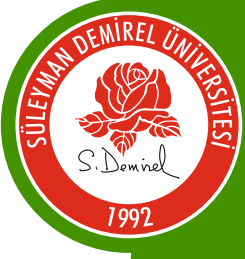


e-ISSN: 2149-3898



# TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ



Year:  
Yıl: 2017

Volume:  
Cilt: 18

Issue:  
Sayı: 4



TURKISH JOURNAL OF FORESTRY  
TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ

ISSN: 2149-3898

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

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

Year/Yıl: 2017, Volume/Cilt: 18, Issue/Sayı: 4

**Editorial board / Dergi yayın kurulu**

**Editor-in-chief / Baş editör**  
Mehmet Korkmaz

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

**Layout editor / Dizgi editörü**  
Süleyman Uysal

**Secretary / Sekreteryası**  
Esra Bayar  
Tuğba Yılmaz Aydın

**Publisher / Yayıncı kuruluş**  
SDU Faculty of Forestry – Isparta

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

**Advisory board / Danışma kurulu**

Alois Skoupy, Czech University of Life Science, Czech Republic  
Arif Karademir, Bursa Technical University, Turkey  
Asko Lehtijarvi, Bursa Technical University, Turkey  
Aydın Tüfekçioğlu, Artvin Çoruh University, Turkey  
Aynur Aydın, İstanbul University, Turkey  
Bahar Türkyılmaz Tahta, Ege University, Turkey  
Cemil Ata, Yeditepe University, Turkey  
Ferhat Gökbülak, İstanbul University, Turkey  
Gökhan Abay, Recep Tayyip Erdoğan University, Turkey  
H. Hulusi Acar, 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, Turkey  
Nihat Sami Çetin, İzmir Katip Çelebi University, Turkey  
Nilgöl Karadeniz, Ankara University, Turkey  
Osman Karagözel, Akdeniz University, Turkey  
Sadık Artunç, Mississippi State University, USA  
Veli Ortaççesme, Akdeniz University, Turkey

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

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

CONTENTS

Research

- Researches on hybrid *Phlomis x termessi* P.H. Davis in Göynük province of Antalya  
*Ayşe Gül Sarıkaya, Hüseyin Fakir* ..... 264-268
- Variations in physiological and biochemical traits of drought-stressed *Quercus cerris* seedlings  
*Ayşe Deligöz, Esra Bayar* ..... 269-274
- Anatomical characteristics of evergreen oak (*Quercus* L.) species natural distributed in Turkey  
*Eda Kadem, Hüseyin Fakir* ..... 275-281
- A case study on the account of species-centered medicinal and aromatic plant species richness in Isparta-Yenişarbademli Region woodlands  
*Mehmet Güvenç Negiz, Esra Özge Kurt, Özdemir Şentürk* ..... 282-288
- Distribution areas, morphological and phenological characteristics of some native orchid species in Bucak (Burdur) Province  
*Ebru Hatice Tıǧlı, Hüseyin Fakir* ..... 289-294
- Evaluation of opinions about strategic action plans related forestry and their efficiency in application  
*Ahmet Tolunay, Özgür Balcı, Türkey Türkoǧlu* ..... 295-301
- Route planning based on geographical information systems: Idebessoss Ancient City in Lycia  
*Serdar Selim, Namık Kemal Sönmez* ..... 302-308
- The effects of liquid nitrogen treatment on the some physical and mechanical properties of scots pine and oriental spruce wood  
*Huseyin Yorur, Kadir Kayahan, Muhammed Nuri Günay, Suat Altun, Belgin Şeker* ..... 309-313
- Effects of geothermal hot water treatment on rate of water absorption, modulus of elasticity, compressive strength parallel to grain of Brutian pine wood  
*Ahmet Ali Var, Ömer Ümit Yalçın, Abdulkadir Soygüder* ..... 314-320
- Chemical composition of oriental spruce (*Picea orientalis*) and oak (*Quercus* spp.) barks  
*Oktay Gönültaş, Mualla Balaban Uçar* ..... 321-327
- Volatile compounds of myrtle (*Myrtus communis* L.) leaves and berries  
*İlhami Emrah Dönmez, Halime Salman* ..... 328-332

Review

- Teaching of engineering design in forest engineering program: An evaluation of situation and improvement possibilities in Faculty of Forestry, Istanbul University  
*Kenan Ok* ..... 333-345

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Antalya Göynük Yöresinde hibrit *Phlomis x termessi* P.H. Davis üzerine araştırmalar  
*Ayşe Gül Sarıkaya, Hüseyin Fakir* ..... 264-268
- Kuraklık stresli *Quercus cerris* fidanlarının fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerindeki değişimler  
*Ayşe Deligöz, Esra Bayar* ..... 269-274
- Türkiye’de doğal yayılış gösteren herdem yeşil meşe (*Quercus L.*) türlerinin anatomik özellikleri  
*Eda Kadem, Hüseyin Fakir* ..... 275-281
- Isparta-Yenişarbademli Yöresi ormanlık alanlarında tür merkezli tıbbi ve aromatik bitki tür zenginliğinin hesabı üzerine örnek bir çalışma  
*Mehmet Güvenç Negiz, Esra Özge Kurt, Özdemir Şentürk* ..... 282-288
- Bucak (Burdur) yöresindeki bazı doğal orkide türlerinin yayılış alanları, morfolojik ve fenolojik özellikleri  
*Ebru Hatice Tıgılı, Hüseyin Fakir* ..... 289-294
- Ormancılıkla ilgili eylem planları ve bunların uygulamadaki etkinliğine ilişkin görüşlerin değerlendirilmesi  
*Ahmet Tolunay, Özgür Balcı, Türkey Türkoğlu* ..... 295-301
- Coğrafi bilgi sistemleri tabanlı rota planlama: Likya Bölgesi Idebessos Antik Kenti  
*Serdar Selim, Namık Kemal Sönmez* ..... 302-308
- Sarıçam ve doğu ladini odunlarının bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri üzerine sıvı azot işleminin etkileri  
*Hüseyin Yorur, Kadir Kayahan, Muhammed Nuri Günay, Suat Altun, Belgin Şeker* ..... 309-313
- Jeotermal sıcak su muamelesinin kızılçam odununda su alma oranı, elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci üzerine etkisi: Sakarya yöresinden bir örnek çalışma  
*Ahmet Ali Var, Ömer Ümit Yalçın, Abdulkadir Soygüder* ..... 314-320
- Doğu ladini (*Picea orientalis*) ve meşe (*Quercus spp.*) kabuklarının kimyasal bileşimi  
*Oktay Gönültaş, Mualla Balaban Uçar* ..... 321-327
- Yaban mersini (*Myrtus communis L.*) yaprak ve meyvelerinin uçucu bileşenleri  
*İlhami Emrah Dönmez, Halime Salman* ..... 328-332

Derleme

- Orman mühendisliği programında mühendislik tasarımı öğretimi: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi’nde mevcut durum ve gelişme olanakları üzerine bir değerlendirme  
*Kenan Ok* ..... 333-345



## Researches on hybrid *Phlomis x termessi* P.H. Davis in Göynük province of Antalya

Ayşe Gül Sarıkaya<sup>a,\*</sup>, Hüseyin Fakir<sup>b</sup>

**Abstract:** In this study that was conducted during the vegetation period of 2016, determination to morphological characteristics and volatile components in volatile components in the leaves and flowers of *Phlomis x termessi* P.H. Davis were aimed. For determining to volatile components leaves and flowers were collected from Göynük-Antalya in three different periods that were pre-flowering, flowering and post-flowering periods and volatile components were determined through SPME (solid-phase microextraction method) analysis. 57 different volatile components were identified from *P. x termessi*, while it was also found that the rate of volatile components was higher during the flowering period, and  $\alpha$ -pinene, limonene,  $\beta$ -caryophyllene and germacrene-D were found to be the main components. Furthermore, with a view to measuring the morphological features of *P. x termessi*, width-height of 50 leaf samples and the length of leaf stalks were measured; while the calyx height of 50 calyxes samples collected, the length of calyx teeth, bracteole length and the length of corolla were measured and the mean values were calculated. As result of morphological characteristics, means of leaf length, leaf width, petiole, calyx, calyx teeth, bracteole and corolla were measured as  $4.55\pm 1.65$ ,  $1.78\pm 0.89$ ,  $2.56\pm 1.55$ ,  $1.17\pm 0.18$ ,  $0.35\pm 0.11$ ,  $1.31\pm 0.40$  and  $2.04\pm 0.30$  respectively.

**Keywords:** *Phlomis x termessi*, Hybrid, Morphology, Volatile component, Göynük, Antalya

## Antalya Göynük Yöresinde hibrit *Phlomis x termessi* P.H. Davis üzerine araştırmalar

**Özet:** 2016 yılı vejetasyon döneminde gerçekleştirilen çalışmada, Antalya ili Göynük mevkiinden toplanmış *Phlomis x termessi* P.H. Davis'nin uçucu bileşenlerinin ve morfolojik özelliklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Uçucu bileşenlerin belirlenmesi için yaprak ve çiçekler çiçeklenme öncesi dönem, çiçeklenme dönemi ve çiçeklenme sonrası dönem olmak üzere bir yıl içerisinde 3 farklı zamanda toplanmış ve uçucu bileşenleri SPME (katı tabanlı mikroekstraksiyon yöntemi) analizi ile belirlenmiştir. *P. x termessi*'de 57 farklı uçucu bileşen tespit edilmiş olup, çiçeklenme döneminde bileşen oranının yüksek olduğu ve  $\alpha$ -pinen, limonen,  $\beta$ -karyofilen ve germakren-D ana bileşenler olarak bulunmuştur. Ayrıca *P. x termessi*'nin morfolojik ölçümlerini hesaplamak için bu türe ait 50 yaprak örneğinin en-boy ölçümleri, yaprak sapı uzunluğu; toplanmış olan örneklerle ait kalikslerin boyu, kaliks dişi boyu, brakteol boyu ve korollanın boyu ölçülmüş ve ortalama değerleri belirlenmiştir. Morfolojik ölçümlerin sonucuna göre, ortalama yaprak boyu  $4.55\pm 1.65$ , yaprak eni  $1.78\pm 0.89$ , yaprak sapı uzunluğu  $2.56\pm 1.55$ , kaliks boyu  $1.17\pm 0.18$ , kaliks dişi boyu  $0.35\pm 0.11$ , brakteol boyu  $1.31\pm 0.40$ , ve korolla boyu ise  $2.04\pm 0.30$  olarak ölçülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** *Phlomis x termessi*, Hibrit, Morfoloji, Uçucu bileşen, Göynük, Antalya

### 1. Introduction

Turkey that is located at the intersection between three phytogeographical zones has a high species endemism due to the ecological and geographical differentiation since it is positioned between South European and Southwest Asian floras and the origin and differentiation centre of several genera and sections are located in Asia Minor (Tan, 1992). Approximately 3649 plant taxa out of 11466 that grow naturally in Turkey are endemic. Hundreds of plant species that grow naturally in Turkey including primarily the endemic ones have a very high medicinal and aromatic value (Güner, 2012).

The history of medicinal plants is observed to be as old as the history of humankind. In the last 5000 years, the historical artifacts that remained from all civilizations show that plants were used for the treatment of diseases. Such

civilizations include Assyrians, Sumerians, Hittites, ancient Egyptians and Roman, Greek, Byzantine and Ottoman civilizations from the near history. The use of plants to treat diseases by people dates back to very old times. In ancient China, India, Egypt Iran, Greece and some European countries, people believed that plants had a healing effect while treating the diseases (Başer, 2007). Treatment of diseases with plants has been transferred to our age from very old days. In Turkish history, texts about the Physician Lokman and also the mythological belief that plants could find a cure for death increased the interest of people in these plants that grew naturally and the medicines made from these plants. Cultivation of medicinal plants also contributed to the development of this field of science. By the late 19<sup>th</sup> century, the cultivation of medicinal products lost ground due to the major developments in the field of chemistry;

✉ <sup>a</sup> Suleyman Demirel University, Atabey Vocational School, Isparta, Türkiye

<sup>b</sup> Suleyman Demirel University, Faculty of Forestry, Forest Engineering Department, Isparta, Türkiye

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 29.08.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 03.10.2017



**Citation** (Atıf): Sarıkaya, A.G., Fakir, H., 2017. Researches on hybrid *Phlomis x termessi* P.H. Davis in Göynük province of Antalya. Turkish Journal of Forestry, 18(4): 264-268. DOI: [10.18182/tjf.336425](https://doi.org/10.18182/tjf.336425)

however, it did not diminish the interest in these plants (Erdemir, 1998).

Nearly 20 thousand out of 300 thousand flowery and seedy plants that are registered across the world currently are appropriate for medical purposes, around 4000 herbal drugs are intensively used and especially around 500 of them are traded for commercial purposes (Baydar, 2009).

Aromatic plants are used for several purposes such as tea, spices, seasonings, and volatile components. These components (extracts, etheric oils) and aromatic extracts are commonly used by the fragrance and flavour industries to manufacture perfumes, food additives, cleaning substances, cosmetics and drugs, as the source of aromatic chemicals or as the synthesis initiator of nature identical and semisynthetic beneficial aromatic chemicals (Başer, 2000).

Those medical and aromatic plants that especially contain abundance of volatile components are of great importance. There has been an increased demand to the essential oils in the aromatherapy sector in recent years (Weiss, 1997).

The interest of the people in medicinal and aromatic plants also increased. *Phlomis* L. that is also commonly used by people is a very important medicinal and aromatic plant that is naturally distributed in Turkey and it is one of the genera that have the highest number of species with around 100 species across the world in Lamiaceae family. This genus is distributed across Asia, South Europe and North Europe (Matthiesen et al., 2011). Its leaves and flowers are savory, anti-allergic, diuretic, diarrhoea suppressant, carminative, and used to treat stomach disorders and as pain-killers, anti-diabetic herbal tea and tonic. Moreover, it is also known to be used by people for respiratory tract disorders and haemorrhoids (Harput et al., 2006).

The purpose of this study was to determine the morphological characteristics, essential oil components of *Phlomis x termessi* that is the hybrid of *P. bourgaei x P. lycia* distributed in Antalya-Göynük and the effect of collection at different stages on essential oil components and find the best collection time.

## 2. Material and method

### 2.1. Morphological measurement method for *Phlomis x termessi* P.H. Davis (*P. bourgaei x P. lycia*)

Field studies were conducted in Göynük province (N 36° 44', E 30° 33'; 35 m) of Antalya where *Phlomis x termessi* was distributed and the sampling plots on these locations (Figure 1) were identified in vegetation period of 2016. Then, sampling plots were identified in the dimension of 20 x 20 m and plant samples were collected from these plots to be stored in the herbarium.

*Phlomis x termessi* is a bush that can grow up to the height of 150 cm and has glandular hair or rarely does not have glandular hair. Leaf, flower and calyx samples were collected from the sampling plots in order to determine the morphological characteristics of *P. x termessi*. In order to measure the morphological characteristics of *P. x termessi*, the width-height of 50 samples from each sampling point and the length of leaf stalks were measured with a digital calliper; the width and height of 50 calyxes contained in the collected samples, calyx teeth height, bracteole length and corolla height were also measured.

### 2.2. Method to determine the essential oil components in the leaves and flowers of *Phlomis x termessi* P.H. Davis (*P. bourgaei x P. lycia*)

Samples were collected from the sampling plots that were identified in 3 different vegetation periods which were pre-flowering (April), flowering (June) and post-flowering (August) periods. The leaf and flower samples that were collected were placed in paper packages and transported to the laboratory on the same day without a delay and without exposure to sunlight. The plant materials that were collected were dried at room temperature (25°C). The dried flower and leaf samples of *Phlomis x termessi* were subjected to solid phase microextraction (SPME, Supelco, Germany) with a fibre precoated with a 75 µm-thick layer of Carboxen/Polydimethylsiloxane (CAR/PDMS). 2.0 g of samples newly hand-picked was put into a 10 mL vial, which was then immediately sealed with a silicone septum and a crimp cap. After incubation for 30 min at 60°C, SPME fibre was pushed through the headspace of a sample vial to adsorb the volatiles, and then inserted directly into the injection port of the GC-MS (Shimadzu 2010 Plus GC-MS with the capillary column, Restek Rxi®-5Sil MS 30 m x 0.25 mm, 0.25 µm) at a temperature of 250°C for desorption (5 min) of the adsorbed volatile compounds for analysis. Identification of constituents was carried out with the help of retention times of standard substances by composition of mass spectra with the data given in the Wiley, NIST Tutor, FFNSC library. LRIs (Linear Retention Indices) were calculated by using a series of the standards of C7-C30 saturated n-alkanes (Sigma-Aldrich Chemical Co., USA) for reference in the same column and conditions as described above for GC-MS analysis.

## 3. Results

### 3.1. Morphological characteristics of *Phlomis x termessi* P.H. Davis

In order to measure the morphological characteristics of *Phlomis x termessi*, the width-height of 50 samples from each sampling point and the length of leaf stalks were measured with a digital calliper; the width and height of 50 calyxes contained in the collected samples, calyx teeth height, bracteole length and corolla height were also measured and the mean values were calculated (Table 1).



Figure 1. Collecting site of *Phlomis x termessi* leaves and flowers

Table 1. Measured Values of the Leaves and Calyxes of *Phlomis x termessi* P.H. Davis

Values	<i>Phlomis x termessi</i> P.H. Davis		Mean±std. dev. (cm)
	Minimum (cm)	Maximum (cm)	
Leaf Width	0.6	4.2	1.78±0.89
Leaf Length	1.2	8.0	4.55±1.65
Petiole	0.3	5.5	2.56±1.55
Calyx	1.0	1.6	1.17±0.18
Calyx teeth	0.2	0.6	0.35±0.11
Bracteole	0.9	2.1	1.31±0.40
Corolla	1.5	2.5	2.04±0.30

3.2. Volatile Components in the leaves and flowers of *Phlomis x termessi* P.H. Davis (*P. bourgaei* x *P. lycia*)

Volatile components in the leaves and flowers of *Phlomis x termessi* P.H. Davis collected from Göynük-Antalya in three different periods that were pre-flowering, flowering and post-flowering periods were determined through SPME (solid-phase microextraction method) analysis. 57 different essential oil components were identified from *P. x termessi*, while it was also found that the rate of the essential oil components was higher during the flowering period, and  $\alpha$ -pinene, limonene,  $\beta$ -caryophyllene and germacrene-D were found to be the main components. During the pre-flowering period, the rates of  $\alpha$ -pinene, limonene,  $\beta$ -caryophyllene and germacrene-D were 14.73 %, 17.08 %, 17.16 % and 10.82 %, respectively, while they were 15.12 %, 18.44 %, 19.97 % and 19.53 %, respectively, during the flowering period and 9.67 %, 16.83 %, 18.81 % and 19.25 %, respectively during the post-flowering period.

Table 2. Volatile components in the leaves and flowers of *Phlomis x termessi* P.H. Davis

<i>Phlomis x termessi</i> P.H. Davis					
No	Components	Retention time	Pre-flowering	Flowering	Post-flowering
1.	dimethyl sulfide	1.326	-	-	0.23
2.	2-methylpropanal,	1.435	0.13	-	0.33
3.	2-butenal	1.874	-	-	0.07
4.	3-methylbutanal	1.920	0.17	-	0.17
5.	2-methylbutanal	1.997	0.11	-	0.16
6.	ethyl vinyl ketone	2.184	0.12	-	0.25
7.	2-ethylfuran,	2.344	0.56	-	-
8.	sorbaldehyde	2.392	-	-	0.90
9.	(E)-2-pentenal	3.166	-	-	0.12
10.	n-hexanal	4.090	0.61	1.58	1.14
11.	(E)-2-hexenal	5.515	5.86	7.76	7.22
12.	Z-3-hexenol	5.576	0.35	-	0.31
13.	cis-3-hexene-1-ol	5.654	-	0.87	-
14.	1,2,4,4-tetramethylcyclopentene	5.755	0.15	-	-
15.	3,3-dimethyl-1-phenylbutane	6.435	-	0.52	-
16.	heptanal	7.015	0.26	-	0.20
17.	$\alpha$ -thujene	7.835	2.23	-	1.45
18.	$\alpha$ -pinene	8.060	14.73	15.12	9.67
19.	benzaldehyde	9.042	0.25	-	-
20.	phenylmethanal	9.555	-	0.57	-
21.	$\beta$ -phellandrene	9.610	0.49	-	0.29
22.	$\beta$ -pinene	9.508	1.03	-	0.50
23.	Vinyl amyl carbinol	9.869	0.97	1.09	0.22
24.	$\beta$ -myrcene	10.206	2.89	1.09	2.52
25.	n-octanal	10.708	0.29	-	-
26.	$\alpha$ -phellandrene	10.760	1.21	0.72	1.27
27.	trans-2,4-heptadienal	10.969	0.25	0.34	0.21
28.	p-dichlorobenzene	11.087	-	-	0.21
29.	$\alpha$ -terpinene	11.176	1.71	0.55	1.76
30.	p-cymene	11.469	0.79	-	0.76
31.	limonene	11.693	17.08	18.44	16.83
32.	B-ocimene	11.995	0.48	0.45	0.28
33.	Benzene	11.999	-	1.12	-
34.	1,4-cyclohexadiene	12.876	0.59	-	-
35.	$\gamma$ -terpinene	13.337	-	0.31	-
36.	$\alpha$ -terpinolene	13.811	2.65	0.68	2.30
37.	n-nonanal	14.609	0.78	0.39	0.23
38.	$\alpha$ -cubebene	23.507	6.95	1.24	1.06
39.	$\alpha$ -ylangene	24.360	-	-	0.18
40.	$\alpha$ -copaene	24.468	1.61	0.93	1.40
41.	$\beta$ -bourbonene	24.734	0.56	1.07	0.81
42.	$\beta$ -cubebene	24.897	0.26	1.31	-
43.	B-elemene	24.960	0.25	0.39	0.68
44.	$\alpha$ -gurjunene	25.540	0.37	-	0.36
45.	$\beta$ -caryophyllene	26.000	17.16	19.97	18.81
46.	6-cadina-1	27.321	1.44	-	0.24

<i>Phlomis x termessi</i> P.H. Davis					
No	Components	Retention time	Pre-flowering	Flowering	Post-flowering
47.	$\gamma$ -gurjunene	27.025	0.37	-	-
48.	$\alpha$ -humulene	27.243	1.11	1.95	1.09
49.	epi-bicyclosiquiphellandrene	27.452	0.32	-	1.25
50.	germacrene-D	27.956	10.82	19.53	19.25
51.	(-)- $\alpha$ -muurolene	28.552	0.30	-	0.30
52.	cedr-8-e	28.555	0.28	-	-
53.	$\gamma$ -cadinene	28.975	0.56	-	0.97
54.	$\delta$ -cadinene	29.163	0.90	1.36	1.16
55.	germacrene B	30.394	-	-	2.85
56.	(+)-spathulenol	30.595	-	0.92	-
57.	heptadecane (CAS) n-heptadecane	40.619	-	0.31	-

#### 4. Discussion and conclusion

The size of the leaves of *Phlomis x termessi* P.H. Davis was found to be 1.2-8x0.6-4.2 cm, the leaf stalks were up to 5.5 cm, bracteoles were 0.9-2.1 cm, calyxes were 1.0-1.6 cm, calyx teeth were 0.2-0.3 cm, and corollas were 1.5-2.5 cm. In the study of Dadandı (2002), the leaves of *Phlomis x termessi* were found to be 1.2-7.5x0.5-3.0 cm, leaf stalks were up to 3 cm, bracteoles were 0.7-1.7 cm, calyxes were 1.0-1.5 cm, calyx teeth were 0.05-0.3 cm, and corollas were 2.1-2.9 cm. Those values were different from the leaf size, leaf stalk, bracteole, calyx and corolla values found in our study.

*Phlomis x termessi* was found to have 57 different essential oil components, while the main components were  $\alpha$ -pinene (15.12 %), limonene (18.44 %),  $\beta$ -caryophyllene (19.97 %) and germacrene-D (19.53 %). The literature review showed that there was no study conducted to determine the essential oil components of *P. x termessi* that is the hybrid of *P. bourgaei* and *P. lycia*. However, any studies about volatile components of this hybrid, there are studies conducted to determine the essential oil components of *P. bourgaei* and *P. lycia*. Sarıkaya (2015) identified 62 essential components of *P. bourgaei* through SPME analysis, while the main components of *P. bourgaei* were found to be  $\alpha$ -cubebene (%16.04),  $\beta$ -caryophyllene (%21.98) and germacrene-D (%15.12). Sarıkürkçü et al. (2013) conducted this study in order to determine the chemical components and antioxidant potentials of the essential oil derived from the endemic species *P. bourgaei* used as household remedy in Turkey through hydro-distillation. They found that the most important and dominant components were  $\beta$ -caryophyllene (%37.37), (Z)- $\beta$ -farnesene (%15.88) and germacrene-D (%10.97). Başer et al. (2008) found that germacrene-D (%11.3) and  $\beta$ -caryophyllene (%11.2) were the main components of *P. bourgaei*. The other studies also found that  $\beta$ -caryophyllene and germacrene-D were the main components. Contrary to the abovementioned studies, we also found  $\alpha$ -pinene and limonene were among the main components in our study. Sarıkaya (2015) identified 62 essential oil components of *P. lycia* through SPME analysis while the main components of *P. lycia* were limonene (%17.68),  $\beta$ -caryophyllene (%23.66) and germacrene D (%21.88). Sarıkaya and Fakir (2017) identified 57 different essential oil components in *P. lycia*, while the main components were found to be (E)-2-hexenal (%8.35), (E)- $\beta$ -farnesene (%10.05) and germacrene-D (%45.73). Studies showed that Limonene,  $\beta$ -caryophyllene and germakren-D were the main components. Unlike these

studies, we also found that  $\alpha$ -pinene was among the main components in our study.

The morphological characteristics and essential oil components of *Phlomis x termessi* P.H. Davis were identified in our study. Moreover, the essential oil components of the samples collected during three different vegetation periods were identified and it was found that the rate of the components was higher during the flowering period. Therefore, the collection time was also determined for the collectors. In conclusion, there is a need for further studies on hybrid species. They will contribute to the improvement of knowledge on flora and morphological characteristics. Moreover, the areas where these plants can be used will also be determined through the identification of essential oil components.

#### References

- Başer, K.H.C., 2000. The bright future of essential oils. Medicinal and Aromatic Plants Bulletin, 15: 20-34.
- Başer, K.H.C., 2007. Medical plants and health, www.derki.com/hekim/tubbi-bitkiler-ve-sagligimiz.
- Başer, K.H.C., Demirci, B., Dadandı, M.Y., 2008. Comparative essential oil composition of the natural hybrid *Phlomis x vuralii* Dadandı (Lamiaceae) and its parents. Journal of Essential Oil Research, 20: 57-62.
- Baydar, H., 2009. Medical and Aromatic Plant Science and Technology. Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Dadandı, M.Y., 2002. The Revision of the genus *Phlomis* L. (Lamiaceae) of Turkey. PhD Thesis, Gazi University, Ankara.
- Demirhan Erdemir, A., 1998. Horse Chestnut and Prepagel The Wonder of Nature. Nobel Press, Istanbul.
- Güner, A., 2012. A Checklist of the Flora of Turkey (Vascular Plants). Nezahat Gökyiğit Botanical Garden Press., Istanbul.
- Harput, Ü.Ş., Çalış, İ., Saraçoğlu, İ., Dönmez, A.A., Nagatsu, A., 2006. Secondary metabolites from *Phlomis syriaca* and their antioxidant activities. Turkish Journal of Biology, 30: 383-390.
- Mathiesen, C., Scheen, A.C., Lindqvist, C., 2011. Phylogeny and biogeography of the lamioid genus *Phlomis* (Lamiaceae). The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew, 66: 83-89.
- Sarıkaya, A.G., 2015. Effects of different collecting periods and some habitat properties on volatile components of natural *Phlomis* L.(Lamiaceae) taxa in the Lakes district. PhD. Thesis, Suleyman Demirel University, Isparta.
- Sarıkaya, A.G., Fakir, H., 2017. The volatile components of *Phlomis lycia* D. Don and *Phlomis leucophracta* P.H.

- Davis & Hub.-Mor. species natural distributed in Göynük district of Antalya province. I. International Congress on Medicinal and Aromatic Plants "Natural and Healthy Life", 10-12 May 2017, Konya, p. 624.
- Sarikürkçü, C., Özer, M.S., Çakır, A., Eskici, M., Mete, E., 2013. GC/MS Evaluation and In Vitro Antioxidant Activity of Essential Oil and Solvent Extracts of an Endemic Plant Used as Folk Remedy in Turkey: *Phlomis bourgaei* Boiss. Hindawi Publishing Corporation Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2013, 7s.
- Tan, A. 1992. Plant diversity and plant genetic resources in Turkey. Anadolu Journal of AARI, 2: 50-64.
- Weiss, E.A., 1997. Essential oil crops. The Journal of Agricultural Science, 129: 121-123.

## Kuraklık stresli *Quercus cerris* fidanlarının fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerindeki değişimler

Ayşe Deligöz<sup>a\*</sup>, Esra Bayar<sup>a</sup>

**Özet:** Saçlı meşe, ülkemizde kurak ve yarı kurak bölge ağaçlandırmalarında kullanılacak türler arasında yer almaktadır. Saçlı meşenin kuraklığa nasıl bir tepki verdiğini anlamak, türün stres toleransının geliştirilmesine ve ağaçlandırma programlarının başarısına katkı sağlayabilir. Bu çalışmada, 1+0 yaşındaki tüplü saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanlarının kuraklık stresine tepkisi araştırılmıştır. Kontrollü koşullarda, kuraklık stresi uygulanan fidanlar bir ay süresince susuz bırakılırken, kontrol fidanları stres denemesi süresince düzenli olarak sulanmıştır. Kuraklık stres denemesi süresinde 0, 7, 14, 21 ve 30. günlerde hem kontrol hem de kuraklık stresi işlem grubundan örneklenen fidanlar üzerinde gövde ksilem su potansiyeli, stoma iletkenliği ve toplam çözünebilir şeker içeriği belirlenmiştir. Ayrıca, hacimsel toprak nem içeriği tespitleri de yapılmıştır. Sonuç olarak, ksilem su potansiyeli, stoma iletkenliği ve toplam çözünebilir şekerler bakımından kontrol ve kuraklık stresli fidanlar arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Kuraklık stresi toprak nem içeriğini oldukça düşürmüştü ve buna bağlı olarak da stres altındaki saçlı meşe fidanlarının ksilem su potansiyeli kontrol fidanlarından daha düşük bulunmuştur. Kuraklık stresi, toplam çözünebilir şeker birikimini arttırmış, stoma iletkenliğini düşürmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Saçlı meşe, Kuraklık stresi, Ksilem su potansiyeli, Stoma iletkenliği, Çözünebilir şeker

## Variations in physiological and biochemical traits of drought-stressed *Quercus cerris* seedlings

**Abstract:** Turkey oak is among the species that can be used for the afforestations in the semi-arid and arid regions of Turkey. Understanding how the Turkey oak responds to drought could contribute to improve stress tolerance and to the success of afforestation programs of species. In this study, the response of one-year-old seedlings of Turkey oak (*Quercus cerris* L.) to the drought stress was investigated. Under controlled conditions, the seedlings in the control group were regularly irrigated during the stress experiment, while drought-stressed seedlings were subjected to drought stress by withholding irrigation for 30 days. Both control and drought-stress treatment groups were sampled on days 0, 7, 14, 21 and 30, and their stem xylem water potential, stomatal conductance and total soluble sugars were determined. In addition, the volumetric soil moisture content was also determined. As a result, significant differences were found in xylem water potential, stomatal conductance and total soluble sugar between the control and drought-stressed seedlings. Drought stress significantly reduced soil moisture content and consequently, xylem water potential of the drought-stressed oak seedlings were lower than the control seedlings. Drought stress decreased stomatal conductance, but significantly increased accumulations of total soluble sugars.

**Keywords:** Turkey oak, Drought stress, Xylem water potential, Stomatal conductance, Soluble sugar

### 1. Giriş

Orman ağaçları uzun yaşamları boyunca değişen çevre koşulları ile mücadele etmek zorunda kalırlar (Valero-Galván vd., 2013). Bu yaşam döngüleri boyunca büyüme ve gelişmelerini olumsuz yönde etkileyecek birçok biyotik ve abiyotik stres faktörü ile karşılaşılırlar. Abiyotik stres faktörleri arasında kuraklık en önemli çevresel streslerden birisidir. Suyun varlığı bitkilerin büyüme, gelişme ve dağılımını sınırlayan kritik bir faktördür. Kuraklık stresine bitkilerin cevabı, gelişim aşaması, stresin seviyesi ve süresi, ve bitkinin tolerans kapasitesi gibi çeşitli faktöre bağlıdır (Clua vd., 2009). Bitkiler su alımını artırarak veya su kaybını azaltarak su stresinden kurtulabilirler (Arndt vd., 2001). Su stresine maruz kalan bitkiler hücre turgorlarını koruyabilmek için hücreleri içinde bazı organik çözümleri biriktirerek osmotik potansiyellerini düzenlerler (Göksoy ve

Turan, 1991). Osmotik ayarlama, hücre ortamının su potansiyelindeki düşüşe yanıt olarak hücrede inorganik ve organik çözünen maddelerin aktif olarak birikmesini sağlar (Sánchez vd., 2004). Kuraklık stoma iletkenliğini de değiştirebilir (Augé vd., 1998). Stoma iletkenliğinde meydana gelen değişimler, transpirasyon oranını değiştirerek yaprak su potansiyelinde değişikliklere neden olmaktadır (Farquhar ve Sharkey, 1982; Fort vd., 1997). Kuraklığın artması ile birlikte yaprak su potansiyeli, stoma iletkenliği ve bununla birlikte CO<sub>2</sub> asimilasyon oranı da azalmaktadır (Priwitzer vd., 2014). Bitkiler kuraklık stresinin neden olduğu olumsuz etkileri azaltmak veya engellemek amacıyla çeşitli savunma mekanizmalarına sahiptir (Çalikoğlu, 2002). Bazı türler, kuraklık altında yaprak alanını küçültme ve kalın kutikula gibi hayatta kalmayı sağlayabilecek adapte olma özelliği geliştirmişlerdir (Epron vd., 1993). Örneğin, meşeler

✉ <sup>a</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 02.06.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 31.10.2017



**Citation** (Atıf): Deligöz, A., Bayar, E., 2017. Kuraklık stresli *Quercus cerris* fidanlarının fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerindeki değişimler. Turkish Journal of Forestry, 18(4): 269-274.  
DOI: [10.18182/tjf.318318](https://doi.org/10.18182/tjf.318318)



(*Quercus* sp.) kuraklık toleransı olan bitkilerdir ve kuraklığa toleransı daha düşük olan bitkilerin gelişiminin engellendiği alanlarda yaşamlarını sürdürebilirler (Johnson vd., 2002).

