasing in both wood species, total retention (kg/m<sup>3</sup>) and percentage retention (%) values increased; air dry density (12%), bending strength and modulus of elasticity in bending decreased. The maximum mean values of bending strength and modulus of elasticity was in control samples of oriental beech and the minimum were in sessile oak wood with 3% concentration. These results can be related to the fact that the higher density of oriental beech wood (0.630-0.685 g/cm<sup>3</sup>). In both species of wood, impregnation with SiO<sub>2</sub> resulted loss of about 3-5% in bending strength and 0.6-9% in modulus of elasticity.

**Keywords:** Impregnation, Silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>), Bending strength, Modulus of elasticity in bending

## Nanoparçacık silisyum dioksit (SiO<sub>2</sub>) ile empenye edilmiş ahşap malzemenin elastikiyet modülü ve eğilme dayanımı tayini

**Özet:** Bu çalışmanın amacı, nano tanecikli silisyum dioksit (SiO<sub>2</sub>) maddesinin bazı odun türlerinde eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülüne etkilerini belirlemektir. Odun türü olarak mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) odunları tercih edilmiştir. ASTM-D 1413-76 (1976) esaslarına göre %1 ve %3 konsantrasyonlar hazırlanmış olan SiO<sub>2</sub> maddesi ile empenye işlemi gerçekleştirilmiştir. Deney sonuçlarına göre; her iki ağaç türünde de çözelti konsantrasyonu artarken toplam retensiyon (kg/m<sup>3</sup>) ve yüzdesel retensiyon değerleri artmış; hava kurusu yoğunluk (%12), eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri azalmıştır. En yüksek ortalama eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri doğu kayını kontrol örneklerinde ve en düşük %3 konsantrasyonlu sapsız meşe odunundadır. Bu sonuçlar, doğu kayını odununun ağacının yoğunluğunun (0.630-0.685 g/cm<sup>3</sup>) daha yüksek olması ile ilgili olabilir. Her iki odun türünde de SiO<sub>2</sub> ile empenye uygulamaları eğilme direncini %3-5, elastikiyet modülünü %0.6-9 oranında azaltmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Empenye, Silisyum dioksit (SiO<sub>2</sub>), Eğilme direnci, Eğilmede elastikiyet modülü

### 1. Introduction

The wood material which stays in natural conditions can get destroyed in under 5 years (except some certain wood species) (Ors and Keskin, 2001; Ozcifci, 2009; Tan and Peker, 2015a; Tan and Peker, 2015b; Keskin and Daglioglu, 2016). The service life of wood can increase with impregnation with wood preservative materials (Archer and Lebow, 2006; Hill, 2006; Tondi et al., 2012, Sandberg et al., 2017, Yaşar and Altunok, 2019). Impregnation is the process of penetrating wood with substances with different contents with the purpose of preventing rotting, burning and dimensional work in wood material (Kurtoglu, 2000; Hill, 2006, Ayar, 2008; Akgul and Apay, 2014a; Akgul and Apay, 2014b; Esteves et al., 2014. Sandberg et al., 2017).

The effectiveness of impregnation process depends on toxicity of preservative substance, penetration depth and

retention amount, anatomic structure of the wood, slitting and drying processes conducted before impregnation (Bozkurt et al., 1993; Yalinkilic et al., 1996; Baysal, 2003; Baysal et al., 2003; Archer and Lebow, 2006; Tan and Peker, 2015a; Tan and Peker, 2015b). However, it is expected that today's wood preservatives do not harm the humans and the environment (Zabel and Morrell, 1992; Reinprecht, 2016). EPA, has proposed label changes of some wood preservatives (chromated arsenicals, pentachlorophenol and creosote) to avoid creating human health and environmental concerns (US. EPA, 2016).

A decline was found in the bending strength values of the beech and spruce woods impregnated with water-soluble salts (Kollman, 1959). In the study which Stabnikov (1957) performed, 10-22% increase in bending strength of pine, spruce, fir, beech and poplar woods impregnated with anthracene was reported. Salty impregnation substances

✉ <sup>a</sup> Uşak University, Banaz Vocational High School, Department of Forestry, 64500, Uşak, Turkey

<sup>b</sup> Karabük University, Safranbolu Vocational High School, Department of Desing, 78500, Karabük, Turkey

<sup>b</sup> Gümüşhane University, Gümüşhane Vocational High School, Department of Desing, 29100, Gümüşhane, Turkey

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 21.09.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 19.03.2019



**Citation** (Atıf): Karaman, A., Yıldırım, M.N., Yaşar, S.S., 2018. Determination of modulus of elasticity and bending strength of wood material impregnated with nanoparticle silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>). Turkish Journal of Forestry, 20(1): 50-56. DOI: [10.18182/tjf.462611](https://doi.org/10.18182/tjf.462611)

were identified to reduce bending strength by 2.9-16% (Wazny, 1973). While the bending strength of the wood material impregnated with CCA was found to decrease about 12%; a decline of 5% was observed in test samples impregnated with ACQ (Temiz et al., 2014).

The impregnation process with vacuum pressure by using Tanalith C and Vascol WR impregnation materials has been stated to decrease bending strength, to increase the specific weight, to reduce hardness in scots pine and to raise it in Calabrian pine (Gur, 2003). Certain effects of impregnation materials on the mechanical features of scots pine was investigated. In samples impregnated with Wolmanit CX-8 of 2.8% and Tanalith E-3491 of 2%, modulus of elasticity increased more in comparison with control samples; however, samples impregnated with other chemicals were detected to remain the same or decrease. In samples impregnated with Wolmanit CX-8 of 2.8% and ACQ-1900 of 7%, bending strength was found to increase in comparison with control samples, the samples impregnated with other chemicals were found to remain the same or decrease (Yildiz et al., 2003). Mountain ash was impregnated with boron compounds, Vascol, Azure, Immersol-Aqua and Tanalith-E with double vacuum method and then effects of impregnation substances on compressive strength, bending strength and modulus of elasticity in bending were investigated. According to test results, the highest bending strength values were found in samples impregnated with Tanalith-E (Keskin et al., 2013).

A rise in density and thermal conductivity values was observed in poplar, linden, and chestnut woods impregnated with borax and boric acid and a decline was observed in the bending strength and modulus of elasticity values (Aytasgin, 2009). The heat treatments usually reduce the mechanical properties of wood (Srinivas and Pandey, 2012; Bal and Bektas, 2013; Percin and Altunok, 2017). That waste boron oil decreases the mechanical properties of wood material by 2-5% is found to be statistically insignificant (Ozcifci, 2009). A decrease in bending and compressive strength of scots pine and Oriental beech wood impregnated with boron compounds was stated and an increase was stated in deterioration strength (Simsek, 2009). In beech wood samples impregnated with certain tannins and boron compounds, a decline in bending strength and modulus of elasticity was determined (Adanur, 2015). Since boron compounds have a crystalline structure, they cause some decrease in bending strength parallel to grain and modulus of elasticity after they were penetrated wood material, nevertheless this ratio was reported to be too little (Cicek, 2015).

The nanotechnology has been successfully applied in many fields (coating, rubber, adhesives, and plastics) (Wu et al., 2005; Ozcifci et al., 2018). In recent years, increasing interest in nanotechnology has offered alternative use of nanoparticles to improve properties of wood (Moon et al., 2006). Nano-SiO<sub>2</sub> is an active nanoparticle against fire and weather conditions that can create a large surface area (Devi and Maji, 2013; Yan et al., 2015; Reinprecht, 2016).

In a study, the leachate amount was lower in wood impregnated with nano-TiO<sub>2</sub> with respect to control samples. (Marzbani and Mohammadnia-afrouz, 2014). The results of the study investigating effect of nano-TiO<sub>2</sub> and nano-SiO<sub>2</sub> on bonding performance and structural properties of PVAc, showed that thermal stability of PVAc blends was largely improved (Bardak et al., 2016).

The impact of nanofillers (TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub> and nanoclay) were also reported to be effective in improving flame retardancy, water resistance, anti-swelling efficiency in the wood polymer nanocomposite (WPNC) simul wood (*Bombex ceiba*, L.) (Devi and Maji, 2013).

The effects of SiO<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub> nanoparticles at different concentrations on the mechanical and morphological characteristics of polypropylene nano composites were investigated. The increase in nanoparticles from 0 to 3% resulted in increased mechanical strength, but the addition of more nano-filler resulted in a significant reduction in mechanical strength (Ismaeilimoghadam et al., 2016).

The effect of SiO<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub> nanoparticles on the bending strength of poly (methyl methacrylate) acrylic resins was examined, the maximum bending strength (43.5 MPa) belongs to the control group. In addition, as the amount of SiO<sub>2</sub> increased (0.5-1%), this value decreased (Sodagar et al., 2013).

Nano-SiO<sub>2</sub> has been added to different materials to increase their strength, flexibility, aging resistance and mechanical properties in many researches (Bauer et al., 1996; Wang and Cheng, 2002; Lei et al., 2006; Chaichana et al., 2007; Jo et al., 2007; Flores et al., 2010).

This study was conducted with the intent of determination of changes occurring in bending strength and modulus of elasticity in bending values after the protective process with silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>) of oriental beech (*Fagus orientalis* L.) and sessile oak (*Quercus petraea* L.) which are widely used in the furniture industry.

## 2. Material and methods

### 2.1. Material

In the study, oriental beech (*Fagus orientalis* L.) and sessile oak (*Quercus petraea* L.) woods, which are widely used in Turkish woodworking industry, were chosen as test samples. Wood materials were supplied from lumber managements located in Karabuk province Yenice district with random selection method and during selection lumbers were paid attention to be flawless, with smooth fibres, not decayed, without reaction wood and not damaged by fungi and pests.

SiO<sub>2</sub> substance utilized in impregnation process in pulverulent state was obtained from TIMED (Timed, 2018). Silicon dioxide nanoparticles are commonly used in areas like agriculture, textile, electronics, cosmetics, paint industry and medicine (Comelekoglu et al., 2017).

### 2.2. Method

Wood samples were cut up in dimensions of 5x5x80 cm according to TS 2470, 1976 principles, they were kept in the conditioning chamber, which was in conditions of temperature of 20±2°C and relative humidity of 65±5%, until they reached to a constant weight and then they were impregnated with vacuum method. After the impregnated samples were waited in a setting with air circulation for 15-20 days for evaporation of the solvent, samples were kept until they reach to the 12% humidity in a temperature of 20±2°C and in 65±5% relative humidity. Total of 60 test samples (2x3x10) were prepared, containing two wood material species (beech and oak), two experiment type

(bending strength and modulus of elasticity) + 1 control and 10 recurrences.

As the impregnation method, vacuum-pressure method (empty cell method), one of the methods to exert pressure, was applied. The impregnation process was conducted according to ASTM D 1413-76, 1976. Accordingly, the samples, which will be impregnated, were left at diffusion inside a solution under 4 atmospheric pressure for 60 minutes after a pre-vacuum for 60 minutes. To avoid post impregnation deformations occurring because of fast evaporation, samples were kept in the conditioning chamber until they reached to an air-dry state gradually. The weights of test samples measured at an analytic scale with a sensitivity of 0.001 g, total retention (adhesion) amount (R, kg/m<sup>3</sup>) and percentage retention (R, %) was calculated through the following equations.

$$R = \frac{G \times C}{V} \times 10^3 \text{ g/cm}^3 \quad (1)$$

Here;

G= T2-T1

T1 = Pre-impregnation weight (g)

T2 = Post-impregnation sample weight (g)

V = Sample size (cm<sup>3</sup>)

C = Solution concentration (%)

$$R (\%) = \frac{M_{oes} - M_{oeb}}{M_{oeb}} \quad (2)$$

M<sub>oes</sub> = Oven dry weight after impregnation (g).

M<sub>oeb</sub> = Oven dry weight before impregnation (g)

Solution and treatment temperature were applied at 20 ± 2 °C during the impregnation application. After impregnation, the specimens weighed and dimensioned at full age were conditioned until relative humidity of 60±3% and humidity of 20±2 % at 20 ± 2 °C.

Air dry and oven dry density of the wood materials used in the preparation of test sample were determined in accordance with TS 2472, 1972. In compliance with this; samples, which were prepared at dimensions of 20x30x30 mm for air dry density specification, were kept in the temperature of 20±2 °C and relative humidity of 65 ± 5% till they reached to a constant weight. At this state, their weights were measured in an analytic scale with a sensitivity of ±0.01g and their dimensions were measured with a digital caliper (±0.01 mm) following this, their sizes and air-dry densities ( $\delta_{12}$ ) were calculated with the following equation.

$$\delta_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} \text{ g/cm}^3 \quad (3)$$

M<sub>12</sub>: Air dry weight (g)

V<sub>12</sub>: Air dry volume/size (cm<sup>3</sup>)

The samples used for determination of bending strength and modulus of elasticity were prepared with respect to TS EN 326-1, 1999. TS 2474, 1976 principles were followed for bending strength at 3 point, the principles stated in TS 2478, 1976 was complied with in modulus of elasticity in bending. According to these standards, the samples were prepared in dimensions of 20x20x360 mm for each of two experimental groups (Figure 1).

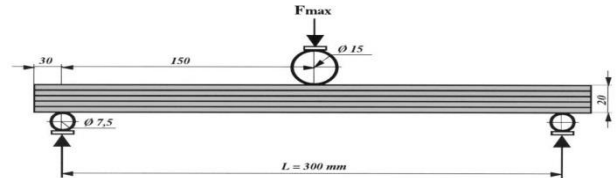


Figure 1. Bending Strength and Elasticity Modulus in Bending Test (Keskin, 2003)

Experiments were conducted in a computer driven static test machine with 50 KN capacity. In experiments, the load implemented at the exact center of test specimens. The maximum force (Fmax) in the instant of failure for the bending strength ( $\sigma_e$ ) was calculated with the formula below.

$$\sigma_e = \frac{3F_{max}L}{2bh^2} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (4)$$

Here;

L: The gap between fulcrums (mm)

b: section width (mm)

h: section height (mm) dir.

In determination of modulus of elasticity, the samples, which were used in bending strength, were utilized. The strength difference applied to elastic deformation area ( $\Delta F$ ) was measured with bending amount difference in samples ( $\Delta f$ ) and modulus of elasticity (E) by following this equation:

$$E = \frac{\Delta FL^3}{4bh^3\Delta f} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (5)$$

Here;

$\Delta F$ : The force equal to the difference between the arithmetic means of lower and upper limits of the load at elastic deformation area (N)

L: The gap between fulcrums (mm)

$\Delta f$ : The difference between arithmetic means of results belonging to deflection at net bending area and deflections at lower and upper limits of the load (mm);

b: section width (mm)

h: section height (mm).

Statistical evaluation of the test results were analyzed with SPSS 22.0 (2013) statistical package software. In case of mutual interactions of sources of variance being significant according to (P< 0.05) for which factors are the differences important was identified by Duncan test.

### 3. Results and discussion

Air dry and oven dry density values are given in Table 1. When the Table 1 is examined, the maximum value for air-dry and oven-dry density was in beech wood control samples (0.685-0,630 g/cm<sup>3</sup>), the minimum was in oak wood with silicon dioxide solution of 1% (0.658-0,584 g/cm<sup>3</sup>). The variety n air dry density values of impregnated wood material can be stated to originate from solution concentration, chemical compounds, participation level of earlywood and latewood, annual ring width, cell lumen diameter, cell wall thickness and air void ratio depending on the anatomic structure of wood materials.



Ors et al., (1999) stated that the oven dry and air-dry density values of impregnated samples assigned higher values in comparison with control samples, and oven dry and air-dry density values of Oriental Beech samples were higher than the Calabrian pine wood samples. As the solution concentration (0-6%) increased in boron compounds, retention ratio and amount increased, too. Therefore, the densities of wood material showed an increase in parallel with the solution concentration (Adanur, 2015). Retention values (total and percentage) of wood samples are given in Table 2.

As in the literature and shown in Table 2, retention amount increased with the increase in solution concentration (Ors et al., 2005; Bal, 2006; Atar and Keskin, 2007; Toker, 2007; Tan and Peker, 2015a; Adanur, 2015; Aydin, 2015). Accordingly, the highest retention amount was attained as in beech wood samples treated with solution of 3% silicon dioxide (36 kg/m<sup>3</sup>), the lowest retention amount was in oak wood samples treated with a silicon dioxide solution of 1% (3.6 kg/m<sup>3</sup>). The maximum retention rate was obtained in beech wood with 3% solution concentration (0.06%), the minimum retention rate was in beech wood with 1% solution concentration of oak (0.01%). This situation can stem from reasons like solution characteristic, wood species, high permeability of beech wood etc. In this study, silicon dioxide concentration increases in direct proportion to retention amount, too.