Meşeler, ülkemizde toplam 18 doğal türü ile yaklaşık 5.9 milyon hektarlık yayılış alanına sahiptir (OGM, 2015). Geniş yayılış alanına sahip meşe türleri arasında yer alan saçlı meşenin (*Quercus cerris* L.), Kuzey doğu ve Doğu Anadolu hariç ülkemizin hemen her bölgesinde doğal yayılışı bulunmaktadır. Dolayısıyla da ormancılık faaliyetlerinde özellikle ağaçlandırma çalışmalarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Saçlı meşe, kurak ve yarı kurak bölge ağaçlandırmalarında tercih edilen türler arasında yer almaktadır (Boydak ve Çalışkan, 2014). Kurak ve yarı kurak bölgelerde yapılan ağaçlandırma çalışmalarında fidanların tutma başarısı oldukça önemlidir. Uluslararası literatürde birçok çalışmada meşe türlerinin kuraklığa uyumu bildirilmiştir. Bununla birlikte abiyotik streslere uyum derecesi familia, cins hatta tür içinde bile çeşitlidir (Franco et al., 2006). Nitekim meşe türleri su azlığını tolere etme durumlarına göre geniş varyasyon ve coğrafik aralıkta dağılırlar (Epron vd., 1993). Halbuki diğer meşe türlerimizde olduğu gibi saçlı meşe türümüzün doğal populasyonlarında kuraklık stresi veya yarı kurak alanlardaki kullanımı konusunda yapılmış bilimsel çalışmalar oldukça azdır. Bu konuda son zamanlarda saçlı meşe türünün yarı kurak alanlarda kullanımı (Toprak vd. 2016) ve yarı kurak alanlarda kullanılacak mikorizalı fidan üretimi (Tüfekçi vd. 2016) konusunda bazı çalışmalar yapılmıştır. Günümüzde en popüler çalışma sahalarından biri haline gelmiş olan biyoteknolojide, bitkilerin stres koşullarına karşı adaptasyonunun ve direncinin artırılması, öncelikle bitkilerde stres etkilerinin net anlaşılmasına bağlıdır. Bu açıdan kuraklık stresinin tür üzerindeki etkilerine ilişkin çalışmaların artırılması faydalı olacaktır (Büyük vd., 2012). Özellikle fidanın tesis aşamasında görülen yüksek ölüm oranları nedeniyle fidan aşamasında su stresine adaptasyondaki farklılıkları çalışmak daha da önemlidir. Bu çalışmada, 1+0 yaşındaki tüplü saçlı meşe fidanlarında ksilem su potansiyeli, stoma iletkenliği ve toplam çözünebilir şeker içeriğindeki değişimler dikkate alınarak türün kuraklık stresine tepkisi araştırılmıştır. Bu çalışma ile saçlı meşe türünde stresle ilişkili mekanizmaların aydınlatılmasına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Bitki materyali ve deneme kuruluşu

Manisa orijinli saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) tohumları, İzmir Orman Bölge Müdürlüğü, Muradiye Orman Fidanlık Müdürlüğü sınırları içerisinde kalan 2912 nolu tohum toplama sahasından (Enlem 38° 19' 76", Boylam 28° 17' 58", Bakı: Doğu, Yükselti: 850 m) 2013 yılı kasım ortasında toplanmıştır. Tohumlara yüzdürme testi uygulanmış ve içi boş, çürük olan tohumlar mümkün olduğunca ayıklanmıştır. Tohumlar ekim tarihine kadar soğuk saklamada 4 °C'de bekletilmiş ve ardından Eğirdir Orman Fidanlığında (Enlem 37° 53', Boylam 30° 52', Yükselti: 926 m) 13 Şubat 2014 tarihinde orman toprağı ve humus karışımı (3:1) içeren 12x25 cm boyutundaki polietilen tüplere ekilmiştir. Fidanlık koşulları altında yetiştirilen fidanlar arasından benzer büyüklükteki 180 adet

fidan haziran sonunda, kuraklık stresi denemesinin kurulacağı kontrollü bitki büyüme odasına taşınmıştır. Fidanlarının oda koşullarına adaptasyonunu sağlamak amacıyla bütün fidanlar bir hafta süresince her iki-üç günde bir sulanmıştır. Temmuz başında fidanların yarısı kuraklık stresi denemesi için, kalan yarısı da kontrol işlemi için ayrılmıştır. Kuraklık stresi uygulanan fidanlar bir ay süresince susuz bırakılmıştır. Kontrol fidanları ise stres denemesi süresince düzenli olarak sulanmıştır. Stres periyodu süresince bitki büyüme odasının sıcaklığı (°C) ve bağıl nemi (%) bir datalogger (model ebro; EBI 20-TH) yardımıyla takip edilmiştir. Stres deneyi süresinde oda içi ortalama nispi nem % 55-80 arasında değişirken, ortalama sıcaklık 19-25 °C arasında seyretmiştir. Aydınlatma 16 saat gündüz, 8 saat gece şeklinde uygulanmıştır.

### 2.2. Fizyolojik ve biyokimyasal ölçümler

Kuraklık stresi denemesi süresinde 0, 7, 14, 21 ve 30. günlerde hem kontrol hem de kuraklık stresi işlem grubundan örneklenen 6 fidan üzerinde ksilem su potansiyeli ( $\Psi_w$ ), stoma iletkenliği, toplam çözünebilir şeker analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, toprak nem içeriği tespitleri de yapılmıştır. Ksilem su potansiyeli ( $\Psi_w$ ) ölçümleri 6 tekerrürlü olarak kök boğazı seviyesinden kesilmiş sürgün örneklerinde bitki basınç odası cihazı (Model 600; PMS Instruments, Corvallis, Oregon) kullanılarak 08:00 ile 08:30 saatleri arasında yapılmıştır. Aynı ölçüm periyodu süresince her iki işlem grubunda büyüme ortamının toprak nem %'si, Fieldsout TDR 100 cihazı (Spectrum Technologies Inc., USA) ile 0-12.5 cm derinlikte 6 tekerrürlü ölçülmüştür. Stoma iletkenlik ölçümleri ( $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) her iki işlem grubunda 6 ayrı fidanda tam gelişmiş bir adet üst yaprakta bir difüzyon steady-state porometer (Decagon Devices Leaf Porometer SC-1) ile öğle saatlerinde (13:00-14:00) alınmıştır.

Toplam çözünebilir şeker analizleri için 0, 7, 14, 21 ve 30. günlerde alınan fidanların tam olgunlaşmış yaprakları 65 °C de 48 saat kurutulmuştur. Kurutulan örnekler bir kahve öğütücü yardımıyla öğütülmüştür. Her iki işlem grubundan alınan üç tekrarlı kuru örneklerde toplam çözünebilir şeker analizi yapılmıştır (Dubois vd., 1956).

### 2.3. Veri analizi

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri için SPSS 20.0 istatistik paket programı kullanılmıştır. Ksilem su potansiyeli, stoma iletkenliği ve toplam çözünebilir şeker içerikleri bakımından kontrol ve kuraklık stresli fidanlar arasındaki farklılıklar Student's t testi ile  $p < 0.05$  önem düzeyinde belirlenmiştir. Her iki işlem grubunda ilgili parametrelerde kuraklığa maruz kalma süresinin etkisi varyans analizi ve takiben Duncan testi ile denetlenmiştir. Sonuçların sunumu, ortalama ve ortalamanın standart hatası şeklinde verilmiştir. Özellikler arasındaki ilişkileri belirleyebilmek amacıyla korelasyon analizi uygulanmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1. Deney süresince toprak nem içeriği

Kuraklık stresi denemesi süresince toprağın hacimsel su içeriğindeki değişimler Şekil 1'de gösterilmiştir. Kuraklık

denemesinin 0. ve 7. günlerinde, kontrol ve kuraklık işlemlerinin hacimsel su içerikleri benzer bulunmuştur. Denemenin 14. gününden itibaren kuraklık stresi işleminde hacimsel su içeriği iyi sulanan kontrol işleminden önemli şekilde daha düşüktür ( $P<0.001$ ). Kontrol işleminde hacimsel nem içeriği %27 ile %66 arasında seyrederken, kuraklık stresi işleminde hacimsel nem içeriği % 11'e kadar düşmüştür.

### 3.2. Ksilem su potansiyeli

Hem kontrol hem de kuraklık stresli fidanların sürgün ksilem su potansiyelleri kuraklık denemesi süresince önemli farklılıklar göstermiştir ( $P<0.001$ ). Kuraklık stresli meşe fidanlarında ölçülen ksilem su potansiyelinin 0. günde -0.84 MPa olan değerinin deneme süresince yavaş yavaş düşerek 30. günde -1.73 MPa değerine ulaştığı görülmüştür. Kontrol fidanlarında ise bu değerler -0.56 MPa ile -1.01 MPa arasında değişmiştir (Şekil 2). Kuraklık stres denemesinin 7. gününden itibaren iyi sulanan kontrol ile kuraklık stresli meşe fidanlarının sürgün ksilem su potansiyelleri arasında istatistiksel anlamda önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $P<0.05$ ).

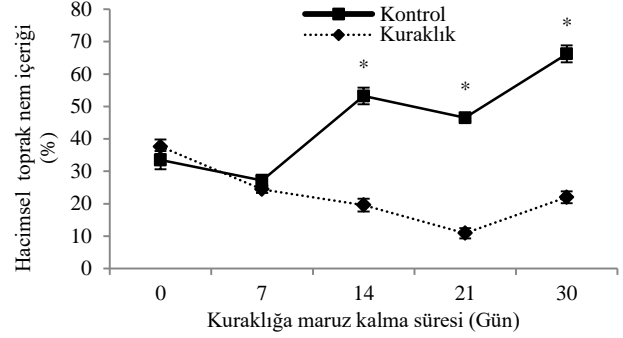
### 3.3. Stoma iletkenliği

Kuraklığa maruz kalma süresi kuraklık stresli meşe fidanlarının stoma iletkenliği değerlerinde önemli bir farklılığa neden olmuştur (Şekil 3). Kuraklık stresinin 7. gününden itibaren kuraklık stresli fidanlarda stoma iletkenliği değerinde bir azalma tespit edilmiş olsa da, 0. günden 14. güne kadar stoma iletkenliği değerleri arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Kuraklık stresli fidanlarda stoma iletkenliği değerinde 21. günden itibaren görülen düşüşler istatistiksel anlamda önemli ve en düşük stoma iletkenliği değeri 30. günde tespit edilmiştir. Kontrol grubu fidanlarında da benzer bir düşüş görülmekle birlikte bu düşüş istatistiki olarak 21. günde önemlidir. Kontrol fidanlarında stoma iletkenliği değeri 21. ve 30. günlerde nispeten sabit kalmıştır. Kuraklık stresli fidanların stoma iletkenliği değerleri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında sadece denemenin 30. gününde kuraklık stresli fidanların stoma iletkenliği değeri kontrol fidanlarından istatistiksel anlamda daha düşük bulunmuştur (Şekil 3).

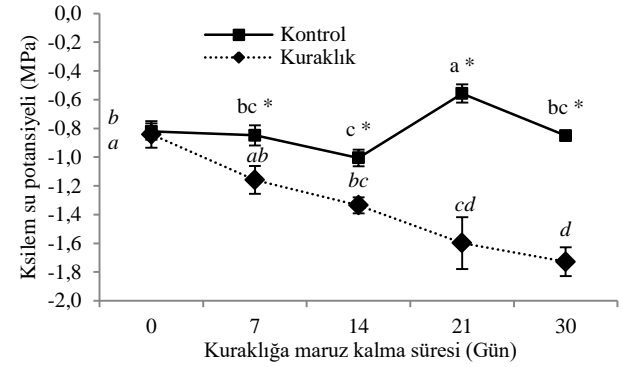
### 3.4. Toplam çözünbilir şekerler

Kuraklık periyodu süresince kuraklık stresli fidanların yapraklarındaki şeker içeriğindeki değişimler istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır (Şekil 4). Bununla birlikte, kontrol ve kuraklık stresli meşe fidanları arasında yaprak toplam çözünbilir şeker içeriği bakımından kuraklık denemesinin 7. gününden itibaren önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $P<0.01$ , Şekil 4). Kuraklık stresli meşe fidanlarının yapraklarındaki toplam çözünbilir şeker içeriği kontrol fidanlarından oldukça yüksektir. Ayrıca, deneme süresince hem kontrol hem de kuraklık stresli fidanların kök şeker içeriğindeki değişimler önemli bulunmuştur. Köklerdeki yüksek şeker birikimi kuraklık stresli fidanlarda denemenin 21. ve 30. günlerinde belirlenmiştir. Kontrol fidanlarında ise deneme süresince en yüksek şeker içeriği denemenin başlangıcında tespit edilmiştir. Bununla birlikte,

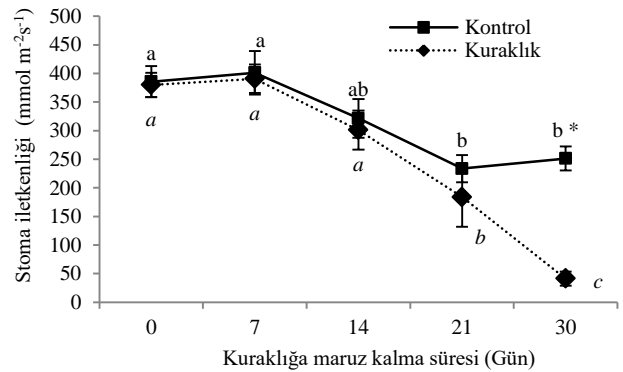
kök toplam çözünbilir şeker içeriği bakımından kontrol ve kuraklık stresli fidanlar arasında sadece 14. ve 30. günlerde önemli farklılık belirlenmiştir ( $P<0.01$ ). Söz konusu günlerde kuraklık stresli fidanların köklerindeki şeker birikimi iyi sulanan kontrol fidanlarından daha yüksektir (Şekil 4).



Şekil 1. Kuraklık stresi altındaki saçlı meşe fidanlarının toprak nem içerikleri (n=6), \* işareti her bir ölçüm zamanında iki işlem arasındaki önemli farklılıkları gösterir ( $p < 0.001$ ).

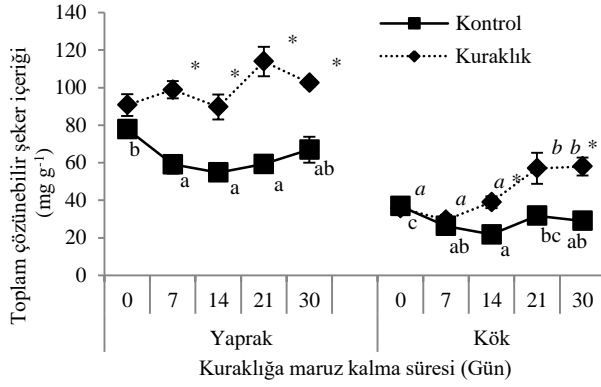


Şekil 2. Kuraklık stresi altındaki saçlı meşe fidanlarının ksilem su potansiyeli (n=6), Farklı harfler (italik harfler kuraklık işleminde, normal harfler kontrol işleminde) dönemler arasındaki önemli farklılıkları gösterir. \* işareti her bir ölçüm zamanında iki işlem arasındaki önemli farklılıkları gösterir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 3. Kuraklık stresi altındaki saçlı meşe fidanlarının stoma iletkenliği (n=6), Farklı harfler (italik harfler kuraklık işleminde, normal harfler kontrol işleminde) dönemler arasındaki önemli farklılıkları gösterir. \* işareti her bir ölçüm zamanında iki işlem arasındaki önemli farklılıkları gösterir ( $p < 0.001$ ).





Şekil 4. Kuraklık stresi altındaki saçlı meşe fidanlarının yaprak ve köklerindeki toplam çözünebilir şeker içeriği (n=3), Farklı harfler (italik harfler kuraklık işleminde, normal harfler kontrol işleminde) dönemler arasındaki önemli farklılıkları gösterir. \* işareti her bir ölçüm zamanında iki işlem arasındaki önemli farklılıkları gösterir (p< 0.01).

### 3.5. Özellikler arasındaki ilişkiler

Çalışılan özellikler arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, kuraklık stresli fidanlarda ksilem su potansiyeli ile stoma iletkenliği arasında pozitif yönlü güçlü bir ilişki belirlenmiştir ( $r= 0.906$ ,  $p =0.034$ ). Kontrol fidanlarında ksilem su potansiyeli ile stoma iletkenliği arasındaki ilişki ise istatistiksel anlamda önemsizdir. Hem kontrol hem de kuraklık stresli fidanlarda çalışılan diğer özellikler arasındaki ikili ilişkiler de önemsiz bulunmuştur.

## 4. Tartışma ve sonuç

Kuraklık stresi bitkilerde morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler yönlerden bazı değişimlere neden olmaktadır. Bu çalışmada, sulanan (kontrol) ve kuraklık stresi uygulanan saçlı meşe fidanların bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri arasında karşılaştırma yapılarak türün kuraklığa tepkisi değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, ksilem su potansiyeli, stoma iletkenliği ve toplam çözünebilir şekerler bakımından kontrol ve kuraklık stresli fidanlar arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Kuraklık stresi toprak nem içeriğini oldukça düşürmüştü ve buna bağlı olarak da stres altındaki saçlı meşe fidanların ksilem su potansiyeli kontrol fidanlarından daha düşük bulunmuştur. Kuraklık stresi denemesinin başında  $-0.84$  MPa olan ksilem su potansiyeli değerinin kuraklık stresli fidanlarda denemenin 30. gününde  $-1.73$  MPa'ya kadar düştüğü görülmüştür. Kontrol fidanlarında ise bu değerler  $-0.56$  MPa ile  $-1.01$  MPa arasında seyretmiştir. Benzer şekilde su stresi *Acacia ehrenbergiana* Hayne ve *Acacia tortilis* subsp. *raddiana* fidanlarında yaprak su potansiyelini azaltmıştır (Atta vd., 2012). Kuraklık stresli *Fraxinus velutina* Torr ve *Quercus lobata* Née türlerinde de günortası su potansiyelinin kontrol fidanlarından daha çok negatif değere sahip olduğu belirlenmiştir (Balok ve Hilaire, 2002). Yine *Quercus variabilis* Bl türünde kuraklık stresinin artması ile yaprak su potansiyelinin azaldığı tespit edilmiştir (Wu vd., 2013).

Kuraklık stresli fidanlarda ksilem su potansiyelinde olduğu gibi stoma iletkenlik değerinin de kuraklığa maruz kalma süresinin uzunluğuna bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. İki yaşındaki *Quercus frainetto* Ten., *Quercus pubescens* Willd., *Quercus macrolepis* Kotschy ve *Quercus ilex* L. fidanlarında kuraklık stoma iletkenliğinde önemli bir azalmaya neden olmuştur (Fotelli vd., 2000). *Pistacia lentiscus* türünde kurak koşullar altında sürgün gelişimi, stoma iletkenliği ve transpirasyon önemli bir şekilde azalmıştır (Vasques vd., 2016). Aynı şekilde kentsel alanda yetişen ve sulama yapılmayan *Quercus robur* and *Carpinus betulus* L. fidanlarında stoma iletkenliği azalmıştır (Stojnić vd., 2016). Stoma iletkenliğindeki bu düşüş, atmosferik evaporasyonun yüksek olduğu zamanlarda su kaybının sınırlanmasını sağlayan Akdeniz türlerinin genel bir özelliği olarak yorumlanmıştır (Acherar ve Rambale, 1992). Ayrıca, kontrol grubu fidanlarının stoma iletkenliği değerlerinde de 21. günde istatistiksel anlamda önemli bir düşüş görülmüştür. Düzenli sulama uygulandığı halde kontrol fidanlarında görülen bu düşüş, çalışmanın yürütüldüğü iklim odasında fidanların stomalarını kapatmasına neden olacak bazı olumsuz koşullardan (Aşırı sulama, havalandırma problemi (CO<sub>2</sub> konsantrasyonu), böcek/mantar zararı vb.) kaynaklanmış olabilir. Nitekim Jones (1992) sıcaklık, nispi nem, CO<sub>2</sub> konsantrasyonu, ışık şiddeti gibi çevresel faktörlerin, stoma iletkenliğini değiştirdiğini ifade etmiştir. Çalışmamızda kuraklık stresli fidanların ksilem su potansiyeli ile stoma iletkenlikleri arasında güçlü bir ilişki belirlenmiştir ( $r= 0.906$ ,  $p =0.034$ ). Bu durum azalan su potansiyeline paralel olarak stoma iletkenliğinin de azaldığını göstermektedir. Benzer bir ilişki kurak koşullar altında *Q. frainetto*, *Q. pubescens* ve *Q. macrolepis* türlerinde Fotelli vd. (2000) tarafından, *Q. cerris* ve *Q. frainetto* türlerinde ise Manes vd. (2006) tarafından belirlenmiştir.

Yüksek konsantrasyonlarda çözünebilir şeker, çözünebilir protein, potasyum, klor birikimi turgor bakımına ve kuraklık toleransını arttırmaya yardımcı olur (Sayed vd., 2013). Organik çözünenler, özellikle çözünebilir şekerler kurakçıl bitkilerde kuraklığa adaptasyonda önemli bir rol oynar (Alkhail ve Moftah, 2011). Bu çalışmada kuraklık denemesinin 7. gününden itibaren kontrol fidanları ile karşılaştırıldığında kuraklık stresli meşe fidanlarının yapraklarındaki toplam çözünebilir şeker içeriğinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kuraklık stresli fidanların köklerinde de şeker birikimi dikkat çekmektedir. Köklerdeki yüksek şeker birikimi denemenin 14. gününden itibaren görülmekte olup, 30. günde en yüksek değere ulaşmıştır. Dolayısıyla, kuraklık stresinin artışına bağlı olarak deneme sonuna doğru köklerdeki şeker birikiminin arttığını söyleyebiliriz. Beş yaşındaki *Quercus pubescens* bireylerinde iyi sulanan kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, kuraklık stresli bireylerin yapraklarında çözünebilir şeker miktarının önemli şekilde arttığı belirlenmiştir (Holland vd., 2016). Daha bir çok çalışmada da kuraklık stresi koşullarında şeker birikiminin gerçekleştiği tespit edilmiştir (Wu vd., 2013; Morales vd., 2013; Maguire ve Kobe, 2015).

Sonuç olarak, kuraklık stresli saçlı meşe fidanları su açığı koşulları altında bitkinin toleransına katkıda bulunduğu bilinen toplam çözünebilir şekerleri hem yaprak hem de köklerinde biriktirmişlerdir. Kuraklık stresi stoma iletkenliği üzerinde negatif bir etkiye sahiptir. Meşe

fidanlarının kurak koşullar altında toplam çözünebilir şeker birikimiyle osmotik ayarlamayı gerçekleştirerek kuraklığa tolerans mekanizması gösterdikleri söylenebilir. Ayrıca, stoma iletkenliği ile ksilem su potansiyelinin paralel azalması su açığı koşullarında ihtiyatlı su kullanımını gösteren türün karakteristik bir cevabıdır (Manes vd., 2006). Bu mekanizmalar yayılış alanlarındaki tipik mevsimsel kuraklık periyodunun üstesinden gelmede saçlı meşe fidanları için oldukça önemli özelliklerdir.

## Kaynaklar

- Acherar, M., Rambale, S., 1992. Comparative water relations of four Mediterranean oak species. *Vegetatio*, 99(100): 177-184.
- Alkhail, M.S.A., Moftah, A.E., 2011. Adaptation mechanisms of some desert plants grown in central region of Saudi Arabia. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 1(11):462-470.
- Arndt, S.K., Clifford, S.C., Wanek, W., Jones, H.G., Popp, M., 2001. Physiological and morphological adaptations of the fruit tree *Ziziphus rotundifolia* in response to progressive drought stress. *Tree Physiology*, 21:705-715.
- Atta, H.A.E., Aref, İ.M., Ahmed, A.İ., Khan, P.R., 2012. Morphological and anatomical response of *Acacia ehrenbergiana* Hayne and *Acacia tortilis* (Forssk) Haynes subsp. *raddiana* seedlings to induced water stress. *African Journal of Biotechnology*, 11(44): 10188-10199.
- Augé, R.M., Xiangrong, D., Croker, J.L., Witte, W.T., Green, C.D., 1998. Foliar dehydration tolerance of twelve deciduous tree species. *J. Expt. Bot.*, 49: 753-759.
- Balok, C.A., Hilaire, R.S., 2002. Drought responses among seven southwestern landscape tree taxa. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 127: 211-218.
- Boydak, M., Çalışkan, S., 2014. Ağaçlandırma (Tohum, Ağaç Islahı, Fidanlık, Doğaya Yakın Ormancılık, Alan Hazırlığı, Ekim, Dikim, Yarı Kurak, Kurak Alanlar, Endüstriyel Ağaçlandırmalar, Karstik Alanlar, Özet Nitelikli Ağaçlandırmalar), Ogem-Vak., İstanbul.
- Büyük, İ., Soydam Aydın, S., Aras, S., 2012. Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Türk Hij. Den. Biyol. Derg.*, 69(2): 97-110.
- Clua, A., Paez, M., Orsini, H., Beltrano, J., 2009. Incidence of drought stress and rewatering on *Lotus tenuis*. Effects on cell membrane stability. *Lotus Newsletter*, 39(1):21-27.
- Çalikoğlu, M., 2002. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) orijinlerinin kuraklığa karşı reaksiyonlarının ekofizyolojik analizi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., Smith, F., 1956. Calorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28: 350-356.
- Epron, D., Dreyer, E., Aussenac, G., 1993. A comparison of photosynthetic responses to water stress in seedlings from 3 oak species: *Quercus petraea* (Matt), *Q. rubra* L. and *Q. cerris* L. *Ann.Sci. For.*, 50(1):48-60.
- Farquhar, G.D., Sharkey, T.D., 1982. Stomatal conductance and photosynthesis. *Annu.Rev.Plant.Physiol.*, 33:317-345.
- Fort, C., Fauveau, M.L., Muller, F., Pabel, P., Granier, A., Dreyer, E., 1997. Stomatal conductance, growth and root signaling in young oak seedlings subjected to partial soil drying. *Tree physiol.*, 17: 281-289.
- Fotelli, M.N., Radoglou, K.M., Constantinidou, H.I.A., 2000. Water stress responses of seedlings of four Mediterranean oak species. *Tree Physiology*, 20:1065-1075.
- Franco, J.A., Sánchez-Martínez, J.J., Fernández, J.A., Bañón, S., 2006. Selection and nursery production of ornamental plants for landscaping and xerogardening in semi-arid environments. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(1):3-17.
- Göksoy, A.T., Turan, Z.M., 1991. Kuraklığın bitki morfolojisi ve fizyolojisi üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8:189-199.
- Holland, V., Koller, S., Lukas, S., Brüggeman, W., 2016. Drought- and frost-induced accumulation of soluble carbohydrates during accelerated senescence in *Quercus pubescens*. *Trees*, 30:215-226.
- Johnson, P.J., S.R. Shifley, R. Rogers. 2002. Oak-dominated ecosystems. In: *The Ecology and Silviculture of Oaks*. CABI Publishing, N.Y. pp. 8-53.
- Jones, H., 1992. *Plants and Microclimate. A Quantitative Approach to Environment Plant Physiology*, Second ed., Cambridge University Press, Great Britain, pp. 264-276.
- Maguire, A.J., Kobe, R.K., 2015. Drought and shade deplete nonstructural carbohydrate reserves in seedlings of five temperate tree species. *Ecology and Evolution*, 5(23): 5711-5721.
- Manes, F., Vitale, M., Donato, E., Giannini, M., Puppi, G., 2006. Different ability of three Mediterranean oak species to tolerate progressive water stress. *Photosynthetica*, 44 (3): 387-393.
- Morales, C.G., Pino, M.T., del Pozo, A., 2013. Phenological and physiological responses to drought stress and subsequent rehydration cycles in two raspberry cultivars. *Scientia Horticulturae*, 162, 234-241.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı Kitabı. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Priwitzer, T., Kurjak, D., Kmet', J., Sitková, Z., Leštianska, A., 2014. Photosynthetic response of European beech to atmospheric and soil drought. *Lesn. Cas. For.*, 60:31-37.
- Sánchez, F.J., Andrés de, E.F., Tenorio, J.L., Ayerbe, L., 2004. Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pistum sativum* L.) subjected to water stress. *Field Crops Research*, 86:81-90.
- Sayed, S.A., Gadallah, M.A.A., Salama, F.M., 2013. Ecophysiological studies on three desert plants growing in Wadi Natash, Eastern Desert, Egypt. *Journal of Biology and Earth Sciences*, 3(1 ): 135-143.
- Stojnić, S., Pekeč, S., Kebert, M., Pilipović, A., Stojanović, D., Stojanović, M., Orlović, S., 2016. Drought effects on physiology and biochemistry of Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.) and Hornbeam (*Carpinus betulus* L.) saplings grown in urban area of Novi Sad, Serbia. *South-East European Forestry*, 7(1): 57-63.

- Toprak, B., Yıldız, O., Sargıncı, M., Güner, Ş.T., 2016. Kök boğazı çapı ve fidan boyunun karaçam (*Pinus nigra*), Toros sediri (*Cedrus libani*) ve saçlı meşe (*Quercus cerris*) fidanlarının yarı-kurak sahalardaki tutma başarısına etkisi. *Ormancılık Dergisi*, 12(1): 105-111.
- Tüfekçi, S., Gürlevik, N., Polat, O., Topal, A., Polat, S., Gültekin, H.C., 2016. Yerel mikorizal türlerle aşılamanın saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanı gelişimine etkileri. *Orman Genel Müdürlüğü Ormancılık Araştırma Dergisi*, 1(3): 38-49.
- Valero-Galván, J., González-Fernández, R., Navarro-Cerrilo, R.M., Gil-Peigrín, E., Jorrín-Novo, J.V., 2013. Physiological and proteomic analyses of drought stress response in Holm Oak provenances. *Journal of Proteome Research*, 12: 5110-5123.
- Vasques, A.R., Pinto, G., Dias, M.C., Correia, C.M., Moutinho-Pereira, J.M., Vallejo, V.R., Santos, C., Keizer, J.J., 2016. Physiological response to drought in seedlings of *Pistacia lentiscus* (mastic tree). *New Forests*, 47: 119–130.
- Wu, M., Zhang, W.H., Ma, C., Zhou, J.Y., 2013. Changes in morphological, physiological, and biochemical responses to different levels of drought stress in Chinese cork oak (*Quercus variabilis* Bl.) seedlings. *Russ. J. Plant Physiol.*, 60(5): 681–692.

## Türkiye’de doğal yayılış gösteren herdem yeşil meşe (*Quercus L.*) türlerinin anatomik özellikleri

Eda Kadem<sup>a,\*</sup>, Hüseyin Fakir<sup>a</sup>

**Özet:** Meşeler kışın yaprağını döken veya herdem yeşil, çoğunlukla ağaç ve boylu çalı halinde, monoik odunsu bitkilerdir. Ülkemizde meşenin 18 türü ve 23 taksonu bulunmaktadır. Meşe odunu çok çeşitli alanlarda kullanım olanağı bulunan oldukça değerli bir malzemedir. Odunun fiziksel yapısı sıvı geçişine izin vermediği için alkol üretim endüstrisinde kullanılan saklama fiçileri yapımında, mobilya imalatında, gemi yapımında, su içi inşaatlarda, oymacılıkta, müzik aletleri üretiminde, parke ve karoser yapımında kullanılabilir. Bu çalışmada *Quercus aucheri* Jaub.& Spach ve *Quercus cocifera* L., *Quercus ilex* L. herdem yeşil meşe türlerinin anatomik özellikleri araştırılmıştır. Anatomik özellikler için trahelerin radyal ve teğet çapları, çeper kalınlıkları, teğet kesitteki özışını genişliği ve yükseklikleri, hücre genişlik ve yükseklikleri, birim alanda mm<sup>2</sup>’deki trahe sayıları, birim alanda mm<sup>2</sup>’deki özışını sayıları, lif uzunluğu ve genişliği, lümen genişliği incelenmiştir. *Q. aucheri*’nin trahe radyal çapı ortalama 41,03 µm, teğet çapı ortalama 38,7 µm; özışını yüksekliği ortalama 25,57 µm, genişliği ortalama 9,83 µm; 1 mm<sup>2</sup>’de trahe sayısı ortalama 11,17 adet olarak bulunmuştur. *Q. cocifera*’nın trahe radyal çapı ortalama 35,4 µm, teğet çapı ortalama 31,37 µm; özışını yüksekliği ortalama 28,37 µm, genişliği ortalama 11,73 µm; 1 mm<sup>2</sup>’de trahe sayısı ortalama 16,23 adet olarak bulunmuştur. *Q. ilex*’in trahe radyal çapı ortalama 37,87, teğet çapı ortalama 30,1 µm; özışını yüksekliği ortalama 30,77 µm, genişliği ortalama 3,53 µm; 1 mm<sup>2</sup>’de trahe sayısı ortalama 7,03 adet olarak bulunmuştur. Anatomik bütün değişkenlere ait veriler depolanmış ve istatistiksel değerlendirmeler için hazır hale getirilmiştir. İstatistiksel değerlendirmelerde varyans analizi ve Duncan testi ile farklılıkları ortaya konulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Herdem yeşil, Meşe, Odun anatomisi

## Anatomical characteristics of evergreen oak (*Quercus L.*) species natural distributed in Turkey

**Abstract:** Oak species are plants that deciduous or evergreen, mostly trees and tall shrubs, bisexual, and woody plants. 18 species and 23 taxa of *Quercus* exist in Turkey. Oak wood is a material which is very valuable opportunity to use in various fields. The physical structure of wood does not allow the fluid passage so, it can be used in producing of storage cask for alcohol producing industry, furniture producing, ship construction, water constructions, carving, producing of musical instruments and hardwood industry. In this study, anatomic features of *Quercus aucheri* Jaub.& Spach, *Quercus cocifera* L. and *Quercus ilex* L. which are evergreen oak species are investigated. Relating to anatomic features, radial and tangential diameter of trahe, wall thickness, width and height of rays in tangential section, width and height of cells, trahe number in per mm<sup>2</sup>, the number of rays in per mm<sup>2</sup>, the length and width of fibers and width of lumen were studied. For *Q. aucheri*, the mean radial diameter of trachea, the mean tangential diameter, the mean height of rays, the width of rays and trachea number per mm<sup>2</sup> were found as 41.03 µm, 38.7 µm, 25.57 µm, 9.83 µm and 11.17 respectively. The mean radial diameter of trachea for *Q. cocifera*, the mean tangential diameter, the mean height of rays, the width of rays and trachea number per mm<sup>2</sup> were found as 35.4 µm, 31.37 µm, 28.37 µm, 11.73 µm and 16.23 respectively. For *Q. ilex*, the mean radial diameter of trachea, the mean tangential diameter, the mean height of rays, the width of rays and trachea number per mm<sup>2</sup> were found as 37.87 µm, 30.1 µm, 30.77 µm, 3.53 µm and 7.03 respectively. The data of the anatomical variables and prepared for statistical evaluation and variance analyses and Duncan test were conducted.

**Keywords:** Evergreen, Oak, Wood anatomy

### 1. Giriş

Meşe, kayingiller (Fagaceae) familyasının *Quercus L.* cinsinden 400 kadar türü arasında yaz-kış yapraklarını dökmeyenleri de bulunan, kerestesi dayanıklı orman ağaçlarının ortak adıdır. Dünya üzerinde geniş bir yayılış sahası vardır. Türkiye’de meşe ormanlarımızın genel alanı 6.385.170 hektar olup, ülkemiz ormanlık alanının 1/3 ini kapsamaktadır. Meşeler bu oranla önemli ağaç türlerimizdendir. Meşeler, 18 tür ile bunlara ait alttür, varyete ve hibritleri ile doğal olarak yayılış göstermektedir

(Davis, 1967; Yalıtınk, 1984; Öztürk, 2013). Yirmi beş metre boya ve 2 metre gövde çapına erişebilen geniş tepeli ağaçlardan, 3-5 m boya sahip çalılara kadar değişen türleri vardır. Bu bitkilerin gövdeleri düzgün, kabuk önceleri düzgün, sonraları kalın ve yırtılmış durumda olup, esmer renktedir. Meşe cinsinin yaklaşık 400 den fazla türü vardır. Bu türleri kesinlikle birbirinden ayırmak çok güçtür. Ağaç işleri ve mobilya endüstrisinde sertliğine ve yumuşaklığına göre değerlendirilir. Meşenin sert ve yumuşak olması çoğunlukla yetiştiği yere bağlıdır. Dar ve sık halkalı meşe kerestesi eş yapılı özellik gösterir ve genellikle yumuşak

✉ <sup>a</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260 Isparta/Türkiye

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): kadem\_eda88@hotmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 05.03.2015, **Accepted** (Kabul tarihi): 02.11.2017



**Citation** (Atıf): Kadem, E., Fakir, H., 2017. Türkiye’de doğal yayılış gösteren herdem yeşil meşe (*Quercus L.*) türlerinin anatomik özellikleri. Turkish Journal of Forestry, 18(4): 275-281.  
DOI: [10.18182/tjf.371948](https://doi.org/10.18182/tjf.371948)

olur. Kalın ve seyrek halkalı meşenin kerestesi sert olur, zor işlenir. Meşe genellikle az çalışır, kolay yarıdır. Bazı türleri orta sert, bazıları serttir. Meşe türleri arasında az esnek ve çok esnek olanları vardır. Yumuşak kereste veren türleri kolay işlenir. Diri odunu, öz odunu kadar dayanıklı değildir. Bünyesindeki bol tiner yüzünden, en iyi boyanabilen ağaç meşedir. Özellikle kimyasal boyalarda ve bu durum açıkça görünür (Yaltrık, 1984; Öztürk, 2013). Meşeler; odunlarının anatomik yapıları, meyvelerinin olgunlaşma süresi, yaprak ve kabuk özelliklerine göre 3 gruba ayrılırlar; Ak meşeler, Kırmızı meşeler ve Herdem yeşil meşelerdir. (Yaltrık, 1984). Herdem yeşil meşelerin odunları dağınık trahelidir. İlkbahar ve yaz odunu trahelerinin çapları arasında belirgin bir fark bulunmaz. Traheler radyal bir alanda grup oluşturmadan yıllık halkadan yıllık halkaya uzanır. Trahe alanları lif dokusu ile teğet yönde almaç yapar. Temel lif dokusunu oluşturan hücrelerin yıllık halka içindeki yerleri diğer meşelerde olduğu gibidir. Meşe odunu çok çeşitli alanlarda kullanım olanağı bulunan oldukça değerli bir malzemedir. Odunun fiziksel yapısı sıvı geçişine izin vermediği için alkol üretim endüstrisinde kullanılan saklama fiçileri yapımında, mobilya imalatında, gemi yapımında, su içi inşaatlarda, oymacılıkta, müzik aletleri üretiminde, parke ve karoser yapımında kullanılabilir. Türkiye'nin herdem yeşil meşeleri; *Quercus aucheri* Jaub. & Spach ve *Quercus cocifera* L., *Quercus ilex* L. türleridir. Anatomik yapısı sayesinde de bir odun örneğinin hangi ağaç türüne ait olduğu anlaşılabilir. Bu açıdan odun hammaddesi türün teşhisi için önemlidir. Bu çalışmada herdem yeşil meşe türlerinden *Quercus aucheri* Jaub. & Spach ve *Quercus cocifera* L., *Quercus ilex* L. anatomik özellikleri araştırılmış ve diğer yapılan çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Araştırma materyali Muğla ve Aydın illerinden toplanan herdem yeşil meşeler Boz pınal meşesi (*Q. aucheri*), Pınal meşesi (*Q. ilex*), Kermes meşesi (*Q. coccifera*) oluşmaktadır. Boz pınal meşesi Muğla Yöresinin Marmaris Bozburun yarımadası Taşlıca köyü Serçe limanı mevki (39 m), kermes meşesi Muğla Merkez Düzein mevki (901 m) ve pınal meşesi Aydın Yöresi Kuşadası Milli parkı (12 m) toplanmıştır (Şekil 1).

Anatomik özelliklerin belirlendiği odun örnekleri, herdem yeşil meşe türlerinin gövdesinin topraktan yukarısında dallanmanın olmadığı kısımdan ağaçların 1,30 m yüksekliğinden bir keski yardımıyla 2x2x2 cm<sup>3</sup> lük küpler çıkarılmıştır. Ağaçların bu kısımlarının zarar görmemesi açısından üzeri macun ile kapatılmıştır. Bitki gövdesinden küpler alınırken reaksiyon odunu oluşumundan kaçınmak için hâkim rüzgâr yönü göz önünde tutularak hâkim rüzgâr yönünün ters istikametinde olan yönlerden alınmıştır.

Anatomik ölçümler için herdem yeşil meşe türlerinden enine, teğet, radyal kesitlerin alınabilmesi için, ağaçların 1.30 m yüksekliğindeki gövdesinden keski ile elde edilen yaklaşık 2x2x2 cm boyutlu odun parçaları yumuşamaları ve dokularındaki havanın çıkması için damıtık su içinde dibe çökmeye kadar kaynatılmıştır. Kaynatılan örnekler kesit alınmaya kadar eşit ölçüde alkol-gliserin-damıtık su içerisinde bekletilmiştir. Mantar etkisine karşı katışıma bir miktar asit fenik (phenol) ilave edilmiştir (Gerçek, 1997; Normand'a (1972) atfen Merev, 1998). Bu şekilde kesit almaya hazır hale getirilen odun örneklerinden "Reichert"

kızaklı mikrotomu yardımıyla kesitler alınmıştır. Kesitler, enine (transversal), boyuna ışınsal (radyal), boyuna teğetsel (tanjansiyal) yönde ve yaklaşık 15-20 mikron kalınlığındadır. Alınan kesitler devamlı preparatlar haline getirilmeden önce 15-20 dakika sodyum hipokloritte saydamlaştırılarak, damıtık su ile yıkanmıştır. Örnekler 1-2 dakika süre ile asetik asitle ortam nötralize edilmiş, tekrar damıtık su ile yıkadıktan sonra safranin ile boyanmıştır. Boyama işleminden sonra damıtık su ile yıkanan kesitler Gerçek (1984), Merev (1989 ve Ives'in (2001) de kullandığı gibi %50 alkole alınmış ve enine, boyuna ışınsal ve boyuna teğetsel olmak üzere sırasıyla gliserin jelâtin içerisinde devamlı preparatlar haline getirilmiştir (Şekil 2). Odun örneklerine ait preparatlar üzerinde; trahe teğetsel çapı, trahe radyal çapı, 1 mm<sup>2</sup> de trahe sayısı, özışını yüksekliği, özışını genişliği (mikron), 1 mm<sup>2</sup> de özışını sayısı belirlenmiştir.

Doku içerisinde ölçülmeyen bazı elemanların ( trahe hücre uzunluğu, lif uzunluğu) boyutlarını kolaylıkla ölçmek için odun elemanlarının serbest hale getirilmesi amacıyla "Schultze" maserasyon yöntemi (Potasyum Klorat- Nitrik Asit) kullanılmıştır (Merev, 1998; Şekil 3). Maserasyonla serbest hale getirilen odun elemanları üzerinde trahe hücre uzunluğu, lif uzunluğu, lif genişliği ve lif lümen genişliği ölçülmüştür. Elde edilen verilerle istatistiksel olarak sağlıklı sonuç alınabilmesi için ölçüm (mikron düzeyinde) ve sayımlar (adet) 30 adet olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçüm ve sayımlarda Carlquist 25'i, IAWA Committee 25-50'yi esas alınmıştır (Carlquist, 1988; Committee on Nomenclature, 1933). Ölçüm ve sayımlarda Terrazas ve vd. (2008)'de yapmış oldukları çalışmada 25'i esas almışlardır. Hazırlanan daimi preparatlar üzerinde yapılan sayım işlemleri "Reichert" projeksiyon mikroskobu (VizopanNr. 364363) ile x10 objektif altında, ölçümler ise 4894567 "Carl-Zeiss" araştırma mikroskobunda x5, x10 ve x40 objektif kullanılarak yapılmıştır. 1 mm<sup>2</sup> deki trahe sayısı yıllık halka sınırı dikkate alınarak ve alan içinde kalan her trahe tek tek sayılarak belirlenmiştir (Gerçek, 1998; Carlquist ve Hoekman, 1985; Merev, 1998). 1 mm<sup>2</sup> de özışını sayısı ise teğet kesitte, vizopan ekranında 1 mm<sup>2</sup> lik alanda üniseri ve mültiseri özışınıları sayılarak belirlenmiştir. Trahe radyal ve teğetsel çapı lümen esas alınarak en geniş noktadan ölçülmüştür (Gerçek, 1998; Carlquist ve Hoekman, 1985; Merev, 1998). Özışını yükseklik ve genişliklerinin ölçümünde en geniş nokta esas alınmıştır. Trahe hücre uzunluğu, trahe hücrelerinin uç kısımlarını da içerecek şekilde ölçülmüştür (Baas vd.,1983; Gerçek, 1998; Carlquist, 1988; Merev, 1998). Liflere ait ölçümler yapılırken lif ayrımı (libriform lif, traheit lifi, canlı lif vb.) yapılmamıştır. Anatomik özelliklere ait veriler ise basit rastgele örnekleme yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Araştırmayla ilgili diğer ölçmeler ve sayımların standart sapmaları, varyasyonları, varyasyon yüzdeleri STATGRAPHICS (istatistik program) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Boz pırnal meşesi (*Quercus aucheri* Jaub. & Spach) odununun anatomik özelliklerine ait bulgular

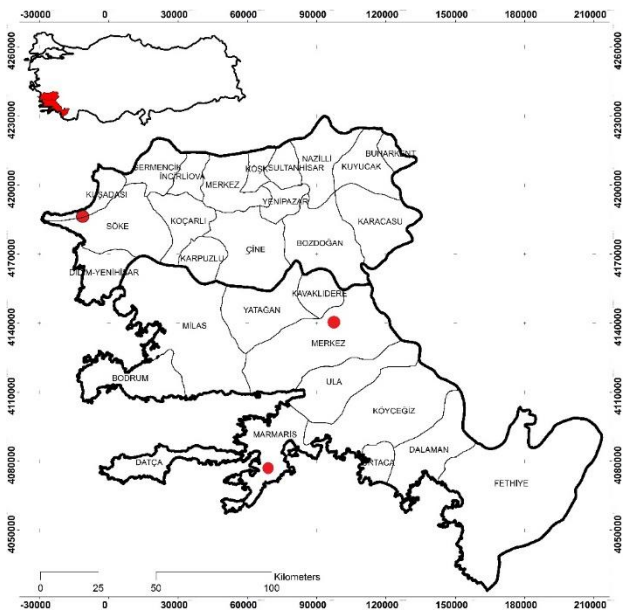
Traheler: Herdem yeşil meşeler grubuna dâhil olan boz pırnal meşesinin odunu dağınık trahelidir (Şekil 4). Traheler enine kesitte radyal yönde yoğun sıralar oluştururlar. Kalın çeperli trahelerin enine kesitleri düzgündür. Üzerinde çalışmamızı sürdürdüğümüz üç herdem yeşil meşe örneklerinden en büyük teğetsel ve radyal çapı bu örnekte ölçülmüştür. Trahelerde gruplaşma yoktur. Trahelerin perforasyon tablaları basittir (Şekil 4). Trahe-özışını arasında vertikal yönde uzun elips şeklinde basit geçitler vardır.

Özışınları: Özışınları üniseri ve mültiseri homoselüler özışınlarıdır. Krips'in özışınları sınıflandırmasına göre homoselüler homojen TIP I'dir (Şekil 4). Multiseri özışınlarının yükseklik ve genişlikleri çok fazla olduğu için hücrelerinin sayım işlemleri gerçekleştirilmemiştir.

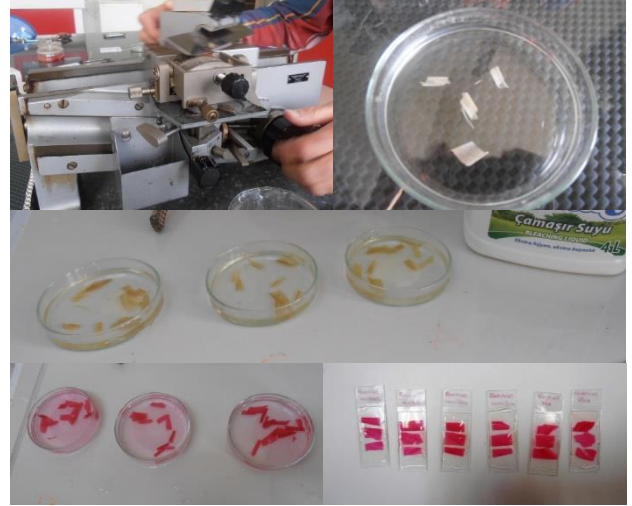
Odun Paranzimi: Büyük çoğunlukla apotrahealdir. Tek tek ve de kesik zincir şeklindedir.

Lifler: Bütün meşelerde olduğu gibi lif dokusu libriform lif traheid lifi vasisentrif liflerden oluşmuştur. Liflerin çeper kalınlıkları oldukça fazladır.

Boz pırnal meşesinin odununun anatomik özelliklerine ait ölçümler değerlendirmeler Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'e göre radyal çapının aritmetik ortalaması 76,56 µm, standart sapma 26,53 µm, standart hata 4,84 µm, varyans 703,84 µm, varyasyon yüzdesi 34,65 µm olarak bulunmuştur. Teğet çapının ortalaması 72,21 µm, standart sapma 25,28 µm, standart hata 4,62 µm, varyans 639,08 µm, varyasyon yüzdesi 35,01 µm olarak bulunmuştur. Ayrıca mm'deki trahe sayısı da incelenmiş olup ortalama 11,17 adet bulunmuştur. Teğet kesitteki özışını sayısı ise 115,68 adet bulunmuştur. Enine kesitte bulunan radyal, teğet ve diğer ölçümler incelenmiş, bu değerlerin standart sapma, standart hata, varyans ve varyasyon yüzdesi SPSS 17.0 programı ile istatistik verileri hesaplanmıştır.



Şekil 1. Araştırma alanının coğrafik konumu



Şekil 2. Daimi preparatlar (Mikrotomla kesit alınması, kesitlerin sodyum hipokloritte saydamlaştırılması ve safranin ile boyanması)

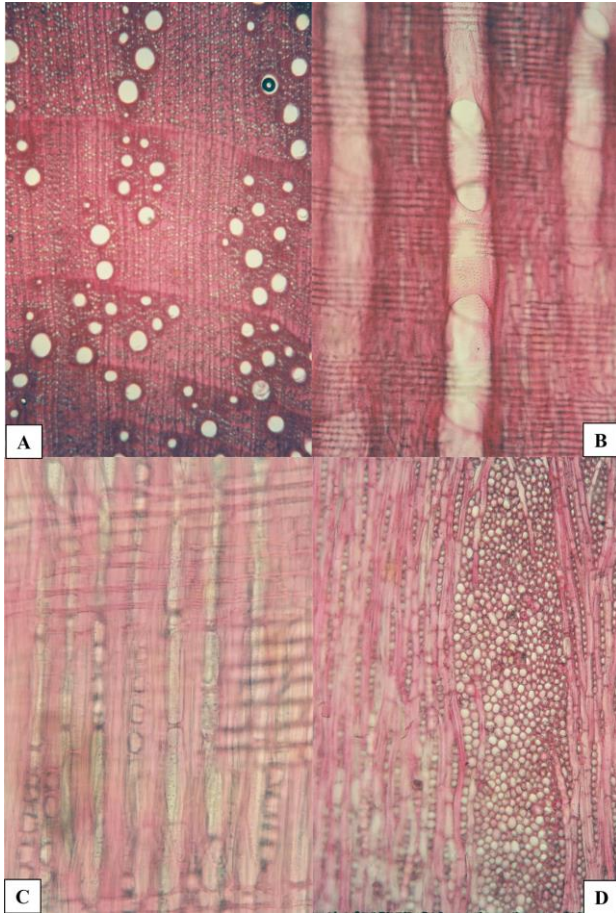


Şekil 3. Meşe odun elemanlarının serbest hale getirilmesi (Maserasyon Yöntemi)



Çizelge 1. Boz pırnal meşesinin odununun anatomik özelliklerine ait aritmetik ortalama, standart sapma, standart hata, varyans yüzdesi, varyans ve örnek sayısı değerleri

Boz pırnal meşesi ( <i>Q. aucheri</i> )		Aritmetik ortalama ( $\bar{X}$ ) mikron	Standart sapma (S)	Standart hata ( $S\bar{x}$ )	Varyans yüzdesi (Cv)	Varyans (V)	Örnek sayısı (n)
Trahe	Trahe teğetsel çapı	72,21	25,28	4,62	35,01	639,08	30
	Trahe radyal çapı	76,56	26,53	4,84	34,65	703,84	30
	Trahe hücre uzunluğu	95,78	19,10	3,49	19,94	364,81	30
	1mm <sup>2</sup> 'de Trahe sayısı (adet)	11,17	4,51	0,82	40,37	20,34	30
Lifler	Lif uzunluğu	874,55	207,07	37,81	23,68	42877,98	30
	Lif Genişliği	12,13	2,76	0,50	22,75	7,62	30
	Lümen genişliği	5,41	2,78	0,51	51,38	7,73	30
Özışın	Özışını yüksekliği	195,30	61,49	11,23	31,48	3781,02	30
	Özışını genişliği	75,08	60,05	10,96	79,98	3606,00	30
	1mm <sup>2</sup> 'de Özışını sayısı (adet)	115,68	44,00	8,03	38,04	1936	30



Şekil 4. Boz pırnal meşesi odununun enine, radyal ve teğetsel kesitleri. A. Enine kesitindeki dağınık traheli diziliş, B. Radyal kesitteki basit perforasyon tablası, C. Radyal kesitteki odun paranzimi ve hücreleri içinde kalsiyum okselat kristalleri, D. Teğetsel kesitteki homoselüler "homojen TIP I" özışınları

### 3.2. Kermes meşesi (*Quercus coccifera* L.) odununun anatomik özelliklerine ait bulgular

Traheler: Odunda traheler dağınık dizilişlidir (Şekil 5). Radyal yönde sıralar oluşturur. Radyal yöndeki trahe alanları lif dokusu ile teğetsel yönde almaç yapar. Hücre çeperleri kalın olan trahelerin enine kesitleri düzgündür. Trahelerin teğetsel ve radyal çapları Boz pırnal meşesinin trahelerinden daha küçük olarak bulunmuştur. Trahelerde

gruplaşma yoktur. Yaklaşık %100 oranında tek tek dağılmıştır. Trahe hücreleri arasındaki perforasyon tablaları basittir (Şekil 5). Trahe çeperlerindeki daire şeklindeki kenarlı geçitler almaçlı dizilmiştir. Trahe-özışını arasında vertikal (enine) yönde uzun elips şeklinde basit geçitler bulunmaktadır.

Özışınları: Özışınları üniseri ve multiseri homoselüler özışınlarıdır. Krips'in özışınları klasifikasyonuna göre homoselüler homojen TIP I'dir (Şekil 5). Multiseri özışınlarının yükseklik ve genişlikleri çok fazla olduğu için hücrelerinin sayım işlemleri gerçekleştirilmemiştir.

Odun Paranzimi: Büyük çoğunlukla apotrahealdir. Tek tek ve de kesik zincir şeklindedir.

Lifler: Bütün meşelerde olduğu gibi lif dokusu libriform lif traheid lifi vasisentrik liflerden oluşmuştur. Liflerin çeper kalınlıkları oldukça fazladır.

Kermes meşesinin odununun anatomik özelliklerine ait ölçümler değerlendirmeler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2'ye göre radyal çapının aritmetik ortalaması 66,06  $\mu\text{m}$ , standart sapma 16,27  $\mu\text{m}$ , standart hata 3,04  $\mu\text{m}$ , varyans 264,71  $\mu\text{m}$ , varyasyon yüzdesi 24,63  $\mu\text{m}$  olarak bulunmuştur. Teğet çapının ortalaması 58,54  $\mu\text{m}$ , standart sapma 14,76  $\mu\text{m}$ , standart hata 2,69  $\mu\text{m}$ , varyans 217,86  $\mu\text{m}$ , varyasyon yüzdesi 25,51  $\mu\text{m}$  olarak bulunmuştur. Ayrıca mm<sup>2</sup>'deki trahe sayısı da incelenmiş olup ortalama 16,23 adet bulunmuştur. Teğet kesitteki özışını sayısı ise 106,08 adet bulunmuştur. Enine kesitte bulunan radyal, teğet ve diğer ölçümler incelenmiş, bu değerlerin standart sapma, standart hata, varyans ve varyasyon yüzdeleri SPSS 17.0 programı ile istatistik verileri hesaplanmıştır.

### 3.3. Pırnal meşesi (*Quercus ilex* L.) odununun anatomik özelliklerine ait bulgular

Traheler: Odunda traheler dağınık dizilişlidir (Şekil 6). Radyal yönde sıralar oluşturur. Radyal yöndeki trahe alanları lif dokusu ile teğetsel yönde almaç yapar. Hücre çeperleri kalın olan trahelerin enine kesitleri düzgündür. Üzerinde çalışmalarımızı sürdürdüğümüz bu üç herdem yeşil meşe taksonları odunlarından, trahe teğetsel çapı en küçük bu taksonda ölçülmüştür. Trahelerde gruplaşma yoktur. Yaklaşık %100 oranında tek tek dağılmıştır. Trahe hücreleri arasındaki perforasyon tablaları basittir. Trahe çeperlerindeki daire şeklindeki kenarlı geçitler almaçlı dizilmiştir. Trahe-özışını arasında vertikal (enine) yönde uzun elips şeklinde basit geçitler bulunmaktadır.

Çizelge 2. Kermes meşesi odununun anatomik özelliklerine ait aritmetik ortalama, standart sapma, standart hata, varyans yüzdesi, varyans ve örnek sayısı değerleri

Kermes meşesi ( <i>Q. coccifera</i> )		Aritmetik ortalama ( $\bar{X}$ ) mikron	Standart sapma (S)	Standart hata ( $S\bar{x}$ )	Varyans yüzdesi (Cv)	Varyans (V)	Örnek sayısı (n)
Trahe	Trahe teğetsel çapı	58,54	14,76	2,69	25,51	217,86	30
	Trahe radyal çapı	66,06	16,27	3,04	24,63	264,71	30
	Trahe hücre uzunluğu	81,88	19,55	3,67	23,88	382,20	30
	1mm <sup>2</sup> 'de Trahe sayısı (adet)	16,23	4,95	0,90	30,50	24,50	30
Lifler	Lif uzunluğu	965,21	202,06	36,89	20,93	40828,24	30
	Lif Genişliği	14,50	4,20	0,77	28,97	17,62	30
	Lümen genişliği	7,97	3,49	0,64	43,79	12,18	30
Özışın	Özışını yüksekliği	216,69	41,02	7,49	18,93	1682,64	30
	Özışını genişliği	89,59	66,05	12,06	73,72	4362,60	30
	1mm <sup>2</sup> 'de Özışını sayısı (adet)	106,08	24,32	4,44	22,93	591,46	30

Özışınları: Özışınları üniseri ve mültiseri homoselüler özışınlarıdır (Şekil 6). Krips'in özışınları klasifikasyonuna göre homoselüler homojen TIP I'dir (Şekil 6). Multiseri özışınlarının yükseklik ve genişlikleri çok fazla olduğu için hücrelerinin sayım işlemleri gerçekleştirilmemiştir.

Odon Paranzimi: Büyük çoğunlukla apotrahealdir. Tek tek ve de kesik zincir şeklindedir.

Lifler: Bütün meşelerde olduğu gibi lif dokusu libriform lif traheid lifi vasisentrik liflerden oluşmuştur. Liflerin çeper kalınlıkları oldukça fazladır.

Pırnal meşesinin odununun anatomik özelliklerine ait ölçümler değerlendirilmeler Çizelge 3'de verilmiştir.

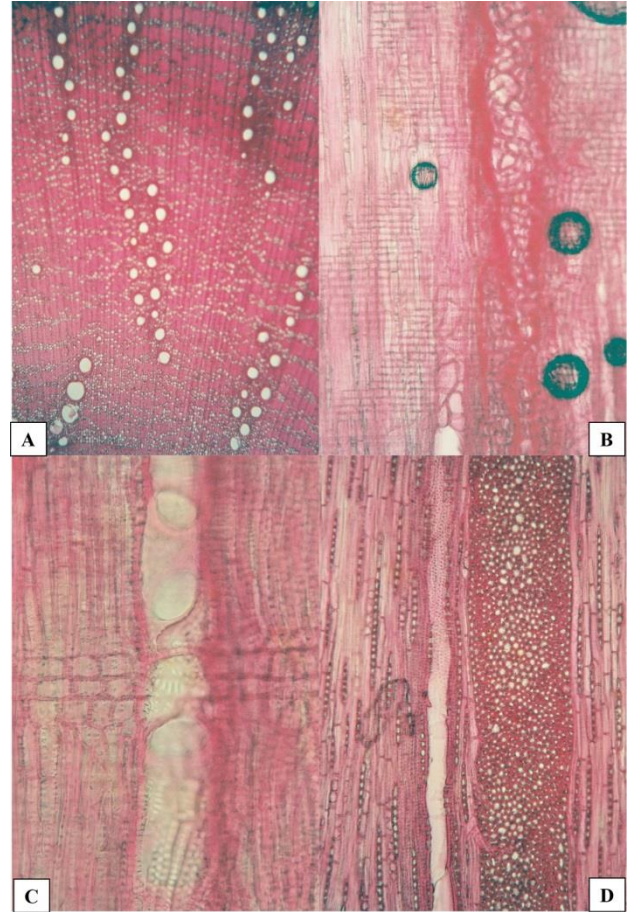
Çizelge 3'e göre radyal çapının aritmetik ortalaması 70,67  $\mu\text{m}$ , standart sapma 18,16  $\mu\text{m}$ , standart hata 3,32  $\mu\text{m}$ , varyans 329,79  $\mu\text{m}$ , varyasyon yüzdesi 25,70  $\mu\text{m}$  olarak bulunmuştur. Teğet çapının ortalaması 56,17  $\mu\text{m}$ , standart sapma 13,17  $\mu\text{m}$ , standart hata 2,40  $\mu\text{m}$ , varyans 173,45  $\mu\text{m}$ , varyasyon yüzdesi 23,45  $\mu\text{m}$  olarak bulunmuştur. Ayrıca mm<sup>2</sup>'deki trahe sayısı da incelenmiş olup ortalama 7,03 adet bulunmuştur. Teğet kesitteki özışını sayısı ise 121,12 adet bulunmuştur. Enine kesitte bulunan radyal, teğet ve diğer ölçümler incelenmiş, bu değerlerin standart sapma, standart hata, varyans ve varyasyon yüzdeleri SPSS 17.0 programı ile istatistik verileri hesaplanmıştır.

#### 3.4. Varyans analizine ait bulgular

Türlerin enine kesitteki trahelerin teğetsel ve radyal ölçümü için sırayla F değeri 0,699 ( $p=0,500$ ) ve 1,924 ( $p=0,152$ ) bulunmuştur. Bu sonuçlar %95 güven düzeyinde odunun teğetsel ölçümünde türler arasında fark olmadığını göstermektedir. Gruplar arası fark bulunmadığı için homojen gruplar oluşturulamamıştır. Gruplara ilişkin ortalamalar teğetsel ölçüm için; kermes meşesi için 31,5, pırnal meşesi için 37,8, boz pırnal meşesi için ise 38,7 ve radyal ölçümler için; kermes meşesi için 35,4, pırnal meşesi için 37,9 ve boz pırnal meşesi için ise 41,0 bulunmuştur.

Trahe sayılarının ölçümü için F değeri 34,712 ( $p=0,000$ ) bulunmuştur. Bu sonuç %99,9 güven düzeyinde odunun trahe sayılarının ölçümünün türler arasında farklılıklar göstermiştir. Duncan testi sonucu her bir türün trahe sayıları ayrı grupta yer aldığı görülmüştür. Gruplara ilişkin ortalamalar; kermes meşesi için 16,2<sup>a</sup>, boz pırnal meşesi için ise 11,2<sup>b</sup> ve pırnal meşesi için 7,0<sup>c</sup> bulunmuştur (Farklı üst simgeler Duncan testine göre anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir).

Türler için özışını sayılarının ölçümü için F değeri 1,411 ( $p=0,249$ ) bulunmuştur. Bu da %95 güven düzeyinde odunun özışını sayılarının ölçümünün türler arasında fark bulunamamıştır. Yapılan varyans analizi sonucundan gruplar arası fark bulunmadığı için homojen gruplar oluşturulamamıştır. Gruplara ilişkin ortalamalar; kermes meşesi için 6,6, pırnal meşesi için 7,6 ve boz pırnal meşesi için ise 7,2 bulunmuştur.

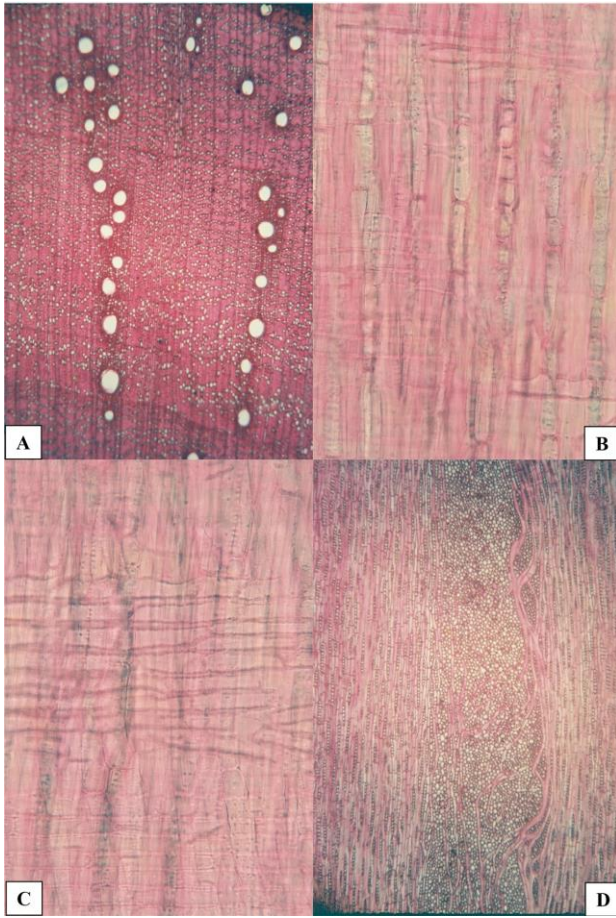


Şekil 5. Kermes meşesi odununun enine, radyal ve teğetsel kesitleri, A. Enine kesitteki dağınık traheli diziliş, B. Radyal kesitteki öz lekeleri, C. Radyal kesitteki basit perforasyon tablası, D. Teğetsel kesitteki homoselüler "homojen TIP I" özışınları



Çizelge 3. Pırnal meşesi odununun anatomik özelliklerine ait aritmetik ortalama, standart sapma, standart hata, varyans yüzdesi, varyans ve örnek sayısı değerleri

Pırnal meşesi ( <i>Q. ilex</i> )		Aritmetik ortalama ( $\bar{X}$ ) mikron	Standart sapma (S)	Standart hata ( $S\bar{x}$ )	Varyans yüzdesi (Cv)	Varyans (V)	Örnek sayısı (n)
Trahe	Trahe teğetsel çapı	56,17	13,17	2,40	23,45	173,45	30
	Trahe radyal çapı	70,67	18,16	3,32	25,70	329,79	30
	Trahe hücre uzunluğu	96,77	16,50	3,01	17,05	272,25	30
	1mm <sup>2</sup> 'de Trahe sayısı (adet)	7,03	3,19	0,58	45,38	10,18	30
Lifler	Lif uzunluğu	1032,66	201,80	36,84	19,54	40723,24	30
	Lif Genişliği	12,45	2,56	0,47	20,56	6,55	30
	Lümen genişliği	6,34	1,94	0,35	30,60	3,76	30
Özışın	Özışını yüksekliği	235,02	65,76	12,01	27,98	4324,38	30
	Özışını genişliği	26,96	11,99	2,19	44,47	143,76	30
	1mm <sup>2</sup> 'de Özışını sayısı (adet)	21,12	33,60	6,13	27,74	1128,96	30



Şekil 6. Kermes meşesi odununun enine, radyal ve teğetsel kesitleri. A. Enine kesitindeki dağınık traheli diziliş, B. Radyal kesitteki odun paranzimi ve kalsiyum okselat kristalleri, C. Radyal kesitteki basit perforasyon tablası, D. Teğetsel kesitteki homoselüler "homojen TIP I" özışınları

Türler için özışını yüksekliğinin ölçümü için F değeri 1,271 ( $p=0,286$ ) bulunmuştur. Bu da %95 güven düzeyinde odunun özışını yüksekliğinin ölçümünün türler arasında fark bulunamamıştır. Yapılan varyans analizi sonucundan gruplar arası fark bulunmadığı için homojen gruplar oluşturulamamıştır. Gruplara ilişkin ortalamalar; kermes meşesi için 34,7, pırnal meşesi için 30,8 ve boz pırnal meşesi için ise 25,6 bulunmuştur.