Toker, (2007) impregnated Oriental beech woods with borax and boric acid in various concentrations in the study he conducted. He determined retention values as 4.95 kg/m<sup>3</sup> in 1% boric acid concentration, as 13.86 kg/m<sup>3</sup> in boric acid in concentration of 3%, as 26.69 kg/m<sup>3</sup> in 5% boric acid concentration, as 5.03 kg/m<sup>3</sup> in 1% borax, as 15.20 kg/m<sup>3</sup> in 3%, borax and as 25.22 kg/m<sup>3</sup> in 5% borax concentration. In the beech impregnated with Tanalith-E, the retention rate was 2.11%, total retention rate was 9.90 kg/m<sup>3</sup> while in Scots pine, % retention rate was 1.60% and total retention was 4.85 kg/m<sup>3</sup> (Peker et al., 1999). In fir wood, retention rate was 12 kg/m<sup>3</sup> in borax and 12 kg/m<sup>3</sup> in boric acid at vacuum pressure method for borax and boric acid (Atar and Keskin, 2007).

The bending strengths of test samples impregnated with silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>) are given in Table 3. The results of variance analysis conducted to determine differences between bending strength values are shown in Table 4.

As shown in Table 3, bending strength values decreased with the increase in solution concentration. Accordingly, the highest average bending strength values was attained in beech wood control samples (124 N/mm<sup>2</sup>), the lowest values in oak wood treated with solution of 3% silicon dioxide (106.6 N/mm<sup>2</sup>).

According to Table 4, except the binary interaction of wood species and solution concentration, comparison values on bending strength was found to be statistically significant with margin of error (P<0.05). Duncan test results of

bending strength values with respect to solution concentration are given in Table 5.

As shown in Table 5, as solution concentration was increasing, bending strength decreased. Therefore, the highest bending strength value was obtained as 118.1 N/mm<sup>2</sup> in control samples. The lowest bending strength change was identified as 111.45 N/mm<sup>2</sup> in samples impregnated in 3% concentration. T test results of bending strength values of test samples impregnated with silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>) according to wood species are shown in Table 6.

In accordance with Table 6, the bending strength values was obtained in beech as 120.17 N/mm<sup>2</sup> and in oak as 109.27 N/mm<sup>2</sup>. Keskin and Daglioglu, (2016) stated that the bending strength of impregnated wood materials with Tanalith-E was lower at a rate of 6.83% in Oriental beech, at 5.12% in ash and at 5.93% scotch pine wood with respect to control samples.

The modulus of elasticity in bending values and statistical rates of impregnated wood materials and control samples are given in Table 7. The variance analysis results conducted to determine differences modulus of elasticity in bending values are shown in Table 8.

Table 1. Air dry and oven dry density values

Wood material	Solution concentration (%)	Air dry density (g/cm <sup>3</sup> )	Oven dry density (g/cm <sup>3</sup> )
Beech	Control	0.685	0.630
	1	0.674	0.620
	3	0.678	0.625
Oak	Control	0.665	0.590
	1	0.658	0.584
	3	0.660	0.587

Table 2. Total and percentage retention (%) values of wood samples

Wood material	Solution concentration (%)	Total retention (kg/m <sup>3</sup> )	Retention (%)
Beech	1	7.2	0.02
	3	36	0.06
Oak	1	3.6	0.01
	3	21.6	0.04

Table 3. Descriptive statistics of bending strength values [N/mm<sup>2</sup>]

Wood species	Solution concentration (%)	Xmin	Xmax	Xavg	SE
Beech	Control	122	125	124	4.03
	1	118	121	120	3.46
	3	114	118	116	3.09
Oak	Control	110	113	112	1.81
	1	106	110	108	1.05
	3	104	108	106	1.26

SE: Standart Error

Table 4. Variance Analysis of bending strength values.

Source	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean of squares	F Value	P
Wood Species (A)	1782.150	1	1782.150	244.440	0.000*
Solution Concentration (B)	442.633	2	221.317	30.356	0.000*
Interaction A*B	11.700	2	5.850	0.802	0.454
Error	393.700	54	7.291		
Total	792225.000	60			

Table 5. Duncan test results of bending strength according to solution concentration [N/mm<sup>2</sup>].

Solution concentration (%)	Xavg	Homogenous Group
Control	118.10	A
1	114.60	B
3	111.45	C

Xavg: Average Values

Table 6. Bending Strength T test results according to wood species [N/mm<sup>2</sup>]

Wood species	Xavg	SD	SE	P
Beech	120.17	4.684	0.855	0.000*
Oak	109.27	2.709	0.494	0.000*

SD: Standart Deviation, SE: Standard Error

Table 7. Statistical analysis of modulus of elasticity values in bending [N/mm<sup>2</sup>]

Wood species	Solution concentration (%)	Xmin	Xmax	Xavg	SE
Beech	Control	12974	13364	13169	410.78
	1	12888	13278	13083	269.56
	3	12569	12960	12765	230.97
Oak	Control	12406	12796	12601	283.47
	1	11705	12095	11900	291.21
	3	11331	11721	11526	328.21

SE: Standart Error

Table 8. Variance Analysis of modulus of elasticity values in bending

Source	Sum of squares	Degrees of freedom	Mean of squares	F Value	P
Wood species (A)	14891198.017	1	14891198.017	157.403	0.000*
Solution concentration (B)	5474393.233	2	2737196.617	28.933	0.000*
Mutual interaction A*B	1385110.433	2	692555.217	7.320	0.002*
Error	5108685.300	54	94605.283		
Total	9413588053.000	60			

As shown in Table 7, modulus of elasticity in bending values decreased with the increase in solution concentration. Accordingly, the highest average modulus of elasticity in bending value was attained in beech wood control samples (13169.2 N/mm<sup>2</sup>), the lowest values were in oak wood treated with solution of 3% silicon dioxide (11526.8 N/mm<sup>2</sup>).

According to Table 8, all interactions of wood species and solution concentration, on modulus of elasticity in bending were found be significant (P<0.05). Duncan test results of modulus of elasticity in bending are shown in Table 9 according to the solution concentration.

When Table 9 is analyzed, modulus of elasticity values decreased with the increase in the solution concentration. Accordingly, the maximum modulus of elasticity in bending value was obtained as 12885.3 N/mm<sup>2</sup> in control samples. The minimum modulus of elasticity in bending amount was obtained as 12145.9 N/mm<sup>2</sup> in samples impregnated with concentration of 3% in terms of solution concentration. T test results of modulus of elasticity in bending values of test samples impregnated with silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>) according to wood species are shown in Table 10.

Table 9. Duncan test results with modulus of elasticity in bending according to solution concentration [N/mm<sup>2</sup>]

Solution concentration (%)	Xavg	Homogenous group
Control	12885.30	A
1	12492.25	B
3	12145.90	C

Xavg: Average values

Table 10. T test results of modulus of elasticity in bending according to wood species [N/mm<sup>2</sup>]

Wood species	Xavg	SD	SE	P
Beech	13006.00	350.39	63.97	0.000*
Oak	12009.63	538.44	98.31	0.000*

SD: Standart Deviation, SE: Standard Error, P≤0.05

According to Table 10, the modulus of elasticity values were obtained in beech wood as 13006 N/mm<sup>2</sup>, and in oak as 12009.63 N/mm<sup>2</sup>. With respect to impregnated wood material, modulus of elasticity in bending values of non-impregnated control samples were found to be higher than oak wood with a ratio of 7.15% and ash wood with a ratio of 6.58%. Impregnation substance affects the modulus of elasticity in bending values of oak and ash wood adversely (Keskin and Daglioglu, 2016).

#### 4. Conclusion

This study is to determine the effects of the nano-particulate silicon dioxide (SiO<sub>2</sub>) material on the bending strength and modulus of elasticity in bending of oriental beech and sessile oak woods. While impregnation with the application of silicon dioxide revealed favorable results on total retention (kg/m<sup>3</sup>), percentage retention (%) and air-dry density values, it yielded adverse results on bending strength and modulus of elasticity.

Retention values are compared with the literature, it demonstrated positiveness and parallelism. The highest total retention value was obtained in beech wood with 3% silicon dioxide solution. The highest % retention value achieved at beech wood with 3% solution concentration.

The air-dry density value was identified to be highest in beech wood control samples, to be lowest in oak wood processed with a solution concentration of 1%. The oven dry density value was found to be highest in beech wood control samples, lowest in oak wood treated with a solution of 1% concentration.

The average value for bending strength occurred highest in beech wood control samples, the lowest was in oak wood treated with a solution concentration of 3%. The bending strength of impregnated wood materials with was lower at a rate of %3-6 in oriental beech, at 3-5 % in oak wood with respect to control samples. The modulus of elasticity of impregnated wood materials with was lower at a rate of 0.6-

3% in oriental beech, at 5.5-9% in oak wood with respect to control samples.

## References

- Adanur, H., 2015. Determination of physical and mechanical properties impregnating with some tannins and boron compounds of east beech (*Fagus orientalis* L.) wood. M. Sc. Thesis, Gumushane University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Gumushane.
- Akgul, T., Apay, A.C., 2014a. Investigation of the compressive and tensile strength of copper oxide (CuO<sub>2</sub>) nanoparticles impregnated pine wood. 2nd International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, 3-5 November 2016 (ISITES), Karabuk, Turkey.
- Akgul, T., Apay, A.C., 2014b. Investigation of the compressive and tensile strength of boron oxide (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) nanoparticles impregnated pine wood. 2nd International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, 3-5 November 2016 (ISITES), Karabuk, Turkey.
- Archer, K., Lebow, S., 2006. Wood Preservation, Primary Wood Processing: Principles and Practice. 297-338. doi:10.1007/1-4020-4393-7\_9.
- ASTM D 1413-76, 1976. Standard methods of testing wood preservatives by laboratory soil block cultures. Annual Book of Astm Standards, USA.
- Atar, M., Keskin, H., 2007. Impacts of coating with various varnishes after impregnation with Boron compounds on the combustion properties of Uludag Fir. Journal of Applied Polymer Science (JAPS), 106(6): 4018-4023.
- Ayar, S., 2008. Determination of diffusion effect of compression and waiting factors for impregnating solutions on wood materials. M. Sc. Thesis, Karabuk University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Furniture and Decoration Education, 117, Karabük.
- Aydin, O., 2015. Effects of various preservatives on some properties of technological of wenge wood. M. Sc. Thesis, Artvin Coruh University Institute of Science and Technology, Artvin.
- Aytaskin, A., 2009. Some technological properties of wood impregnated with various chemical substances. M. Sc. Thesis, Karabuk University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Furniture and Decoration Education, Karabük.
- Bal, B.C., 2006. Investigation of some physical and mechanical properties of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood treated with ammoniacal copper quat (ACQ). M. Sc. Thesis, Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Institute of Science and Technology, Kahramanmaraş.
- Bardak, T., Tankut, A.N., Tankut, N., Sozen, E., Aydemir, D., 2016. The effect of nano-TiO<sub>2</sub> and SiO<sub>2</sub> on bonding strength and structural properties of poly (vinyl acetate) composites. Meas. J. Int. Meas. Confed. 93, 80-85.
- Bauer, B.J., Liu, D., Jackson, C.L., 1996. Epoxy/SiO<sub>2</sub> interpenetrating polper networks. Polym[J]. Adv Technol, 7: 333-339.
- Bal, B.C., Bektas, I., 2013. The effects of heat treatment on some mechanical properties of juvenile wood and mature wood of Eucalyptus grandis. Dry Technol, 31(4):479-488.
- Baysal, E., 2003. Fire properties of scots pine impregnated with borates and natural extractives. Erciyes University Journal of Institute of Science and Technology, 19(1-2): 59-69.
- Baysal, E., Yalinkilic, M.K., Colak, M., Goktas, O., 2003. Combustion properties of calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) wood treated with vegetable tanning extracts and boron compounds. Turk J Agric For, 27, 27: 245-252.
- Bozkurt, A.Y., Goker, Y., Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği, "Impregnation Technique". Istanbul University Faculty of Forestry Publication, Istanbul.
- Chaichana, E., Jongsomjit, B., Praserttham, P. 2007. Effect of nano-SiO<sub>2</sub> particle size on the formation of LLDPE/SiO<sub>2</sub> nanocomposite synthesized via the in situ polymerization with metallocene catalyst. Chemical Engineering Science, 62(3): 899-905.
- Cicek, S., 2015. Feature retention on spruce wood of barite and boron compounds and ability of using at furniture of outdoor. M. Sc. Thesis, Artvin Coruh University Institute of Science and Technology, Artvin.
- Citak, O., 2012. Determining some physical and mechanical properties of east beech wood (*Fagus orientalis* L.) which is heat-treated after impregnated with borax and boric acid. M. Sc. Thesis, Karabuk University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Furniture and Decoration Education, Karabük.
- Colakoglu, G., Colak, S., Aydin, I., Yildiz, U.C., Yildiz, S., 2013. Effect of boric acid treatment on mechanical properties of laminated beech veneer lumber. Silva Fennica, 37(4): 505-510.
- Comelekoglu, U., Sogut, F., Uzun, C., Yalin, S., Yaman, S., 2017. Effects of silica nanoparticles on rat cortical bone biomechanics: experimental study. Turkiye Klinikleri Journal of Laboratory Animals Journal Identity, 1(2):63-70.
- Devi, R.R., Maji, T.K., 2013. Effect of nanofillers on flame retardancy, chemical resistance, antibacterial properties and biodegradation of wood-styrene acrylonitrile co-polymer composites. Wood Science and Technology, 47: 1135 - 1152.
- Esteves, B., Lina, N., Idalina, D., Helena, P., 2014. Improvement of termite resistance, dimensional stability and mechanical properties of pine wood by paraffin impregnation. European Journal of Wood and Wood Products, 72(5): 609-15. doi:10.1007/s00107-014-0823-7.
- Flores, I., Sobolev, K., Torres, M.L., Cuellar, E., Valdez, P., Zarazua, E., 2010. Performance of cement systems with nano-SiO<sub>2</sub> Particles Produced by using the Sol-Gel Method. Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board, 2141(1): 10-14.
- Gur, I., 2003. Determination of the effects of impregnation process on some mechanical and physical properties of Scotch pine and Turkish red pine. M. Sc. Thesis, Gazi University Institute of Science and Technology, Ankara.
- Hill, C.A.S., 2006. Wood Modification : Chemical, Thermal and Other Processes. John Wiley & Sons, Incorporated, ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/gumushane-ebooks/detail.action?docID=291024>.
- Ismailimoghdam, S., Masoudifar, M., Nosrati, B., Shamsian, M., 2016. Effects of inorganic nanoparticles on mechanical and morphological properties of wood flour-polypropylene nano composites. Drevno 2016, Vol. 59, No. 196 DOI: 10.12841/wood.1644-3985.127.09.
- Jo, B.W., Kim, C.H., Tae, G.H., Park, J.B. 2007. Characteristics of cement mortar with nano- SiO<sub>2</sub> particles. Construction and building materials, 21(6): 1351- 1355.
- Keskin, H., 2003. Physical and mechanical properties of laminated Oriental spruce wood materials. Suleyman Demirel University Faculty of Forestry Publication, A(1): 139-151.
- Keskin, H., Atar, M., Erturk, N.S., Colakoglu, M.H., Korkut, S., 2013. Mechanical properties of rowan wood impregnated with various chemical materials. Int J of Physical Sci (IJPS), 8(2): 73-82.
- Keskin, H., Daglioglu, N., 2016. Effects of Tanalith-e impregnation substance on bending strengths and modulus of elasticity in bending of some wood types. Artvin Coruh University Journal of Forestry Faculty, 17(1): 62-69.
- Kollman, F., 1959. Die eigenschaftanderung von gruben holz nach schutzsalzimpregnierung forschungsber, Des Landes Nordrhein, Westfalen, Germany.
- Kurtoglu A., 2000. Wood material surface finishing, general information. Istanbul University Faculty of Forestry Publication, Istanbul.