Türler için özışını genişliğinin ölçümü için F değeri 3,880 ( $p=0,024$ ) bulunmuştur. Bu da %95 güven düzeyinde odunun özışını genişliğinin ölçümünün türler arasında farklılıklar gösterdiğini belirtmektedir. Duncan testi sonucu boz pırnal meşesi ve kermes meşesi türlerinin özışını genişliklerinin ölçümlerinin sonucunda benzerlik gösterdiği, pırnal meşesinin özışını genişliği farklılık arz ettiği gözlenmiştir. Gruplara ilişkin ortalamalar; kermes meşesi için 11,7<sup>a</sup> boz pırnal meşesi için ise 9,8<sup>a</sup> ve pırnal meşesi için 3,5<sup>b</sup> bulunmuştur.

Türler için lif uzunluğu ölçümü için F değeri 4,553 ( $p=0,013$ ) bulunmuştur. Bu da %99 güven düzeyinde odunun lif uzunluğu ölçümünün türler arasında farklılıklar gösterdiğini belirtmektedir. Duncan testi sonucu boz pırnal meşesi ile kermes meşesi türlerinin ve kermes meşesi ile pırnal meşesinin lif uzunluğunun ölçümlerinin sonucunda benzerlik gösterdiği bulunmuştur. Gruplara ilişkin ortalamalar; pırnal meşesi için 135,2<sup>a</sup>, kermes meşesi için 126,4<sup>ab</sup> ve boz pırnal meşesi için ise 114,5<sup>b</sup> bulunmuştur.

Türler için lif genişliği ölçümü için F değeri 4,872 ( $p=0,010$ ) bulunmuştur. Bu da %99 güven düzeyinde odunun lif genişliği ölçümünün türler arasında farklılıklar gösterdiğini belirtmektedir. Duncan testi sonucu boz pırnal meşesi ve pırnal meşesi türlerinin lif genişliğinin ölçümlerinin sonucunda benzerlik gösterdiği kermes meşesinin lif genişliğinin farklılık arz ettiği gözlenmiştir. Gruplara ilişkin ortalamalar; pırnal meşesi için 6,6<sup>a</sup> boz pırnal meşesi için ise 6,5<sup>a</sup> ve kermes meşesi için 7,8<sup>b</sup> bulunmuştur.

Türler için lümen genişliği ölçümü için F değeri 6,310 ( $p=0,003$ ) bulunmuştur. Bu da %99 güven düzeyinde odunun lümen genişliği ölçümünün türler arasında farklılıklar gösterdiğini belirtmektedir. Duncan testi sonucu boz pırnal meşesi ve pırnal meşesi türlerinin lümen genişliğinin ölçümlerinin sonucunda benzerlik gösterdiği kermes meşesinin lümen genişliğinin farklılık arz ettiği gözlenmiştir. Gruplara ilişkin ortalamalar; boz pırnal meşesi için ise 6,5<sup>a</sup> pırnal meşesi için 3,4<sup>a</sup> ve kermes meşesi için 2,9<sup>b</sup> bulunmuştur.

#### 4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada Muğla ve Aydın yöresinde doğal olarak yayılış gösteren boz pırnal meşesi (*Q. aucheri*), kermes meşesi (*Q. coccifera*) ve pırnal meşesi (*Q. ilex*) türlerinin anatomik özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada boz pırnal meşesinin odunu incelendiğinde odunun enine kesitinde

radyal çap aritmetik ortalaması 76,56 µm, teğetsel çap ise 72,21 µm olarak hesaplanmıştır. Teğet kesit ölçümlerinde 3 değer ölçülmüştür. Özışını yüksekliği ölçülmüş ortalama 195,30 µm, özışını genişliği ortalama 75,08 µm, 1mm<sup>2</sup>deki özışını sayısı ortalama 115,68 adet olarak bulunmuştur. Ayrıca lif ile ilgili ölçümlerde ise 4 ayrı ölçüm yapılmıştır. Lif uzunluğu ortalaması 874,55 µm, lif genişliği ortalaması 12,13 µm, ve lümen genişliği ortalaması 5,41 µm olarak hesaplanmıştır.

Kermes meşesinin odun özellikleri incelendiğinde mm<sup>2</sup>deki trahe sayısı ortalama 16,23 adet, mm<sup>2</sup>deki özışını sayısı ortalama 106,08 adet olarak bulunmuştur. Enine kesitte bulunan trahelerin radyal çapları ve teğet çapları incelenmiş radyal çapları ortalaması 66,06 µm; teğet çapı ortalaması 58,54 µm olarak bulunmuştur. Lif ölçümlerinde lif uzunluğu, lif genişliği, lümen genişliği ve lif çeper kalınlıkları ölçülüp incelenmiştir. Lif uzunluğu ortalama 965,21 µm; lif genişliği 14,50 µm ve lümen genişliği ortalama 7,97 µm olarak bulunmuştur.

Pırnal meşesinin odun özellikleri incelendiğinde mm<sup>2</sup>deki trahe sayısı ortalama 7,03 adet, mm<sup>2</sup>deki özışını sayısı ortalama 121,12 adet olarak bulunmuştur. Enine kesitte bulunan trahelerin radyal çapları ve teğet çapları incelenmiş radyal çapları ortalaması 70,67 µm; teğet çapı ortalaması 56,17 µm olarak bulunmuştur. Lif ölçümlerinde lif uzunluğu, lif genişliği, lümen genişliği ve lif çeper kalınlıkları ölçülüp incelenmiştir. Lif uzunluğu ortalama 1032,66 µm; lif genişliği 12,45 µm ve lümen genişliği ortalama 6,34 µm olarak bulunmuştur.

Türler arasında yapılan varyans analizi sonucunda trahelerin teğetsel ve radyal ölçümünde, özışını sayıları ve özışını yüksekliğinde gruplar arası fark bulunmamıştır. Her bir türün trahe sayıları ayrı grupta yer aldığı görülmüştür. Boz pırnal meşesi ve kermes meşesi türlerinin özışını genişliklerinin ölçümlerinin sonucunda benzerlik gösterdiği pırnal meşesinin özışını genişliği farklılık arz ettiği gözlenmiştir. Boz pırnal meşesi ile kermes meşesi türlerinin ve kermes meşesi ile pırnal meşesinin lif uzunluğunun ölçümlerinin sonucunda benzerlik gösterdiği bulunmuştur. Boz pırnal meşesi ve pırnal meşesi türlerinin lif genişliğinin ölçümlerinin sonucunda benzerlik gösterdiği, kermes meşesinin lif genişliğinin farklılık arz ettiği gözlenmiştir. Ayrıca boz pırnal meşesi ve pırnal meşesi türlerinin lümen genişliğinin ölçümlerinin sonucunda benzerlik gösterdiği kermes meşesinin lümen genişliğinin farklılık arz ettiği gözlenmiştir.

Merev vd. (2010) yapmış oldukları çalışmada üç herdem yeşil meşe türünün lif uzunluğu, lif genişliği ve lümen genişliği çalışma ile benzerlik gösterirken, Kartal (2005) yapmış olduğu çalışma da ise *Q. ilex* türünün trahe teğetsel çap, trahe radyal çap, 1mm<sup>2</sup>de trahe sayısı, lif uzunluğu ve lif genişliği çalışma ile farklılıklar göstermektedir. Çalışmanın oluşturulacak olan Türkiye’de doğal olarak yetişen herdem yeşil meşe türlerinin odun anatomisi çalışmalarında veri tabanı olarak katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## Yazar notu

Çalışmada verilen fotoğraflar yazım alanına sığdırılabilmesi amacıyla küçültülmüştür. Bazı resimlerin daha anlaşılabilir olabilmesi ve vurgulanmak istenen ayrıntıların kaybolmaması amacıyla resmin orijinal boyutundan küçültme yapılırken, oransal küçültme yapılamamıştır.

## Teşekkür

Çalışmamızı maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı’na teşekkür ederiz (Proje No: 3926-YL1-14).

## Kaynaklar

- Baas, P., Werker, E., Fahn, A., 1983. Some Ecological Trends in Vessel Characters. IAWA Bulletin, 4, 2-3.
- Carlquist, S., Hoekman, D.A., 1985. Ecological wood anatomy of the wood southern California flora. IAWA Bulletin, 6(4):319-341.
- Carlquist, S., 1988. Comparative Wood Anatomy. Springer-Verlag LTD., London.
- Davis, P.H., 1967. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Edinburg, 2, 508-519.
- Gerçek, Z., 1984., Türkiye’de yetiştirilen *Camellia sinensis* (L.) Kuntze’in iç morfolojik özellikleri ve farklı yetiştirme koşullarının bu özellikler üzerine etkisi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gerçek, Z., Merev, N., Anşın, R., Özkan, Z.C., Terzioğlu, S., B., Birtürk, T., 1998. Türkiye’deki Gürgen yapraklı kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scap.)’ın ekolojik odun anatomisi. Kasnak Meşesi ve Türkiye Florası Sempozyumu, 21-23 Eylül, İstanbul, s.302-316.
- Gerçek, Z., 1997. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Egzotik *Angiospermae* (Kapalı Tohumlular) Taksonlarının Odun Atlası, K.T.Ü Basımevi, Trabzon.
- Kartal, B., 2005. Zonguldak yöresinde doğal olarak yetişen *Quercus cerris* L. ve *Quercus ilex* L. türlerinin polen morfolojisi ve anatomisi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalında Bilim Uzmanlığı Tezi, Zonguldak.
- Merev, N., 1998. Doğu Karadeniz Bölgesindeki doğal angiospermae taksonlarının odun anatomisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Trabzon.
- Merev, N., Gerçek, Z., Birtürk, T., Akgün, B., 2010. On the occasion of jubilee marking 90 years of its educational, scientific and professional work. Faculty of Forestry Organises the International Scientific Congress, Belgrade, Serbia, Belgrade University, Faculty of Forestry, Kneza Viseslava, 11-13 November 2010, pp.1328-1335.
- Öztürk, S., 2013. Türkiye Meşeleri Teşhis ve Tanı Kılavuzu. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Yaltırık, F., 1984. Türkiye Meşeleri Teşhis Kılavuzu. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Genel Müd. Yayını, Yenilik Basımevi, İstanbul.

## Isparta-Yenişarbademli Yöresi ormanlık alanlarında tür merkezli tıbbi ve aromatik bitki tür zenginliğinin hesabı üzerine örnek bir çalışma

Mehmet Güvenç Negiz<sup>a,\*</sup>, Esra Özge Kurt<sup>b</sup>, Özdemir Şentürk<sup>c</sup>

**Özet:** Ülkemiz biyolojik çeşitlilik açısından zengin ülkeler arasındadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler söz konusu biyolojik çeşitliliğinin bitki çeşitliliği kısmında oldukça önemli bir paya sahiptir. Dünya pazarında tıbbi ve aromatik bitkilere olan talebin geçen gün arttığı açıkça bilinmektedir. Ülkemiz farklı ekolojik ve iklim koşulları ile farklı yeryüzü şekillerine sahip olması nedeniyle zengin bitki tür çeşitliliğini içermektedir. Bu tür çeşitliliği içerisinde tıbbi ve aromatik bitkiler büyük bir ekonomik potansiyele sahiptir. Bu çalışma bitki çeşitliliği bakımından oldukça zengin bir yöre olan Isparta-Yenişarbademli ilçesi ormanlık alanlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında 70 örnek alanda tıbbi ve aromatik öne sahip 10 bitki türü tespit edilmiştir. Çalışmanın amacı tespit edilen tıbbi ve aromatik bitkilerin yayılış alanlarında bulunan diğer bitki türlerinin zenginliğini ortaya koyabilmektir. Böylece tespit edilen her tıbbi ve aromatik bitkinin yaşam alanını paylaştığı türlerle ilişkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu doğrultuda yapılan çalışmalarda ilk olarak tür zenginliğini belirlemek amacıyla biyolojik çeşitlilik bileşenlerinden gama çeşitliliği hesaplanmıştır. Ayrıca örnek alanlarda tespit edilen tıbbi ve aromatik özelliğe sahip bitki türlerinin yetişme ortamı özelliklerine göre yayılış alanları ile ilgili bilgiler irdelenmiştir. Çalışmanın sonucunda ise en yüksek tür zenginliğine sahip tıbbi ve aromatik bitki türünün *Rosa canina*'nın dağılım gösterdiği yetişme ortamlarında olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Tıbbi ve aromatik bitkiler, Tür zenginliği, *Rosa canina*, Yükselti

## A case study on the account of species-centered medicinal and aromatic plant species richness in Isparta-Yenişarbademli Region woodlands

**Abstract:** Turkey is one of the richest countries in terms of biodiversity. Medical and aromatic plants have a considerable share in the plant diversity of biological diversity. It is clear that the demand for medical and aromatic plants in the world market is increasing day by day. Turkey has rich diversity of plant species due to its different ecological characteristics such as climatic, edaphic and geomorphologic conditions. In this kind of richness, medical and aromatic plants have a great economic potential. This study was carried out in the forested areas of Yenişarbademli (Isparta) province which is a region rich in plant diversity. In the study area, 10 medical and aromatic plant species were identified in total 70 sample plots. The aim of this study is to demonstrate the richness of species in areas where medical and aromatic plants are identified. Thus, it was aimed to reach the information about the species that the living area of each medical and aromatic plant identified was shared in the study area. Gamma variability was calculated from biological diversity components during the first phase of work to indicate species richness. In the second phase of the study, information on the characteristics of site conditions of plant species with medicinal and aromatic characteristics determined in the sample areas was evaluated. End of the study, *Rosa canina* was found as a medical and aromatic plant species with the highest species richness in the study area.

**Keywords:** Medical and aromatic plants, Species richness, *Rosa canina*, Elevation

### 1. Giriş

İnsanlığın varoluşundan bu yana ormanlar, barınma, beslenme ve korunma amacıyla kullanılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler (TAB) farklı kullanım şekilleri içerisinde gün geçtikçe daha yoğun şekilde faydalanılmaktadır (Ghanbari vd., 2011; Korkusuz ve Dirik, 2011; Özdemir ve Özkan, 2016). İlk çağlarda kırsal kesimde yaşayan insanlar için önem arz ederken, günümüzde şehirde yaşayan insanlar için de ilgi odağı haline gelmiştir. TAB'in hem dünyada hem de ülkemizde özellikle tıp, eczacılık, tekstil, kozmetik gibi alanlarda yoğun bir şekilde kullanılmakta ve ticareti

yapılmaktadır (Asımgil, 2009; Bayramoğlu vd., 2009; Yıldırım, 2012).

Birçok kaynakta TAB; orman içi ve açıklıklarında, dolayısıyla orman ekosistemlerinde yetişen, ticari ve ticari olmayan amaçlarla hasat edilen ya da toplanan, ağaççık, çalı ve her türlü bitki ve bunların parçaları şeklinde tanımlanmaktadır (Leakey vd., 1996; OGM, 1996; FAO, 2004).

Türkiye bitkisel tür çeşitliliği açısından zengin bir floraya sahip olması, farklı iklim tiplerini barındırması ve farklı ekolojik özellikleri sayesinde doğal ve kültürü yapılan tıbbi ve aromatik bitkiler yönünden önemli bir potansiyele

✉ <sup>a</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz MYO, Isparta

<sup>b</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta

<sup>c</sup> Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gölhisar Meslek Yüksekokulu, Burdur

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 20.07.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 03.10.2017



**Citation** (Atıf): Negiz, M.G., Kurt, E.Ö., Şentürk, Ö., 2017. Isparta-Yenişarbademli Yöresi ormanlık alanlarında tür merkezli tıbbi ve aromatik bitki tür zenginliğinin hesabı üzerine örnek bir çalışma. Turkish Journal of Forestry, 18(4): 282-288.

DOI: [10.18182/tjf.329833](https://doi.org/10.18182/tjf.329833)



sahiptir (Akyol vd., 2010). Ülkemizin sahip olduğu tür zenginliğinin çevresindeki pek çok ülkeye göre belirgin bir üstünlüğünün olduğu ortadadır (Gürbüz vd., 2011). Ancak ülkemiz TAB açısından üretim, planlama, ihracat, ithalat ve pazarlama gibi konularda daha yavaş bir gelişim göstermektedir. Bu sebeplerden dolayı TAB konusunda daha titiz ve özverili çalışmalarının yapılması zorunlu hale gelmiştir.

Biyolojik çeşitlilik; tür çeşitliliği, yapısal çeşitlilik ve fonksiyonel çeşitlilik olarak üç farklı şekilde belirlenmekte iken orman ekosistemleri ile ilgili yapılan çalışmalarda genelde bitki tür çeşitliliği üzerine odaklanılmıştır (Özkan ve Süel 2008; Işık ve Uğurlu, 2011). Alfa, beta ve gama çeşitliliği olmak üzere tür çeşitliliği 3 farklı şekilde hesaplanmaktadır. Alfa çeşitliliği belli bir alan için belirlenirken beta çeşitliliği ise alanlar arasındaki çeşitliliğin ölçüsü olarak bilinmektedir. Gama çeşitliliği ise; bu alanları içine alan ilgili ekosistemin toplam çeşitliliği anlamına gelmektedir (Zhao vd., 2005; Mareno vd., 2006; Hashemi, 2010; Negiz, 2013).

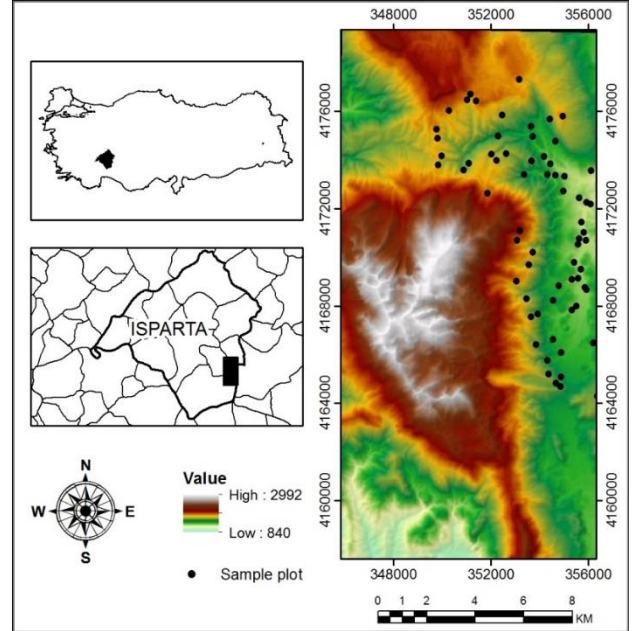
Biyolojik çeşitlilik ile ilgili çalışmalarda; tür zenginliği anlamına gelen gama çeşitliliğinin hesaplanması bitkisel tür teşhisi yapabilen araştırmacılar için kolay ve güvenilir bir yöntem olarak tercih edilmektedir. Isparta-Yenişarbademli yöresinde gerçekleştirilen bu çalışmada gama çeşitlilik bileşenlerinden yararlanılarak ticari öneme sahip TAB'in tür zenginliğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Böylece TAB'in birliktelik gösterdiği diğer türlerin zenginliğinin ortaya konulması, ticari öneme sahip söz konusu TAB'in potansiyel yayılış alanlarının bilinmesi gibi konular hakkında pratik bilgilere ulaşılması amaçlanmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışmanın gerek biyolojik çeşitlilik, gerekse TAB konularında çalışma yapan araştırmacılara yöntem bazlı temel bir bilgi kaynağı olabileceği düşünülmektedir.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Çalışma alanı

Bu çalışma Yenişarbademli (Isparta) yöresinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanını kapsayan ormanlar Isparta ve Konya Orman Bölge Müdürlükleri, Aksu, Kuzukulağı ve Kurucuova Orman İşletme Şeflikleri ile Kızıldağ Milli Parkı sınırları içindedir. Araştırma alanı, Yenişarbademli ilçesinin güneybatısında, Kurucuova kasabasının batısında ve Aksu ilçesinin güneydoğusunda yer almaktadır. İlçe merkezi denizden 1150 m yüksekliktedir. Yörede en üst yükseltiye sahip kısım 2932 m ile Dedegöl Dağı'nın zirvesidir (Şekil 1).

Çalışma alanı ve çevresi genel olarak Akdeniz iklim kuşağının özelliklerini yansıtmaktadır. Ancak yöre yer yer asıl Akdeniz iklimi ile karasal iklim arasında bir geçiş sahasında yer aldığı için geçiş iklimi özellikleri de çok görülmektedir (Özkan vd., 2008). Çalışma alanında yıllık ortalama sıcaklık 11,1 °C iken en sıcak ay 21,6 °C ile temmuz ayında yaşanmaktadır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 0,6 °C olup yılın en soğuk ayı olarak tespit edilmiştir. Yıllık yağış miktarı 595 mm'dir. En fazla yağış 2280 mm aylık yağış miktarı ile Aralık ayıdır. En az yağış olan ay ise 300 mm ile Temmuz ayıdır (Anonim, 2017).



Şekil 1. Yenişarbademli Yöresi'ne ait yer gösteri haritası ve örnek alan konumları

### 2.2. Arazi çalışmaları

Çalışma alanından öncelikle keşif gezileri ile envanter yapılacak örnek alanlar tespit edilmiştir. Daha sonra 400 m<sup>2</sup> (20 m X 20 m) büyüklüğünde 70 örnek alanda çalışılmıştır. Örnek alanlarda odunsu bitki türleri var-yok değerleri ve bazı çevresel değişkenler (enlem, boylam, bakı, eğim, yükselti, yamaç konumu) envantere kaydedilmiştir. Örnek alanlarda toplam 47 odunsu bitki türü tespit edilmiş olup (Çizelge 1), bu türlerden 10'unun tıbbi ve aromatik bitki niteliğinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). İstatistiksel analizlerde kolaylık sağlamak için bitki türlerinin cins isminin ilk üç harfi, tür isminin ilk üç harfi alınarak kodlama yapılmıştır (Çizelge 1). Çalışmada enlem, boylam ve yükselti GPS yardımıyla, eğim klizimetre ile bakı ise pusula ile ölçülerek kaydedilmiştir. Yamaç konumu 4 farklı sınıfta (Alt:1, Orta:2, Üst:3 Sırt:4) belirlenmiştir.

### 2.3. Büro çalışmaları

Her örnek alanda bulunan farklı türlerin sayısı gama çeşitliliği ( $\gamma$ ) olarak ifade edilmektedir (Negiz, 2013). Gama çeşitliliği yapısal olarak alfa çeşitliliği ile aynıdır. Ancak gama çeşitliliği alfa çeşitliliğinden daha büyük ölçeği temsil etmektedir. Çalışmada her örnek alanda tespit edilen türlere sayısal olarak 1 değeri verilerek, örnek alanların gama çeşitlilikleri hesaplanmıştır. Daha sonra yörede tespit edilen TAB niteliği taşıyan türler belirlenerek bu türlerin bulunduğu örnek alanlardaki diğer türlerin sayısı (gama değerleri) tespit edilmiş böylece en yüksek tür birlikteliğine sahip olan TAB belirlenmiştir.

Çalışmada ayrıca farklı bir bakış açısıyla istatistiksel değerlendirmeler yapabilmek adına bahsi geçen çevresel değişkenler (enlem, boylam, bakı, yükselti eğim ve yamaç konumu) ile toplam 70 örnek alan için belirlenen gama değerleri Sperman korelasyon analizleri ile test edilmiştir. Korelasyon analizinin uygulaması için SPSS paket programından faydalanılmıştır (SPSS, 2010).

Çizelge 1. Örnek alanlarda tespit edilen türler ve kodları

Türler	Kısaltmalar	Türler	Kısaltmalar
<i>Abies cilicica subsp. cilicica</i>	ABİCİL	<i>Phlomis grandiflora</i>	PHLGRA
<i>Amelanchier parviflora</i> Boiss.	AMEPAR	<i>Phlomis</i> sp.	PHLSPP
<i>Astragalus</i> sp.	ASTSPP	<i>Picea orientalis</i>	PICORİ
<i>Berberis vulgaris</i>	BERVUL	<i>Pinus nigra</i> J. F.	PINNIG
<i>Cedrus libani</i>	CEDLİB	ARNOLD subsp. <i>nigra</i> var. <i>caramanica</i> (LOUDON) REHDER	
<i>Centaurea thirkei</i> L.	CENTHI	<i>Pistacia terebinthus</i>	PİSTER
<i>Cephalaria speciosa</i>	CEPSPE	<i>Populus tremula</i>	POPTRE
<i>Cirsium arvense</i>	CİRARV	<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	PRUDIV
<i>Cistus laurifolius</i> L.	CISLAU	<i>Pyrus elaeagnifolia</i> Pallas	PYRELA
<i>Clinopodium vulgare</i>	CLIVUL	<i>Quercus cerris</i> L. var. <i>cerris</i> L.	QUECER
<i>Colutea cilicica</i> Boiss. & Balansa	COLCİL	<i>Quercus coccifera</i> L.	QUECOC
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	CRAMON	<i>Quercus infectoria olivier.</i>	QUEINF
<i>Crepis</i> sp.	CRESPP	<i>Rosa canina</i> L.	ROSCAN
<i>Dianthus</i>		<i>Rubus canescens</i> DC. var. <i>glabratus</i> (GODRON) DAVIS ET MEIKLE	RUBCAN
<i>zonatus</i> FENZL var. <i>hypochlorus</i> (BOISS. ET HELDR.) REEVE	DIAZON	<i>Salvia tomentosa</i> Miller	SALTOM
<i>Digitalis davisiana</i>	DİGDVA	<i>Sambucus ebulus</i>	SAMEBU
<i>Euphorbia</i> sp.	EUPSPP	<i>Sanguisorba minor</i> subsp. <i>muricata</i> (Spach) Briq.	SANMIN
<i>Hypericum</i> sp.	HYPSP	<i>Sideritis condensata</i> BOISS. ET HELDR. APUD BENTHAM.	SIDCON
<i>Jasminum fruticans</i> L.	JASFRU	<i>Silene spergulifolia</i> (DESF.) BIEB.	SILSPE
<i>Juniperus excelsa</i> M. BIEB.	JUNEXC	<i>Teucrium polium</i> L.	TEUPOL
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	JUNOXY	<i>Thymus samius</i> Ronniger. & Rech. Fil	THYSAM
<i>Lamium camense</i> R.Mill	LAMCAM	<i>Trifolium incarnatum</i>	TRİİNC
<i>Lapsana communis</i>	LAPCOM	<i>Verbascum</i> sp.	VERSP
<i>Lathyrus laxiflorus</i> (Desf.) O. Kuntze	LATINF	<i>Viscum album</i>	VİSALB
<i>Laurus nobilis</i> L.	LAUNOB		

Çizelge 2. Örnek alanlarda tespit edilen tıbbi ve aromatik bitkiler ve kodları

Türler	Kısaltmalar
<i>Berberis vulgaris</i>	BERVUL
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	CRAMON
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	JUNOXY
<i>Laurus nobilis</i> L.	LAUNOB
<i>Phlomis</i> sp.	PHLSPP
<i>Rosa canina</i> L.	ROSCAN
<i>Rubus canescens</i> DC. var. <i>glabratus</i> (GODRON) DAVIS ET MEIKLE	RUBCAN
<i>Teucrium polium</i> L.	TEUPOL
<i>Thymus samius</i> Ronniger. & Rech. Fil	THYSAM
<i>Viscum album</i>	VİSALB

### 3. Bulgular

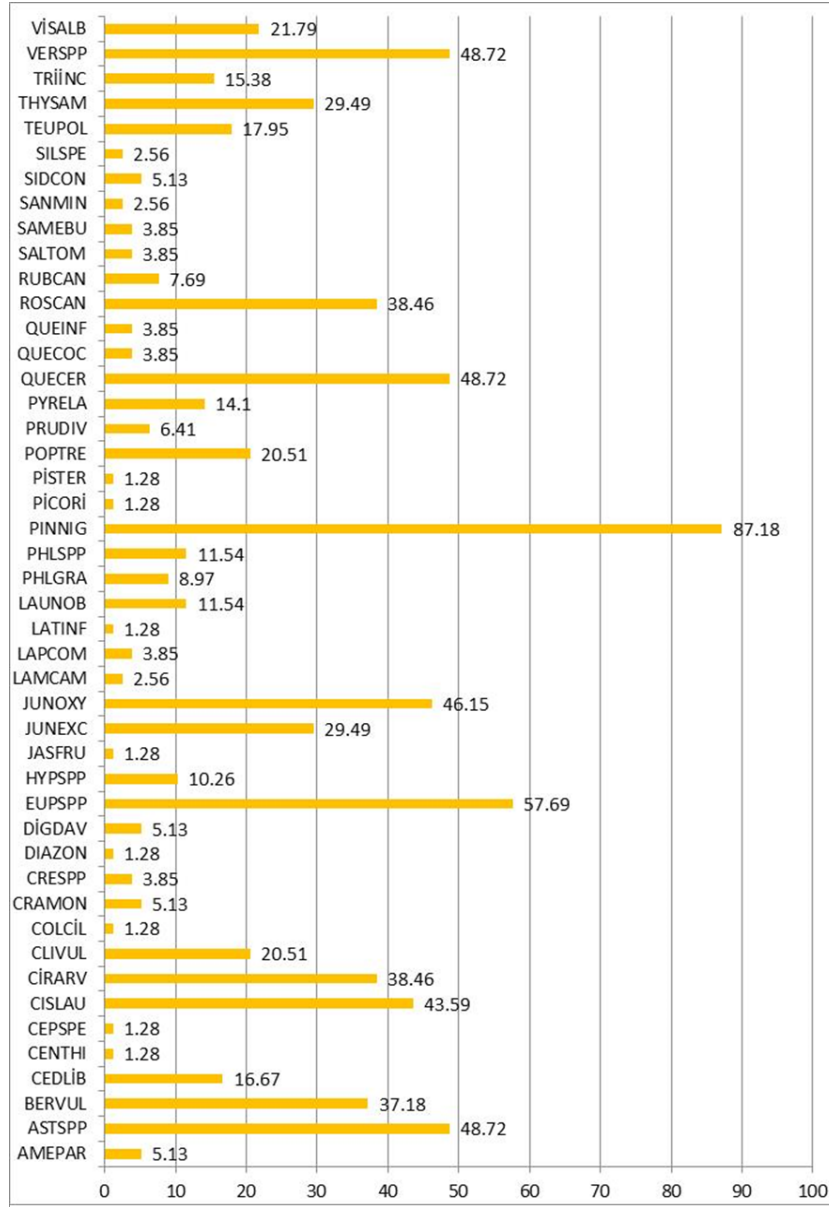
Çalışma sahasında gerçekleştirilen arazi envanteri sonrası 70 örnek alana ait veriler (odunsu bitki türlerinin var-yok değerleri-çevresel değişkenler) Microsoft Excel ortamında düzenlenmiştir. Envanter çalışmaları ile elde edilen türlerin bulunma durumlarına göre çalışma sahasındaki rastlanma frekansları (%) değerleri itibariyle yüzdesel oranları Şekil 2'de verilmiştir. Bunun yanında örnek alanların çevresel değişkenleri (yetiştirme ortamı özellikleri) olan enlem, boylam, yükselti, bakı, eğim ve yamaç konumu değerleri Ek Çizelge 1'de sunulmuştur.

Türlerin bulunma oranlarına bakıldığında örnek alanlarda en çok görülen türler *Pinus nigra*, *Euphorbia* sp., *Verbascum* sp. ve *Astragalus* sp. olarak tespit edilmiştir. En az görülen türler ise *Colutea cilicica* Boiss. & Balansa, *Picea orientalis*, *Pistacia terebinthus*, *Jasminum fruticans* L., *Centaurea thirkei* L., *Cephalaria speciosa*, *Dianthus zonatus* FENZL var. *hypochlorus* (BOISS. ET HELDR.) REEVE, *Lathyrus laxiflorus* (Desf.) O. Kuntze olarak belirlenmiştir. Gama çeşitlilik değerini bulabilmek için her örnek alandaki farklı türlerin sayısı Microsoft Excel programı yardımıyla hesaplanmıştır. Bu aşamada daha önce materyal ve yöntem kısmında da belirtildiği üzere Var-Yok

değerleri itibariyle envantere kaydedilen odunsu bitki türlerinden farklı olanların sayısı toplanmış ve böylece her örnek alan için gama çeşitlilik değerleri elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3 incelendiğinde gama çeşitliliği en yüksek olan örnek alanın OA3, en düşük gama çeşitliliğine sahip örnek alanın ise OA64 olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanımızda ticari öneme sahip olduğu belirlenen 10 TAB'in bulunduğu örnek alanlarda birliktelik gösterdiği diğer bitki türlerinin sayısı yine Microsoft Excel programı yardımıyla hesaplanmıştır. İstatistiksel değerlendirme sonucunda 42 farklı tür ile birliktelik göstererek en yüksek bitki birlikteliğine sahip tıbbi ve aromatik bitki türünün *Rosa canina* (ROSCAN), 23 farklı tür ile bir arada bulunarak en düşük birlikteliği gösteren tıbbi ve aromatik bitki türünün ise *Laurus nobilis* L. (LAUNOB) olduğu belirlenmiştir.

TAB'in yayılış alanları hakkında daha ayrıntılı bilgi verebilmek adına örnek alanlarda tespit edilen bitki türleri ile örnek alanlara ait çevresel değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek için uygulanan korelasyon analizi sonucunda TAB'den LAUNOB türü yükselti ile pozitif, JUNOXY ve BERVUL türleri ise negatif yönde ilişkilere sahip olmuştur. Diğer çevresel değişkenlerle herhangi bir ilişki gözlenmemiştir (Çizelge 4).