- Lei, W., Deng, Y.H., Zhou, M., Xuan, L., Feng, Q., 2006. Mechanical properties of nano SiO<sub>2</sub> filled gypsum particleboard. Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition) 16 : 361-364.
- Marzbani, P., Mohammadnia-afrouzi, Y., 2014. Investigation on Leaching and Decay Resistance of Wood Treated with Nano-Titanium Dioxide. Adv. Environ. Biol., 8(10), 974-978.
- Moon, R.J., Frihart, C.R., Wegner, T., 2006. Nanotechnology applications in the forest products industry. Forest products journal. 56(5):4-10.
- Ors, Y., Atar, M., Peker, H., 1999. Effects of some wood preservatives on the density of Scotch pine and beech wood. Tr.J.of Agriculture and Forestry, 23(5):1169-1179 TUBITAK.
- Ors, Y., Keskin, H., 2001. Ağaç malzeme bilgisi: "Wood material science", Atlas Pub., Ankara.
- Ors, Y., Atar, M., Keskin, H., Yavuzcan, H.G., 2005. Impacts of impregnation with imersol aqua on the modulus of elasticity in bending. J of Applied Polymer Sci (JAPS), 99 (6): 3210-321.
- Ozcifci, A., 2009. Effect of some mechanical properties on wood materials impregnated with waste boron oil. Journal of Polytechnic, 12(4): 287-292.
- Ozcifci, A., Kara, M.E., Kaymakci, A., 2018. Impact of PF and MUF Adhesives Modified with TiO<sub>2</sub> and SiO<sub>2</sub> on The Adhesion Strength. Wood Research, 63 (1): 75-84.
- Peker, H., Sivrikaya, H., Baysal, E., Yalinkilic, M.K., 1999. Static bending strenght of wood treated with fire retardant and water repellent preservation chemicals. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 5(1): 975-983.
- Percin, O., Altunok, M., 2017. Some physical and mechanical properties of laminated veneer lumber reinforced with carbon fiber using heat-treated beech veneer, Eur. J. Wood Prod. 75: 193. <https://doi.org/10.1007/s00107-016-1125-z>.
- Reinprecht, L., 2016. Wood Durability and Lifetime of Wooden Products. Wood Deterioration, Protection and Maintenance, 1-27 doi:10.1002/9781119106500.
- Sandberg, D., Kutnar, A., Mantanis, G., 2017. Wood modification technologies - A review. iForest- Biogeosciences and Forestry, 10(6): 895-908.
- Simsek, H., 2009. Determination of effects of some boron compounds new to Turkey on density values, mechanical properties, biological resistance, and surface characteristics of wood. M. Sc. Thesis, Mugla University, Institute of Science and Technology, Department of Technical Education, Department of Furniture and Decoration Education, Mugla.
- Sodagar, A., Bahador, A., Khalil, S., Shahrudi, A.S., Kassae, M.Z., 2013. The Effect of TiO<sub>2</sub> and SiO<sub>2</sub> Nanoparticles on Flexural Strength of Poly (Methyl Methacrylate) Acrylic Resins, Journal of Prosthodontic Research, 57 (1): 15-19. doi:10.1016/j.jpor.2012.05.001.
- Srinivas, K., Pandey, K.K., 2012. Effect of heat treatment on color changes, dimensional stability, and mechanical properties of wood. J Wood Chem Technol, 32(4): 304-316.
- Stabnikov, V.M., 1957. Puti uviliczenia sroka sluschy dreviesinyw konstrukcjach, Leningrad.
- Tan, H., Peker, H., 2015a. The material of barite (BaSO<sub>4</sub>) feature impregnation on wood and effect of compressive strength, Journal of Polytechnic, 18(1): 15-19.
- Tan, H., Peker, H., 2015b. Barite (BaSO<sub>4</sub>) of the article in wood impregnated to feature and effect on density. Firat Univ. Journal of Engineering, 27(1): 29-33.
- Temiz, A., Yildiz, U.C., Gezer, E.D., Yildiz, S., Dizman, E., 2014. Interaction of copper based preservatives with wood. Artvin Coruh University Journal of Forestry Faculty, 14(1): 204-211.
- Timed, 2018. Metal Machine import-export industry and trade limited company. <http://timed.com.tr/tr/hakkimizda.html>. (Access: 15/05/2018).
- Toker, H., 2007. Determination of effects of boron compounds on some physical mechanical and biological properties of wood. PhD thesis, Gazi University Institute of Science and Technology, Ankara.
- Tondi, G., Wieland, S., Wimmer, T., Thevenon, M. F., Pizzi, A. and Petutschnigg, A. 2012. Tannin-boron preservatives for wood buildings: Mechanical and fire properties, European Journal of Wood and Wood Products, 70(5): 689-696.
- TS EN 326-1, 1999. Wood- based panels- sampling, cutting and inspection- Part 1: Sampling test pieces and expression of test results. The Turkish Standards Institute, Ankara.
- TS 2470, 1976. Wood - Sampling Methods and General Requirements for Physical and Mechanical Tests. The Turkish Standards Institute, Ankara.
- TS 2472, 1972. Wood - Determination of density for physical and mechanical tests. The Turkish Standards Institute, Ankara.
- TS 2474, 1976. Wood - determination of ultimate strength in static bending. The Turkish Standards Institute, Ankara.
- TS 2478, 1976. Wood - determination of modulus of elasticity in static bending. The Turkish Standards Institute, Ankara.
- US. EPA, 2016. Overview of Wood Preservative Chemicals. <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/overview-wood-preservative-chemicals>, (Access: 17/01/2017)
- Wang, Q.J., Cheng, S., 2002. Study on the CPE Nano SiO<sub>2</sub> blends J Funct Polym, 5(3): 271-275.
- Wazny, J., 1973. Investigations of the influence of wood preservatives on strength. dreviesiny. Sreda, 3: 181-185.
- Wu, C, Xu, T, Yang, W., 2005. Synthesis and characterization of novel, positively charged poly (methylacrylate)-SiO<sub>2</sub> nanocomposites, European Polymer Journal, 41: 1901-1908.
- Yalinkilic, M.K., Demirci, Z., Baysal, E., 1996. Fire resistance of douglas fir [*Pseudotsuga Menziesii* (Mirb.) Franco] wood treated with some chemicals. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 4(1-2): 613-624.
- Yildiz, U.C., Temiz, A., Engin, E.D., Gezer, D., 2003. Effects of the wood preservatives on mechanical properties of yellow pine wood. Science Direct, 30(9): 1071-1075.
- Yan, Y., Dong Y., Li J., Zhang S., Xia C., Shi S.Q., Cai L., 2015. Enhancement of Mechanical and Thermal Properties of Poplar through the Treatment of Glyoxal-Urea/Nano-SiO<sub>2</sub>. RSC Adv. 5 (67): 54148-55. doi:10.1039/C5RA07294H.
- Yasar, M., Altunok, M., 2019. Some Physical and Mechanical Properties of Impregnated Chestnut Wood with Natural and Chemical Agent Exposed to Outdoor Conditions. Journal of Journal of Polytechnic, 22(2) :399-406. doi:10.2339/politeknik.404006.
- Zabel, R.A., Morrell, J.J., 1992. Wood Microbiology: Decay and Its Prevention, Elsevier Science & Technology, ISBN: 9780127752105, 9780323139465

## Determination of the phytochemical profile, *in vitro* the antioxidant and antimicrobial activities of essential oil from *Arbutus andrachne* L. wood growing in Turkey

Yusuf Sıcak<sup>a,\*</sup> , Elif Ayşe Erdoğan Eliuz<sup>b</sup> 

**Abstract:** This study aimed to determine the chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oil of *Arbutus andrachne* L. wood, collected from Köyceğiz region of Muğla. According to GC-MS results 25 compounds were identified, accounting for 80.5 % of the wood oil. The predominant compounds were cinnamyl alcohol (21.97 %), 4-tert-butylcyclohexyl acetate (16.59 %) and isobornyl acetate (15.37 %). The investigated wood oil showed significant bioactivities. Furthermore, this study showed that *A. andrachne* L. essential oil with preferential constituents can be used as potential antioxidant and antibacterial agents for food, perfume and pharmaceutical industries.

**Keywords:** *Arbutus andrachne* L., Essential oil, Phytochemical profile, Antioxidant activity, Antimicrobial activity

## Türkiye’de yetişen *Arbutus andrachne* L. odununun uçucu yağının fitokimyasal profili, *in vitro* antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi

**Özet:** Bu çalışmada, Muğla'nın Köyceğiz bölgesinden toplanan *Arbutus andrachne* L. odununun esansiyel yağının kimyasal bileşimi, antioksidan ve antibakteriyel aktiviteleri belirlenmesi amaçlanmıştır. GC-MS sonuçlarına göre, odun yağının % 80.5'ini oluşturan 25 bileşik tanımlandı. Baskın bileşikler, sinnamil alkol (% 21.97), 4-tert-butilsikloheksil asetat (% 16.59) ve izoboril asetat (% 15.37) idi. İncelenen ağaç yağları önemli biyoaktiviteler gösterdi. Ayrıca, bu çalışma, tercih edilen bileşenlere sahip *A. andrachne* L. uçucu yağının gıda, parfüm ve ilaç endüstrileri için potansiyel antioksidan ve antibakteriyel maddeler olarak kullanılabilirliğini göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Arbutus andrachne* L., Esansiyel yağ, Kimyasal bileşen, Antioksidan aktivite, Antimikrobiyal aktivite

### 1. Introduction

*Arbutus andrachne* L. (Greek or Eastern strawberry tree) is among the two species of *Arbutus* genus which belongs to the family Ericaceae (Serçe et al., 2010). It is an evergreen small tree which is native to the Mediterranean region and southwestern Asia (Markovski, 2017; Bertsouklis and Papafotiou, 2013; Dönmez et al., 2016). The red coloured edible berries of strawberry tree have traditionally been used for human consumption in many countries (Molina et al., 2011; Tardío et al., 2006; Çavuşoğlu et al., 2015). The *Arbutus andrachne* L. is called as "Sandal" tree (Dönmez, 2018) and the berries of *Arbutus* species are called as "Davulga" or "Kocayemis" in Turkey (Şeker and Toplu, 2010). Many food products can be prepared from berries in a wide range including alcoholic beverages (liqueur spirits and wine), jam, fruit jelly and marmalades (Ayaz et al., 2000; Pallauf et al., 2008; Oliveira et al., 2009).

Screening natural plants based essential oils and extracts for biological activity has been a historically significant research field that has resulted in the development of several phytopharmaceuticals, perfumes and natural antioxidant&antibacterial agents in food industry (Abu-rish

et al., 2016; Djouahri et al., 2015; Sıcak et al., 2017). In this context, there is an increasing demand on the medicinal plant studies with the essential oils composition and their bioactivity potentials. *A. andrachne* L. is also a special plant used in folk medicine due to many medicinal properties of its fruits and leaves (e.g. astringent, antidiarrheal, depurative, laxative and urinary antiseptic etc.) (Mostafa et al., 2010; Oliveira et al., 2009). Indeed, the composition and potent antioxidant activity of the extracts of *A. andrachne* L. fruits and leaves has been verified in the preliminary studies (Serçe et al., 2010; Şeker and Toplu, 2010).

To the best of our knowledge there is no comparative work has been published on the evaluation of chemical composition and bioactivity properties of *A. andrachne* L. wood essential oil from Köyceğiz. The aim of the present study was to evaluate chemical composition, antioxidant and antibacterial activity of *A. andrachne* L. wood branch oil obtained by hydrodistillation method. For this purpose, *in vitro* antioxidant activities were evaluated by using four complementary assays, namely,  $\beta$ -carotene/linoleic acid assay, cation radical scavenging activity (ABTS assay), free radical scavenging activity (DPPH assay) and cuprac reducing power (CUPRAC assay). *In vitro* antimicrobial

✉ <sup>a</sup> Department of Plant and Animal Production, Vocational School of Koycegiz, Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, Turkey

<sup>b</sup> Department of Food Technology, Vocational School of Technical Sciences, Mersin University, Mersin, Turkey

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 10.12.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 19.03.2019



**Citation** (Atf): Sıcak, Y., Erdoğan Eliuz, E.A., 2018. Phytochemical profile, *in vitro* screening of the antioxidant and antimicrobial activities of essential oil from *Arbutus andrachne* L. wood growing in Turkey. Turkish Journal of Forestry, 20(1): 57-61. DOI: [10.18182/tjf.492749](https://doi.org/10.18182/tjf.492749)

activities were determined by using broth microdilution method againsts *Escherichia coli* (ATCC 25293), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25925), *Pseudomonas aureginosa*, *Candida albicans* and *Candida parapsilosis*.

## 2. Material and methods

### 2.1. Plant material and Essential oil extraction

*A. andrachne* L. wood were collected from Köyceğiz region of Muğla, Turkey in 2017. It was identified at the Herbarium of Biology, Faculty of Science, Muğla Sıtkı Koçman University, Turkey. The plant sample was confirmed by comparing it with the specimen located at the stated herbarium.

The essential oil extraction was performed via hydrodistillation which is generally known to be one of the most extensively used techniques to extract volatile compounds from several matrix (Golmakani and Rezaei, 2008). The essential oil was obtained from approximately 100 g of the dried *A. andrachne* L. wood by hydrodistillation method for 2 hours. The resulting mixture was taken to the separation funnel and liquid-liquid extraction was performed by adding hexane to the water-oil mixture. Anhydrous magnesium sulphate was added to the organic phase and the water in the mixture was filtered to remove the salt. Finally, the solvent of the organic phase was removed using the rotary evaporator under vacuum.

### 2.2. Chemical composition

The qualitative and quantitative composition of essential oil analysis were conducted at Giresun University central Research Laboratories Application and Research Center by GC-MS 7890A-(5975C inert MSD) instrument equipped with an Agilent 19091S-433 column (30m X 250 µm film X 0.25 µm thickness). Helium was used as a carrier gas. The temperature was raised from 50°C to 270°C by an increase of 5°C / minutes and then 25 minutes of waiting time were implemented during the analysis. Injection port and detector temperatures were 250°C and 260°C, respectively. Characterization of essential oil components was based on the library (Wiley and NIST) comparison with the mass spectra of the injected essential oil samples.

### 2.3. Antioxidant activity

Solutions of essential oil of *A. andrachne* L. were prepared at four different concentrations as 400-200-100-50 ppm in EtOH. EtOH was used as a control, while BHA and  $\alpha$ -tocopherol ( $\alpha$ -TOC) were used as antioxidant standards for comparison of the activity tests. The results were given as 50% concentration (IC<sub>50</sub>) for ABTS<sup>+</sup> scavenging activity,  $\beta$ -carotene-linoleic acid and DPPH<sup>·</sup> assay while in the CUPRAC assay are expressed as A<sub>0.5</sub>.

The spectrophotometric analysis of antioxidant activities were performed according to the literature procedures as follows: ABTS<sup>+</sup> scavenging activity (Re et al., 1989),  $\beta$ -carotene-linoleic acid (Marco, 1968; Öztürk et al., 2011), CUPRAC assay (Apak et al., 2004) and DPPH<sup>·</sup> scavenging activity (Blois, 1958).

### 2.4. Antimicrobial activity

The antimicrobial activity of essential oil of *A. andrachne* L. were researched on several pathogens, namely *Escherichia coli* (ATCC 25293), *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25925), *Pseudomonas aureginosa*, *Candida albicans* and *Candida parapsilosis* using modified spectrophotometric microdilution technique. Firstly, the inoculums of microorganisms were prepared in 4 mL Tryptic Soy Broth for bacteria, 4 mL Sabouraud Dextrose Broth for yeasts and incubated at 37°C, overnight. After 24 hours, the culture suspensions were adjusted to 0.5 McFarland Standard Turbidity (~ 10<sup>4</sup> for bacteria, ~ 10<sup>3</sup> for yeasts) and stored at +4°C until use (McFarland, 1987).

The 50 µL (415 µg/mL) of *A. andrachne* oil were dissolved at 1 mL with dimethyl sulfoxide (10 % DMSO). The experiment were performed on 96-well microtiter plates and firstly 50 µL of Mueller Hinton Broth (MHB) medium were added into all wells. Two-fold serial dilutions of 50 µL oil was made on all x-axis along of elisa plate. Columns 11 and 12 were used as negative and positive controls. Finally, 10 µL culture of microorganisms was inoculated on all wells except medium control wells. All of the plates were incubated at 37°C for 24 hours, the growth (turbidity) was measured at 600 nm for bacteria, 415 nm for yeasts. For MIC analysis, the optical density was read both before, T0 and after 24 hours-incubation, T24. For each plate, MIC were calculated using the following formula: The OD for each replicate at T0 was subtracted from the OD for each replicate at T24. The Percent growth = (OD<sub>test</sub> / OD<sub>control</sub>)x100. Percent Inhibition = 1-(OD<sub>test</sub> well/OD<sub>of corresponding control well</sub>)x100 for each row of the 96-well plate.

The dose-response curves obtained from plotting the linear of the concentration of the oils against the resulting percent inhibition of microbial growth were obtained with the regression analysis, giving an R<sup>2</sup> value. MIC (the lowest concentration of test material which results in 99.9% or 50% inhibition of growth) were calculated using the R<sup>2</sup> formula on inhibition curve (Patton et al., 2006; Erdoğan et al., 2017).

### 2.5. Statistical analysis

All data on biological activity assay studies were the averages of triplicate analysis. All the results are presented as 50% concentration (IC<sub>50</sub>) (%). Data were recorded as mean ± SEM (standard error of the mean). Significant differences between means were determined by Student's-t test and *p* values < 0.05 were regarded as significant.

The SPSS-one way ANOVA, Tukey test were performed for between MICs and % Cell viability values. The experiment was repeated at least 3 times. Differences were considered significant at *p* ≤ 0.05.

## 3. Results and discussion

### 3.1. Chemical composition

The components of essential oil from *A. andrachne* L. were detected by comparing the relative retention times and mass spectra from data library. The results of the chemical

composition of the essential oil are presented in Table 1. It was reported that the *A. andrachne* L. oil were mainly composed of cinnamyl alcohol (21.97%), isobornyl acetate (15.37%) and also containing 4-tert-butylcyclohexyl acetate (16.59%), isoamyl salicylate (7.44%). The dihydrocoumarin (5.75%), acetylcedrene (5.06%), santolina epoxide (4.70%), ancistranaphthoic acid (3.16%) and 6-(2-methylcyclohexyl)-2,4-xyleneol (1.66%) were presented in smaller quantities.

### 3.2. Antioxidant activity

The *in vitro* antioxidant activity of essential oil obtained from the wood of *A. andrachne* L. collected from Köyceğiz-Turkey was reported in this study for the first time. The antioxidant activity results of *A. andrachne* L. essential oil given Table 2. According to the  $\beta$ -carotene/ linoleic acid assay results, the oil exhibited better lipid peroxidation inhibitory activity value of (IC<sub>50</sub>) 3.22±0.18 µg/mL than standard  $\alpha$ -TOC (IC<sub>50</sub>=4.48±0.17 µg/mL). In the ABTS<sup>+</sup> assay, essential oil (IC<sub>50</sub>: 3.47±0.22 µg/mL) showed better cation radical scavenging activity than standard  $\alpha$ -TOC (IC<sub>50</sub>=54.97±0.99 µg/mL). The essential oil demonstrated activity IC<sub>50</sub> value of 48.31±0.13 µg/mL in DPPH free scavenging activity, than standard BHT (IC<sub>50</sub>=54.80±0.78 µg/mL). The essential oil indicated better the CUPRAC activity with an A<sub>0.5</sub> value of 27.25±0.01 µg/mL, than  $\alpha$ -TOC (A<sub>0.5</sub>=40.55±0.04 µg/mL) using as a pharmaceutical standard.

It is prominent to point out that the antioxidant activity of the essential oils depends on the species, harvest time and geographical attitude (Mechergui et al., 2016) which can be explained by fact that the oils chemical composition varies because of extrinsic and intrinsic factors (Dutra et al., 2019). The determined antioxidant activities were related to compounds, such as cinnamyl alcohol, isobornyl acetate and 4-tert-butylcyclohexyl acetate which are commonly presented in the essential oils. It was shown that cinnamyl alcohol have significant DPPH scavenging potential (Suryanti et al., 2018).

The 4-tert-butylcyclohexyl acetate extracted from *Decalepis hamiltoni* was also found to be an effective antioxidant agent (Rayar and Manivannan, 2015).

### 3.3. Antimicrobial activity

The 24 hours incubation of *A. andrachne* L. oil with microorganisms was found to be statistically significant in terms of the resultant cell viability ( $p < 0.05$ ) (Table 3). Accordingly, the lowest cell viability value 24-time incubation with *A. andrachne* L. oil were obtained in *C. parapsilosis* culture (48.28%), while the highest cell viability was in *P. aureginosa* (90.2%).

Generally, all tested microorganisms were sensitive to *A. andrachne* L. oil at MIC<sub>99.9</sub> range of 8.3-18.9 µg/mL. The MIC<sub>99.9</sub> and MIC<sub>50</sub> of *A. andrachne* L. oil results for *E. coli* was 9.7 and 5.8 µg/mL, *B. subtilis* 12.1 and 7.03 µg/mL, *S. aureus* 18.9 and 11.7 µg/mL, *C. albicans* 13.4 and 7.2 µg/L, *C. parapsilosis* 8.3 and 5.3 µg/mL and *P. aureginosa* 10.1 and 7.5 µg/mL (Figure 1). Therefore, the maximum antimicrobial activity were determined against *C. parapsilosis* (8.3 µg/mL) while the minimum activity were determined against *S. aureus* (18.9 µg/mL).

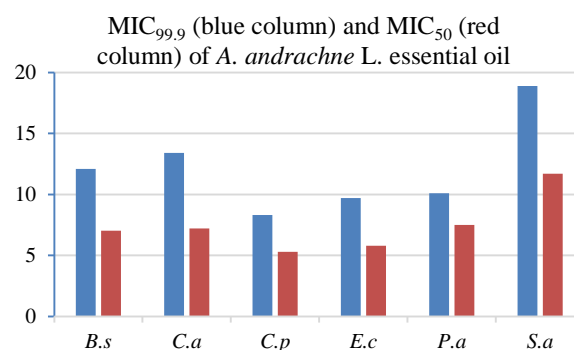


Figure 1. The comparison of MIC<sub>99.9</sub> and MIC<sub>50</sub> (µg/mL) values of *A. andrachne* L. oil against *B. subtilis*, *C. albicans*, *C. parapsilosis*, *E. coli*, *P. aureginosa* and *S. aureus*

Table 1. Chemical composition of *A. andrachne* L. essential oil

RT <sup>a</sup> (min)	Component	Quantity <sup>b</sup> (%)	RT <sup>a</sup> (min)	Component	Quantity <sup>b</sup> (%)
10.606	D-Limonene	1.76	24.979	Dihydrocoumarin	5.75
13.381	2-Propanol,1,1'-oxylbis	0.58	25.883	$\alpha$ -Bulnesene	1.08
18.410	Citronellol	1.07	27.949	Isoamyl salicylate	7.44
18.702	1,8-Iridadiene	0.45	30.140	Patchouli alcohol	1.35
19.303	Geraniol	1.00	32.252	2-methoxy-4,4-dimethyl-6-phenylcyclohexa-2,5-dien-1-one	0.58
20.058	Isobornyl acetate	15.37	32.378	2,2,6-trimethyl-1-(2-methyl-cyclobut-2-enyl)-hepta-4,6-dien-3-one	0.33
21.872	Cinnamyl alcohol	21.97	32.692	Acetylcedrene	5.06
22.462	4-tert-butylcyclohexyl acetate	16.59	32.961	4,5,6,7-tetrahydro-3-indolinone	0.98
23.600	Caryophyllene	0.20	33.099	6-(2-methylcyclohexyl)-2,4-xyleneol	1.66
23.926	Vanilline	0.47	33.202	Bicyclopentylidene	0.55
24.069	$\alpha$ -Guaiene	0.77	33.253	Ancistranaphthoic acid	3.16
24.213	Seychellene	0.38	34.106	Santolina epoxide	4.70
24.562	$\alpha$ -Patchoulene	0.29			

<sup>a</sup> RT: Retention time, <sup>b</sup> Quantity (%): more than 0.2.

Table 2. Antioxidant activity of *A. andrachne* L. essential oil<sup>a</sup>

Sample	Antioxidant Activity			
	$\beta$ -carotene/ linoleic acid assay IC <sub>50</sub> (µg/mL)	ABTS <sup>•+</sup> assay IC <sub>50</sub> (µg/mL)	DPPH <sup>•</sup> assay IC <sub>50</sub> (µg/mL)	CUPRAC assay A <sub>0.50</sub> (µg/mL)
Essential oil	3.22±0.18	3.47±0.22	48.31±0.13	27.25±0.01
BHT <sup>b</sup>	2.31±0.11	2.97±0.05	54.80±0.78	3.92±0.04
$\alpha$ -TOC <sup>b</sup>	4.48±0.17	4.95±0.30	12.21±0.06	40.44±0.03

<sup>a</sup>Value represent the means  $\pm$  standard deviation of three parallel measurements ( $p < 0.05$ )

<sup>b</sup>Reference compound

Table 3. Statistical analysis of average % cell viability variation of microorganisms incubated with *A. andrachne* L. oil for 24 hours according to spectrophotometric microdilution method. The difference between the average MIC and % cell viability of microorganism groups were compared according to the SPSS\_ANOVA (Tukey) test.

	MIC <sub>99.9</sub>	MIC <sub>50</sub>	Cell viability %
<i>B. subtilis</i>	12.1*±0.2	7.03*±0.02	64.99±10.6
<i>C. albicans</i>	13.4*±0.5	7.2*±0.01	69.14±8.6
<i>C. parapsilosis</i>	8.3±1.5	5.3±1.7	48.28*±16.12
<i>E. coli</i>	9.7*±0.3	5.8*±0.5	54.14±12.33
<i>P. aeruginosa</i>	10.1*±0.01	7.5*±0.1	90.2*±20.2
<i>S. aureus</i>	18.9±6.2	11.7±3.3	92.4±10.9

\*: Differences were considered significant at  $p \leq 0.05$ .

Although there is a few information in literature about *A. andrachne* L. oil's antimicrobial performance, extracts prepared from *A. unedo*, another type of *Arbutus* genus, leaves were showed antimicrobial efficiency against many microorganisms *B. cereus*, *B. subtilis*, *S. aureus* and *S. epidermis*, *E. coli* and *P. aeruginosa* and *C. albicans*, *C. krusei*, *C. parapsilosis* and *C. glabrata* at range of 0.1-20 mg/mL (Malheiro et al., 2012). In the study of Orak et al. (2011), antimicrobial and antioxidant activities of ethanol and methanol extracts of *Arbutus unedo* leaves were investigated to determine a correlation between the extract and activity. The extracts showed no inhibitory effect against *Escherichia coli*, while the extracts exhibited antibacterial activity against *S. aureus* at concentration of 250 mg/mL. In the antioxidant assay, the EC<sub>50</sub> values of extracts were found between 0.42 mg/mL and 0.65 mg/mL (Orak et al., 2011). In another study, the methanolic, ethanolic, ethyl acetate and *n*-hexanic extracts from the leaves of *Arbutus unedo* exhibited an antibacterial activity against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* and *Pseudomonas aeruginosa* between the MIC of 0.2 mg/mL and 8 mg/mL (Bouyahya et al., 2016). In Kahraman and coworkers's study, the major component of essential oil extracted from *Arbutus unedo* flower and fruit were reported to be terpineol (16.3%) and hexadecanoic acid, respectively. In addition, they were showed moderate antibacterial activity against *Listeria monocytogenes* and *Enterococcus faecalis* (Kahraman et al., 2010).

These findings indicate that the antimicrobial and antioxidant activity of *A. andrachne* could be mainly attributed to its major compounds as given in previous studies. For example, *Cinnamomum zeylanicum* (cinnamon), rich in cinnamyl alcohol (8.21%), was reported to have strong antimicrobial and antioxidant activity (El-Baroty et al., 2010; Chang et al., 2001). The essential oil obtained from the leaves of *Chamaecyparis obtusa*, rich in isobornyl acetate, were found to have strong antibacterial activities against Gram (+) bacteria such as *S. aureus*, *Bacillus cereus*

and some fungi such as *C. albicans*, *C. tropicalis* (Yang et al., 2007).

#### 4. Conclusion

The wood essential oils have shown to have significant bioactivities including antibacterial, antioxidant, antiviral, antifungal and insecticide. The essential oil of *A. andrachne* after successive extraction were analysed by GC-MS. The cinnamyl alcohol, 4-tert-butylcyclohexyl acetate and isobornyl acetate was determined in the chemical characterization of the essential oil of *A. andrachne* as major compounds. The antimicrobial activity of essential oil was effective in the control of *B. subtilis*, *C. albicans*, *C. parapsilosis*, *E. coli*, *P. aeruginosa* and *S. aureus*, which may be related to the well antioxidant activity of the components present in oil, such as cinnamyl alcohol, isobornyl acetate and 4-tert-butylcyclohexyl acetate. This study showed that *A. andrachne* L. essential oil with preferential constituents can also be used as potential antioxidant and antibacterial agents for food, perfume and pharmaceutical industries. Moreover, the findings obtained from biological activity assays showed that *A. andrachne* L. essential oil have been a promising candidate for the discovery of new drugs and the preparation of new natural products for aromatherapy and phytotherapy applications. However, future *in vivo* studies should be carried out to verify such actions in different matrices.

#### References

- Abu-rish, E.Y., Kasabri, V., Hudaib, M.M., Mashalla, S.H., AlAlawi, L.H., Tawaha, K., Mohammad, M.K., Mohamed, Y.S., Bustanji, Y., 2016. Evaluation of antiproliferative activity of some traditional anticancer herbal remedies from Jordan. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 15(3): 469-474.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E., 2004. Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capacity in the presence of neocuproine: cuprac method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 7970-7981.
- Ayaz, F.A., Küçükislamoğlu, M., Reunanen, M., 2000. Sugar, non-volatile and phenolic acids composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L. var. *ellipsoidea*) fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13: 171-177.
- Bertsouklis, K.F., Papafotiou, M., 2013. Seed germination of *Arbutus unedo*, *A. andrachne* and their natural hybrid *A. andrachnoides* in relation to temperature and period of storage. *Hortscience*, 48(3): 347-351.
- Blois, M.S., 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181: 1199-1200.
- Bouyahya, A., El Moussaoui, N., Abrini, J., Bakri, Y., Dakka, N., 2016. Determination of phenolic contents, antioxidant and antibacterial activities of Strawberry Tree (*Arbutus unedo* L.) Leaf Extracts. *British Biotechnology Journal*, 14: 1-10.