Şekil 2. Envanter çalışmaları ile elde edilen türlerin bulunma durumlarına göre rastlanma frekansları (%)

Çizelge 3. Örnek Alanlarda Tespit Edilen Gama Çeşitlik Değerleri

Örnek alan no	Gama çeşitlilik değeri	Örnek alan no	Gama çeşitlilik değeri	Örnek alan no	Gama çeşitlilik değeri	Örnek alan no	Gama çeşitlilik değeri	Örnek alan no	Gama çeşitlilik değeri
OA1	16	OA15	5	OA29	9	OA43	8	OA57	11
OA2	16	OA16	13	OA30	11	OA44	9	OA58	6
OA3	20	OA17	16	OA31	9	OA45	6	OA59	11
OA4	9	OA18	6	OA32	12	OA46	7	OA60	4
OA5	12	OA19	16	OA33	10	OA47	7	OA61	13
OA6	13	OA20	12	OA34	12	OA48	8	OA62	4
OA7	8	OA21	13	OA35	12	OA49	5	OA63	5
OA8	5	OA22	10	OA36	11	OA50	5	OA64	3
OA9	8	OA23	13	OA37	6	OA51	9	OA65	8
OA10	10	OA24	10	OA38	8	OA52	5	OA66	7
OA11	10	OA25	11	OA39	19	OA53	6	OA67	7
OA12	12	OA26	10	OA40	9	OA54	7	OA68	4
OA13	9	OA27	8	OA41	9	OA55	8	OA69	9
OA14	9	OA28	13	OA42	4	OA56	7	OA70	8

Çizelge 4. TAB ile çevresel değişkenler arasında gerçekleştirilen Spearman korelasyon analizi sonuçları

		Yükselti	Yamaç konumu	Bakı	Eğim %	Yüzey taşlılığı	Anakaya	LAUNOB	JUNOXY	BERVUL
Yükselti	Korelasyon Katsayısı	1	0,511**	0,109	0,351**	0,092	0,189	0,408**	-0,327**	-0,327**
	p		0	0,371	0,003	0,448	0,117	0	0,006	0,006
Yamaç Konumu	Korelasyon Katsayısı	0,511**	1	0,114	0,284*	0,112	0,07	0,227	-0,07	-0,066
	p	0		0,347	0,017	0,356	0,562	0,059	0,566	0,585
Bakı	Korelasyon Katsayısı	0,109	0,114	1	0,093	0,097	0,042	0,147	-0,062	0,175
	p	0,371	0,347		0,443	0,425	0,728	0,225	0,613	0,147
Eğim %	Korelasyon Katsayısı	0,351**	0,284*	0,093	1	-0,011	0,182	0,167	-0,123	-0,291*
	p	0,003	0,017	0,443		0,928	0,131	0,167	0,31	0,014
Yüzey Taşlılığı	Korelasyon Katsayısı	0,092	0,112	0,097	-0,01	1	0,09	0,031	0,270*	0,192
	p	0,448	0,356	0,425	0,928		0,457	0,8	0,024	0,112
Anakaya	Korelasyon Katsayısı	0,189	0,07	0,042	0,182	0,09	1	0,13	-0,01	-0,211
	p	0,117	0,562	0,728	0,131	0,457		0,282	0,933	0,08
LAUNOB	Korelasyon Katsayısı	0,408**	0,227	0,147	0,167	0,031	0,13	1	0,117	0,024
	p	0	0,059	0,225	0,167	0,8	0,282		0,334	0,847
JUNOXY	Korelasyon Katsayısı	-0,327**	-0,07	-0,06	-0,12	0,270*	-0,01	0,117	1	0,411**
	p	0,006	0,566	0,613	0,31	0,024	0,933	0,334		0,00
RUBCAN	Korelasyon Katsayısı	-0,187	-0,032	0,049	0,019	0,034	-0,11	-0,118	0,195	-0,05
	p	0,121	0,796	0,685	0,875	0,778	0,365	0,332	0,105	0,679
BERVUL	Korelasyon Katsayısı	-0,327**	-0,066	0,175	-0,291*	0,192	-0,211	0,024	0,411**	1
	p	0,006	0,585	0,147	0,014	0,112	0,08	0,847	0,00	0,00

p:önem seviyesi, \* 0,01 < p < 0,05, \*\* p < 0,01

#### 4. Tartışma ve sonuçlar

Ülkemizde TAB olarak nitelendirilebilecek ve oldukça büyük ticari öneme sahip çok sayıda bitki türü bulunmaktadır. TAB tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de farklı amaçlar (sağlık, kozmetik, dekoratif vb.) için kullanılmaktadır. Ülkemizin TAB açısından oldukça zengin olması, bu ürünlerin korunması, üretimi, pazarlanması ve yaygınlaştırılması ile ilgili yapılacak bilimsel çalışmaların da çok önemli olduğunu göstermektedir (Büyükgebiz vd., 2008; Özdemir ve Özkan, 2016).

Biyolojik çeşitlilik bileşenlerinden gama çeşitliliği, çalışılan yörenin tür zenginliğini ifade etmektedir. Bir yörenin tür zenginliğinin tespit edilmesi ile gerek çalışma alanında gerekse benzer özellikler gösteren bölgelerdeki bitki türlerinin potansiyel yayılış alanlarının belirlenmesi açısından önemlidir. Bu çalışma, TAB'in tür zenginlik değerlerinin belirlenerek, birliktelik gösterdiği türlerle ilişkilerini ortaya koyabilmek amacıyla Isparta-Yenişarbademli yöresinde gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanı olan Yenişarbademli yöresinde 70 örnek alanda toplam 47 odunsu bitki türü tespit edilmiştir. Her örnek alan için hesaplanan gama çeşitlilik değerleri incelendiğinde en yüksek çeşitliliğe sahip OA3 numaralı örnek alan olduğu belirlenmiştir. Bu örnek alanın çevresel değişkenlerini itibarıyla 1253 metre yükseklikte, güney bakıda ve alt yamaçlarda konumlandığı görülmektedir. OA3 diğer örnek alanlara kıyasla çalışma alanında en düşük yükseltide bulunan örnek alandır. Bu nedenle yörenin düşük yükseltelerde daha fazla tür çeşitliliğine sahip olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca örnek alanın güney bakıda

konumlanmış olması da gün içerisindeki güneşlenme süresinin daha uzun olacağından hareketle ışık ihtiyacı fazla olan bitki türlerinin bu bölgeleri tercih ettiği söylenebilir.

Yörede tespit edilen tıbbi ve aromatik bitkilerden *Rosa canina* türünün diğer bitkilerle en yüksek, *Laurus nobilis* türünün ise en düşük birlikteliğe sahip olduğu belirlenmiştir. *Rosa canina* türünün ülkemizde yayılış alanları incelendiğinde oldukça geniş bölgelerde ve değişik yükseltilerde yayılış gösterdiği bilinmektedir (Kazaz, 2014). *Rosa canina* türü çalışma alanında da hem düşük yükseltilerde hem de en yüksek rakımlarda yayılış göstermiştir. Ancak *Laurus nobilis* türünün yayılışı daha sınırlı alanlarda kalmıştır. Tıbbi ve aromatik bitkilerden *Rosa canina*'nın birçok alanda yayılış göstermesi, çok sayıda farklı tür ile bir arada yaşayabilmesi nedeniyle yörede bu türün yayılış gösterdiği alanların ekolojik ortam koşullarının muhafaza edilmesi, yaygınlaştırılması ve potansiyel alanlarının belirlenmesi öncelikli konu olarak görülmelidir. Ayrıca *Rosa canina* türüne ait yetiştirme ortamı koşullarında bitki tür çeşitliliğinin yüksek olması nedeniyle bu bölgelerin diğer canlı çeşitliliği (yaban hayvanları, böcek, sürüngen vb.) açısından değerli alanlar olacağını göstermektedir. Bu sebeple tespit edilen söz konusu alanlar, özellikle insan kaynaklı (maden ocakları vb.) tahribatından kaçınılması gereken öncelikli alanlar olarak değerlendirilmelidir.

TAB'in yayılış alanları hakkında daha ayrıntılı bilgi verebilmek adına, tıbbi ve aromatik bitki türleri ile örnek alanlara ait çevresel değişkenler arasında gerçekleştirilen spearman korelasyon analizi sonucu LAUNOB türünün yükselti arttıkça daha yoğun yayılış gösterdiği, JUNOXY ve

BERVUL türlerinin ise yükselti artıca yayılış alanlarındaki yoğunluğunun düştüğü söylenebilir.

Sonuç olarak Yenişarbademli yöresindeki ormanlık alanlarında tür merkezli tıbbi ve aromatik bitki tür zenginliğinin hesabına yönelik örnek bir araştırma olması amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada gama çeşitliliğinin düşük yükseltilerde ve güneye bakan yamaçlarda yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yöre için yayılış alanı ve gösterdiği bitki birlikteliği nedeniyle *Rosa canina* türüne ait yetiştirme ortamlarına daha fazla önem verilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Tıbbi ve aromatik bitkiler üzerine yapılan birçok çalışmada da bu türün önemine ve yetiştirme ortamı koşullarına değinilmiştir (Kazaz, 2014).

Çalışmanın ülkemizde ticari olarak oldukça önemli yer tutan TAB'in yayılış alanları ile ilgili önemli bir bilgi kaynağı olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada elde edilen veriler ve sonuçlar, sonraki aşamalarda bu konuyla ilgili gerçekleştirilecek, koruma, yaygınlaştırma ve türlerin potansiyel yayılış alanlarının modellenmesi gibi aşamalarında kullanılabilirliğini, ayrıca bu konuda çalışma yapan bilim adamları, kurum ve kuruluşlara destek olabileceğini söylemek mümkündür.

#### Teşekkür

Bu çalışma, SDÜ-BAPKB tarafından desteklenen "Dedegöl (Yenişarbademli) Dağı Yöresinde Alfa Bitkisel Tür Çeşitliliği ile Çevresel Değişkenler Arasındaki İlişkiler" (Proje Numarası: SDU-BAPKB-4817-YL1-16) adlı çalışmadan elde edilen verilerden yararlanılarak hazırlanmıştır. Çalışma özet bildiri olarak Ekoloji 2017 Uluslararası Sempozyumu'nda yayınlanmıştır.

#### Kaynaklar

- Anonim, 2017. Yenişarbademli İklim Verileri. <https://tr.climate-data.org/location/26246/>, Erişim: 31.03.2017.
- Akyol, A., Kaya, C., Yıldırım, A.N., Uluşan, M.D., 2010. Yenişarbademli (Isparta) Yöresinin tıbbi ve aromatik bitkileri. Isparta İli Değerleri ve Değer Yaratma Potansiyeli Sempozyumu, 26 Nisan-3 Mayıs 2010, Isparta, s. 3.
- Asımgil, A., 2009. Şifalı Bitkiler. Timaş Yayınları, İstanbul.
- Bayramoğlu, M.M., Toksoy, D., Şen, G., 2009. Türkiye'de tıbbi bitki ticareti. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 19-21 Şubat 2009, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, s. 89-98.
- Büyükgebiz, T., Fakir, H., Negiz, M.G., 2008. Sütçüler (Isparta) Yöresinde doğal odun dışı bitkisel orman ürünleri ve geleneksel kullanımları. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2008 (1): 109-120.
- FAO, 2004. Green Facts, Based on FAO Forestry Department Terms and definitions, Rome.
- Ghanbari, S., Vaezin, S.M.H., Zobeiri, M., Shamekhi, T., Elahiyan, M.R., 2011. Financial evaluation of non-wood forest products in Arasbaran Forests: A case study on Cornelian Cherry (*Cornus mas*) fruit in the forests of Kalaleh Village, Kalibar, Iran. II. International Non-Wood Forest Products Symposium, 8-10 September 2011, Isparta, s. 1-6.

- Gürbüz, B., İpek, A., Ayvaz, N., 2011. Türkiye florasındaki *Origanum* türlerinin yayılış alanları ve ticareti. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 4(2): 55-58.
- Hashemi, S.A., 2010. Evaluating plant species diversity and physiographical factors in natural broad leaf forest. American Journal of Environmental Science, 6(1): 20-25.
- Işık, D., Uğurlu, E., 2011. Bitki komunitelerinde beta çeşitlilik. Celal Bayar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi, 1(1): 154-171.
- Kazaz, G., 2014. Sütçüler Yöresi'nde Kuşburnu (*Rosa canina* L.) türünün coğrafi dağılım modellemesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Korkusuz, E.E., Dirik, H., 2011. Gümüş İhlamur'un (*Tilia tomentosa* Moench.) fenolojisi, çiçek özellikleri ve yararlanma esasları. II. Uluslararası Odun dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, s. 201-208.
- Leakey, R.B., Temu, A.B., Melynk, M., Vantomme, P., 1996. Domestication and Commercialization of Non-Timber Forest Products. Non-Wood Forest Products Series 9, Rome.
- Mareno, C., Zuria, I., García-Zentono, M., Sánchez-Rojas, G., Castellanos, I., Martínez-Morales, M., Rojas-Martínez, A., 2006. Trends in the measurement of alpha diversity in the last two decades. Interciencia, 31(1): 67-71.
- Negiz, M.N., 2013. Gölhisar (Burdur) Yöresinde odunsu tür çeşitliliği ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- OGM., 1996. Orman Tali Ürünlerinin Üretim ve Satış Esasları. Orman Genel Müdürlüğü, İşletme ve Pazarlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Özkan, K., Süel, H., 2008. Endemic plant species in a karstic canyon (Mediterranean Region, Turkey): relation to relief and vegetation diversity. Pol. J. Ecol., 56(4): 709-715.
- Özkan, K., Gülsoy, S., Mert, A., 2008. Interrelations between height growth and site characteristics of *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe. J. The Malaysian Forester, 71: 9-16.
- Özdemir S., Özkan, K., 2016. Ovacık dağı yöresi'nde (Antalya) Türk kekiği (*Origanum onites* L.) ve büyük çiçekli adaçayı (*Salvia tomentosa* Miller) türlerinin ekolojik özellikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 66(1): 264-277.
- SPSS, 2010. Statistical Package for Windows. Version 17.0, Chicago, IL, USA: SPSS, Inc.
- Yıldırım, H.T., 2012. Türkiye'nin odun dışı orman ürünleri üretiminin ormancılık politikası açısından değerlendirilmesi. I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim 2011, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, s. 193-200.
- Zhao, C.M., Chen, W.L., Tian, Z.Q., Xie, Z.Q., 2005. Altitudinal pattern of plant species diversity in Shennongjia Mountains, central China. Journal of Integrative Plant Biology, 47(12): 1431-1449.



## Ekler

## Ek A. Çalışmada kullanılan örnek alanlara ait değişkenler

Ek çizelge 1. Örnek alanların çevresel değişkenleri olan enlem, boylam, yükselti, bakı, eğim ve yamaç konumu değerleri

Örnek alan no	Enlem	Boylam	Yükselti	Bakı	Eğim %	Yamaç Konumu	Örnek Alan						
							No	Enlem	Boylam	Yükselti	Bakı	Eğim %	Yamaç Konumu
OA1	36354653	4174774	1395	210	30	orta	OA36	36356589	4165028	1508	10	45	üst
OA2	36354424	4175687	1534	210	25	Orta	OA37	36356380	4164272	1577	110	60	orta
OA3	36356122	4173547	1253	150	30	alt	OA38	36356614	4163349	1462	330	16	alt
OA4	36354974	4172706	1272	60	25	Orta	OA39	36354958	4175804	1741	155	15	sırt
OA5	36355031	4173326	1263	35	5	alt	OA40	36353165	4177307	1773	153	25	sırt
OA6	36354316	4173390	1325	120	35	vadi tabanı	OA41	36351146	4176712	1815	185	20	sırt
OA7	36353368	4173383	1425	90	35	alt	OA42	36354558	4166613	1405	25	30	orta
OA8	36353667	4173952	1532	330	5	sırt	OA43	36353920	4167651	1485	30	55	orta
OA9	36352008	4174224	1610	35	5	orta	OA44	36353556	4169688	1609	60	5	Orta
OA10	36354435	4173838	1243	30	5	vadi tabanı	OA45	36353070	4170679	1830	175	40	üst
OA11	36355923	4172253	1239	95	5	alt	OA46	36353176	4171085	1990	135	30	sırt
OA12	36355635	4172440	1283	213	15	Orta	OA47	36353731	4170201	1694	35	80	orta
OA13	36355731	4171446	1236	95	5	orta	OA48	36353038	4169012	1786	110	50	üst
OA14	36355624	4170754	1302	100	35	üst	OA49	36353466	4168288	1620	325	60	orta
OA15	36355575	4170522	1301	87	30	orta	OA50	36353650	4167550	1596	350	55	üst
OA16	36355899	4170698	1232	210	0	vadi tabanı	OA51	36353853	4166396	1543	100	25	orta
OA17	36355418	4169770	1284	30	45	orta	OA52	36354885	4166068	1394	220	15	alt
OA18	36355583	4169130	1322	68	10	orta	OA53	36354324	4165747	1431	10	50	alt
OA19	36355872	4168764	1318	230	50	üst	OA54	36354672	4164816	1539	90	15	sırt
OA20	36355922	4168657	1290	200	30	orta	OA55	36354371	4165202	1544	205	15	Orta
OA21	36355518	4167996	1293	50	5	sırt	OA56	36354870	4164680	1477	40	10	vadi tabanı
OA22	36355333	4167830	1318	302	5	alt	OA57	36354875	4165071	1583	160	30	alt
OA23	36355707	4169492	1248	60	5	alt	OA58	36354656	4173363	1317	280	55	üst
OA24	36355827	4171006	1237	55	3	alt	OA59	36353649	4175376	1415	115	10	alt
OA25	36356105	4172188	1217	270	20	alt	OA60	36354189	4174132	1255	100	25	alt
OA26	36353720	4174957	1384	90	15	vadi tabanı	OA61	36351867	4172624	1843	335	20	Orta
OA27	36352302	4174980	1470	320	45	Orta	OA62	36352217	4173969	1681	30	5	orta
OA28	36352471	4175839	1609	175	20	üst	OA63	36352622	4174264	1605	150	5	alt
OA29	36351380	4176423	1795	270	30	Orta	OA64	36351085	4173868	1591	330	25	üst
OA30	36349757	4175257	1815	60	35	üst	OA65	36350882	4173587	1553	30	20	alt
OA31	36354800	4168833	1347	90	5	Orta	OA66	36349818	4173792	1674	30	10	üst
OA32	36354547	4168209	1420	190	15	üst	OA67	36349961	4174153	1757	80	35	üst
OA33	36355338	4169091	1290	360	5	vadi tabanı	OA68	36349811	4174895	1702	270	30	üst
OA34	36356537	4167178	1332	130	10	orta	OA69	36350274	4176015	1785	120	40	orta
OA35	36356205	4166478	1431	100	15	üst	OA70	36351016	4176467	1765	135	45	orta

## Bucak (Burdur) yöresindeki bazı doğal orkide türlerinin yayılış alanları, morfolojik ve fenolojik özellikleri

Ebru Hatice Tıgılı<sup>a,\*</sup>, Hüseyin Fakir<sup>a</sup>

**Özet:** Bu çalışmada Bucak yöresinde bazı doğal orkide türlerinin yayılış alanları, morfolojik ve fenolojik özellikleri belirlenmiştir. Çalışmadaki veriler en fazla yayılış gösteren orkide türlerinin bulunduğu Bucak yöresinden 26 alandan temin edilmiştir. Yörede 2015 yılında (Mart-Temmuz) gerçekleştirilen arazi çalışmaları sonucunda 13 takson bulunmuştur. Bucak yöresinde yayılış gösteren 13 taksonun çiçek adedi, rengi, sap boyu ve çiçeklenme dönemi, bitki boyu, yumru ağırlığı, eni, boyu, adedi ve olgunlaşma dönemi gibi morfolojik ve fenolojik ölçümler yapılmıştır. İlk çiçeklenen orkide türü *Ophrys mammosa* (Mart başı) iken son çiçeklenen orkide türü *Orchis purpurea* ve *Orchis simia* (Nisan ortası)'dır. İlk tam çiçeklenen orkide türü *Ophrys mammosa* (Nisan ortası) iken son tam çiçeklenen orkide türü *Ophrys reinholdii* subsp. *leucotaenia* (Haziran ortası)'dır. İlk yumrusu olgunlaşan orkide türü *Ophrys mammosa* (Nisan sonu) iken son yumrusu olgunlaşan orkide türü *Himantoglossum comperianum* (Temmuz sonu)'dur. Orkide türlerinin yoğun olarak bulunduğu alanların düşük kapalılıktaki, orman içi açıklıklar, sarp kayalık yamaçlar ve tarla kenarları olduğu belirlenmiştir. Güney ve güney batı bakılı alanlarda çiçek ve yumru verimliliğinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Arazinin eğimleri ise %5-40 arasında değiştiği görülmüştür. Orkide taksonlarının 300 m ile 1451 m yükseklikler arasında yayılış gösterdiği tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Orchidaceae, Salep, Morfolojik ve fenolojik özellikler, Burdur

## Distribution areas, morphological and phenological characteristics of some native orchid species in Bucak (Burdur) Province

**Abstract:** In this study, distribution, morphologic and phenologic characteristics of some Orchid species which are used for producing sahlep in Burdur region were determined. Data were obtained from 26 stands of Bucak province where orchids species mostly distributed. As a result of field studies which were conducted in 2015 (March to July) of flower, 13 taxa were found. Morphologic and phenologic measurements such as number, color, stem length and bloom period, plant height, tuber weight, width, length, number and maturation period were made on the studied taxa. The first flowering species is *Ophrys mammosa* (beginning of March) and the last ones are *Orchis purpurea* (mid-April) and *Orchis simia* (mid-April). *Ophrys mammosa* is the first full flowering species (mid-April) and the last taxon is *Ophrys reinholdii* subsp. *leucotaenia* (mid-June). The first maturing bump belongs to *Ophrys mammosa* (end of April) and the last one to *Himantoglossum comperianum* (end of July). The stands where the orchids densely occurred are the forests openings, steep rocky slopes and edge of cultural areas. Productivity of flower and tuber are the highest on south and south-western aspects. Slopes of these stands varied between 5-40%. Orchid taxa were distributed between 300 and 1451 m.

**Keywords:** Orchidaceae, Orchid, Morphological and phenological characteristics, Burdur

### 1.Giriş

Orkide denildiğinde tropikal iklimlerde yetiştirilen, pahalı, gösterişli ve egzotik bir çiçek akla gelmektedir. Ancak son birkaç yıldan bu yana ülkemizdeki seralarda da bu bitkinin yetiştiriciliğine başlanması ve ayrıca ithal edilmesi sayesinde artık alışveriş merkezlerinde bile çok uygun fiyatlarla temin edilebilen bir süs bitkisi haline gelmiştir. Süs bitkisi olarak tanınan orkidelerden başka; Türkiye’de doğal alanlarda yetişen bir başka orkide grubu vardır ki; bunlar daha çok kullanım amacı ve şekli doğrultusunda anıldığı ismiyle “salep” bitkisi olarak bilinirler. Bitkiye olan ilginin artmasıyla birlikte bilginin de geliştiği gazete, dergi ve çeşitli yayınlarda artık “salep orkidesi” olarak tanımlandıkları görülmektedir. “Salep elde

edilen orkideler”, orkide ailesinin çok önemli bir bölümünü oluşturmaktadır (Anonim, 2011).

Türkiye’de 11466 bitki taksonu doğal olarak yetişmektedir. Bunlardan 3649’u endemiktir (Güner vd., 2012). Orkideler bu çeşitliliğin içinde önemli bir yere sahiptir. Orkidelerin Türkiye’de 257 adet taksonu doğal olarak yayılış göstermektedir (Güler, 2012). Dünya üzerinde 600-800 cinsi bulunan orkidelerin epifitik olanları tropikal iklimlerde doğal alanlarda veya gerekli ekolojik koşulların sağlandığı seralarda yetiştirilmekte olup, gösterişli çiçekleri nedeniyle süs bitkisi olarak değerlendirilmektedir. Epifitik orkideler toprağa kök salmaz, başka bitkilerin gövde ve dalları üzerinde yaşarlar. Bununla birlikte fotosentez yapma yeteneğinde olup parazit değildirler. Temel özellikleriyle benzer çiçek yapısına sahip

✉ <sup>a</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260 Isparta/Türkiye

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 16.03.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 03.10.2017



**Citation** (Atıf): Tıgılı, E.H., Fakir, H., 2017. Bucak (Burdur) yöresindeki bazı doğal orkide türlerinin yayılış alanları, morfolojik ve fenolojik özellikleri. Turkish Journal of Forestry, 18(4): 289-294.  
DOI: [10.18182/tjf.298432](https://doi.org/10.18182/tjf.298432)

olmakla birlikte çok daha küçük çiçeklere sahip olan ve toprakta yaşayan orkideler ise "ılıman kuşak orkideleri" veya "karasal orkideler" olarak adlandırılmaktadırlar (Anonim, 2011).

Ülkemizde yetişen orkide türleri arasında yer alan *Orchis*, *Ophrys*, *Serapias*, *Platanthera*, *Anacamptis*, *Dactylorhiza* cinslerine ait olanlar başta olmak üzere birçok tür doğadan toplanmaktadır. Her yıl 30 milyon civarında doğadan sökümlü yapılmaktadır (Sezik, 2002). Ülkemizde yetişen orkidelerin %13'ü endemiktir. Tüm bu bilgiler, orkide gen kaynağı açısından zenginlik kavramının gerçekten de göz ardı edilemeyecek boyutlarda olduğunu ve bu değerlere hak ettiği önemi vermek, hassasiyet göstermek gerektiğini ortaya koymaktadır (Erdem, 2004).

İlman kuşak veya karasal orkidelerin toprakaltı organları; yumru, kök ve rizom olarak farklılık göstermektedir. Yumrular genellikle iki tane olup bunlar birbirine yapışık durumdadır. Birisi yetiştiği yıla ait olan genç yumru, diğeri ise bir önceki yıla ait yumru olup bu bitkiler çiçekli haldeyken kazılıp topraktan çıkarılmakta, toplanıp salep elde etmek amacıyla kullanılmaktadır (Sezik, 1984). Yumrular her yıl tek bir yavru yumru meydana getirmektedir. Bu nedenle, pek çok bitki türünde olduğu gibi üretim hızının düşük olması ve bilinçsiz yapılan sökümler sonucu salebin nesli giderek tükenmektedir. Çoğalması güç ve yavaş olan bu bitkinin tüketimine yönelik bilinçsiz sökümlere rağmen günümüzde az da olsa bulunabilmesi, doğada çok az miktarda tohumun çimlenip yumru oluşturmaya bağlıdır (Gönülşen vd.,1983).

Dünya'da ve ülkemizde orkidelerle ilgili korolojik, morfolojik, sistematik, karyolojik ve palinolojik (Sezik, 1984; Aybeke, 1997; Güler, 1997; Freudenstein vd., 1998; Goldman vd., 2000; Aybeke, 2000; Kreutz, 2000; Güler, 2005; Kreutz, 2007; Deniz, 2009), orkidelerin çimlenmesi, vejetatif yolla çoğaltılabilmesi, mantarların etkisi, *in-situ* yönteminde, tohumla üretim, *in vitro* ve *in vivo* koşullarda üretimleri (Hadley vd., 1968; Gönülşen, 1983; Rasmussen, 1990; Sieverding, 1991; Özkoç vd., 1991; Rasmussen vd., 1992; Özkoç ve Dalcı, 1993; Wood vd., 1993; Johnson, 1994; Masuhara vd., 1994; Van der Kinderen, 1995; Gönülşen vd., 1996; Bayman, vd., 1997; Smith vd., 1997; Çağlayan vd. 1998; Önal, 1999; Goh vd., 2003; Van der Kinderen vd., 2007) ve kullanım alanları ile önemi konularında yapılan çalışmalarda ticareti, kullanım yerleri, korunması anlamında birçok araştırmalar yapılmıştır (Sezik ve Baykal, 1991; Hagsater vd., 1996; Özhatay vd., 1997; Özhatay, 2000; Kaya ve Tekin, 2001; Roberts vd., 2001; Pain, 2001; King vd., 2002; Erdem, 2004; İşler, 2005; Çağlar, 2006;).

Bu çalışmada ise Bucak (Burdur) Yöresi'nde doğal yayılış gösteren 13 adet orkide taksonuna ait morfolojik ve fenolojik özellikler araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

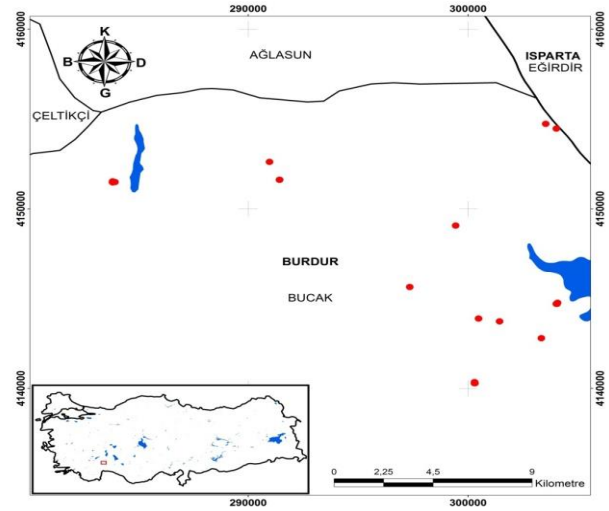
Araştırma materyali, 2014-2015 yılları arasında Burdur-Bucak yöresinden toplanmıştır (Şekil 1). Toplanan bitkilerin teşhis sonucunda 13 takson belirlenmiş olup, bu taksonların çiçeklenme öncesi, zamanı ve sonrası dönemlerinde veriler elde edilmiştir.

### 2.1. Morfolojik özelliklere ait yöntem

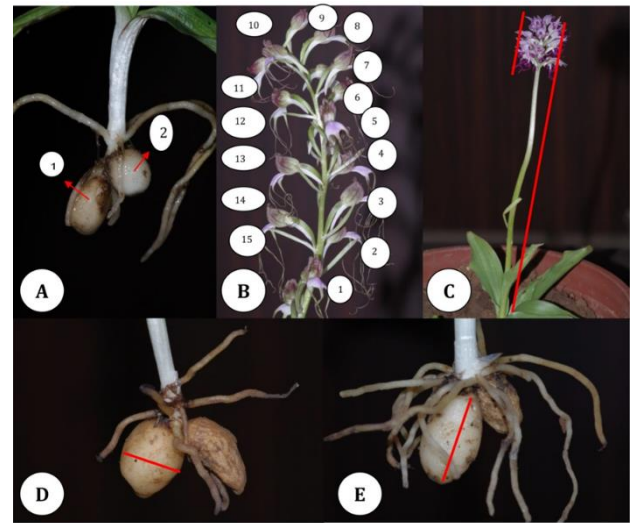
Morfolojik ölçümlerini hesaplamak için dijital çap ölçer ile her bir türe ait 30 yumru eni, boyu ölçümü, yumru ağırlıklarını belirlemek için dijital terazi kullanılarak her bir türe ait 30 yumru ölçümü yapılmıştır. Yumru boyutlarını ölçmek için yumrunun boyu, eni, adedi ana sap uzunlukları; bitki boyutlarını ölçmek için çiçek açma sapı ve tüm bitki boyu ölçülmüştür (Şekil 2).

### 2.2. Fenolojik özelliklere ait yöntem

Mart ayı itibariyle araziye çıkılmış ilk ve tam çiçeklenme zamanları, yumru olgunlaşma zamanı her bölgedeki bitkiler için ayrı ayrı belirlenmiştir. Çok erken ve geç açan orkide türleri kaydedilmiştir. Ayrıca orkide türleri ayırımında taç yaprak rengi, şekli, yaprak şekli gözlemsel olarak saptanmıştır (Şekil 3).



Şekil 1. Araştırma alanı



Şekil 2. A: Yumru adedi B: Çiçek adedi C: Çiçek sapı boyu ve bitki boyu D: Yumru eni E: Yumru boyu



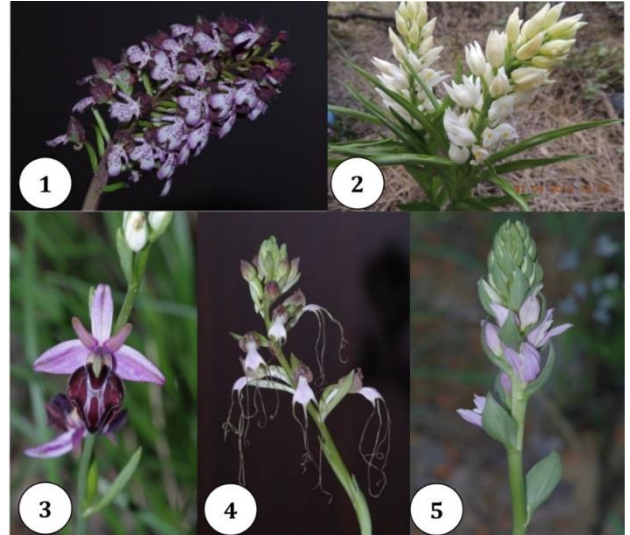
### 3. Araştırma bulguları

Bucak (Burdur) Yöresi'nde *Cephalanthera kurdica*, *C. longifolia*, *Dactylorhiza romana* subsp. *romana*, *Himantoglossum comperianum*, *Ophrys mammosa*, *Ophrys phrygia*, *Ophrys reinholdii* subsp. *reinholdii*, *Ophrys reinholdii* subsp. *leucotaenia*, *Ophrys amanensis* subsp. *antalyensis*, *Orchis simia*, *Orchis purpurea*, *Orchis palustris* ve *Orchis anatolica* doğal orkide taksonları tespit edilmiştir (Şekil 4). Bu taksonların morfoloji ve fenolojisine ait özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

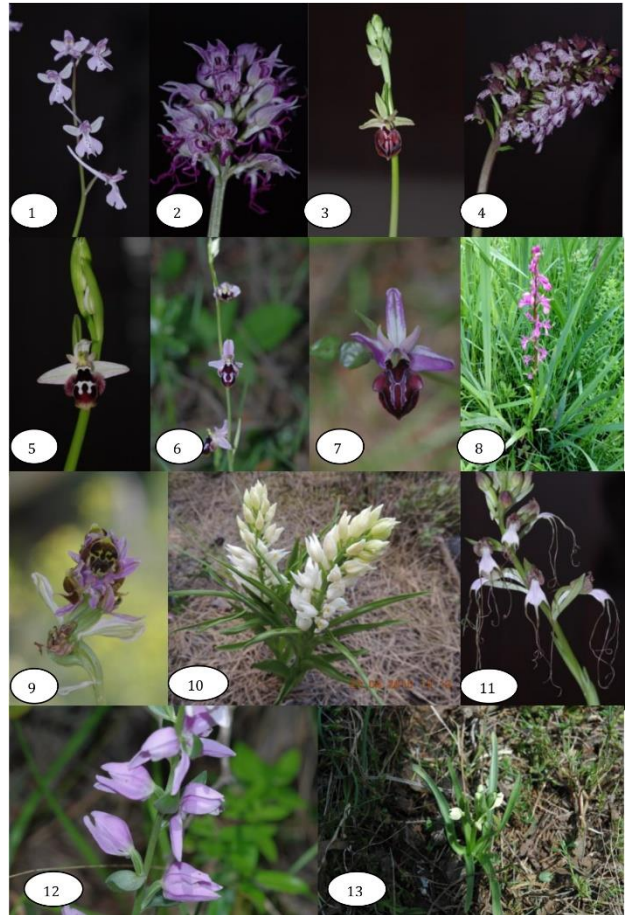
Bitkiler boy uzunlukları değerlendirildiğinde en uzun boya sahip olan tür *Orc. palustris* en az boya sahip olan tür ise *Orc. anatolica*, bitkiler yumru eni genişlikleri değerlendirildiğinde en fazla yumru enine sahip olan tür *H. comperianum* en az yumru enine sahip olan tür ise *Orc. anatolica*, yumru boyu uzunlukları değerlendirildiğinde en fazla yumru uzunluğuna sahip olan tür *H. comperianum* en az yumru uzunluğuna sahip olan tür ise *Orc. anatolica*, çiçek sapı boyu uzunlukları değerlendirildiğinde, en fazla çiçek sapı boyu uzunluğuna sahip olan tür *Orc. palustris* en az çiçek sapı uzunluğuna sahip olan tür ise *Orc. anatolica*, yumru ağırlıkları bakımından değerlendirildiğinde, en fazla ağırlığa sahip olan tür *H. comperianum* en az ağırlığa sahip olan tür ise *Oph. mammosa*, çiçek adeti bakımından değerlendirildiğinde, en çok çiçek adetinde sahip olan tür *Orc. palustris*, en az çiçek adetinde sahip olan tür *Oph. mammosa* ve *Oph. amanensis* subsp. *antalyensis*, bitki boyu uzunluğu bakımından değerlendirildiğinde, en çok bitki boyu uzunluğuna sahip olan tür *Oph. reinholdii* subsp. *reinholdii*, en az ise *Orc. anatolica* olarak tespit edilmiştir. *C. kurdica* ve *C. longifolia* sürgün köke sahip olduğundan dolayı yumru bulunmamaktadır, bu yüzden ölçüm yapılmamıştır. *D. romana* subsp. *romana* türü arazi çalışmalarında yeterli miktarda tespit edilmediğinden biyolojik çeşitlilik açısından araziden örnekler toplanmamış olup morfolojik gözlemler yapılmamıştır (Çizelge 1).