- Chang, S.T., Chen, P.F., Chang, S.C., 2001. Antibacterial activity of leaf essential oils and their constituents from *Cinnamomum osmophloeum*. Journal of Ethnopharmacology, 77: 123-127.
- Çavuşoğlu, A., Sulusoğlu, M., Erkal, S., 2015. Biotechnological approaches in strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) breeding. Journal of Crop Breeding and Genetics, 1(1): 36-41.
- Djouahri, A., Boualem, S., Aoumeur Baaliouamer, L.B., 2015. Geographic's variation impact on chemical composition, antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils from wood and leaves of *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters. Industrial Crops and Products, 63: 138-146.
- Dutra, T.V., Castro, J.C., Menezes, J.L., Ramos, T.R., Prado, I.N., Junior, M.M., Graton Mikcha, J.M., Abreu Filho, B.A., 2019. Bioactivity of oregano (*Origanum vulgare*) essential oil against *Alicyclobacillus* spp. Industrial Crops & Products, 129: 345-349.
- Dönmez, İ.E., 2018. Lipophilic and hydrophilic extractives from Strawberry tree (*Arbutus andrachne* L.) and oriental plane (*Platanus orientalis* L.). Wood, Applied Ecology and Environmental Research, 16: 741-747.
- Dönmez, İ.E., Hemming, J., Willför, S.M., 2016. Bark extractives and suberin monomers from *Arbutus andrachne* and *Platanus orientalis*. BioResources, 11: 2809-2819.
- El-Baroty, G.S., Abd El-Baky, H.H., Farag, R.S., Saleh, M.A. 2010. Characterization of antioxidant and antimicrobial compounds of cinnamon and ginger essential oils. African Journal of Biochemistry Research, 4: 167-174.
- Erdogan Eliuz, E.A., Ayaş, D., Gökşen, G., 2017. *In vitro* phototoxicity and antimicrobial activity of volatile oil obtained from aromatic plants. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 20: 758-768.
- Golmakani, M.T., Rezaei, K., 2008. Comparison of microwave-assisted hydrodistillation with the traditional hydrodistillation method in the extraction of essential oils from *Thymus vulgaris* L. Food Chemistry, 109: 925-930.
- Kahraman, N., Albay, C.G., Dogan, N., Usta, A., Karaoglu, S.A., Yayla, N., 2010. Volatile constituents and antimicrobial activities from flower and fruit of *Arbutus unedo* L. Asian Journal of Chemistry, 22: 6437-6442.
- Malheiro, R., Sa, O., Pereira, E., Aguiar, C., Baptista, P., Pereira, J.A., 2012. *Arbutus unedo* L. leaves as source of phytochemicals with bioactive properties. Industrial Crops and Products, 37(1): 473-478.
- Marco, G.J., 1968. A rapid method for evaluation of antioxidants. Journal of The American Oil Chemists' Society, 45: 594-598.
- Markovski, A., 2017. Morphological characteristics of greek strawberry tree (*Arbutus andrachne* L.) genotypes. Acta Agriculturae Serbica, 44: 193-2061.
- McFarland, J., 1987. Standardizasyon bacteria culture for the disc diffusion assay. The Journal of the American Medical Association, 49: 1176-1178.
- Mechergui, K., Jaouadi, W., Coelho, J.P., Khouja, M.L., 2016. Effect of harvest year on production, chemical composition and antioxidant activities of essential oil of oregano (*Origanum vulgare* subsp. *glandulosum* (Desf.) letsweet) growing in North Africa. Industrial Crops & Products, 90: 32-37.
- Molina, M., Pardo-De-Santayana, M., Aceituno, L., Morales, R., Tardío, J., 2011. Fruit production of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) in two Spanish forests. Forestry, 84(4): 419-429.
- Mostafa, S.E., Karam, N.S., Shibli, R.A., Alali, F.Q., 2010. Micropropagation and production of arbutin in oriental strawberry tree (*Arbutus andrachne* L.). Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 103: 111-121.
- Oliveira, I., Coelho, V., Baltasar, R., Pereira, J.A., Baptista, P., 2009. Scavenging capacity of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) leaves on free radicals. Food and Chemical Toxicology, 47: 1507-1511.
- Orak, H.H., Yagar, H., Isbilir, S.S., Demirci, A.Ş., Gümüş, T., Ekinci, N., 2011. Evaluation of antioxidant and antimicrobial potential of Strawberry Tree (*Arbutus unedo* L.) Leaf. Food Science and Biotechnology, 20: 1249-1256.
- Öztürk, M., Kolak, U., Topçu, G., Öksüz, S., Chourdary, M.I., 2011. Antioxidant and anticholinesterase active constituents from *Micromeria cilicica* by radical-scavenging activity-guided fractionation. Food Chemistry, 126: 31-38.
- Pallauf, K., Rivas-Gonzalo, J.C., Castillo, M.D., Cano, M.P., Pascual-Teresa, S., 2008. Characterization of the antioxidant composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits. Journal of Food Composition and Analysis, 21: 273-281.
- Patton, T., Baret, J., Brennan, J., Moran, N., 2006. Use of a spectrophotometric bioassay for determination of microbial sensitivity to manuka honey. Journal of Microbiological Methods, 6484-6495.
- Rayar, A., Manivannan, R., 2015. Evaluation of in vitro antioxidant potential of ethanolic extract and 4-tert-butylcyclohexyl acetate isolated from *Decalepis hamiltonii* wight and arn seed. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 4: 1649-1662.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C., 1989. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology & Medicine, 26: 1231-1237.
- Şeker, M., Toplu, C., 2010. Determination and comparison of chemical characteristics of *Arbutus unedo* L. and *Arbutus andrachnae* L. (Family Ericaceae) fruits. Journal of Medicinal Food, 13(4): 1013-1018.
- Serçe, S., Özgen, M., Alkan Torun, A., Ercişli, S., 2010. Chemical composition, antioxidant activities and total phenolic content of *Arbutus andrachne* L. (Fam. Ericaceae) (the Greek strawberry tree) fruits from Turkey. Journal of Food Composition and Analysis, 23: 619-623.
- Sıcak, Y., Büyüksakallı, H., Malkoçoğlu, S., Özler, M.A., Öztürk, M., 2017. Antioxidant, anticholinesterase inhibitory and tyrosinase inhibitory activities of *Iris xanthospuria* extracts growing in Köyceğiz region. Journal of Ongoing Chemical Research, 3(1): 22-31.
- Suryanti, V., Wibowo, F.R., Khotijah, S., Andalucki, N., 2018. Antioxidant activities of cinnamaldehyde derivatives. OP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 333.
- Tardío, J., Pardo-de-Santayana, M., Morales, R., 2006. Ethnobotanical review of wild edible plants in Spain. Botanical Journal of Linnean Society, 152: 27-72.
- Yang, J.K., Choi, M.S., Seo, W.T., Rinker, D.L., Han, S.W., Cheong, G.W., 2007. Chemical composition and antimicrobial activity of *Chamaecyparis obtusa* leaf essential oil. Fitoterapia, 78: 149-152.

## A new design approach for Süleyman Demirel University Botanical Garden

Şirin Dönmez<sup>a,\*</sup> , Nazlı Koçak<sup>a</sup> , Mert Çakır<sup>a</sup> 

**Abstract:** Botanical gardens were first established only for scientific reasons, however, later they have been started to be used for educational and recreation reasons. Since the 1980s it has been used to preserve natural resources and increase the biological variety. Botanical gardens are used as a tool all around the world to create environmental awareness, preserve natural resources and increase biological variety via educational activities. However, the botanical gardens which are important all over the world, are behind the world standards in Turkey when compared to other countries. However, 11.707 plant taxa including 3649 endemic varieties found in Turkey. Turkey seems to be richer in flora, compared with the continent of Europe, which is about 15 times larger than Turkey with 12,000 plant taxa. Turkey already deserves a sample equivalent to the botanical gardens in the world. Within the context of this study, Süleyman Demirel University Botanical Garden, which was started to establish in 1997 and not completed entirely, was determined as the study area. In the project, the main circulation system and the lateral roads reaching to the plant collections are not clearly perceived. There is no circulation hierarchy that visitors can follow. In addition, the botanical gardens are defined not only areas where collections are exhibited, but also areas where environmental consciousness and ecological awareness can be raised. So, new plan decisions were taken for Süleyman Demirel University Botanical Garden by using the data obtained from literature researches and field studies related to the Lakes Region, Isparta, and the study area. Within the framework of these plan decisions, a new design approach for Süleyman Demirel University Botanical Garden has been developed that includes plant collections such as healing garden, discovery garden, sensory garden, and local plant materials.

**Keywords:** Botanical garden, Isparta, Planting design, Thematic garden

## Süleyman Demirel Üniversitesi Botanik Bahçesi için yeni bir tasarım yaklaşımı

**Özet:** Botanik bahçeleri, başlangıçta sadece bilimsel amaçlarla kurulan zamanla eğitsel ve rekreasyonel işlevlerin yanında 1980'li yıllardan itibaren doğal kaynakları koruma, biyoçeşitliliği artırma gibi görevleri de üstlenen kuruluşlardır. Dünyanın birçok ülkesinde eğitsel faaliyetlerle toplumun her kesiminde çevre bilinci oluşturulması, doğal kaynakların korunması ve biyoçeşitliliğin artırılması konusunda botanik bahçeleri bir araç olarak kullanılmaktadır. Ancak bütün dünyada önem taşıyan botanik bahçeleri, Türkiye'de dünya standartlarının gerisinde kalmıştır. Oysaki 3649'u endemik, 11.707 civarında bitki taksonu bulunan Türkiye, 12.000 bitki taksonuna sahip kendisinden yaklaşık 15 kat büyük Avrupa kıtası ile kıyaslandığında flora bakımından daha zengin olduğu ve dünya örneklerine denk bir botanik bahçesini çoktan hak ettiği görülmektedir. Bu çalışma kapsamında 1997 yılında kuruluş çalışmalarına başlanan ve günümüze kadar tamamı tamamlanamayan Süleyman Demirel Üniversitesi Botanik Bahçesi çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Projede ana sirkülasyon sistemi ve koleksiyon bahçelerine giden tali yollar net olarak algılanamamaktadır. Ziyaretçilerin takip edebileceği bir sirkülasyon hiyerarşisi bulunmamaktadır. Bunun yanı sıra, gelişen ve değişen botanik bahçesi kavramıyla, botanik bahçeleri yalnızca koleksiyonların sergilendiği alanlar değil, aynı zamanda çevre bilinci ve ekolojik farkındalığın yaratılabileceği aktivitelerin yer aldığı alanlar olarak da tanımlanmaktadır. Göller Yöresi, Isparta ve çalışma alanı ile ilgili literatür araştırmaları ve arazi çalışmalarından elde edilen verilerden yararlanılarak Süleyman Demirel Üniversitesi Botanik Bahçesi için yeni plan kararları alınarak içerisinde şifalı bahçe, keşif bahçesi, duyuşal bahçe gibi bitki koleksiyonlarının ve yöreye özgü bitki materyalinin bulunduğu yeni bir tasarım yaklaşımı geliştirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Botanik bahçesi, Isparta, Bitkisel tasarım, Tematik bahçe

### 1. Introduction

Botanical gardens are a part of the urban open-green space system and are the areas where biodiversity in the world is exhibited. According to the Botanic Gardens Conservation International, botanical gardens are organizations that hold documented living plants' collections for the purposes of scientific research, conservation, exhibition and education (Ward, et al., 2010).

Botanical gardens play a pioneering role in the development of plant taxonomy, systematic and horticulture. In the past, scientific studies have been carried

out in botanical gardens such as plant-based medicines, economically important plants, and fruit trees. Today, however, the mission of many botanical gardens is focused on conservation of biodiversity and education (Donaldson, 2009; Williams, et al., 2015). The overall role of botanical gardens in plant protection has been widely accepted since the 1970s. And, today, documented living collections of many endangered plant species have been preserved in seed banks and botanical gardens (Oldfield, 2009). Since the 1990s, the global environmental agenda has focused on the destruction of species and the loss of biological diversity. Apart from its conservation function, botanical gardens

✉ <sup>a</sup> Süleyman Demirel University, Faculty of Architecture, Department of Landscape Architecture, Isparta, Turkey

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 24.10.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 21.03.2019



**Citation** (Atıf): Dönmez, Ş., Koçak, N., Çakır, M., 2018. A new design approach for Süleyman Demirel University Botanical Garden. Turkish Journal of Forestry, 20(1): 62-71. DOI: [10.18182/tjf.474236](https://doi.org/10.18182/tjf.474236)

fulfill different functions in terms of scientific, educational and recreational. Botanical gardens are the gardens that focus on native plants in the region and conduct public education in response to the need to protect native plants.

In addition to its scientific mission, botanical gardens that respond to the public space requirement are also an educational institution. Botanical gardens are important sources for the development of educational programs because they encourage people to think deeper about ecology, plants and their relationship. When considering public image and educational potential of these gardens, botanical gardens provide an opportunity to promote ecology to humans by fulfilling their functions as a link between the social environment and ecological systems (Kumble and Houston, 2009). Botanical gardens are not only areas of scientific research but also urban green spaces that respond to the recreational needs of the city residents. Botanical gardens allow the city residents to gain experience that affect their movements, behavior and social values by moving away from the daily stress of life with a relaxing natural environment (Willison, 1997, Var and Karaşah, 2010). Because botanical gardens carry scientific, educational and recreational functions together, they require a different planning and design from other parks and gardens. Conservation, education and scientific research functions should be adopted and multi-faceted approaches and planning decisions should be taken when botanical gardens are planning. And each garden should be planned and evaluated within its own special conditions (Konaklı, 2003).

Süleyman Demirel University Botanical Garden was designed and started to establish in 1997 in Isparta, Lakes Region. The existing plant material in the garden consists mainly of natural species collected from the Lake Region and species obtained as a result of the grant or donation. Plant materials in the botanical garden are located in arboretum, greenhouses (Greenhouse of Tropical Plants, Exhibition and Production of Native Plants), plots of evergreen and deciduous forest trees, medicinal and aromatic plants garden, rosarium (native and exotic rose varieties) systematic and geographical garden, geophyte (bulbous plants) garden, coniferous forests, natural and cultural ground covers, wild fruit trees garden, rock garden, fence and ivy plants, endemic plants (those grown only in Turkey), such as aquatic areas which are drawn in the architectural project (Özçelik et al., 2006).

When evaluated in line with the developing and changing design approach; the main circulation system of Süleyman Demirel University Botanical Garden project cannot be detected. In addition, areas where visitors can gain ecological awareness and perform recreational activities were found to be insufficient.

Within the scope of this work, it was aimed to develop a new design approach for Süleyman Demirel University Botanical Garden in the light of the field studies carried out on the sample area by examining the studies about botanical gardens from past to present day.

## 2. Material and methods

The main material is Süleyman Demirel University Botanical Garden, which is located in Isparta. Isparta, which is located between Burdur, Afyonkarahisar, Konya, and Antalya provinces in the Mediterranean Region and has a

surface area of 8933 km<sup>2</sup>, lies between 30° 20' and 31° 33' East longitudes and 37° 18' and 38° 30' Northern latitudes. As a result of the long-term observations being examined in climatology terms, the characteristics of both climates can be seen in Isparta province, which is located in the transitional zone between Mediterranean and Continental climate. Due to the Mediterranean climate is seen in the south of the province, the summers are hot and dry while the winters are cold and rainy. The climate gets terrestrial as it goes northwards within the provincial borders (Anonymous, 2011).

Süleyman Demirel University Botanical Garden (37° 50' 40.37" N and 30° 31' 44.61" E) is located on the Isparta-Ankara highway and located at approximately 11 km far away from Isparta city center. A total of 39 ha area were allocated for the Botanical Garden in 1996. For the botanical garden to be built on this area, the project was drawn by faculty members of Çukurova University Faculty of Agriculture Department of Landscape Architecture. Based on the first project, which is adapted to 26 ha by the Governorship, the project was drawn by the technical staff of Isparta Provincial Directorate of Public Works and Settlement. Approximately 800 plants are transferred to the garden, 170 of them are bulbous, 100 of them are medicinal and aromatic plants, 80 of them are wetland plants, about 50 of them are fruit trees and the rest of them are flowers and forest trees. Approximately 150 of these 800 plants were planted in the first establishment phase of the garden (Figure 1) (Özçelik et al., 2006). However, the project could not be applied except for the entrance section. The botanical garden, which was designed in 1996, has been out of date due to the changing design concept and the lack of direct access to plant collections.

A hierarchical order was established by changing the existing circulation and determining the main axis which circulates the whole area and lateral axis which circulates plant collections, within the scope of the study. Besides, botanical gardens are accepted not only as areas where the plant species are exhibited and protected, but also the areas where different themes are used. In this context, thematic areas such as sensory gardens and color gardens were designed by considering the plant collections.

Analysis sheets were prepared for the current situation in order to evaluate the works carried out in accordance with the preliminary project. For the evaluation of the current situation, site-specific climatic factors and vegetation texture, and the close environmental relations and transportation characteristics of the area were determined and transferred to analysis sheets. In addition, climatic data were also evaluated on the field in terms of directing the planning of SDU Botanical Garden. The consideration of climatic data in the framework of the new plan is particularly important in terms of planting design.

The soil of SDU Botanical Garden is clay in terms of texture, has a very high lime content, is salt-free, has a slightly alkaline property and the organic matter is low. The amount of potassium and calcium is very high, but the phosphorus is low. The amount of chemicals such as nitrogen, magnesium, copper, manganese, iron, and zinc in the soil is moderate.

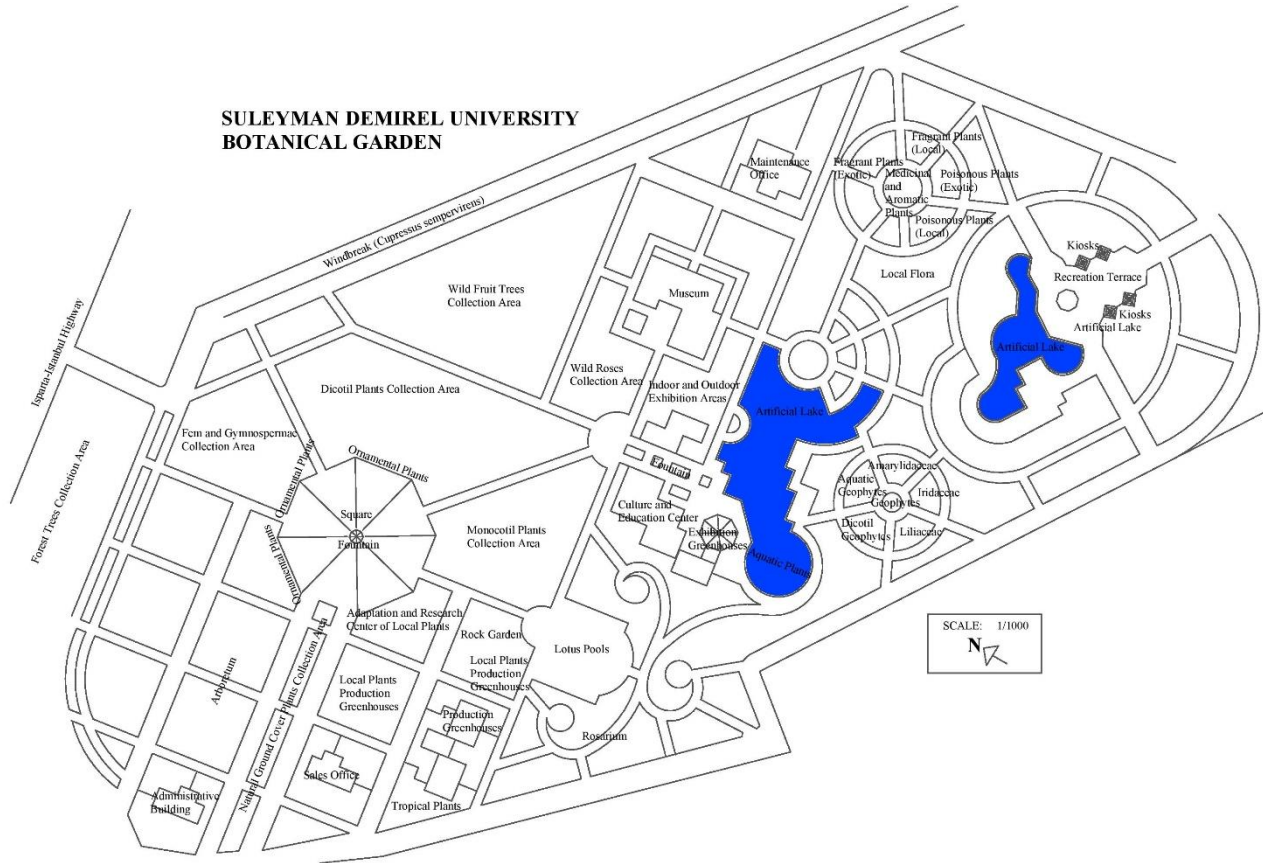


Figure 1. The landscape plan of Süleyman Demirel University Botanical Garden (Özçelik et al., 2006).

Studies, photographs, and projects on botanical gardens in the world and in Turkey have been used and examined. Topographical maps, geological maps, soil analyzes and the current plan of 1/1000 scale drawn by the technical staff of Isparta Provincial Directorate of Public Works and Settlement were used in the research area. The meteorological data obtained from the Provincial Meteorology Directorate has been taken into consideration in order to assist in planning. A new design approach has been developed by performing an area analysis in the direction of the obtained data.

### 3. Results and discussion

#### *Site analyzes*

As the infrastructure works are completed in the botanical garden, an unplanned planting is noticed. Plant groups in plant plots divided by roads and called arboretum, rock garden, medicinal and aromatic plants garden, systematic and geographical garden have not been planted in the garden considering a specific planting design. For example, although the arboretum in the garden contains woody plant species, no systematic or ecological scheme is observed.

It has also been found that the vast majority of plants in the botanical garden do not have label plates. Plant label plates which are resistant to external conditions and in standard sizes including information such as Latin and

Turkish name of species, origin, and date of planting, are very important in terms of introducing the plants. The absence of plant label plates does not serve the purpose of the establishment of the botanical garden.

It can be said that if the Botanical Garden is evaluated on the field studies, the existing plants are mostly planted without paying attention to the plant systematics and plant sociology. The field studies show that the existing plantation studies are intense in the completed parts of the sub-structure at the entrance of the area. Climatic factors and the analysis sheets showing the existing vegetation texture identified in botanical garden are given in Figure 2. One of the factors that are effective in the site selection and planning of botanical gardens is the relationship with the close environment. Factors such as the present settlement situation around the botanical garden, the possibility of encirclement with constructions in the near future, the presence of factory-like structures in the near future and water availability are very important in terms of planning.

Planning by evaluating the close environment of the SDU Botanical Garden will affect the design criteria in the botanical garden. According to field analysis, Ankara-Isparta highway is located to the west of the botanical garden and it is determined that it is a noise source for the area. Despite the presence of only the Technocity in the south and the Dormitories in the north, the botanical garden is adjacent to the campus of the university, indicating that it may be possible to construct new settlements in the near future due to the development of the university. For this

reason, this possibility should be taken into consideration when creating a new plan.

Isparta Mensucat Inc., located in the north of the area, is a spinning factory established in 1987 and still operating. It has been determined with studies and surveys that the factory does not cause serious environmental pollution excluding noise and bad view source for the botanical garden. When a new plan is being developed, structural or planting solutions should be introduced that will prevent noise and bad view. When the transportation possibilities of SDU Botanical Garden are examined, it is seen that the botanical garden is about 11 km away from the city center and 28 km away from Süleyman Demirel Airport. The garden located on the Isparta-Ankara Highway can be easily reached by taxi or private vehicles. Public transport buses which go to the Dormitories in the north of the area passes in front of the botanical garden. If evaluated in terms of accessibility, SDU Botanical Garden, which is not far away

from the city, is a place where public transportation can easily operate, visitors can easily reach the area.

When the vehicle and pedestrian circulation in the botanical garden is evaluated over the existing plan, it is seen that the circulation system is weak in terms of functionality and aesthetics. The circulation system in the garden is more of a cage texture, the transportation axes are perpendicular to each other and there are square or rectangular plant parcels among the axes. In the circulation system where the formal transport axes are located, the main axes and the lateral axis cannot be perceived clearly, the roads are not defined as vehicles or pedestrian circulation. In addition, the guidance characteristics of the axes providing direct or indirect access to the functions in the area are weak. Analysis of the close environment and transportation system of Süleyman Demirel University Botanical Garden are given in Figure 3.

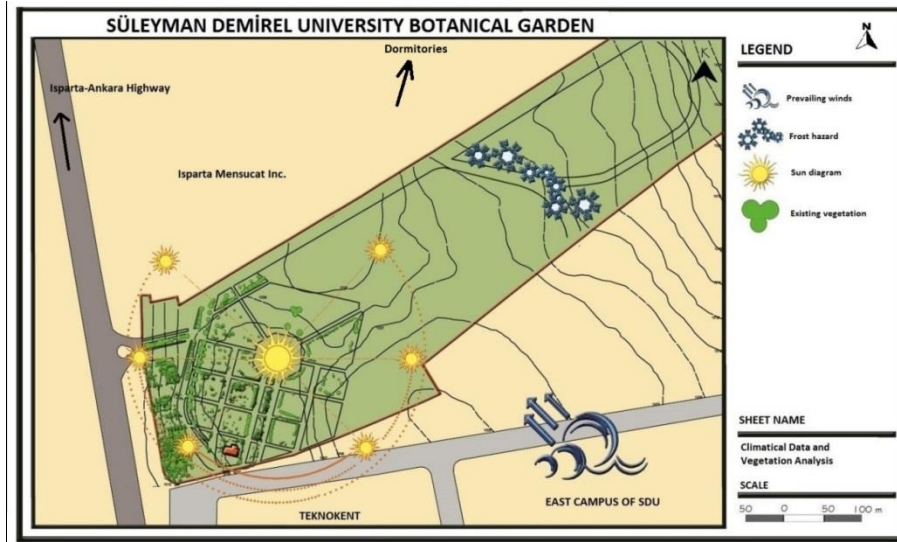


Figure 2. Climatic data and analysis of vegetation texture of SDU Botanical Garden

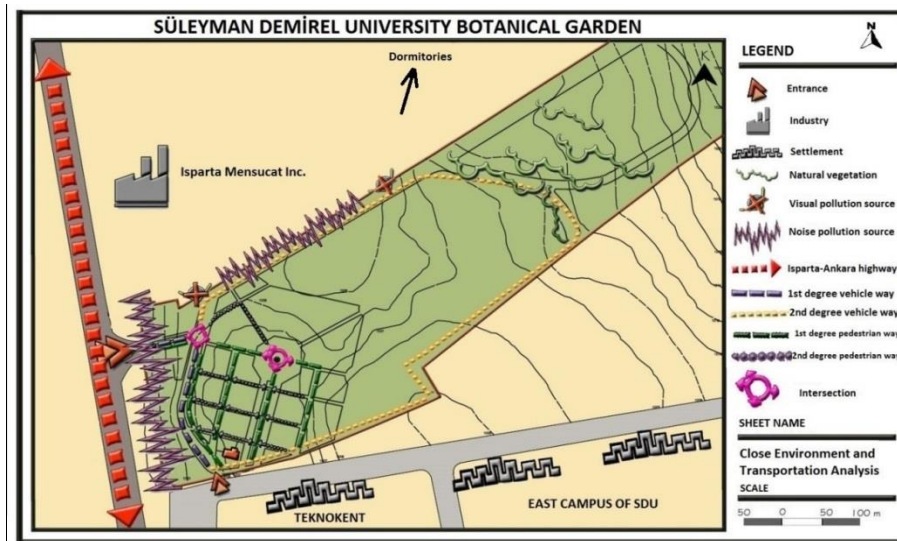


Figure 3. Analysis of close environment and transportation system of SDU Botanical Garden

### 3.1. Development of a new design approach for Süleyman Demirel University Botanical Garden

A new design approach for a 26 ha garden area has been developed, taking into consideration area analyzes and the current situation of Süleyman Demirel University Botanical Garden and design features of the world's leading botanical gardens. The facilities that need to be found in SDU Botanical Garden can be grouped as entrance and parking lots, management building, education-research centers, recreational areas, plant collections, greenhouses and nurseries and water surfaces. In all these facilities within the botanical garden, plant collections are planned on different themes that are interesting to look at, with visual aesthetics and pleasant presentations, along with being based on scientific grounds.

*Circulation System and of SDU Botanical Garden:* New plan of Süleyman Demirel University Botanical Garden consists of the main circulation route which provides direct access to all the plant collections and two lateral roads which make it easy to see the plants in each collection. In addition, approximately 2 km of service road has been established in order to be used by garden staff and to enable visitors to access the parking lot in the entrance of the garden. The main road starting from the entrance in the northwest and the secondary entrance in the north of the area and extending in the northeast direction is 1.2 km long. One of the lateral roads is a seasonal circulation axis, which is 900-meter-long and connected to the main axis, forming an axis in itself and departing from the point where it intersects the main road coming from the entrances. The other is the thematic garden axis, which is about 1.6 km long, which goes out from two different points on the main road and lies between the different plant collections and intersect to the main road. The planned circulation system within the new project is given in Figure 4.

*Plant collections and recreation areas in SDU botanical garden:* New plan of Süleyman Demirel University Botanical Garden has been included in plant collections and recreation areas due to the circulation system. While locating the plant collections within the area, climatic factors, facilities in the immediate vicinity of the garden, and the purposes served by the plant collections are considered. In addition, plant collections are located by relating to each other and to the environment. The parking area near the main and secondary entrances is planned to serve the visitors and garden staff. The parking area, which is located on the edge of the Isparta-Ankara Highway may include shade trees and plant species that will create a noise barrier.

The first meeting area, which is in the entrance was planned as a rosarium. It was thought that it would reflect the economic importance as much as the aesthetic importance of Rose for Isparta. An ornamental pool is planned in the area where the circulation system intersects and form a center. This center is surrounded by healing garden, the collection of Lamiaceae, the collection of bulbous plant species, the collection of endemic and rare plants, lawns, and exhibition greenhouses. That is why it is important to draw attention to the important and valuable plant species of the Lake region, which forms the center of the botanical garden of these parts, and to ensure that these species are protected by cultivation. The aim is to draw

attention to the important and valuable plant species of the Lake region which constitute the center of the botanical garden of these sections and to ensure that these species are protected by cultivation. In connection with the circulation system that goes through this center, plant collections are planned in different temples such as four-season garden, the collection of coniferous plants, discovery garden, sensory garden, aquatic garden and rock garden, respectively (Ünlü, 2016).

The thematic gardens and plant collections which exist in the concept plan are given below.

a) Rosarium: It is known that about 25 species of roses, which are thought to have 150-200 species growing naturally in the world, grow naturally in Turkey. Oil-bearing rose (*Rosa damascena*) production is made only in the Lakes Region for industrial purposes, in Turkey. For this reason, at the entrance to the Botanical Garden of SDU, Rosarium was preserved in order to emphasize the importance of the rose, which has an economic value and become the image of the city, rather than the visual value for Isparta. Table 1 shows a list of sample plants for Rosarium.

b) The collection of medicinal and aromatic plants (Healing Garden): A medicinal and aromatic plant garden that reflects the region should be planned in a botanical garden to be established in the Lakes Region which is rich in terms of medicinal and aromatic plants. Woody (*Tilia sp.*, *Rubus sp.*, etc.) and herbaceous (*Mentha sp.*, *Papaver sp.*, etc.) plants species are planned to be exhibited with the theme of 'Healing Garden' in the Botanical Garden of SDU (Table 2).

c) The collection of *Lamiaceae*: *Lamiaceae* family is one of the biggest and oldest families of the world and can be found in all habitat types. While it is represented by approximately 250 genus and 7000 species in the world, there are 46 genus and 755 taxa belonging to this family in Turkey (Hedge, 1992; Karabacak, 2009). In addition to being an important center for biodiversity and endemism, the Lakes Region also has important species such as *Salvia sp.*, *Thymus sp.*, *Origanum sp.*, and *Lavandula sp.* Therefore, planning was made with the necessity of creating *Lamiaceae* collection in a botanical garden to be established in this region. Table 3 shows a list of sample plants for *Lamiaceae*.

d) The collection of bulbous plants: Influenced by religious and ethnic diversity in Turkish culture, the flower culture which has emerged in its own way is quite developed. Thus, a period in the Ottoman state was called as 'Tulip Era'. The gardens, palaces, pavilions were planted with tulips in this era. 2718 bulbous plant species grow in the Lakes Region (Karakaş, 2007; Kılıçarslan and Dönmez, 2016). For this purpose, bulbous plant species collection is planned in the botanical garden. Some species that can be used in this garden are given in Table 4.

e) The collection of endemic and rare plants: The region is the Mediterranean region, which has a total of 3649 endemic plants of 11,707 taxa (species, subspecies, and variety). Approximately 750 endemic plant species are distributed in this region (Avcı, 2005). Isparta, which is located in the Lakes Region in the Mediterranean region, is also important in terms of plant diversity and the number of endemic species. Therefore, it will be important to

understand the importance of the endemic species of the region and protection of this species by planting endemic plant species of Isparta and the Lakes Region dominantly in the collection of endemic plants in the botanical garden of SDU.

f) Four-season garden: This garden, which includes the seasonal circulation axis, is planned as a garden that will be enjoyed by people of all ages and which will be the excitement and curiosity of the four seasons. The basic principle in the planning of this garden is to draw attention to the visual impact and the changes in plants according to the seasons with spring, summer, autumn and winter gardens. It is thought that the compositions created with plants such as *Acer spp.*, *Quercus spp.*, *Lagerstroemia indica*, and *Liriodendron tulipifera* with attractive leaf colorations in autumn, *Cercis siliquastrum*, *Magnolia spp.*, *Forstythia spp.*, *Erica spp.*, and *Rhododendron spp.* with attractive flowers in spring and the conifers, which make the green dominant in the place the whole year, will have a different effect on the visitors depending on the season. Some suggested plants for Four-season Garden given in Table 5.

g) The collection of coniferous plants: Close environment analysis and climatic data analysis were taken into consideration in the selection of the location for the coniferous collection in the garden area. An area was chosen for the collection of coniferous plants with an existing vegetation texture where the cold air can be absorbed and the danger of frost can be reduced and barriers, which prevent bad view and noise, can be placed between the botanical garden and Isparta Mensucat Inc. The main coniferous plants found in forests of Isparta are *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, *Pinus brutia*, *Cedrus libani*, *Abies cilicica*, *Juniperus excelsa*, and *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* (Anonymous, 2011). Establishing a coniferous plant collection in a botanical garden in Isparta is important in terms of reflecting the natural vegetation of the region and introducing the conifers which grown in the region (Table 6).

h) The discovery garden: The discovery garden is planned as a garden aiming to raise children and young people's awareness about plants, ecology and environmental protection with the focus of greening the urban environment through education, sustainable practices, and management. Thanks to this garden, children of all ages will discover habitats, recognize the mysterious world of plants, and learn about the wild life of the garden in a fun way. Children and

young people will have access to more and more permanent information about the plants and at the same time receive practical training in fruit and vegetable gardens. Table 7 shows a list of sample plants for *Lamiaceae*.

i) The sensory garden: The sensory garden is planned to stimulate the five senses and includes selected plants and other design elements to offer visitors the experience of sight, smell, hearing, touch, and taste. The natural characteristics of the sensory garden are positioned and planned considering the relationship between the other plant collections planned in the botanical garden. For example; The aquatic garden in close to this garden supports the sensory garden in this direction by addressing hearing. In addition to plants that stimulate a single sense in the garden, plant species that stimulate several or all of the senses are also considered, such as *Laurus nobilis*, *Pelargonium spp.*, *Buddleja davidii*. In Table 8, the species that can be used in this garden and the sense that it is directed is given.

j) The aquatic garden: The aquatic garden is a garden where water is formed in accordance with the planning and application techniques of the plants in accordance with the landscape characteristics of the area. It is inevitable to use the water element, the hydrophyt and the hygrophyt plant species in a botanical garden established in the Lakes Region, which takes its name from the lakes that are large and small (Table 9).

k) The rock garden: A rock garden was planned based on the field studies and the topographical structure of the area in the new plan of SDU Botanical Garden. The visual quality of the landscape will be increased with the rock garden, which will also benefit from the acoustic characteristics of the water. This rock garden is planned to break the effect of the cold air coming down from the slopes to the garden. Living and non-living materials in the alpine zone in the Lakes Region should be preferred in the establishment of the rock garden. Some suggested plants for The Rock Garden given in Table 10.