Fenolojik özellikler sonucunda ise çiçek açma dönemleri, yumru olgunluğa erişme dönemleri türler için en önemli kriterlerden biridir.

*Oph. mammosa* ilk çiçeklenme (mart başı), son çiçeklenme *H. comperianum*, *Oph. amanensis* subsp. *antalyensis*, *Oph. phrygia*, *Orc. palustris* (mayıs ortası), tam çiçeklenme dönemini tamamlayan ilk tür *Oph. mammosa* (Nisan ortası), son tamamlayan tür *H. comperianum*, *O. palustris* (Temmuz ortası), ilk yumrusu olgunlaşan tür *Oph. mammosa* (Nisan sonu), son yumrusu olgunlaşan tür *H. comperianum* ve *Orc. palustris* (Temmuz sonu) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). *Orc. anatolica* taç yaprak rengi açık pembeden erguvani kırmızıya kadar renkli, *Oph. reinholdii* subsp. *reinholdii*, sarımsıdan sarımsı kahverengi veya menekşeye kadar renkli, *Orc. simia* açık pembeden koyu kırmızı erguvaniye kadar renkli, *H. comperianum* pembeden beyaza kadar renkli ve kırmızı lekeli, *Orc. purpurea* taç yaprak rengi kahverengimsi kırmızıdan erguvaniye kadar renkli *Oph. reinholdii* subsp. *leucotaenia* kırmızımsı, koyu kahverengi veya menekşe renkli *Oph. amanensis* subsp. *antalyensis* pembeden erguvaniye kadar renkli, *Orc. palustris* menekşeden kırmızımsıdan pembeye kadar renkli, *D. romana* subsp. *romana* açık sarıdan kükürt sarısına, beyazımsı, *Oph. phrygia* pembeden kırmızımsıya kadar renkli, *C. longifolia*, beyaz renkli *C. kurdica*, pembeden kırmızıya kadar renkli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).



Şekil 3. Tam çiçeklenme (1. *Orc. purpurea* 2. *C. longifolia* 3. *Oph. amanensis* subsp. *antalyensis*) ve ilk çiçeklenme (4. *H. comperianum* 5. *C. kurdica*)



Şekil 4. Bucak Yöresi'nin doğal orkide taksonları (1. *Orc. anatolica* 2. *Orc. simia* 3. *Oph. mammosa* 4. *Orc. purpurea* 5. *Oph. reinholdii* subsp. *reinholdii* 6. *Oph. reinholdii* subsp. *leucotaenia* 7. *Oph. amanensis* subsp. *antalyensis* 8. *Orc. palustris* 9. *Oph. phrygia* 10. *C. longifolia* 11. *H. comperianum* 12. *C. kurdica* 13. *D. romana* subsp. *romana*)

Çizelge 1. Bucak (Burdur) yöresindeki doğal yayılış yapan bazı orkide taksonlarının morfolojik özelliklerine ait bulgular

	YE (mm)	YB (mm)	ÇSB (cm)	YA (adet)	YA (g)	ÇA (adet)	BB (cm)
<i>Cephalanthera kurdica</i>	-	-	21-30	-	-	25-32	41-46
<i>Cephalanthera longifolia</i>	-	-	32-38	-	-	27-31	40-61
<i>Dactolorhiza romana</i> subsp. <i>romana</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Himantoglossum comperianum</i>	19,71-34,04	23,60-35,63	22,52-28,32	2-2	8,82-18,93	10-19	25-36
<i>Ophrys mammosa</i>	8,23-17	8,02-20,40	12,52-21	2-2	0,21-3,30	2-6	15,25-18,02
<i>Ophrys reinholdii</i> subsp. <i>reinholdii</i>	14,35-20,36	22,54-29,35	18,52-25,62	2-2	14,65-18,12	3-9	23,25-40,54
<i>Ophrys reinholdii</i> subsp. <i>leucotaenia</i>	10-12,65	16,52-22,25	11,20-20,32	2-2	1,15-2,35	4-6	23,20-40,32
<i>Ophrys amanensis</i> subsp. <i>antalyensis</i>	6,51-14,41	10,40-21,88	20-29	2-2	0,84-3,22	2-5	26-33
<i>Ophrys phrygia</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Orchis simia</i>	-	-	21-26	-	-	18-28	22-36
<i>Orchis purpurea</i>	-	-	-	-	-	-	-
<i>Orchis palustris</i>	6,56-16,12	10,12-12,43	50-59	2-2	0,76-3,11	20-35	74-81
<i>Orchis anatolica</i>	5,20-16,48	7,48-23,91	10,50-24,50	2-2	0,30-3,86	3-12	8,50-37

YE: Yumru eni, YB: Yumru boyu, ÇSB: Çiçek sapı boyu, YA: Yumru adedi, YA: Yumru ağırlığı, ÇA: Çiçek adedi, BB: Bitki boyu

Çizelge 2. Bucak (Burdur) yöresindeki doğal yayılış yapan bazı orkide taksonlarının fenolojik özelliklerine ait bulgular

Fenolojik özellikler	İlk çiçeklenme zamanı	Tam çiçeklenme zamanı	Taç yaprak rengi	Yumru olgunlaşma zamanı
<i>Cephalanthera kurdica</i>	Nisan başı	Mayıs sonu	Pembeden kırmızıya kadar renkli	Yumru yok
<i>Cephalanthera longifolia</i>	Mayıs başı	Haziran sonu	Beyaz	Yumru yok
<i>Dactolorhiza romana</i> subsp. <i>romana</i>	Nisan başı	Nisan sonu	Açık sarıdan	Mayıs başı
<i>Himantoglossum comperianum</i>	Mayıs ortası	Temmuz ortası	Pembeden kırmızıya kadar renkli kırmızı lekeli	Temmuz sonu
<i>Ophrys mammosa</i>	Mart başı	Nisan ortası	Sarımsı yeşilden erguvaniye kadar renkli	Nisan sonu
<i>Ophrys reinholdii</i> subsp. <i>reinholdii</i>	Mart sonu	Nisan sonu	Sarımsı kahverengi menekşeye kadar renkli yeşil damarlı	Mayıs başı
<i>Ophrys reinholdii</i> subsp. <i>leucotaenia</i>	Mayıs başı	Haziran ortası	Kırmızimsı koyu kahve veya menekşe renkli	Haziran sonu
<i>Ophrys amanensis</i> subsp. <i>antalyensis</i>	Mayıs ortası	Haziran başı	Pembeden erguvaniye kadar renkli	Haziran ortası
<i>Ophrys phrygia</i>	Mayıs ortası	Haziran ortası	Pembeden kırmızıya kadar renkli	Haziran sonu
<i>Orchis simia</i>	Nisan ortası	Mayıs sonu	Açık pembeden koyu kırmızı erguvani	Haziran başı
<i>Orchis purpurea</i>	Nisan ortası	Mayıs ortası	Kahve kırmızimsı erguvaniye kadar renkli	Mayıs sonu
<i>Orchis palustris</i>	Mayıs ortası	Temmuz ortası	Menekşe kırmızimsı	Temmuz sonu
<i>Orchis anatolica</i>	Mart sonu	Mayıs sonu	Açık pembe erguvani	Haziran başı

#### 4. Tartışma ve sonuç

Bucak (Burdur) yöresinde yapılan bu çalışma ile 13 doğal orkide taksonu belirlenmiş olup, bu taksonların çiçeklenme öncesi, zamanı ve sonrası dönemlerinde veriler elde edilmiştir. Bu taksonların morfolojik özellikler bakımından değerlendirildiğinde Sevgi vd. (2012) yapmış olduğu çalışmada *Orc. anatolica* türünün en küçük yumru eni 5,00 mm, en büyük yumru eni 22,00 mm, olarak bulunmuş olup çalışma ile benzerlik gösterirken, Aybeke (2000) yapmış olduğu çalışma da *Oph. mammosa* yumru eni 4,07 mm olarak bulmuş olup, çalışma ile farklılıklar göstermektedir (8,23-17,00 mm). Gümüş (2009) yapmış olduğu çalışma da *Orc. simia* bitki boyu (20-45 cm), Sezik (1967) yapmış olduğu çalışma da *Oph. mammosa* bitki boyu 15-45 cm olarak bulunmuş olup çalışma ile benzerlik göstermekte (*Orc. simia* 22-36 cm, *Oph. mammosa* (15,25-18,00 cm) olup, Güler vd. (1997) yapmış olduğu çalışma da *C. longifolia* bitki boyu (24,5-45 cm), Aybeke (2000) yapmış olduğu çalışma da *Oph. mammosa* bitki boyu 24,66 cm yapmış oldukları çalışmalar ile farklılıklar tespit edilmiştir (*C. longifolia* 40-61 cm, *Oph. mammosa* 15,25-18,00 cm). Aybeke (2000) yapmış olduğu çalışma da *Oph. mammosa* yumru boyu 1,725 mm, Aybeke (2000) yapmış olduğu çalışma da *Oph. mammosa* çiçek adeti 3-6 adet iken bu çalışma da *Oph. mammosa* 8,02-20,40 mm ve çiçek adeti 2-6 adet olarak tespit edilmiştir.

Fenolojik özellikler bakımından değerlendirildiğinde Gümüş (2009) yapmış olduğu çalışma da *D. romana* subsp. *romana* çiçeklenme zamanını mart -temmuz ayları iken bu çalışma da nisan başı-nisan, Gümüş (2009) yapmış olduğu çalışma da *Orc. simia* çiçeklenme zamanını mart sonu-haziran sonu iken bu çalışma da nisan ortası-mayıs sonu, Güler vd. (1997) yapmış olduğu çalışma da *C. longifolia* çiçeklenme zamanı nisan-haziran ayları iken bu çalışma da

mayıs başı-haziran sonu, Güler vd. (1997) yapmış olduğu çalışma da *D. romana* subsp. *romana* çiçeklenme zamanını mart-mayıs ayları iken bu çalışma da nisan başı-nisan sonu olarak tespit edilmiştir.

Gümüş (2009) yapmış olduğu çalışmada *Orc. purpurea* çiçeklenme zamanını nisan-haziran ayları, Koyuncu vd. (2011) yapmış olduğu çalışma da *C. longifolia*, *Oph. mammosa*, *Orc. anatolica*, *Orc. simia* ve *Orc. purpurea* çiçeklenme zamanlarını mayıs ayı, *D. romana* subsp. *romana* çiçeklenme zamanı nisan-mayıs ayları, *H. comperianum* çiçeklenme zamanı temmuz ayı olarak tespit etmiş olup çalışma ile benzer özellikler göstermektedir.

Sonuç olarak, ülkemizin biyolojik zenginliklerinin bir kısmını oluşturan orkide yumrularının kontrollü olarak toplanması konusunda son 15 yıldır uygulanan kanun ve yönetmeliklerle önemli gelişmeler sağlanmış olmasına karşın bu bitkilerin korunmasına ve geleceklerine zarar verilmeden yararlanılmalarına yönelik birçok eksikliğin bulunduğu dikkati çekmektedir. Bilinçsizce doğadan toplama, tarla açma ve aşırı otlatmalar, turizm faaliyetlerinin artması, karayollarının gelişimi ve yeni yol açma gibi faaliyetler nedeniyle orkidelerin yetişme ortamlarının tahrip edilmesi söz konusu olmaktadır.

Başarılı bir koruma öncelikle bu kaynakların miktarının ve risk durumlarının saptanarak koruma önceliklerinin belirlenmesine bağlıdır. Bu konuda mutlaka toplumun eğitilerek kamuoyu oluşturulması zorunludur. Bu bitkilerin korunması ve kullanımına ilişkin çalışmaların yapılması büyük önem taşımaktadır. Kendi ekolojilerinde veya benzer ekolojilerde üretimlerinin hedef olarak benimsenmesi, bu türlerin doğada devamının sağlanması bakımından oldukça önemlidir. Bu bağlamda, doğal orkide türlerini tehdit eden faktörleri de ortaya koyacak şekilde, nesillerinin devamına ışık tutacak daha detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

## Teşekkür

Çalışmamızı maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz (Proje No:4101-YL1-14).

## Kaynaklar

- Anonim, 2011. CITES (The Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) <http://www.cites.org/eng/resources/species.html>. Erişim: 10.08.2014.
- Aybeke, M., 1997. Edirne çevresindeki *Ophrys* L. (Orchidaceae) türleri üzerinde morfolojik, karyolojik ve palinolojik araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Aybeke, M., 2000. Edirne çevresindeki *Ophrys* L. (Orchidaceae) türleri üzerinde karyolojik araştırmalar. Ot Sistematik Botanik Dergisi, 7 (1): 187-196.
- Bayman, P., Lebron, L.L., Tremblay R.L., Lodge, J., 1997. Endophytic Fungi in Roots and Leaves of *Lepanthes* (Orchidaceae). New Phytologist, (135):143-149.
- Çağlayan, K., Özavcı, A. Eskalen, A., 1998. Doğu Akdeniz Bölgesinde yaygın olarak yetişen bazı salep orkidelerinin embriyo kültürü kullanılarak *in vitro* koşullarda çoğaltılmaları. T.Jour. of Agriculture and Forestry, 22(2):187-191.
- Deniz, İ.G., 2009. Antalya ilinde yayılış gösteren *Ophrys* L. (Orchidaceae) cinslerine ait türler üzerinde taksonomik bir araştırma. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Erdem, H.E., 2004. Biyolojik çeşitliliğinin ekonomik değerinin belirlenmesi: Yabani Orkide örneği. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Freudenstein, J. V., Rasmussen, F. N., 1998. What does morphology tell us about Orchid relationships? A Cladistic Analysis. Amer. Jour. Bot., (86): 225-248.
- Güler, N., 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), *Orchis* L. In: GÜNER, A. (Ed.), Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, s.630-652.
- Goh H.K.L., NG, W.Y., Huang, S.Y., TAN, I., Zhang, X.S., Than, F.Y., Lim, C.L., 2003. Anatomical study on the development of *in Vitro* Orchid roots infected with mycorrhiza. International Symposium on Acclimatization and Establishment of Micropropagated Plants, Acta Hort. (ISHS), 616:475-480.
- Goldman, D. H., Orzell, S. L., 2000. Morphologic, Geographical and Ecological Re-Evaluation of *Calopogon multiflorus* (Orchidaceae). Lindleyana, (15): 237-251.
- Gönülşen, N., 1983. Salep Bitkilerinden *Orchis anatolica* Boiss.'in Doku Kültürü ile Üretimi. Ege Bölgesi Araştırma Enstitüsü Yayınları, İzmir.
- Gönülşen, N., Önal, K., Ercan, N., Yıldızgördü, K., Şekeroğlu, E., Biçici, M. Eskalen, A. 1996. Ege ve Doğu Akdeniz Bölgelerinde Doğal Yayılış Gösteren Orchidaceae Familyasına Ait Bazı Türlerin *In Vitro* ve *In Vivo* Koşullarda Üretimleri Üzerinde Araştırmalar, TÜBİTAK Proje No: TBGAG-52.
- Güler, N., 2005. Kazdağları'nda yetişen *Orchidaceae* familyası bitkileri üzerinde morfolojik ve korolojik araştırmalar. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bil. Enstitüsü, Edirne.
- Güler, N., 1997. Edirne çevresindeki *Orchis* L. (Orchidaceae) türleri üzerinde morfolojik, sistematik, korolojik, karyolojik ve palinolojik araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Güler, N., Başak, N., 1997. Cytotaxonomical notes on the genus *Orchis* L. (Orchidaceae) in Edirne. First Balkan Botanical Congress, September 19-22, p.18-35, Thessaloniki, Greece, 1997.
- Gümüş, C. 2009. Batı Karadeniz Bölgesi'nde salep elde edilmesinde kullanılan bazı Orkide türlerinin (*Orchidaceae*) çoğaltım yöntemleri üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hadley, G., Harvais, G., 1968. The effects of certain growth substances on asymbiotic germination and development of *Orchis purpurella*. New Phytol., 67:441-445.
- Hagsater, E., Dumant, V., 1996. *Orchids*: Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN. Gland Switzerland and Cambridge.
- İşler, S., 2005. Van salebinin mensei ve Van civarının orkideleri. Doktora Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kaya, S., Tekin, A.R., 2001. The effect of Salep content on the rheological characteristics of a typical ice-cream mix. Journal of Food Engineering, 47: 59-62.
- King, S. A., Buckney, R. T., 2002. Invasion of exotic plants in nutrient-enriched urban bushland. Austral. Ecol., (27): 573-583.
- Koyuncu, O., Yaylacı, O. K., Öztürk, D., Potoglu Erkara, I., Savaroglu, F., Osoydan, K., Ardic, M., 2011. Distribution, elements of destruction and evaluation of risk categories of Orchids in Osmaneli (Bilecik/Turkey) and its environs. Biological Diversity and Conservation, 4(1): 122-133.
- Kreutz, (C.A.J.), K., 2000. *Orchidaceae* in flora of Turkey and the east Aegean islands (Edit. Güner et al.), University Press, 11:275-305, Edinburgh.
- Kreutz, C. A. J., 2007. Neukombinationen und Ergänzungen zu verschiedenen Europäischen Orchideentaxa. Ber.Arbeitskrs. Heim.Orch., 24 (1) : 142-186.
- Masuhara G., Katsuya, K., 1994. *In situ* and *in vivo* Specificity Between *Rhizoctonia* spp. and *Spiranthes sinensis* (Persoon) Ames. *varamoena* (Orchidaceae), New Phytologist, (127): 711-718.
- Önal, K., 1999. Ege bölgesinde doğal yayılış gösteren *Orchidaceae* familyasına ait bazı türlerin *In Vitro* koşullarda üretimleri üzerinde araştırmalar. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23(5):1057-1064.
- Özhatay, N., Koyuncu, M., Atay, S., Byfield, A., 1997. Türkiye'nin Doğal Tıbbi Bitkilerinin Ticareti Hakkında Bir Çalışma. Doğal Hayati Koruma Derneği, İstanbul.
- Özkoç, İ., 1991. *Serapias vomeracea* (Burm fil.) Briq. subsp. *laxiflora* (Soo) Gözl et. Reinhard ve *Orchis laxiflora* Lam. (Orchidaceae) tohumlarının simbiyotik ve asimbiyotik kültürlerde çimlenme ve gelişmesi üzerinde araştırılması. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

- Özkoç, I. Dalcı, M., 1993. *Orchis laxiflora* tohumlarının iki farklı ortamda çimlenmesi ve gelişmesi üzerine bazı fungusların etkisi. DOGA Türk Biyoloji Dergisi, 17(1): 23-28.
- Pain, S., 2001. The perfume hunter. New Scientist, 21 (2287): 37.
- Rasmussen, H.N., 1992. Seed dormancy patterns in *Epipactis palustris* (Orchidaceae): requirements for germination and establishment of mycorrhiza. *Phylosiologia Plantarum*, 86(1): 161-167.
- Rasmussen, H., Anderson, T.F., Johansen, B., 1990. Temperature sensitivity of in vitro germination and seedling development of *Dactylorhiza majalis* (Orchidaceae) with and without a mycorrhizal fungus. *Plant, Cell & Environment*, 13(2):171-177.
- Roberts, J. A., Anuku, S., Burdon, J., Mathew, P., MCGough, H. N., Newman, A. D., 2001. Cites Orchid Checklist. The Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- Sieverding, E., 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. 371.
- Smith, S. F., Read, D. J., 1997. Orchid Mycorrhizas. Mycorrhizal Symbiosis. Department of Soil Science, Waite Agricultural Research Institute, 349-375.
- Sevci, E., Altundağ, E., Kara, Ö., Sevci, O., Tecimen, H.B., Bolat, İ. 2012. Morphological and ecological studies on some Orchis (Orchidaceae) taxa of Mediterranean region in Turkey. *J. Environ. Biol.*, 33:343-353.
- Sezic, E., 1984. Orkidelerimiz: Türkiye'nin Orkideleri. Sandoz Kültür Yayınları, İstanbul.
- Sezic, E., 2002. Türkiye'nin orkideleri ve salep. *Acta Pharmaceutica Turcica*, 44: 151-157.
- Sezic, E., 1967. Türkiye'nin salepgilleri, ticari salep çeşitleri ve özellikle Muğla salebi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sezic, E., Baykal, T., 1991. Maraş salebinin menşei. *Tübitak Doğa-Tr. J. of Pharmacy*, 1:10-16.
- Wood, B.C., Pritchard, H.W., Miller, A.P., 1993. Simultaneous preservation of orchid seed and its fungal symbiont using encapsulation-dehydration is dependent on moisture content and storage temperature. *C/O Royal Veterinary College, Cryoletters*, (21): 125-136.
- Van Der Kinderen, 1995. A method for the study of field germinated seeds of terrestrial orchids. *Lindleyana*, (10): 68-73.
- Van Der Kinderen, P., 2007. Orchid conservation and mycorrhiza associations. *Microorganisms in Plant Conservation and Biodiversity Biomedical and Life Sciences*. Springer Netherlands, 195-226.

## Ormanlık ile ilgili eylem planları ve bunların uygulamadaki etkinliğine ilişkin görüşlerin değerlendirilmesi

Ahmet Tolunay<sup>a,\*</sup>, Özgür Balcı<sup>b</sup>, Türkay Türkoğlu<sup>c</sup>

**Özet:** Türkiye’de ormanların tamamına yakınının mülkiyeti devlete ait olup, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından yönetilmektedir. OGM, ilk olarak hazırladığı 2010-2014 yıllarını kapsayan stratejik plan ile stratejik yönetim sistemine geçmiştir. Ardından 2011 yılında OGM’nin yeniden yapılandırmasına istinaden değişen görev ve sorumluluk tanımları gereği, stratejik planı yenilenmiş ve yine dört stratejik amaca yönelik 2013-2017 yıllarını kapsayan stratejik plan uygulamaya konulmuştur. Bunun yanında, aynı plan dönemlerinde uygulamaya geçirilen 27 adet eylem planı bulunmaktadır. Bu çalışmada, ormanlık ile ilgili eylem planları ve bunların uygulamadaki etkinliğine ilişkin görüşlerin incelenmesi amaçlanmaktadır. Araştırmanın birincil verileri anket tekniğinden yararlanılarak, ikincil veriler ise bu konuda yapılan çalışmalar, kitaplar taranarak elde edilmiştir. Anket formunda toplam 20 adet soru mevcut olup, ormanlık ile ilgili eylem planları ve bunların uygulamadaki etkinliğini ölçmeye yönelik hazırlanmıştır. Anket tekniği ile elde edilen veriler istatistik paket programı (SPSS 20) vasıtasıyla analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılım göstermemesi sebebiyle parametrik olmayan testlerden Mann-Whitney U testi ve Kruskal Wallis testi kullanılarak veriler değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, eylem planlarının kurum çalışanları tarafından bilindiği ancak uygulamadaki etkinliğini yeterli bulmadıkları tespit edilmiştir. Araştırmaya katılanların cinsiyete, yaş dağılımına ve eğitim seviyelerine göre bazı maddeler üzerinde görüş farklılıklarının bulunduğu gözlemlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Ormanlık, Stratejik yönetim, Eylem planları, Etkinlik, Türkiye

## Evaluation of opinions about strategic action plans related forestry and their efficiency in application

**Abstract:** The ownership of the vast majority of forests in Turkey belongs to the state. It is operated by General Directorate of Forestry (OGM). The OGM has passed strategic management with the strategic plan covering the first 2010-2014 years. Then, in 2011, the strategic plan was overhauled and the strategic plan covering 2013-2017 for the four strategic purposes was put into practice due to the changing definition of duty and responsibility in line with the restructuring of the OGM. In addition, there are 27 action plans put into practice during the same plan periods. In this study, the action plans related to forestry and the opinions on their effectiveness in the application were examined. Primary data were collected by survey technique and secondary data are obtained by scanning the books and researches in this subject. A total of 20 questions are available in the questionnaire form and are prepared to measure strategic action plans related to forestry and their effectiveness in implementation. Data was obtained by the questionnaire and analyzed by statistical package program (SPSS 20). Since data were not normally distributed, non-parametric tests were evaluated using the K Independent Samples Test (Mann-Whitney U test) and K Independent Samples Test (Kruskal Wallis Test). As a result, it has been determined that the action plans are known by the employees of the institution but they do not find the effectiveness in practice sufficient. The participants in the survey were observed to have differences in opinion according to sex, age distribution and educational level.

**Keywords:** Forestry, Strategic management, Action plans, Efficiency, Turkey

### 1. Giriş

Modern toplumlarda halkın gereksinim duyduğu kamu hizmetlerinin kaliteli ve etkin bir şekilde karşılanması devletin en önemli görevlerinden birisidir (Sezer, 2008). Bu sebeple, kamu idarelerinin topluma en iyi hizmeti en verimli ve etkin bir şekilde sunması toplumun ihtiyaç ve beklentilerini karşılaması ile ilişkilidir. Bilgi ve iletişimin ön plana çıktığı günümüz dünyasında, ekonomik, siyasal ve teknolojik gelişmeler kamu yönetimi sistemini de

etkilemiştir. Kamu idarelerinin hızla değişen yeni kamu yönetimi sistemine ayak uydurabilmesi için uzun dönemli bir vizyona sahip olmaları ve uzun dönemli bir takım stratejiler belirlemeleri gerekmektedir (Güçlü, 2003). İdarelerin, dış çevrelerinde meydana gelen olayları takip etmesi, tehdit ve fırsatları analiz ederek çeşitli planlar ve stratejiler oluşturması, hızlı değişimler ve olaylar karşısında hazırlıklı olmalarını sağlamaktadır (Genç, 2015). Günümüzde stratejik planlama olarak adlandırılan bu yönetim felsefesi, kurum ve kuruluşların mevcut durum,

✉ <sup>a</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta  
<sup>b</sup> Orman Genel Müdürlüğü, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanlığı, Ankara  
<sup>c</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz Meslek Yüksek Okulu, Ormanlık Bölümü, Muğla

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 08.02.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 06.09.2017



**Citation** (Atf): Tolunay, A., Balcı, Ö., Türkoğlu, T., 2017. Ormanlık ile ilgili eylem planları ve bunların uygulamadaki etkinliğine ilişkin görüşlerin değerlendirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 18(4): 295-301. DOI: [10.18182/tjf.290750](https://doi.org/10.18182/tjf.290750)



amaç ve kuruluş ilkelerinden hareketle geleceğe yönelik bir vizyon oluşturup, bu vizyona uygun hedefler belirlemeleri ve çeşitli göstergelerle başarıyı izlemelerini ifade eden bir planlama anlayışıdır (Dursun, 2004; Akçay, 2009).

Stratejik planlama veya yönetim anlayışı 1950'li yıllardan itibaren özel sektör tarafından verimlilik ve etkinliğin artırılması amacıyla uygulanmaya başlanmış ve 1980 sonrasında, geleneksel kamu yönetimi anlayışının ağırlığını kaybetmesi ile birlikte kamu yönetimi alanına da girmiştir. Türkiye'de stratejik planlama 2000'li yıllarda ulusal planlama sistemi ile içinde yer edinmiştir (Genç, 2015). Türkiye'de de Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) öncülüğünde yapılan bir dizi çalışmaya paralel olarak 2003 yılında 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunuyla stratejik planlama yasal bir temele kavuşmuş ve kamu kurumları için zorunlu hale getirilmiştir (Alkan ve Tolunay, 2006; DPT, 2015). Bu kanunun dokuzuncu maddesinde stratejik plan "kamu idarelerinin orta ve uzun vadeli amaçlarını, temel ilke ve politikalarını, hedef ve önceliklerini, performans ölçütlerini, bunlara ulaşmak için izlenecek yöntemler ile kaynak dağılımlarını içeren plan" olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, kanunda öngörülen stratejik yönetim modeli; planlama, uygulama ve izleme-değerlendirme süreçlerini oluşturan stratejik plan, performans programı, stratejilere ilişkin eylem planları ve faaliyet raporu bileşenlerinden meydana gelmektedir. Nitekim bu kanun ile kamu idarelerinin bütçeleri belirlenirken stratejik planları, yıllık amaç ve hedefleri ve performans göstergeleri göz önünde bulundurulmaktadır. Bundan dolayı kamu hizmetlerini istenilen düzeyde ve kalitede sunulabilmesinde stratejik planlar büyük önem arz etmektedir (Daşdemir, 2009). Başka bir deyişle, kamu idarelerinin planlı hizmet sunumu, politika geliştirme, belirlenen politikaları somut iş programlarına ve bütçelere dönüştürme ile uygulamayı etkili bir şekilde izleme ve değerlendirmelerini sağlamaya yönelik olarak "stratejik planlama" temel bir araç olarak benimsenmiştir (DPT, 2006).

Kamu idarelerinde stratejik planlar, uzun süreli (Beş yıl ve daha fazla süreli), orta süreli (Bir ile beş yıl arası süreyi kapsayan) ve kısa süreli (bir yıldan daha az süreli) planlar şeklinde sınıflandırılmaktadır. Planların yerine getirdikleri fonksiyonlar açısından ise; stratejik, eylem planları şeklinde ele alındıkları görülmektedir (İlter ve Ok, 2012). Eylem planları, daha çok orta kademe yöneticiler tarafından, stratejik planların amaçlarına ulaşabilmesini sağlamak için hazırlanan daha kısa bir süreyi kapsayan planlar olarak tanımlanmaktadır (Balcı, 2016). Günümüzde, Amerikan Ormancılık Servisi (USDA Forest Service), Dünya Bankası (WB), Birleşmiş Milletler (UN Forest Commission) gibi bir çok kurum ormancılık alanında beşer yıllık stratejik planlar ve eylem planları oluşturmakta ve ormanların sürdürülebilir yönetilmesine yönelik hedefler belirlemektedir (USDA Forest Service, 2015-2020; WB, FY16-20; UN, 2017-2030)

Türkiye'de ormanların tamamına yakınının mülkiyeti devlete ait bulunmakta olup, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından yönetilerek işletilmektedir. Bir kamu kurumu olarak OGM, ilk olarak 2010-2014 yıllarını kapsayan stratejik plan ile stratejik yönetime geçmiştir (OGM 2010). Ardından 2011 yılında OGM'nin yeniden yapılandırılmasına istinaden değişen görev ve sorumluluk tanımları gereği, stratejik planı yenilenmiş ve 2013-2017

yıllarını kapsayan stratejik plan uygulamaya konulmuştur. Bunun yanında aynı plan dönemlerinde uygulamaya geçirilen 27 eylem planı bulunmaktadır (OGM, 2013). OGM'ce uygulanan stratejik planlar ile stratejik planların amaç ve hedeflerine hizmet eden eylem planlarının etkinliği, OGM'nin kırsal ve ulusal çevre problemlerinin aşılması, kırsal ve ulusal ekonomiye katkısı gibi hususlar açısından son derece önemlidir.

OGM'nin multidisipliner nitelikteki çok sayıda görev ve sorumluluklarını sadece stratejik planlarda yer alan eylemler ile gerçekleştirmesinin son derece güç olmasından dolayı bu eylem planları hazırlanmış ve uygulamaya konulmuştur. Eylem planları, stratejik planların amaç ve hedeflerine ulaşılmasında uygulayıcılara rehberlik etmesi ve somut adımları tarif etmesi açısından önemli bir rol üstlendiği düşünülmektedir. Bu sebeple, stratejik planların amaç ve hedeflerine hizmet eden eylem planları, uygulayıcı birimler için iş yükü oluşturduğu varsayımından hareketle, ormancılık teşkilatı çalışanlarının bu konudaki görüşlerini değerlendirme ihtiyacı duyulmuştur.

Bu çalışma ile ormancılık alandaki stratejik planlama uygulamalarında bir araç olarak kullanılan eylem planlarının uygulayıcılar gözünden değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu çerçevede elde edilen bulgular ile gelecekte yapılacak çalışmalarda konunun daha kapsamlı ele alınmasına katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

### *1.1. Ormancılıkta planlama ve stratejik planlama çalışmaları*

Çok temalı, çok ölçütlü ve çok katılımcı bir yapısı olan planlama kavramı, sürdürülebilirlik odaklı olmak zorunda olan ve çok disiplinli nitelikteki ormancılık sektörünün vazgeçilmez bir bileşenidir. Bu bağlamda ormancılık sektörünün uygulama ve planlama deneyimi çok eskiye dayanan bir birikime sebep olmuştur. Bu anlamda orman teşkilatı planlama kavramına yabancı olmadığı gibi ekolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel nitelikteki fonksiyonlara sahip orman ekosistemlerinin açık alan işletmeciliği ve yönetimindeki zorluklarını aşma aracı olarak uzun yıllardan beri planlamayı kullanmaktadır. Bu anlamda yaklaşık 180 yıllık bir geçmişe sahip ormancılık teşkilatının ilk resmi nitelikteki planlama gayretleri orman amenajman planlarının yapılarak uygulamaya konulması şeklinde olmuştur (Özdönmez vd., 1998).

Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulmasının hemen ardından çıkarılan bir kanunla bütün ormanların amenajman planlarıyla işletilmesi esası getirilmiştir. Daha sonra 1946 yılına kadar bütün ormanların 1. devre amenajman planları tamamlanmış ise de bu planların sıhhat derecesi yeterli olmamıştır. Modern amenajman planlarının yapımına 1963 yılında başlamıştır. Son olarak 1. ve 2. Beş Yıllık Kalkınma Planları çerçevesinde 10 yıllık bir çalışma programı hazırlanarak, ormanlarımızın amenajman planları 1972 yılında bitirilmiştir (Eraslan, 1992). Halen orman ekosistemlerinin yönetiminin sürdürülebilirlik prensiplerine uygun işletilmesi ve yönetilmesi için olmazsa olmaz şekilde amenajman planları yapılması işi değişen teknik ve planlama yaklaşımları ile gelişerek günümüzde de sürmektedir (Şahin, 2017).