In addition, the observation terrace was created by using the difference in level in the area where the main road is over. An education and research area, which is located close to the university is planned in the south of the botanical garden. Why the education and research area is planned in this section is that it divides this area where scientific activities are carried out partly from the open sections of the garden. The concept plan of the Süleyman Demirel University Botanic Garden is shown in Figure 4.

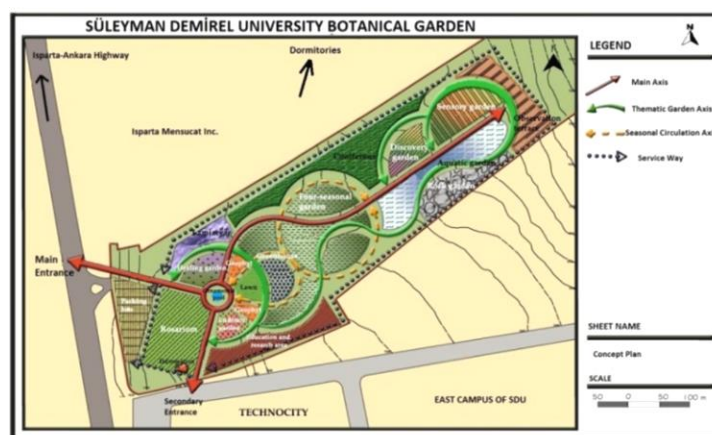


Figure 4. Concept plan of SDU Botanical Garden

Table 1. Some suggested plants for Rosarium

Latin name	Latin name	Latin name
<i>Rosa agrestis</i>	<i>Rosa gallica x canina</i>	<i>Rosa phoenicia</i>
<i>Rosa arvensis</i>	<i>Rosa heckeliana</i>	<i>Rosa phoenicia x arvensis</i>
<i>Rosa arvensis x phoenicia</i>	<i>Rosa heckeliana</i> subsp. <i>orientalis</i>	<i>Rosa pimpinellifolia</i>
<i>Rosa beggeriana</i>	<i>Rosa hemisphaerica</i>	<i>Rosa pisiformis</i>
<i>Rosa damascena</i>	<i>Rosa hirtissima</i>	<i>Rosa pulverulenta</i>
<i>Rosa dumalis</i>	<i>Rosa horida</i>	<i>Rosa sempervirens</i>
<i>Rosa dumalis</i> var. <i>antalyensis</i>	<i>Rosa iberica</i>	<i>Rosa sicula</i>
<i>Rosa dumalis</i> var. <i>boissieri</i>	<i>Rosa jundzillii</i>	<i>Rosa tomentosa</i>
<i>Rosa elymaitica</i>	<i>Rosa micrantha</i>	<i>Rosa villosa</i> subsp. <i>villosa</i>
<i>Rosa foetida</i>	<i>Rosa montana</i>	<i>Rosa villosa</i> subsp. <i>villosa</i>
<i>Rosa foetida x hemisphaerica</i>	<i>Rosa multiflora</i>	
<i>Rosa gallica</i>	<i>Rosa odorata</i>	

Table 2. Some suggested plants for Healing Garden

Latin name	Latin name	Latin name
<i>Achillea</i> sp.	<i>Helichrysum</i> sp.	<i>Pimpinella</i> sp.
<i>Anthemis</i> sp.	<i>Juniperus</i> sp.	<i>Pistacia terebinthus</i>
<i>Ballota</i> sp.	<i>Laurus nobilis</i>	<i>Plantago</i> sp.
<i>Calamintha</i> sp.	<i>Lavandula officinalis</i>	<i>Ruscus aculeatus</i> var. <i>angustifolius</i>
<i>Cerotonia sliqua</i>	<i>Malva</i> sp.	<i>Rosmarinus officinalis</i>
<i>Cichorium intybus</i>	<i>Melissa officinalis</i>	<i>Rubus</i> sp.
<i>Cistus</i> sp.	<i>Mentha</i> sp.	<i>Salvia</i> sp.
<i>Digitalis</i> sp.	<i>Ocimum basilicum</i>	<i>Thymus</i> sp.
<i>Echinophora tournefortii</i>	<i>Origanum</i> sp.	<i>Tilia</i> sp.
<i>Epilobium</i> sp.	<i>Papaver</i> sp.	<i>Ziziphus jujuba</i>
<i>Gysophila</i> sp.	<i>Rhus coriaria</i>	

Table 3. Some suggested plants for the Collection of *Lamiaceae*

Latin name	Latin name	Latin name
<i>Clinopodium vulgare</i>	<i>Nepeta</i> sp.	<i>Scutellaria</i> sp.
<i>Cyclotrichium origanifolium</i>	<i>Origanum</i> sp.	<i>Sideritis</i> sp.
<i>Lamium</i> sp.	<i>Phlomis</i> sp.	<i>Stachys</i> sp.
<i>Marrubium</i> sp.	<i>Prasium majus</i>	<i>Teucrium</i> sp.
<i>Mentha spicata</i> subsp. <i>tomentosa</i>	<i>Prunella orientalis</i>	<i>Thymus</i> sp.
<i>Micromeria cristata</i> subsp. <i>Phrygia</i>	<i>Salvia</i> sp.	<i>Ziziphora clinopodioides</i>
	<i>Satureja thymbra</i>	

Table 4. Some suggested plants for the Collection of Bulbous Plant Species

Latin name	Latin name	Latin name
<i>Allium</i> sp.	<i>Fritillaria</i> sp.	<i>Orchis</i> sp.
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	<i>Gagea</i> sp.	<i>Ornithogalum montanum</i>
<i>Barlia robertiana</i>	<i>Galanthus</i> sp.	<i>Pancreatium maritimum</i>
<i>Bellevalia</i> sp.	<i>Gladiolus</i> sp.	<i>Romulea</i> sp.
<i>Bellevalia trifoliata</i>	<i>Hyacinthella heldreichii</i>	<i>Scilla</i> sp.
<i>Chionodoxa forbesii</i>	<i>Lilium candidum</i>	<i>Serapias</i> sp.
<i>Colchicum</i> sp.	<i>Merendera</i> sp.	<i>Sternbergia</i> sp.
<i>Crocus</i> sp.	<i>Muscari</i> sp.	<i>Tulipa</i> sp.
<i>Cyclamen</i> sp.	<i>Narcissus</i> sp.	<i>Urginea maritima</i>
<i>Dactylorhiza</i> sp.	<i>Ophrys</i> sp.	

Table 5. Some suggested plants for Four-season Garden

Latin name	Highlights	Season
<i>Abelia</i> sp.	Flower	Summer
<i>Abies</i> sp.	Form and color	Autumn/Winter
<i>Acer</i> sp.	Leaf	Spring/Summer/Autumn
<i>Aesculus</i> sp.	Flower	Spring
<i>Albizia julibrissin</i>	Form and flower	Summer
<i>Berberis</i> sp.	Leaf	Summer/Autumn
<i>Betula</i> sp.	Form and trunk	Spring/Summer/Autumn/Winter
<i>Buddleia davidii</i>	Flower	Summer
<i>Catalpa</i> sp.	Form and flower	Spring/Summer
<i>Cedrus</i> sp.	Form and color	Autumn/Winter
<i>Cercis</i> sp.	Flower and fruit	Spring/Summer/Autumn
<i>Chaenomeles</i> sp.	Flower	Spring
<i>Cornus</i> sp.	Trunk and leaf	Autumn/Winter
<i>Euonymus</i> sp.	Leaf	Spring/Summer/Autumn
<i>Forsythia</i> sp.	Flower	Spring
<i>Hibiscus syriacus</i>	Flower	Summer
<i>Hydrangea</i> sp.	Flower	Summer
<i>Juniperus</i> sp.	Form and color	Autumns/Winter
<i>Koelreuteria</i> sp.	Flower	Summer/Autumn



Table 5. (continued)

Latin name	Highlights	Season
<i>Lagerstroemia indica</i>	Flower, leaf and trunk	Summer/Autumn
<i>Liriodendron tulipera</i>	Flower and form	Summer/Autumn
<i>Malus</i> sp.	Flower	Spring
<i>Nandina domestica</i>	Leaf	Autumn
<i>Quercus</i> sp.	Form and leaf	Summer/Autumn
<i>Parthenocissus</i> sp.	Leaf and color	Autumn
<i>Picea</i> sp.	Form and color	Autumn/Winter
<i>Pinus</i> sp.	Form and color	Autumn/Winter
<i>Platanus</i> sp.	Form and leaf	Summer/Autumn
<i>Prunus</i> sp.	Leaf	Spring/Summer/Autumn
<i>Pyracantha</i> sp.	Fruit	Autumn/Winter
<i>Rhus</i> sp.	Leaf and color	Autumn
<i>Salix</i> sp.	Form	Spring/Summer/Autumn
<i>Sophora japonica</i>	Form	Summer/Autumn
<i>Spirea</i> sp.	Form and flower	Spring
<i>Syringa</i> sp.	Flower	Spring
<i>Sytrax officinalis</i>	Flower and leaf	Summer/Autumn
<i>Tamarix</i> sp.	Flower	Summer/Autumn
<i>Thuja</i> sp.	Form and color	Spring
<i>Viburnum</i> sp.	Flower and leaf	Summer/Autumn/Winter
<i>Weigela floribunda</i>	Flower	Spring
<i>Wisteria sinensis</i>	Flower	Spring

Table 6. Some suggested plants for the Collection of Coniferous Plants

Latin name	Latin name
<i>Abies cilica subsp. cilicica</i>	<i>Juniperus oxycedrus subsp. macrocarpa</i>
<i>Abies cilica subsp. isaurica</i>	<i>Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus</i>
<i>Cedrus libani</i>	<i>Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus var. oxycerus</i>
<i>Cedrus libani var. libani</i>	<i>Juniperus sabina</i>
<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Pinus brutia var. brutia</i>
<i>Juniperus communis var. saxatalis</i>	<i>Pinus brutia var. pendulifolia</i>
<i>Juniperus drupacea</i>	<i>Pinus nigra</i>
<i>Juniperus excelsa</i>	<i>Pinus nigra subsp. pallasiana</i>
<i>Juniperus excelsa subsp. excelsa</i>	<i>Pinus nigra subsp. pallasiana var. fastigiata</i>
<i>Juniperus foetidissima</i>	<i>Pinus nigra subsp. pallasiana var. seneriana</i>
<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Pinus pinea</i>

Table 7. Some suggested plants for The Discovery Garden

Latin name	Latin name
<i>Abies cilicica</i>	<i>Myriophyllum verticillatum</i>
<i>Alisma gramineum</i>	<i>Nuphar lutea</i>
<i>Arenaria leptocladus</i>	<i>Nymphaea alba</i>
<i>Astragalus micropterus</i>	<i>Pinus nigra subsp. pallasiana</i>
<i>Astragalus mesogitanus</i>	<i>Pistacia terebinthus</i>
<i>Astragalus plumosus</i>	<i>Poa bulbosa</i>
<i>Bellis perennis</i>	<i>Polygonum amphibium</i>
<i>Campanula involucrata</i>	<i>Polygonum lapathifolium</i>
<i>Campanula stricta</i>	<i>Potamogeton crispus</i>
<i>Carex halleriana</i>	<i>Potamogeton lucens</i>
<i>Cedrus libani</i>	<i>Potentilla reptans</i>
<i>Cistus laurifolius</i>	<i>Ranunculus repens</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Ranunculus sceleratus</i>
<i>Cyperus longus</i>	<i>Ranunculus trichophyllus</i>
<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Rosularia chrysantha</i>
<i>Dianthus anatolicus</i>	<i>Rumex crispus</i>
<i>Equisetum arvense</i>	<i>Rumex patientia</i>
<i>Equisetum ramosissimum</i>	<i>Quercus cerris</i>
<i>Inula heterolepis</i>	<i>Quercus coccifera</i>
<i>Juniperus excelsa</i>	<i>Quercus libani</i>
<i>Juniperus foetidissima</i>	<i>Sedum album</i>
<i>Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus</i>	<i>Sedum amplexicaule</i>
<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Typha angustifolia</i>

Table 8. Some suggested plants for The Sensory Garden

Latin name	Sense	Latin name	Sense
<i>Abelia grandiflora</i>	Smell	<i>Origanum</i> spp.	Smell and taste
<i>Briza media</i>	Hearing	<i>Pelargonium</i> spp.	Smell and touch
<i>Buddleia davidii</i>	Smell, sight	<i>Phlomis fruticosa</i>	Touch
<i>Celtis australis</i>	Taste	<i>Philadelphus</i> spp.	Smell
<i>Celtis caucasica</i>	Taste	<i>Populus tremula</i>	Hearing
<i>Celtis glabrata</i>	Taste	<i>Prunus</i> spp.	Taste
<i>Cerasus avium</i>	Taste	<i>Phyllostachy bambusoides</i>	Hearing

Table 8. (continued)

Latin name	Sense	Latin name	Sense
<i>Cupressus macrocarpa</i>	Smell and touch	<i>Punica</i> spp.	Taste
<i>Cornus mas</i>	Taste	<i>Pyrus</i> spp.	Taste
<i>Crateagus</i> spp.	Taste	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Smell and taste
<i>Cydonia</i> spp.	Taste	<i>Rubus</i> "black satin "	Taste
<i>Eleagnus</i> spp.	Smell and taste	<i>Rubus idaeus</i>	Taste
<i>Fragaria vesca</i>	Taste	<i>Salvia</i> spp.	Smell, taste and touch
<i>Juniperus foetidissima</i>	Smell	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	Smell
<i>Laurus nobilis</i>	Smell and taste	<i>Syringa</i> spp.	Smell and sight
<i>Lavandula officinalis</i>	Smell	<i>Stachys byzantina</i>	Touch
<i>Lonicera</i> spp.	Smell	<i>Styrax officinalis</i>	Smell
<i>Mentha</i> spp.	Smell and taste	<i>Sempervivum ispartae</i>	Touch
<i>Morus</i> spp.	Taste	<i>Sempervivum pisidicum</i>	Touch
<i>Nigella damascene</i>	Hearing	<i>Thymus</i> spp.	Smell and taste
<i>Ocimum basilicum</i>	Smell and taste	<i>Tilia</i> spp.	Smell