Amenajman planları ile edinilen deneyim ve kültür, OGM'nin yapmakla yükümlü olduğu diğer iş ve işlemlerini de planlama yaklaşımı ile yapmasına vesile olmuştur. Yine

çok yıllık nitelikte hazırlanarak yönetici ve uygulayıcıların karar alma ve uygulama süreçlerinde kullandıkları bağlayıcı nitelikteki çok sayıda plana örnek olarak, silvikültür planları, yol şebeke planları, orman yangınları ilk müdahale planları, odun dışı orman ürünleri yönetim ve faydalanma planları verilebilir. OGM, döner sermayeli bir kuruluş olmasına bağlı olarak kendi bütçe planını yapan bir kuruluş olması sebebi ile mali nitelikteki bütçe uygulama planlarını da yapabilme kabiliyeti ve deneyimine sahiptir.

Özellikle 90'lı yıllardan itibaren stratejik planlama yaklaşımının kamu kesimlerinde uygulamaya konmasına bağlı olarak OGM'de stratejik planlama ve yönetim uygulamalarını geleneksel planlama ve yönetim anlayışının yerine koymaya başlamıştır. Özellikle Rio süreci ile birlikte orman yönetim anlayışında başlayan köklü değişimler, kamu mali yönetimi kontrol kanunundan kaynaklanan zorunluluk ile 2010-2014 yıllarını kapsayan stratejik plan birçok kamu kuruluşundan önce uygulamaya konmuştur (OGM, 2014).

Orman Genel Müdürlüğü 2013-2017 Stratejik Planı, ülkemizin taraf olduğu uluslararası sözleşmeler, Avrupa Birliği (AB) Müktesebatı, Ulusal Ormanlık Programı, AB Çevre Uyum Stratejisi (UÇES), 9. Kalkınma Planı, Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi, Orta Vadeli Program, Orta Vadeli Mali Plan ve 61. Hükümet Eylem Planı'nda öngörülen ormancılık politikaları çerçevesinde hazırlanmıştır. Bu stratejik planda dört temel amaç belirlenmiştir (OGM, 2013). Bunlar;

1. Ormanları korumak: Ormanları, orman sayılan yerleri ve bu yerlerdeki biyolojik çeşitliliği, her türlü biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korumak,
2. Ormanların geliştirilmesi ve genişletilmesi: Mevcut ormanları geliştirmek, verimliliğini artırmak ve alanlarını genişletmek orman bakım tedbirlerinin artırılması,

3. Orman kaynaklarından faydalanma: Ormanların ürettiği mal ve hizmetlerden toplumun gelişen ve değişen beklentilerini en üst düzeyde karşılamak, ormanlardan çok yönlü ve sürdürülebilir şekilde faydalanmak
4. Kurumsal kapasitenin geliştirilmesi: Sürdürülebilir orman yönetimini sağlamaya, daha hızlı ve kaliteli hizmet sunmaya, belirlenen stratejik amaçlara ulaşmaya yönelik kurumsal gelişimi sağlamak şeklindedir.

### 1.2. OGM stratejik plan amaç ve hedeflerine hizmet eden eylem planlar

Orman Genel Müdürlüğü yetki ve sorumluluğunda bulunan iş ve işlemlerin çok disiplinli oluşuna bağlı olarak amaç ve hedeflere ulaşılması açısından eylem planlarına ihtiyaç duyulmuştur. Hazırlanan her bir eylem planında belirlenen faaliyet ve programlar, bölge müdürlükleri düzeyinde programlanarak bütçelendirilmiş ve 5 yıllık uygulama dönemleri itibari ile uygulamaya konulmuştur. OGM tarafından gerek 2011-2014 yıllarını kapsayan gerekse 2013-2017 yıllarını kapsayan stratejik plan dönemlerinde stratejik plan amaç ve hedeflerine ulaşılması gayesi ile uygulamaya konulan eylem planları hazırlanmıştır. Devam eden ve bitirilmiş eylem planı sayısı 2016 yılı itibari ile 27 adettir. OGM'nce stratejik plan dönemlerinde uygulanan eylem planları Çizelge 1'de verilmiştir.

## 2. Materyal ve yöntem

Araştırmanın birincil verileri anket tekniğinden yararlanılarak yüzyüze görüşme ile sağlanmıştır. Çalışmanın ana kitlesini; OGM'nin uygulamış olduğu stratejik planların ve eylem planlarının uygulayıcı konumunda bulunan en az orman mühendisi ünvanına sahip OGM teşkilatında çalışan yaklaşık 5000 kişi oluşturmaktadır.

Çizelge 1. OGM stratejik plan dönemlerinde uygulanan eylem planları

Sıra no	Eylem planının adı	Uygulama yılları
1	Sedir Ormanlarının Rehabilitasyonu Eylem Planı I	2005-2014
2	Ardıç Ormanlarının Rehabilitasyonu Eylem Planı	2006-2015
3	Meşe Ormanlarının Rehabilitasyonu Eylem Planı	2006-2015
4	Keçiboynuzu Eylem Planı	2006-2015
5	Genç Meşcereler Bakım Seferberliği Eylem Planı	2012-2016
6	Ceviz Eylem Planı	2012-2016
7	Badem Eylem Planı	2013-2017
8	Erozyonla Mücadele Eylem Planı	2013-2017
9	Yukarı Havza Sel Kontrolü Eylem Planı	2013-2017
10	Kestane Eylem Planı	2013-2017
11	Bal Ormanı Eylem Planı	2013-2017
12	Baraj Havzaları Yeşil Kuşak Ağaçlandırmaları Eylem Planı	2013-2017
13	Endüstriyel Ağaçlandırma Eylem Planı	2013-2023
14	Yol Kenarı Ağaçlandırmaları Eylem Planı	2014-2016
15	Dut Eylem Planı	2014-2016
16	Trüf Ormanı Eylem Planı	2014-2018
17	Salep Eylem Planı	2014-2018
18	Yabani Meyveli Türler Eylem Planı	2014-2018
19	Geniş Yapraklı ve Meyveli Türlere Ait Tohum Bahçeleri Tesisi Eylem Planı	2014-2018
20	Maden Sahaları Rehabilitasyonu Eylem Planı	2014-2018
21	Sakız Eylem Planı	2014-2019
22	Sedir Ormanlarının Rehabilitasyonu Eylem Planı II	2015-2019
23	Orman Ağaçlarında Budama Eylem Planı	2015-2019
24	Maviyemiş-Likapa Eylem Planı	2015-2019
25	Yabani Zeytin (Delice) Rehabilitasyonu Eylem Planı	2015-2019
26	Nehir ve Dere Kenarı Ağaçlandırmaları Eylem Planı	2015-2019
27	Beş Bin Köye Beş Bin Gelir Getirici Tür Ağaçlandırmaları Eylem Planı	2015-2019

İkincil veriler ise bu konuda DPT tarafından yapılan çalışmalardan ve OGM'ne ait stratejik planlar ile eylem planlarından sağlanmıştır. Anket formunda toplam 20 adet soru mevcut olup, ilk üç soruda katılımcıların cinsiyetleri, yaşları ve eğitim durumları hakkında bilgi toplanırken, dördüncü soruda eylem planları konusunda uygulayıcı olup olmaması durumu irdelenmiş olup, katılımcıların ankete devam etmeleri bu tercihe göre sağlanmıştır. Geriye kalan 16 soruda ise katılımcıların eylem planlarına ilişkin görüşleri araştırılmıştır. Anket sorularının değerlendirilmesinde 5'li likert ölçeği kullanılmıştır. Sorular; (1) Hiç katılmıyorum, (2) Katılmıyorum, (3) Kararsızım, (4) Katılıyorum, (5) Tamamen katılıyorum şeklindedir. Anket uygulamasında örnek büyüklüğü (Formül 1);

$$n=[N * t^2 * p * q] / [d^2 * (N-1) + t^2 * p * q] \quad (1)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır (Baş, 2005). Burada örnekleme alınacak sayı (n), ana kütle büyüklüğü (N), güven kat sayısı (t: %95'lik güven için bu katsayı 1,96 alınmaktadır), ölçmek istenilen özelliğin ana kütlede bulunma ihtimali (p), ölçmek istenilen özelliğin ana kütlede bulunmama ihtimali (q) ve kabul edilen örnekleme hatası (d: % 10)'dir. Bu formüle göre;

$$n= 5.000 * 1.962 * 0,5 * 0,5] / [ 0,102 * (5.000-1) + 1.962 * 0,5 * 0,5] = 96$$

kişi olarak bulunmuştur. Çalışmaya 250 kişi katılırken, hatalı doldurulan ve geçersiz olan formların çıkarılması neticesinde 210 anket formu değerlendirilmeye alınmıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi için SPSS 20 istatistik paket programından yararlanılmış ve istatistiksel analizlerde 0,05 anlamlılık düzeyi ölçüt alınmıştır. Verilerin güvenilirliğinin hesaplanmasında Cronbach's Alpha katsayısı kullanılmıştır. Bağımsız değişkenleri açıklayan ifadelerle uygulanan güvenilirlik analizi sonucunda, Cronbach's Alpha katsayısı, 0,729 bulunmuştur. Güvenilirlik katsayısının 0,60 ile 0,80 arasında olması ölçeğin güvenilir olduğunu göstermektedir (Akgül ve Çevik, 2005). Anket tekniği ile elde edilen verilerin değerlendirilmesinde verilerin normal dağılım göstermemesi sebebiyle Parametrik olmayan testlerden 2 bağımsız örneklemlerde kullanılan Mann-Whitney U testi ve parametrik olmayan tek yönlü varyans analizi olan Kruskal Wallis testi (K Bağımsız Örneklem Testi) kullanılarak veriler değerlendirilmiştir (Kurtuluş, 1996). Kruskal Wallis testinde varyansların eşit olması durumunda farklılığın hangi gruptan kaynaklı olduğunu tespit etmek içinde çoklu karşılaştırma yönteminden faydalanılmıştır. Bu testlerin yanında betimleyici bilgileri sunmak için frekans ve yüzde analizinden faydalanılmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Araştırmada yer alan katılımcıların bazı demografik özellikleri

Araştırmaya katılanların bazı demografik özelliklerine ilişkin bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

Buna göre araştırmaya katılanların % 32,9'u kadın iken, % 67,1'i erkektir. Katılımcıların %58,1'nin otuz yaş altında, % 15,7'sinin 30-39 yaş aralığında, % 12,4'nün 40-49 yaş aralığında, % 9,5'nin 50-59 yaş aralığında ve % 4,3'ünün ise altmış yaş üstünde olduğu tespit edilmiştir. Eğitim durumları ise % 84,3'ü lisans mezunu iken, % 15,7'si lisansüstü mezundur.

#### 3.2. Araştırmaya katılanların görüşlerinin yüzdesel olarak değerlendirilmesi

Araştırmaya katılanların görüşlerinin yüzdesel olarak değerlendirilmesi Çizelge 3'de verilmiştir.

Araştırmaya katılanların %29,5'i eylem planlarının uygulamadaki etkinliklerinin yeterli olduğu görüşüne katılırken, % 36,7'si ise katılmamaktadır. % 33,8'i ise bu konuda kararsız kaldığını beyan etmiştir. Bu planların amaç ve hedeflere hizmet ettiğine % 51,4'ü, planların içeriğinin yetkinliğinin olduğuna ise % 76,7'si katılmaktadır. Planların amaçladığı faaliyet ve programların uygulanır biçimde olduğunu % 91,9'u kabul ederken, planların planlanan yıllar sonucunda amacına veya hedefine ulaştığını %91'i kabul etmiştir. Araştırmaya katılanların % 86,2'si planlarını hazırlarken halkın istek ve düşüncelerini göz önünde bulundurulması gerektiğini, %93,3'ü sosyo-kültürel ve ekonomik değerleri göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmiştir. OGM Stratejik planına yeni amaçlarının eklenmesi gerektiğini % 80,5'i söylerken, planın gerçekleştirilmesi için örgüt içinde gerekli düzenlemeler yapılması gerektiğini % 82,4'ü söylemiştir. Plan uygulanmaya başlandıktan sonra, süreç içerisinde bazı değişikliklerin uygulanabilmesini fikrine % 72,4'ü, plan stratejilerinin uygulanması esnasında esnekliklere izin verilmesi hususuna ise % 77,6'sı katılmaktadır. Planların ağırlıklı olarak 5 yıllık olması uygunluğuna ise % 56,7'si katılırken, % 31,4'ü kararsız kalmış ve % 12'si ise katılmamıştır. Plan faaliyetlerinin uygulayıp uygulanmadığının belirli süreler ile takip edilmesi fikrine % 87,6'sı katılırken, planların içerisinde iklim değişikliği ile ilgili stratejik planlamaların da yer alması gerektiği fikrine % 76,2'si katılmaktadır. % 24,8'i planlardaki orman koruma faaliyetlerinin yeterli olduğunu düşünürken, % 45,2'si yeterli olmadığı düşüncesine sahip olduğunu belirtmiştir. % 30'u ise fikir beyan etmemiştir.

Çizelge 2. Araştırmaya katılanların demografik özelliklerine ilişkin bilgiler

Cinsiyet	Frekans	Oran (%)
Kadın	69	32,9
Erkek	141	67,1
Eğitim düzeyi	Frekans	Oran (%)
Lisans	177	84,3
Lisansüstü	33	15,7
Yaş dağılımları	Frekans	Oran (%)
20-29	122	58,1
30-39	33	15,7
40-49	26	12,4
50-59	20	9,5
60+	9	4,3

### 3.3. Cinsiyet faktörüne göre görüş farklarının araştırılması

Cinsiyet faktörüne göre görüş farklılıklarının araştırılması parametrik olmayan testlerden Mann-Whitney U testinden (İki Bağımsız örneklem testi) faydalanılmıştır. Bu test sonucu tespit edilen farklılıklar Çizelge 4’de gösterilmiştir.

Cinsiyet faktörüne göre yapılan Mann-Whitney U testi sonucuna göre plan faaliyetlerinin uygulanıp uygulanmadığının belirli süreler ile takip edilmesi hususunda kadın ve erkek katılımcılar arasında görüş farklılığı oluşmuştur. Kadın katılımcılar, plan faaliyetlerinin belirli süreler ile takip edilmesi gerektiği fikrini büyük çoğunlukla (%93,3) kabul ederken bu oran erkek katılımcılarda biraz daha düşük (%76,8) kabul görmüştür.

### 3.4. Eğitim durumlarına göre görüş farklarının araştırılması

Araştırmaya katılanların eğitim durumlarına göre yapılan Mann-Whitney U testi sonuçları Çizelge 5’de verilmiştir.

Katılımcıların eğitim durumlarına göre planların, planlanan yıllar sonucunda amacına veya hedefine ulaştığı konusunda istatistiksel olarak görüş farklılığı tespit edilmiştir. Bu görüş üzerinde oluşan farklılık ise lisansüstü eğitime sahip katılımcıların % 100’nün planda yer alan stratejilerin hedefine ulaştığı fikrine katılmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

### 3.5. Yaş dağılımlarına göre görüş farklarının araştırılması

Araştırmaya katılanların yaş dağılımlarına göre yapılan Kruskal Wallis Testi (K Bağımsız Örneklem Testi) sonuçları Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 3. Araştırmaya katılanların görüşlerinin yüzdesel olarak değerlendirilmesi

	Hiç Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Tamamen katılıyorum
	%				
Planların uygulamadaki etkinliklerinin yeterliliği	5,7	31,0	33,8	23,8	5,7
Planların amaç ve hedeflere hizmet etmesi	2,4	19,5	26,7	45,2	6,2
Planların içeriğinin yetkinliği	1,0	10,5	11,9	51,9	24,8
Planların amaçladığı faaliyet ve programların uygulanır biçimde olması	1,0	2,4	4,8	55,2	36,7
Planların, planlanan yıllar sonucunda amacına veya hedefine ulaşması	0,5	3,3	5,2	52,9	38,1
Planlar hazırlanırken halkın istek ve düşüncelerinin göz önünde bulundurulması	1,9	3,8	8,1	46,7	39,5
Planların sadece ekonomik değerleri göz önünde bulundurulması	21,9	51,9	9,0	11,4	5,7
Sosyo - kültürel ve ekonomik değerleri göz önünde bulundurulması	1,0	2,4	3,3	50,0	43,3
OGM Stratejik planına yeni amaçların eklenmesi	2,9	3,8	12,9	53,8	26,7
Planın gerçekleştirilmesi için örgüt içinde gerekli düzenlemelerin yapılması	2,4	2,9	12,4	61,9	20,5
Plan uygulanmaya başlandıktan sonra, süreç içerisinde değişikliklerin uygulanabilmesi	0,5	7,1	19,5	56,7	16,2
Plan stratejilerinin uygulanması esnasında esnekliklere izin verilmesi	1,0	7,1	14,3	65,7	11,9
Planların ağırlıklı olarak 5 yıllık olmasının uygunluğu	1,0	11,0	31,4	48,1	8,6
Plan faaliyetlerinin uygulanıp uygulanmadığının belirli süreler ile takip edilmesi	1,4	2,9	8,1	61,4	26,2
Planlardaki orman koruma faaliyetleri yeterliliği	5,7	39,5	30,0	21,9	2,9
İklim değişikliği konusunda planlamalar yapılması	4,8	5,2	13,8	48,6	27,6

Çizelge 4. Cinsiyet faktörüne göre görüş farklılıklarının araştırılması

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (P)
Plan faaliyetlerinin uygulanıp uygulanmadığının belirli süreler ile takip edilmesi	4153,000	14164,000	-1,987	0,047

Çizelge 5. Eğitim durumlarına göre görüş farklarının araştırılması

	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asymp. Sig. (P)
Planların, planlanan yıllar sonucunda amacına veya hedefine ulaşması	2303,500	18056,500	-2,157	0,031

Çizelge 6. Yaş faktörüne göre görüş farklarının araştırılması

	Ki-Kare	df	Asymp. Sig.(P)
Planların amaç ve hedeflere hizmet etmesi	11,525	4	0,021
Planların içeriğinin yetkinliği	9,613	4	0,047
Planların ağırlıklı olarak 5 yıllık olmasının uygunluğu	12,105	4	0,017
İklim değişikliği konusunda planlamalar ve stratejiler geliştirilmesi	11,498	4	0,021

Tablo 5’de görüleceğe üzere yaş dağılımlarına göre araştırmaya katılanlar, eylem planlarının amaç ve hedeflere hizmet ettiği, içeriklerinin yeterli olduğu, ağırlıklı olarak 5 yıllık olması ve iklim değişikliği ile ilgili düzenlemelerin stratejik planlarda yer alması gerektiği hususunda görüş farklılıklarının yaşandığı istatistiki olarak tespit edilmiştir. Farklılığın hangi gruptan kaynaklı olduğunu tespit etmek için kullanılan çoklu karşılaştırma yöntemine göre planların amaç ve hedeflere hizmet etmesi konusunda 20-29 yaş aralığındaki genç mühendislerin görüşleri diğerlerinden ayrılmış ve kararsız durumda kalmıştır. Planların içeriğinin yetkin olmadığını 20-29 yaş grubu ve 40-59 yaş aralığına gruplar özellikle belirtirken, 30-39 yaş grubundakiler ile 60 ve daha yukarı yaşa sahip çalışanlar bu konuda kararsız kalmışlardır. Planların ağırlıklı olarak 5 yıllık olmasının uygun olduğu görüşüne 20-29 yaş aralığındaki çalışanlar kararsız kalırken, diğer tüm yaş grubundaki çalışanlar katılmışlardır. İklim değişikliği ile ilgili konuda planlama yapılması ve stratejiler geliştirilmesi gerektiğine 50-59 yaş aralığındaki ile 60 ve daha yukarı yaşa sahip çalışanlar çekimser kalırken diğer yaş grupları bu fikre katılmışlardır.

#### 4. Tartışma ve sonuç

Stratejik yönetim, daha önce de belirttiği gibi bir organizasyonda geleceğe yönelik kararlar alınmasında kullanılan bir yönetim tekniğidir. Stratejik yönetim, organizasyonda mevcut iç ve dış çevrenin analiz edilmesine ve geleceğe yönelik kararlar alınmasına imkân sağlamaktadır (Aktan, 2008). Stratejik yönetim sürecinde en önemli problemlerden birisi planlanan stratejilerin %90 gibi çok büyük bir kısmının hayata geçirilememesi olarak gösterilmektedir. Bunun önemli nedenlerinden birisinin içsel ve dışsal analizlerden elde edilen verilere dayalı olarak örgütün vizyonu–misyonu, stratejik amaçları ve stratejileri arasında doğru bir ilişkinin kurulamamasından kaynaklandığı söylenmektedir (Kılıç ve Erkan, 2006). Nitekim OGM’de planlama konusundaki deneyimini ve hassasiyetini göstermek için belirlenen stratejik planların amaç ve hedeflere hizmet etmek için 27 adet eylem planı yürürlüğe koymuştur. Bu planlar vasıtasıyla, stratejik planların amaç ve hedeflerinin gerçekleştirilmesi için özen gösterilmiş ve faaliyet ve programları bölge müdürlükleri bazında bütçelendirerek genellikle 5 yıllık dönemi kapsayacak şekilde uygulanmasına çalışılmıştır.

Çalışma sonucuna göre, eylem planlarının kurum çalışanları tarafından bilindiği ancak uygulamadaki etkinliğinin yeterli bulunmadığı tespit edilmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğu tarafından eylem planlarının kurumun stratejik planlarının amaç ve hedeflerine hizmet ettiği, ancak eylem planlarında belirlenen eylemlerin, kim tarafından, nerede ve nasıl yapılacağı gibi sorulara cevap verir nitelikte bulunmadığı belirtilmiştir.

Katılımcıların büyük çoğunluğu;

- Eylem planları oluşturulurken, halkın istek ve düşüncelerinin dikkate alınması,
- Ormanların biyolojik, sosyo-ekonomik ve kültürel değerlerine dönük faaliyetlerin planda daha fazla yer alması,

- Plan oluşturulurken belirlenen ana başlıkların (stratejik amaçlar) artırılarak eksik ve beklentilerin karşılanması gerektiği düşüncesindedir.

Stratejik planların uygulanabilirliğini artırmak için örgüt içinde düzenlemeler yapılması gerektiği düşüncesi katılımcılar tarafından ifade edilmiştir. Ormanların iklim değişikliğiyle mücadeledeki rolü göz önünde bulundurulduğunda ormanların korunmasına dönük daha fazla eylemin planlanması, ormanların korunması ve iklim değişikliğiyle mücadeleye dönük stratejik hedef ve faaliyetlerin yer alması konusunda eylem planlarının eksik olduğu düşüncesine sahip bir katılımcı profilinin mevcut olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların, anket sorularına verdikleri cevaplar açısından, cinsiyet, yaş ve eğitim durumları açısından bazı maddeler üzerinde farklı düşünme eğiliminde oldukları gözlenmiştir.

Kuruluşların, amaç ve hedeflerine ne derecede ulaştıklarını faaliyet raporları ile ortaya koymaları ve plan dönemlerinde yaşanan hataları en aza indirilmesi amacıyla bir takım çözüm önerileri üretmeleri gerekmektedir. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde en önemli konunun; planların hazırlanması sürecinde uygulayıcıların fikrinin yeterince alınmaması olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu da, performansa dayalı hesap verilebilirlik için gerekli zemini oluşturamamaktadır. Genellikle, kuruluşlarda performans ölçümüne yönelik sistemler bulunmamaktadır. Performans verilerini elde etmek zaman alıcı bir süreçtir. Bu nedenle, genelde faaliyet raporlarının hesap verilebilirliğe yönelik bilgileri içerme olasılığı düşük olduğu belirtilmiştir (Demirdizen 2012).

Kamu kurumlarının bu tür planların yürütülmesinde bir takım problemler yaşadığı bilinmektedir. Fakat bu problemlerin aşılmasında kurumların planlama sistemine uyumun tüm birimlere yaymasının etkili olacağı belirtilmektedir (Gürer, 2006). Kamu kaynaklarının stratejik önceliklere göre dağıtılması, etkin kullanımı, adil görev dağılımı, uygulamada fikir birliğine varılması ve paydaşlara hesap verme sorumluluğunun artırılması planların uygulanmasında karşılaşılan bazı problemlerin çözümünde önemli rol üstlenecektir.

#### Kaynaklar

- Alkan, H., Tolunay, A., 2006. Kamu mali yönetimindeki güncel gelişmeler ve döner sermayeli orman işletmeleri. *Orman ve Av Dergisi*, 83(5):37-40.
- Akçay, A., 2009. Kamuda stratejik plan amaçlarının gerçekleştirilmesine yönelik değerlendirme ve denetim modeli. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 2(1): 82-98.
- Akgül, A., Çevik, O., 2005. İstatistiksel Analiz Teknikleri, SPSS’te İşletme Yönetimi Uygulamaları. Emek Ofset, Ankara.
- Aktan, C. C., 2008. Stratejik yönetim stratejik planlama. *Çimento İşverenleri Dergisi*, Temmuz-Ağustos Sayısı: 4-21.
- Balcı, Ö., 2016. Ormancılıkla ilgili stratejik eylem planları ve bunların uygulamadaki etkinliğine ilişkin görüşler. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Baş, T., 2005. Anket Nasıl Hazırlanır Uygulanır Değerlendirilir. Seçkin Yayıncılık, Ankara.



- Daşdemir, İ., 2009. Orman Mühendisliği İçin Maliye. Yıldırım Ajans Matbaacılık, Ankara.
- Demirdizen, Ö., 2012. Stratejik planlama, stratejik planlama süreci, hukuki altyapısı ve kamuda gelişimi. Akademik Bakış Dergisi, 31(11): 1-23.
- DPT, 2006. Kamu İdarelerinde Stratejik Planlama Kılavuzu. DPT Yayın, Ankara.
- DPT, 2015. Kamuda Stratejik Yönetim Çalışma Grubu Raporu, DPT Yayın, Ankara.
- Dursun, H., 2004. Kamuda toplam kalite yönetimi (TKY) uygulamasında elde edilen faydalar. Türk İdare Dergisi, 442: 47-75.
- Eraslan, İ., 1992. Türkiye’de orman amenajmanı’nın dünü, bugünü ve yarını. In: Eler, Ü. (Ed.), Ormancılığımızda orman amenajmanının dünü, bugünü ve geleceğine ilişkin genel görüşme-bildiriler, Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, pp. 1-16.
- Genç, F. N., 2015. Türk kamu yönetiminde stratejik planlama. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 23(23): 1-8.
- Gürer, H., 2006. Stratejik planlamanın temelleri ve Türk kamu yönetiminde uygulanmasına yönelik öneriler. Sayıştay Dergisi, 63: 91-105.
- Güçlü, N., 2003. Stratejik yönetim. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23(2): 61-85.
- İlter, E., Ok, K., 2012. Ormancılık ve Orman Endüstrisinde Pazarlama İlkeleri ve Yönetimi. HTC Matbaacılık Kağıt Yayıncılık Sanayii ve Dış Ticaret Ltd. Sti., Ankara.
- Kılıç, M., Erkan, V., 2006. Stratejik planlama ve dengeli performans yönetimi kriterleri bir arada olabilir mi?. Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi, (2): 77-93.
- Kurtuluş, K., 1996. Pazarlama Araştırmaları, Avcıol Basım-Yayım, İstanbul.
- OGM, 2010. Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Planı (2010-2014). OGM Yayınları, Ankara.
- OGM, 2013. Orman Genel Müdürlüğü Stratejik Planı (2013-2017). OGM Yayınları, Ankara.
- OGM, 2014. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar. Tebliğ No: 299, OGM Yayınları, Ankara.
- Özdönmez, M., Akesen, A., Ekizoğlu, A., 1998. Ormancılık Yönetim Bilgisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, İstanbul.
- Sezer, Ö., 2008. Kamu hizmetlerinde müşteri (vatandaş) odaklılık: Türkiye’de kamu hizmeti anlayışı açısından bir değerlendirme. ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 4(8): 147-171.
- Şahin, A., 2017. Ülkemiz ormancılığında uygulanan orman amenajman planlama modellerinin güncellenerek, çağdaş planlama teknikleri ile karşılaştırılması, Orman Genel Müdürlüğü, E-Kütüphane sitesi, <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/EgitimDokumanlari>, Erişim: 08.08.2017.
- UN, 2016. Birleşmiş Milletler Ormancılık Stratejik Planı 2017-2030. [http://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/2016/12/UNSPF\\_AdvUnedited.pdf](http://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/2016/12/UNSPF_AdvUnedited.pdf), Erişim: 20/09/2017.
- USDA Forest Service, 2015. Amerika Ormancılık Servisi Stratejik Planı 2015-2020. <https://www.fs.fed.us/strategicplan>, Erişim: 20/09/2017
- WB, 2015. Dünya Bankası Eylem Planı 2016-2020. <http://pubdocs.worldbank.org/en/645801460044402331/Forest-Action-Plan-Overview.pdf>, Erişim: 20/09/2017.

## Coğrafi bilgi sistemleri tabanlı rota planlama: Likya Bölgesi Idebessos Antik Kenti

Serdar Selim<sup>a,\*</sup>, Namık Kemal Sönmez<sup>a</sup>

**Özet:** Bu çalışmanın amacı, bir turizm kenti olan Antalya'da bulunan, önemli tarihi ve kültürel değerlere sahip, ancak günümüzde hala çok iyi bilinmeyen Idebessos antik kenti için doğa yürüyüşüne en uygun güzergâhların coğrafi bilgi sistemleri (CBS) aracılığıyla kısa sürede belirlenmesidir. Çalışma alanının seçiminde bölgenin alternatif turizm potansiyelinin yeterince değerlendirilememiş olması ve sosyo-kültürel zenginliği etkili olmuştur. Bu kapsamda çalışma: konunun tanımlanması, envanter, sayısallaştırma, analiz ve sentez olmak üzere 4 aşamada yürütülmüştür. Öncelikle Idebessos Antik kenti ve yakın çevresinin doğal ve kültürel özelliklerine yönelik veri tabanı oluşturulmuştur. Ardından Antik kente yakın ve turizm potansiyeli yüksek olan kent merkezleri belirlenmiş ve sayısallaştırılmıştır. Bölgedeki arazi örtüsü, yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılarak CORINE (Coordination of Information on the Environment) projesine göre sınıflandırılmıştır. Arazi sınıfları ve eğim verileri kullanılarak en uygun güzergâhlar Least Cost Path (LCP) analizi ile belirlenmiştir. Elde edilen veriler arazi gözlemleri ile karşılaştırılarak somut ve sürdürülebilir öneriler geliştirilmiştir. Bu çalışma ile doğal ve kültürel varlıkların sürdürülebilir kullanımının engellenmeden bölgelerin tanıtılmasında ön plana çıkan doğa yürüyüşleri için, CBS tabanlı bir yöntem uygulanmıştır. Yöntemin, girdilere bağlı olarak yüksek doğrulukta ve kısa zamanda sonuç verdiği ortaya konulmuştur. Ayrıca bu yöntemin, doğa yürüyüşleri yanında dağcılık, kuş gözlemciliği, at binme, kamping vb. gibi birçok rota belirlemede ve belirlenen bölgelere ulaşmada kullanılabilecek olması, çalışmanın yaygın değerini ön plana çıkarmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Idebessos antik kenti, Doğa yürüyüşü rotası, Alternatif turizm, CBS, Uygun güzergâh analizi

## Route planning based on geographical information systems: Idebessos Ancient City in Lycia

**Abstract:** The purpose of this study is to determine the most appropriate routes of trekking for the ancient city of Idebessos in Antalya, which has important historical and cultural values but is still very poorly known nowadays, in a short time through geographic information systems. The alternative tourism potential of the region was not adequately assessed and socio-cultural richness was effective in the selection of the study area. In this context, the study was conducted in 4 stages: Definition of the subject and inventory, digitization, analysis and synthesis. First of all, the database of natural and cultural characteristics of Idebessos Ancient City and its immediate surroundings was created. Subsequently, urban settlements, which have high tourism potential close to the ancient city, were identified and digitized. The study field is classified by CORINE (Coordination of Information on the Environment) project using high resolution satellite images. The most suitable routes were determined by Least Cost Path (LCP) analysis land use classes and slope data. The obtained data were compared with field observations and concrete and sustainable suggestions were developed. In this study, a GIS based method was applied for trekking routes, which are at the forefront of introducing the regions without hindering the sustainable use of natural and cultural assets. It has been shown that the method gives high accuracy results a short time depending on the inputs. In addition, this method can be used for mountaineering, bird watching, horse riding, camping, etc. besides trekking to determine many routes and reach the determined zones. Within this scope, this study has widespread value.

**Key words:** Idebessos Ancient City, Trekking route, Alternative tourism, GIS, Least Cost Path Analysis

### 1. Giriş

Günümüzde küresel iklim değişikliği, biyoçeşitlilik kayıpları, insan nüfusu yoğunlukları ve bölgesel mali dengesizlikler, dünyadaki sağlıklı yaşamı ekolojik, sosyal ve kültürel olarak sürdürülemez duruma getirmiştir (Davidson, 2010; Niyaupane vd., 2014). Dolayısıyla sürdürülebilirlik kavramı özellikle son yıllarda ulusal ve uluslararası gündemin temel konusu olmuştur (Cater, 1993; Hunter, 1997; Briassoulis, 2002; Lee, 2013). Her alanda olduğu gibi turizm alanında da sürdürülebilirlik üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Turizmin önümüzdeki yıllarda dünya ticaretinin en büyük sektörü haline gelmesi ihtimali göz

önüne alındığında, yerel ölçekten küresel ölçeklere kadar sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunma potansiyelinin oldukça büyük olduğu görülmektedir. Turizm endüstrisinin en hızlı büyüyen sektörü olan ekoturizm (Weinberg, 2002; Jones, 2005), turizm şirketlerine ve gelişmekte olan ülkelere, bozulmamış doğal ortamlar açısından bu ulusların karşılaştırmalı üstünlüğünü kullanma ihtimalini sunmaktadır. Doğal ve kültürel ortamların sürdürülebilir kullanımına fayda sağlayarak bu ülkelerin doğal kaynaklarını harekete geçirmek suretiyle gelişme potansiyellerini artırma fırsatı vermektedir (Cater, 1993). Bu nedenle, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, ekonomik kalkınma ile doğal yaşam ortamlarının korunması arasındaki

✉ <sup>a</sup> Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Antalya

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 18.04.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 11.09.2017



**Citation** (Atıf): Selim, S., Sönmez, N.K., 2017. Coğrafi bilgi sistemleri tabanlı rota planlama: Likya Bölgesi Idebessos Antik Kenti. Turkish Journal of Forestry, 18(4): 302-308. DOI: [10.18182/tjf.306842](https://doi.org/10.18182/tjf.306842)

önemli bir uzlaşma aracı olarak belirtilmektedir (Campbell, 1999; Jones, 2005).