Table 9. Some suggested plants for The Aquatic Garden

Latin name	Latin name	Latin name
<i>Acer palmatum</i>	<i>Equisetum ramosissimum</i>	<i>Potamogeton panormitanus</i>
<i>Acer platanoides</i>	<i>Geum urbanum</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>
<i>Acorus calamus</i>	<i>Groenlandia densa</i>	<i>Potentilla detommasii</i>
<i>Alisma gramineum</i>	<i>Iris pseudacorus</i>	<i>Potentilla recta</i>
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Isolepis setacea</i>	<i>Potentilla reptans</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Lemna gibba</i>	<i>Primula auriculata</i>
<i>Apium nodiflorum</i>	<i>Linum catharticum</i>	<i>Prunella orientalis</i>
<i>Arum detrunctatum</i> var. <i>detrunctatum</i>	<i>Lysimachia punctata</i>	<i>Ranunculus gueneri</i>
<i>Barbarea plantaginea</i>	<i>Lythrum salicaria</i>	<i>Ranunculus repens</i>
<i>Bellis perennis</i>	<i>Melica penicillaris</i>	<i>Ranunculus sceleratus</i>
<i>Blysmus compressus</i>	<i>Mentha spicata</i> subsp. <i>tomentosa</i>	<i>Ranunculus sphaerospermus</i>
<i>Calamagrostis pseudophragmites</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i>	<i>Ranunculus trichophyllum</i>
<i>Calla palustris</i>	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	<i>Ranunculus velutinus</i>
<i>Canna indica</i>	<i>Nuphar lutea</i>	<i>Rumex crispus</i>
<i>Carex halleriana</i>	<i>Nymphaea alba</i>	<i>Rumex patientia</i>
<i>Carex muricata</i>	<i>Oenanthe aquatica</i>	<i>Salix alba</i>
<i>Carex otrubae</i>	<i>Ornithogalum umbellatum</i>	<i>Salix babylonica</i>
<i>Carex riparia</i>	<i>Phragmites australis</i>	<i>Salix caprea</i> 'pendula'
<i>Ceratophyllum demersum</i>	<i>Phragmites communis</i>	<i>Scirpoides holoschoenus</i>
<i>Cortaderia selloana</i>	<i>Platanus orientalis</i>	<i>Scirpus lacustris</i>
<i>Crenosciadium stifolium</i>	<i>Polygonum bellardii</i>	<i>Tamarix parviflora</i>
<i>Cyperus longus</i>	<i>Polygonum pulchellum</i>	<i>Tetragonolobus maritimus</i>
<i>Cyperus rotundus</i>	<i>Polygonum amphibium</i>	<i>Typha angustifolia</i>
<i>Dactylorhiza saccifera</i>	<i>Polygonum bistorta</i> subsp. <i>bistorta</i>	<i>Typha domingensis</i>
<i>Eleocharis uniglumis</i>	<i>Polygonum lapathifolium</i>	<i>Utricularia vulgaris</i>
<i>Epilobium hirsutum</i>	<i>Potamogeton crispus</i>	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>
<i>Epilobium minutiflorum</i>	<i>Potamogeton crispus</i>	
<i>Equisetum arvense</i>	<i>Potamogeton lucens</i>	

Table 10. Some suggested plants for The Rock Garden

Latin name	Latin name	Latin name
<i>Acantholimon ulinicum</i>	<i>Dianthus</i> sp.	<i>Onorbrychis cornuta</i>
<i>Aethionema</i> sp.	<i>Erodium amenum</i>	<i>Onorbrychis hypargyrea</i>
<i>Alyssum aurantiacum</i>	<i>Erodium pelargoniiiflorum</i>	<i>Pelargonium endlicherianum</i>
<i>Anthemis cretica</i>	<i>Festuca</i> spp.	<i>Pinus mugo</i>
<i>Arabis caucasica</i> subsp. <i>Brevifolia</i>	<i>Fibigia eriocarpa</i>	<i>Ranunculus brevifolius</i>
<i>Arenaria</i> sp.	<i>Genista lydia</i> var. <i>lydia</i>	<i>Ranunculus cadmicus</i>
<i>Aster alpinus</i>	<i>Glacium leicarpum</i>	<i>Ribes orientale</i>
<i>Astragalus angustifolia</i>	<i>Hypericum ternatum</i>	<i>Sedum</i> spp.
<i>Aubrieta pinardii</i>	<i>Inula heterolepis</i>	<i>Sempervivum ispartae</i>
<i>Berberis crataegina</i>	<i>Iberis sempervirens</i>	<i>Sempervivum pisidicum</i>
<i>Berberis cretica</i>	<i>Juniperus excelsa</i>	<i>Silene compacta</i>
<i>Campanula</i> sp.	<i>Juniperus foetidissima</i>	<i>Valeriana oligantha</i>
<i>Cerastium banaticum</i>	<i>Marrubium</i> sp.	<i>Vavilovia formosa</i>
<i>Cotoneaster nummularia</i>	<i>Matthiola montana</i>	<i>Ziziphora clinopodioides</i>
<i>Daphne oleoides</i> subsp. <i>oleoides</i>	<i>Minuartia leucocephala</i>	

#### 4. Conclusion

Within the scope of this study, it is aimed to create a botanical garden in Isparta in the Lakes Region in a real sense. For this reason, a new design approach has been foreseen with the plan decisions that will enable SDU Botanical Garden, which is available, but not actively used

except for some educational and scientific studies, for both regional and national use.

From all these suggestions,

- The right to develop and manage SDU Botanical Garden in order to be able to make structural and planting

applications must be left to the SDU Rectorate, and the inadequacy of financing should be resolved, in this regard, the assistance and support of central and local authorities should be provided.

- A management group with different occupational groups in the field should be established to start works.
- Detailed structural and plant application sheets should be drawn for each of the plant collections in the direction of the concept plan generated from on-site observations.
- Priority should be given to plants specific to the Lakes Region in plant collections. Thus, the botanical garden will gain an identity while providing economic and ecological advantages.
- In order to draw attention to the people to the botanical garden and to raise awareness among the local people, studies on the collection of medical aromatic plants, geophyte plants, endemic and rare species which form the focus of the garden and reflect the region should be started.
- Because of the success of germinating and short-term results in geophyte plants, educational courses for the public and students to participate should be opened for some periods, garden exhibitions should be arranged and introductions should be made to the universities, municipalities and various institutions with introduction brochures.
- The public should be educated about the cultivation, collection, storage, and consumption of medicinal and aromatic plants in the region and training should be organized in this regard.
- Educational programs in the botanical garden should be organized for the students in the primary and secondary schools in the province, and contributions should be made to the education of generations who love and protect nature.
- Thanks to the training and introductions given in the botanical garden, a botanical garden, which is integrated with the local people and adopted by the local people will be created from the establishment stage.

As a result; in the new design approach, a new circulation system has been developed which can be easily reached by the users and increase the recognition of the plant collection areas. In addition, the thematic areas that increase the participation of users have been developed and the area has become more usable. In this context, Süleyman Demirel University Botanic Garden will be an important value for Turkey in terms of introducing and preserving plant diversity, conducting scientific research and educational activities, and responding to recreational needs.

#### Acknowledgements

This research was supported by Süleyman Demirel University with the grant number, 3797-YL-13.

#### References

- Anonymous, 2011. Isparta Çevre Durum Raporu, Isparta, s.1-493.
- Avcı, M., 2005. Çeşitlilik ve endemizm açısından Türkiye'nin bitki örtüsü. *Coğrafya Dergisi*, 13, 27-55.
- Donaldson, J.S., 2009. Botanic gardens science for conservation and global change. 10th EMBO/EMBL Science & Society Conference: Food, Sustainability and Plant Science: A Global Challenge, 6-7 November 2009, Heidelberg, Germany, pp. 608-613.
- Hedge, I.C., 1992. A Global Survey of The Lamiaceae. *Advencis in Labiatae Science*, 7-18.
- Karabacak, E., 2009. Türkiye'nin Avrupa-Sibirya Fitocoğrafik Bölgesindeki *Salvia L.* (Lamiaceae) cinsinin revizyonu. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Karakaş, R., 2007. Erişim: 07.04.2018 <http://shakayik.blogcu.com/osmanlida-lale-kulturu/2517786>
- Konaklı, N., 2003. Arboretum kavramı ve Selçuk Üniversitesi kampus alanı için Arboretum oluşturulması üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Turkey.
- Kılıçarslan, N., Dönmez, Ş., 2016. Göller bölgesinde doğal olarak yetişen soğanlı bitkilerin peyzaj mimarlığında kullanımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(1): 73-82.
- Kumble, P.A., Houston, C.C., 2009. The elements of a conservation botanic garden for ecotourism: Belize Botanic Garden as a case study. *Journal of Landscape Studies*, 2:1-15.
- Oldfield, S., 2009. Botanic gardens and the conservation of tree species. 10th EMBO/EMBL Science & Society Conference: Food, Sustainability and Plant Science: A Global Challenge, 6-7 November 2009, Heidelberg, Germany, pp. 581-583.
- Özçelik, H., Dutkuner, İ., Balabanlı, C., Akgün, İ., Gül, A., Karataş, A., Kılıç, S., Deligöz, A., 2006. Süleyman Demirel Botanik Bahçesinin tanıtımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3): 352-373.
- Ünlü, N., 2016. Botanik bahçeleri planlama ve tasarım ilkeleri; Süleyman Demirel Üniversitesi Botanik Bahçesi örneği. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Var, M., Karashaş, B., 2010. Botanik bahçelerinin kullanıcılara sağladığı eğitsel ve rekreatif imkanlar: Türkiye ve dünya'dan örnekler. III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, Vol. IV, 20-22 Mayıs 2010, Artvin, Türkiye, s. 1467-1477.
- Ward, C.D., Parker, C.M., Shackleton, C.M., 2010. The use and appreciation of botanical gardens as urban green spaces in South Africa. *Urban Forestry and Urban Greening*, 9:49-55.
- Williams, S.J., Jones, J., Gibson, J.M., Clubbe, C., 2015. Botanic gardens can positively influence visitors' environmental attitudes. *Biodiversity and Conservation*, 24:1609-1620.
- Willison, J., 1997. Botanic gardens as agents for social change. In *Kings Park and Botanic garden conservation into the 21st century. Proceedings of the Fourth International Botanical Gardens Conservation Congress*, 25-29 September 1997, Perth, Australia, pp. 25-29.

## Instructions for authors

Manuscript should be prepared in A4 page size, with Times New Roman font and 12 pt font size, as plain text. Unless necessary, no special formatting should be used. Page and line numbers should be included into the manuscript. Please check out the explanations below for other details.

*Cover page:* Cover page should include title of the manuscript, names and contact information of the authors.

*Title and abstract (Turkish and English):* Abstract should not exceed 250 words, and briefly explains rationale, goals, methods, results and recommendations of the study. Keywords with 3-6 words should be included at the end of the abstract.

*Main text:* Main body of the manuscript should be written in single line spacing, and it should not exceed a total of 15 pages including tables and figures. Headings should be numbered as follows: 1., 1.1., 1.1.1.

*Footnotes:* Use of footnotes within the text should be avoided as much as possible. If necessary, it can be used below tables and figures.

*Symbols and abbreviations:* Unit symbols should comply with The International System of Units. Abbreviations should be explained briefly within a parenthesis where it appears first.

*References:* In the text, literature should be given with the last name of the author and year of the publication (For example: Oliver et al., 1996; Geray, 1998). At the end of the paper, references should be ordered first alphabetically and then chronologically. If there is more than one paper from the same author for a given year, these references should be identified by the letters a, b, c..., after the year of publication (For example: Jensen, 1998a; 1998b; 1999). See Appendix 1 for details on references.

*Tables and figures:* All tables and figures (graphs, photographs, maps etc.) should be numbered in the order of their citation in the text, and they should be given at the end of the manuscript. Titles of the tables should be located above, and titles of the figures should be located below the related table or figure. Tables and figures should be simple, and their text, number and symbol components should be easily visible and understandable. Figures should be prepared in at least 300 dpi resolution and 8.15 or 17 cm width. Characters within the figures should be in Times New Roman font type and 8 pt font size.

*Submission of a manuscript:* All review and publishing processes are carried out online in [DergiPark Academic](#). Authors should first “[register](#)” and “[login](#)” to the system and then upload their manuscript with a “[cover letter and copyright transfer form](#)”.

## Yazar rehberi

Makale A4 sayfa boyutunda, 12 punto Times New Roman yazı tipinde ve düz metin şeklinde hazırlanmalıdır. Zorunlu olmadıkça hiçbir özel format kullanılmamalıdır. Makaleye sayfa ve satır numarası eklenmelidir. Diğer hususlar için lütfen aşağıdaki açıklamalara bakınız.

*Kapak sayfası:* Kapak sayfasında sırasıyla makale başlığı, yazar adı soyadı, yazar iletişim bilgileri yer almalıdır.

*Başlık ve özet (Türkçe ve İngilizce):* Özet, 250 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalı, kısaca araştırmanın gerekçesini, amaçlarını, uygulanan yöntemi, sonuç ve önerileri içermelidir. Özet sonuna 3-6 kelimedenden oluşan anahtar kelimeler eklenmelidir.

*Ana metin:* Makale ana metni tek satır aralıklı olarak yazılmalı, çizelge ve şekillerle birlikte toplam 15 sayfayı geçmemelidir. Konu başlıkları 1., 1.1., 1.1.1., şeklinde numaralandırılmalıdır.

*Dipnotlar:* Metin içerisinde dipnotlardan olabildiğince kaçınılmalıdır. Çizelge ve şekillerde ise gerekli olması halinde ilgili objenin altında kullanılabilir.

*Semboller ve kısaltmalar:* Birim sembolleri Uluslararası Birimler Sistemine (The International System of Units; SI) uygun olmalıdır. Kısaltmalar ise metin içerisinde ilk geçtiği yerde parantez içinde açıklanmalıdır.

*Kaynaklar:* Metin içinde geçen kaynaklar yazarların soyadları ve yayın yılı ile birlikte verilmelidir (Örnek: Oliver vd., 1996; Geray, 1998). Metin sonundaki kaynaklar önce alfabetik sonra kronolojik sıraya göre sıralanmalıdır. Bir yazarın aynı yılda birden fazla yayınına atıf yapılmışsa, bu kaynaklar yayın yılından sonra gelecek a, b, c... harfleriyle ayrılmalıdır (Örnek: Jensen, 1998a; 1998b; 1999). Kaynaklar hakkında detaylar için Ek 1'e bakınız.

*Çizelgeler ve şekiller:* Bütün çizelge ve şekiller (grafik, fotoğraf, harita vb.) metin içerisinde atıf sıralarına göre ardışık olarak numaralandırılmalı ve metnin sonuna eklenmelidir. Çizelgelerin üzerinde ve şekillerin altında başlıkları yer almalıdır. Çizelge ve şekiller mümkün olduğu kadar sade olmalı, içerilerindeki metin, rakam, sembol vb. unsurlar net olarak görünür ve anlaşılabilir olmalıdır. Şekiller en az 300 dpi çözünürlüğünde ve 8.15 ya da 17 cm genişliğinde hazırlanmalıdır. Şekillerde kullanılan karakterler Times New Roman yazı tipinde ve 8 punto büyüklüğünde olmalıdır.

*Makalenin gönderilmesi:* Dergimizin tüm hakemlik ve yayıncılık faaliyetleri online olarak [DergiPark Akademik](#) üzerinden yürütülmektedir. Yazarların öncelikle dergimize “[kayıt](#)” olup sisteme “[giriş](#)” yaptıktan sonra, makaleleri ile birlikte “[üst yazı ve telif devir](#)” formunu sisteme yüklemelidirler.

## Appendix 1. References

In accordance with generally accepted principles; author, publication year, title, publisher, page numbers and other appropriate information should be given for each reference.

*Electronic references:* Ordinary internet sites sources with limited credibility and permanence should not be used as an electronic reference. If a publication exists in both print and electronic versions, the print version should be preferred as a reference.

If used, electronic sources should be treated as printed sources; author, year of publication, title of the article or web page, publisher's name and place should be given. DOI numbers should be included at the end if an online-only publication is used as reference.

### *Article in periodical journals / Periyodik dergilerde makale*

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

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

### *Book / Kitap*

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

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

### *Reference to a chapter in an edited book / Kitapta bölüm*

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

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

### *Thesis and dissertation / Tez*

Gurlevik, N., 2002. Stand and soil responses of a loblolly pine plantation to midrotation fertilization and vegetation control. PhD Dissertation, North Carolina State University, NC, USA.

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

### *Conference proceedings / Konferans bildirisi*

Erkan, N., 2002. Growth performance of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) in natural forest and plantation in Turkey. *Proceedings of IUFRO Meeting: Management of Fast Growing Plantations*, 11-13 September 2002, İzmit, Turkey, pp. 67-74.

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

### *Electronic reference / Elektronik kaynak*

FAO, 2011. Fact and figures: Forest cover. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <http://www.fao.org/forestry/28808/en/>, Accessed: 22.12.2012.

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

## Ek 1. Kaynaklar

Genel kabul görmüş ilkelere uygun olarak, her bir yayının yazarı, yayın yılı, başlığı, yayıncısı, sayfa numarası ve gerekli diğer bilgileri verilmelidir.

*Elektronik kaynaklar:* Sıradan bir internet sitesi gibi güvenilirliği ve devamlılığı şüpheli olan elektronik kaynaklar tercih edilmemelidir. Eğer bir kaynağın hem elektronik hem de basılı hali mevcutsa, basılı olanı referans gösterilmelidir.

Eğer kullanılacaksa, elektronik kaynaklar da basılı kaynaklar gibi düşünülmeli; yazar, yayın yılı, makale veya internet sayfasının başlığı, yayıncı adı ve yeri verilmelidir. Sadece çevrimiçi yayın yapan dergilerde DOI numarası da kaynağın sonuna eklenmelidir.