Tarihi ve kültürel miras, iç turizmin gelişmesinde büyük rol oynamakta ve ekolojik turizmi teşvik etmektedir. Yerel kültür değerlerini canlandırmak, yerel ekonomik ve kültürel kalkınmayı desteklemek gibi bölgeye ve kentlere önemli faydalar sunmaktadır (Ismagilova vd., 2014). Aynı zamanda tarihsel ve kültürel miras, şehir hizmetlerinin, altyapıların ve kültürel organizasyonların gelişimini teşvik ederek bölgelerin çekiciliğini de arttırmaktadır (Gabdrakhmanov, 2016). Bu tarihi ve kültürel zenginliklerin, bölgenin ekolojik değerleri ve sosyal yapısıyla birlikte sergilenmesi, ekolojik turizm kapsamında doğa yürüyüşleri ve teknik gezilerle mümkün olmaktadır. Doğa yürüyüşleri (trekking) doğal manzarayı keşfetmek, eğlenmek, spor yapmak amacıyla nispeten bozulmamış doğal alanlarda, belirlenen güzergâhlar boyunca tek veya çok günlük bir gezi anlamına gelmektedir (Gyimonti ve Mykletun, 2004; Bhattari vd., 2005). Dolayısıyla, bölgelerin ve kentlerin, kent merkezi dışında kalan, ekolojik özellikleri yönüyle değerli doğal alanlarında bulunan tarihi ve kültür yapılarını, doğal yapıya zarar vermeden ve özellikle de yerel turizmi teşvik ederek sergilemek için doğa yürüyüşleri en önemli ekolojik turizm çeşididir.

Burada üzerinde durulması gereken en önemli noktalardan bir tanesi de, yerel kalkınmayı desteklemek ve bölgenin sahip olduğu tarihi zenginlikleri sergilemek için en uygun yürüyüş güzergâhlarının tespit edilip planlanması ve haritalandırılmasıdır. Bu güzergâhlar ayrıca, doğal alanların yönetim uygulamalarını yerine getirmek için kullanılabilir en önemli altyapı sistemleridir (Çoban ve Eker, 2010). Kültürel mirasa ulaşmak üzere çoğunlukla kent merkezlerinden yapılacak olan yürüyüş başlangıçlarında, güzergâh boyunca bu yürüyüşü etkileyebilecek önemli durumlar bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi topoğrafik yapının sahip olduğu eğimdir. Kullanıcıları hedefe ulaşmak üzere eğimin en uygun olduğu güzergâhtan geçirmek tercih edilmektedir. Aynı zamanda güzergâh boyunca sulak alanlar, dik yamaçlar, özel mülkiyete ait araziler, tarım alanları gibi faktörler güzergâh planlamasında çok etkilidir. Bu faktörleri birlikte değerlendirmek ve en uygun güzergâhları haritalamak üzere çeşitli yöntemler (fotogrametri, klasik arazi çalışmaları, hava fotoğraflarından yer tayini gibi) kullanılmaktadır. Ancak bu çalışmalar kısmen uzun bir süreç almakta, birçok disiplinden uzmanların ortak çalışmasını gerektirmektedir. Dolayısıyla daha kısa sürede ve doğru sonuçlar veren güzergâh

planlaması için çalışmalar yapılması gerektiği anlaşılmaktadır.

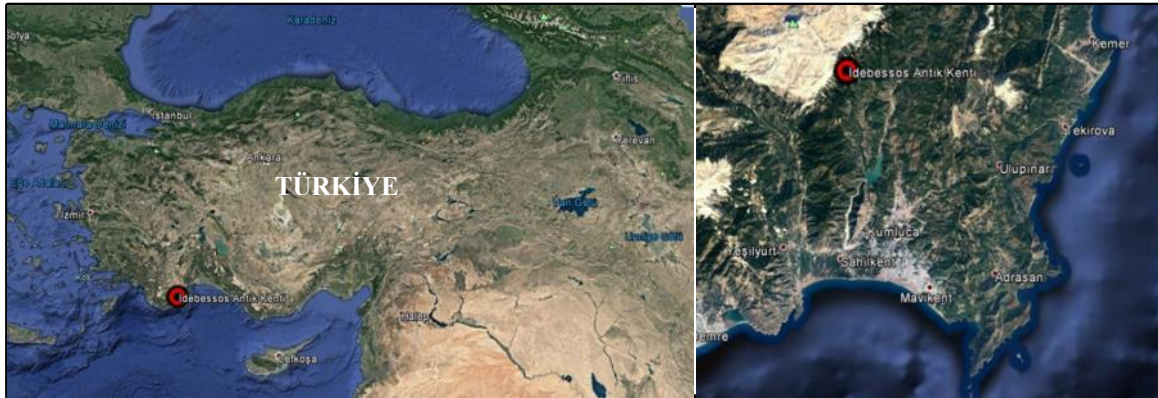
Bu çalışma, ülkemiz turizminin en önemli merkezlerinden olan Antalya kent merkezine 95 km uzaklıkta bulunan Helenistik ve Roma dönemi izleri taşıyan Idebessos Antik Kentinde yürütülmüştür. Çalışmada, Likya antik kenti olan Idebessos'a, yakın kent merkezlerinden doğa yürüyüşü kapsamında en uygun güzergâh ile ulaşımın planlanması hedeflenmiştir. Bu planlamada, mekânın çok boyutlu olarak anlaşılmasına ve analizine imkân veren CBS teknolojileri kullanılmıştır. Bu teknoloji, insan ve mekânla ilgili coğrafi verilerin kişisel bir veri tabanında toplanması, sınıflandırılması, amaca göre çeşitli analizlerin yapılması, sorgulanması ve sunulması için tasarlanmış olan bir sistem olarak tanımlanmaktadır (Fitspatrick ve Maguire, 2000; Kervankıran ve Çuhadar, 2014; Shankar vd., 2014). Bu çalışma ile doğal ve kültürel varlıkların sürdürülebilir kullanımının engellenmeden bölgelerin tanıtılmasında ön plana çıkan doğa yürüyüşü rotalarının belirlenmesi için, CBS tabanlı bir yöntem kullanılmıştır. Yöntemin, girdilere bağlı olarak yüksek doğrulukta ve kısa zamanda sonuç verdiği ortaya konulmuştur. Ayrıca bu yöntemin, doğa yürüyüşleri (trekking) yanında dağcılık, kuş gözlemciliği, at binme, kamping gibi birçok rota belirlemede ve belirlenen bölgelere ulaşmada kullanılabilecek olması, çalışmanın yaygın değerini ön plana çıkarmaktadır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyali olan Idebessos, Antalya ilinin Kumluca ilçesine bağlı Karacaören Köyü'nde yer alan Likya antik kentidir. Idebessos antik kenti, Antalya ilinin batısında 36°33'19.11" kuzey enlemi ile 30°12'09.60" doğu boylamında bulunmaktadır (Şekil 1).

Antik kent, Alakır nehri vadisinin batısında Bey Dağları'nın yamaçlarında bulunmaktadır. Etrafı kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanları ile çevrili ve eğimli bir arazi üzerinde konuşlanmıştır. En yakın yerleşim birimine yaklaşık 2 km mesafededir. Engebeli ve sık orman dokulu arazi koşulları nedeniyle araç ulaşımı oldukça güçtür. Antik kent ilk olarak 1842 yılında keşfedilmiş, ancak günümüze kadar tüm kalıntıların ayrıntılı bir araştırması yapılmamıştır. Bölgede, Nekropolis, Akropolis, tiyatro, hamam, kilise ve mezarlar gibi bir kısmı günümüze kadar ulaşmış tarihi ve kültürel yapılar bulunmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu



Idebessos Antik Kentindeki kalıntılar ve yazıtların çoğunlukla Roma dönemine ait olduğu belirtilmektedir. Bunlar arasında bir şehir suru, küçük bir tiyatro, banyo yapıları, kilise ve çok zengin mezarlar (lahit) bulunmaktadır. Antik kent yerleşimi yaklaşık 58 dekarlık bir alanda, arazi örtüsü ve arazi yapısı sebebiyle kuzey-güney doğrultusunda yayılmaktadır (Kızgut vd., 2009). Alandaki özellikle kilise, çok sayıda lahit, su kanalı yapısı ve heykel kalıntılı eşsiz lahit turizm açısından çok değerli otantik kalıntılardır (Şekil 2). Dolayısıyla bölgenin tanıtılması ve ekolojik turizm kapsamında sergilenmesi sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel açıdan önemlidir.

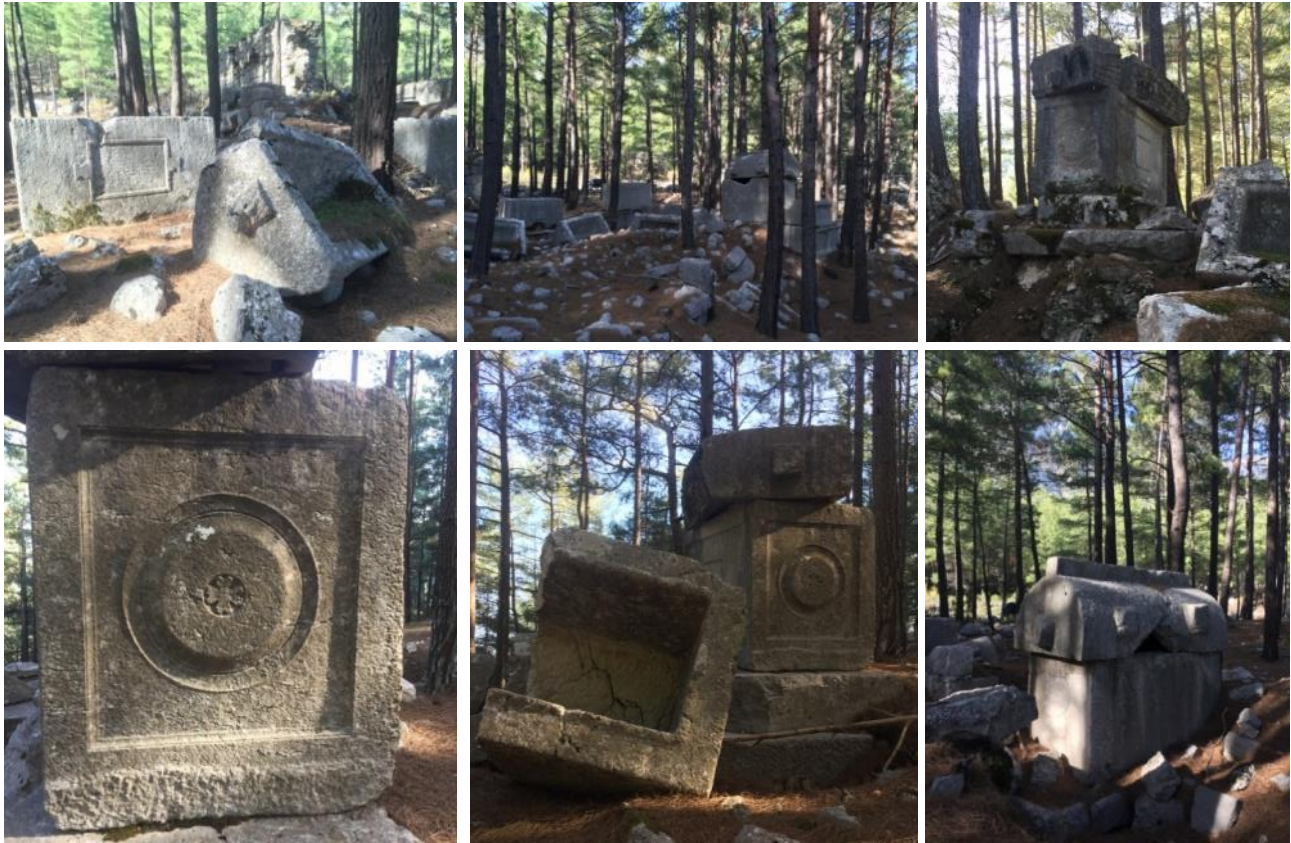
Çalışmada yardımcı materyal olarak uzaktan algılama ve CBS teknolojileri kullanılmıştır. Bu kapsamda, Rapid Eye uydu görüntüsü (Çizelge 1), 10 m çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli (DEM), ArcGIS 10.1 yazılımı ve 1 m hassasiyetli GPS kullanılmıştır. Tüm veriler Akdeniz Üniversitesi Uzaktan Algılama Araştırma ve Uygulama Merkezi (AKUZAL) laboratuvarında işlenmiştir.

## 2.2. Yöntem

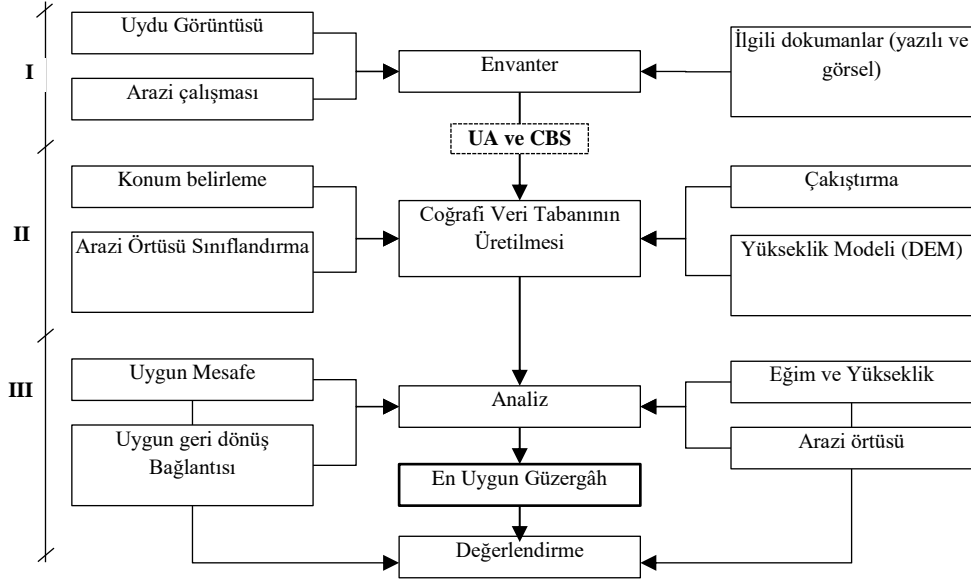
Çalışma yöntemi, verilerin entegrasyonu, sayısallaştırma ve sınıflandırma, en uygun güzergâh analizi ve arazi kontrolleri olarak 3 aşamada yürütülmüştür (Şekil 3).

Çizelge 1. Kullanılan Rapid Eye uydu görüntüsünün teknik özellikleri

Teknik özellik	Açıklama
Spektral Bantlar (nm)	Blue 440 - 510 nm
	Green 520 - 590 nm
	Red 630 - 685 nm
	Red Edge 690 - 730 nm
	NIR 760 - 850 nm
Piksel çözünürlüğü	5 m
Yılı	2016



Şekil 2. Idebessos Antik Kenti kalıntıları



Şekil 3. Yöntem akış şeması

Verilerin entegrasyonu aşamasında, radyometrik, sensör ve geometrik düzeltmeleri ile ortorektifikasyon işlemleri yapılmış uydu görüntüsü, WGS-84 UTM zone 36 N projeksiyonuna dönüştürülmüş, yer referanslama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sayısal yükseklik modeli paftası ile uydu görüntüsü çakıştırılarak altlık harita oluşturulmuştur. Bu harita ArcGIS yazılımına aktarılmış ve kişisel veri tabanı oluşturularak sayısallaştırma aşamasına geçilmiştir.

Bu aşamada öncelikle Idebessos Antik kenti ile en yakın 5 turistik yerleşim biriminin (Çıralı, Tekirova, Kemer, Beldibi-Göynük, Hisarçandır) GPS koordinatları harita üzerine işlenmiştir. Ardından bölgenin arazi örtüsü CORINE birinci düzeye göre kontrollü sınıflandırma tekniği ile sınıflandırılmış ve arazi örtüsü yerleşim, tarım, orman, su yüzeyi ve çıplak alanlar olmak üzere 5 sınıfa ayrılmıştır. Arazi sınıfları, analize hazır hale getirilmek üzere ağırlıklı derecelendirmeye tabi tutularak yeniden sınıflandırılmış (reclassify), oluşturulmak istenen rotanın, izleyeceği güzergâh boyunca tarım alanlarını zorunlu olmadıkça kullanmaması, su yüzeylerinden geçmemesi, bunun yerine ormanları ve yerleşim birimlerini kullanması yönünde tarım alanları ve su yüzeylerine en düşük puan, ormanlar ve yerleşimlere en yüksek puan verilmiştir. Burada hedef, oluşturulacak olan güzergâhın, doğal ekosistem özellikleri yönüyle değerli olan ormanları ve sosyo-kültürel yapıyı temsil eden yerleşim birimlerini kullanarak topoğrafik anlamda eğimin en düşük olduğu istikametleri kullanması ve dolayısıyla fiziksel, sosyal ve kültürel olarak en düşük maliyetli yolun (Least Cost Path: LCP) haritalandırılmasıdır. Bölgedeki ormanlar genellikle eğimin yüksek olduğu kısımlar olmasına rağmen, kullanılan algoritma; orman içerisinden ilerlemenin diğer arazi kullanımlarına göre daha uygun olduğunu analiz ettiğinde ormanlar içerisinde eğimin minimum olduğu bölgeleri seçerek ilerlemektedir.

Analiz aşaması ise 3 kısımda gerçekleştirilmiştir. İlk olarak Idebessos antik kentinin belirlenen yerleşim birimlerine mesafelerini sayısal yükseklik modelini kullanarak ölçen uygun mesafe aracı (Cost Distance) uygulanmıştır. Bu algoritma, graf teorisinde kullanılan düğüm / bağlantı modelini kullanır. Düğüm / bağlantı

gösteriminde, her bir pikselin merkezi bir düğüm olarak kabul edilir ve her düğüm, bitişik düğümlere birden fazla bağlantıyla bağlıdır. Ardından yerleşim yerlerinden Antik kente ulaşmada en uygun arazi yapısını sınıflandıran uygun geri dönüş bağlantısı (Cost Back Link) uygulanmıştır (Şekil 4). Bu algoritma ise en yakın kaynağa belirlenen en uygun yolla gidebilen komşu pikseli tanımlamaktadır.

Şekil 4'teki uygun güzergâh analizi, her bir hücre için, bir maliyet yüzeyinde tanımlanan kaynak yerlere en uygun maliyet mesafesini tanımlayarak bir renk gösterge çizelgesi oluşturur. Burada Antik Kente en yakın mesafe açık renk gösterilirken, uzaklaştıkça renk koyulaşmaktadır. Aynı şekildeki uygun geri dönüş bağlantısı analizinde ise, kaynak hücreye ve komşu piksellerine 0'dan 8'e kadar olan değerler atanır, 0 değeri kaynak pikseli gösterir yani antik kenti simgeler, bu hücreden en düşük maliyet kaynağına ulaşmak için en düşük maliyetli yol boyunca bir sonraki komşu hücrenin yönü tanımlanır. Aynı renkler aynı değer atanmış pikselleri göstermektedir. Bu iki algoritma kullanılarak "LCP" hesaplanmış ve Idebessos Antik Kentine belirlenen yerleşim yerlerinden en uygun eğim ve en uygun arazi örtüsü kullanılarak ulaşan güzergâhlar haritalandırılmıştır. Kullanılan yöntem, girdilere bağlı olarak maliyeti birden çok yinelemeye optimize ederek bir başlangıç noktasından bir hedef noktasına en düşük maliyetli yolları belirler (Rees, 2004). Raster veriler kullanılarak analiz yapıldığından, eğimler piksel başına atanmış ve piksel alanı düzeyinde ortalama eğim tabakaları oluşturulmuştur. Algoritma, yeniden sınıflandırılan ve ağırlıklı derecelendirmeye tabi tutulan arazi kullanımlarından piksel bazında en yüksek puana ve en düşük eğime sahip pikselleri seçerek ilerlemektedir.

Son aşama ise analiz sonucu oluşan güzergâhların doğa yürüyüşleri için uygun olup olmadığının kontrolü yapılmıştır. Bu aşamada, elde edilen güzergâhlar GPS'e aktarılarak arazide fiili olarak incelenmiş, ayrıca tüm arazi için oluşturulan güzergâh boyunca harita üzerinden çeşitli noktalardan alınan koordinat değerleri güncel Google Earth uydu görüntüsü üzerinden kontrol edilmiş ve uygunluğu değerlendirilmiştir.



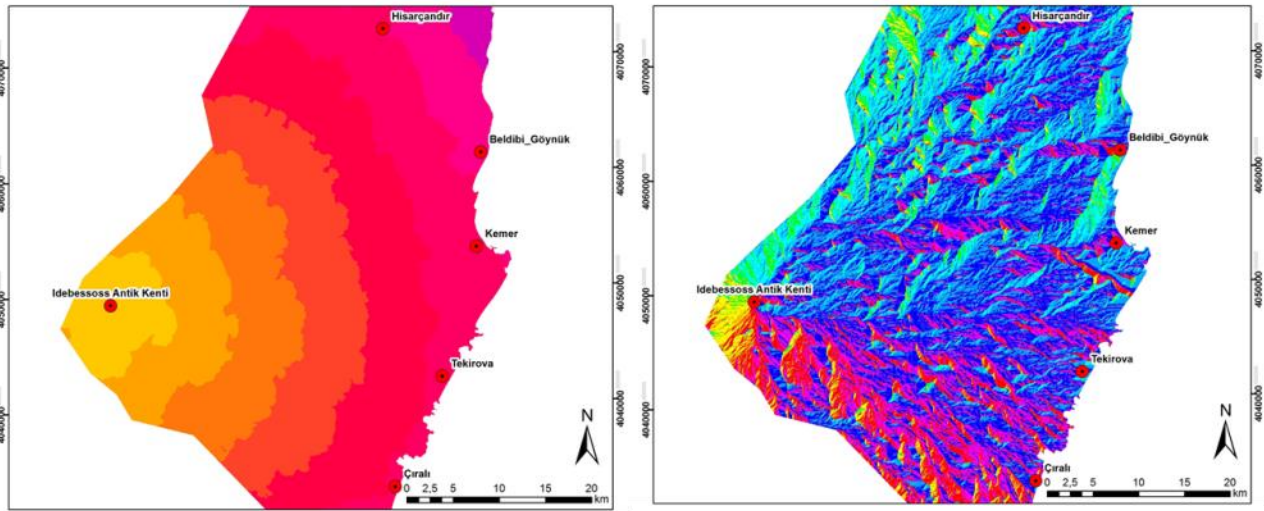
### 3. Bulgular

Çalışma alanı olan Bey Dağları, Toros Dağları'nın Antalya sınırları içerisinde kalan batı uzantılarıdır. Antalya Körfezi'nin batısında, kuzey-güney doğrultusunda körfeze paralel olarak uzanmaktadır. Idebessos Antik Kenti deniz seviyesinin 1050 m üzerinde bulunmakta, çalışma alanını içerisine alan bölgenin rakımı 0 ile yaklaşık 2500 m arasında değişiklik göstermekte, buna bağlı olarak ta bölgenin eğimi değişmektedir (Şekil 5). Deniz kıyısından itibaren 2000 metrelere kadar özellikle *Pinus brutia* Ten. ve karışık ağaçlı ormanlar bölgeyi sarmaktadır. Rakımın yüksek olduğu kısımlarda ise sedir ormanlarıyla karşılaşılmaktadır. Bölge topoğrafik yapısı ve mikroklimatik özellikleri sebebiyle, özellikle Idebessos Antik Kentinin olduğu kısımlarda kış aylarını kar altında geçirmekte

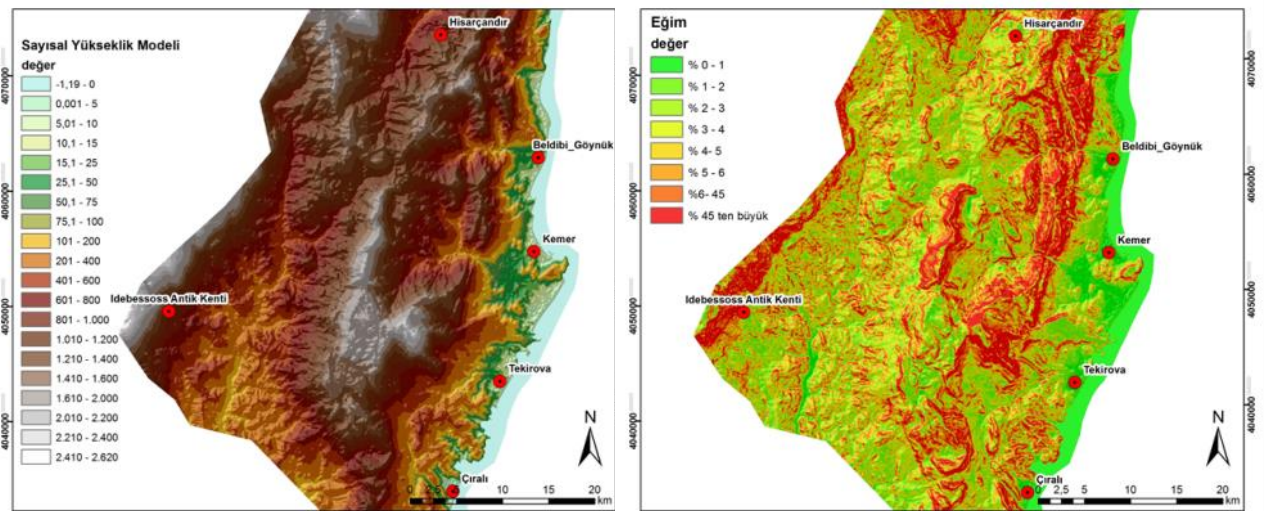
dolayısıyla doğa yürüyüşleri için en uygun zamanın nisan ile eylül ayları arasında olduğu belirtilmektedir.

Çalışmada, arazi örtüsü sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma sonucu elde edilen haritalarda yerleşimlerin kıyı boyunca uzandığı, iç kısımlara gidildikçe yapı yoğunluğunun azaldığı dikkat çekmektedir. Bölge genelinde baskın bitki örtüsünün orman olduğu, eğimin kısmen düz ve düze yakın olduğu kısımlarda ise tarım arazilerinin yayıldığı anlaşılmaktadır. Tarım arazileri bölge genelinde düzenli olmayan parçalı bir yapı göstermekte, kırsal yerleşimler de bu tarım arazilerine yakın kısımlarda konuşlanmaktadır. Bölgenin güneyindeki Alakır Barajı, etrafını çeviren vadiler tarafından beslenmektedir.

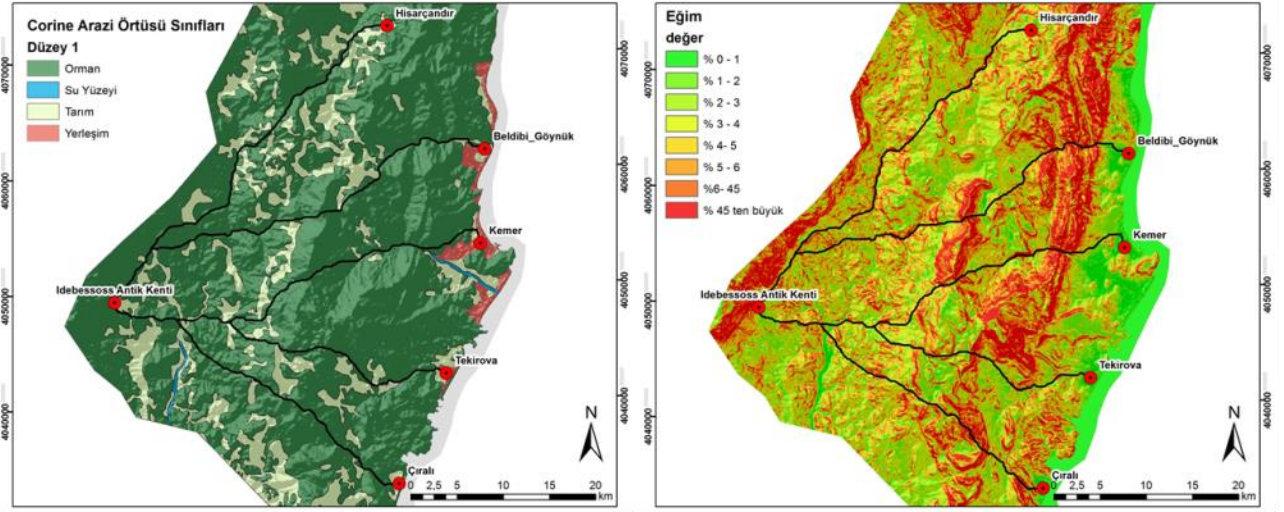
CORINE I. düzeye göre sınıflandırılmış ve ardından ağırlıklı derecelendirme yapılmış arazi örtüsü haritası ile eğim haritasının interpolasyonu ile elde edilen LCP analizi Şekil 6 da verilmiştir.



Şekil 4. Cost Distance (solda) ve Cost Back Link (sağda) analizi sonuçları



Şekil 5. Oluşturulan sayısal yükseklik modeli ve eğim grupları haritası



Şekil 6. Arazi örtüsü sınıfları (solda) ile eğim grubu sınıflarında (sağda) en uygun güzergâhların gösterimi

Şekil 6'dan da görüleceği üzere, oluşturulan doğa yürüyüşü rotaları, eğimin en düşük olduğu çoğunlukla ormanlık alanları kullanarak 5 farklı turizm beldesinden Idebessos Antik Kentine ulaşmaktadır. Kıyı kesimlerinde eğim % 0-4 arasında değişmesine rağmen Beydağları'nın genel yapısı itibariyle kısa mesafede hızlı bir artış göstererek iç kısımlara doğru % 45'leri aşmaktadır. Çalışma kapsamında uygulanan algoritma, denize paralel olarak uzanan bu dağ silsilesinin Antik kente ulaşmada izleyeceği en düşük eğimleri kullanarak sonuca ulaşmaktadır. Bu bağlamda oluşturulan güzergâh uzunlukları Çıralı'dan 33 km, Tekirova'dan 34 km, Kemer'den 39 km, Beldibi-Göynük'ten 41 km ve Hisarçandır'dan 39 km dir. Hisarçandır, Tekirova ve Çıralı yerleşimlerinden oluşturulan güzergâhlar Kemer ve Beldibi-Göynük güzergâhlarına kıyasla kısmen daha az eğime sahiptir. Özellikle Kemer ve Beldibi-Göynük güzergâhlarının kıyıdan itibaren 5. ve 20. km'leri arasındaki eğim, diğer güzergâhlara göre fazla ve arazi koşulları zorlayıcı niteliktedir. Kemer, Tekirova ve Çıralı yerleşimlerinden başlayan güzergâhlar 20-25. km'ler arasında birleşmekte ve Antik kente tek bir yol ile bağlanmaktadır. Aynı şekilde Hisarçandır ile Beldibi-Göynük yerleşimlerinden başlayan güzergâhlar son 6 km'ye kadar ayrı yol izlemekte ve sonra birleşerek Idebessos Antik Kenti'ne ulaşmaktadır.

#### 4. Tartışma ve sonuç

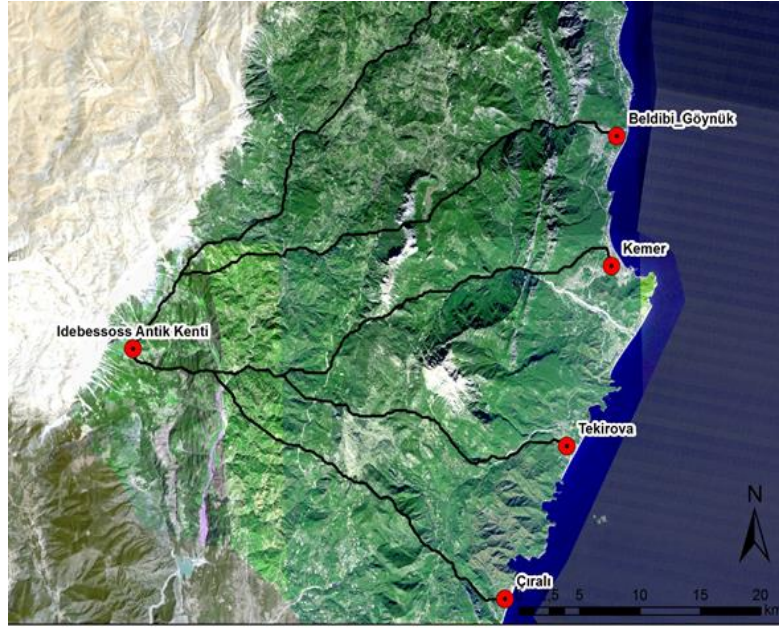
Çalışma sonuçları, doğa yürüyüşü rotaları için coğrafi bilgi sistemleri tabanlı LCP analizinin, en uygun güzergâhları hızlı bir şekilde girdilere bağlı olarak belirleyebildiğini göstermektedir. Başlangıç ve bitiş noktalarının en uygun maliyetle birleştirilmesinde maliyet; yüksek eğimden, su yüzeyinden, tarım arazilerinden kaçınarak yerleşim yerlerini, orman arazilerini ve doğal alanları tercih edecek şekilde atanmış, böylece alternatif turizm faaliyetleri ile bölgenin sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel kalkınmasını desteklerken doğal ekosistem değerlerini ve fonksiyonlarını korumak, yöredeki tarihi-turistik yapıları sergilemek esas alınmıştır. Arazi şartlarına bağlı girdilerin LCP ile entegrasyonu sonucu oluşturulan güzergâhlar mevcut arazi üzerinde kontrol edilmiş,

çözünürlük parametrelerinden kaynaklı sorunlar dışında büyük oranda doğru olduğu gözlenmiştir (Şekil 7).

LCP ile güzergâh belirlemeye yönelik önceki çalışmaların sonuçları, karayolu rotalarının belirlenmesinde LCP'nin gerekliliğini (Sarı ve Şen, 2017), dağlık bölgelerde güzergâh seçiminin LCP ile yapılmasının daha kolay olduğunu ve yüksek doğrulukta sonuç verdiğini, birden fazla başlangıç ve bitiş noktası arasında rota belirlemede çok kriterli analize olanak veren LCP'nin kullanıldığını (Lee ve Stucky, 1998) göstermektedir. Dolayısıyla bu çalışma sonuçları ile literatürdeki sonuçlar benzerlik göstermekte, uygulanan yöntemin doğa yürüyüşü rotaların belirlenmesinde farklı girdilere dayalı ve çok ölçütlü olarak kullanılması çalışmanın özgün değerini ortaya koymaktadır. Çalışma ayrıca, ülkemiz için önemli bir gelir kaynağı olan turizm sektöründeki, doğa koruma esasına dayalı alternatif turizm faaliyetlerini teşvik edici bir amaca hizmet etmektedir. Tarihi ve kültürel değerleri bünyesinde barındıran ancak günümüzde halen özellikle turizm sektörü tarafından çok bilinmeyen Idebessos Antik Kentinin çalışma kapsamında tanıtımı ile il ve yöre ölçeğinde sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel kalkınma açısından ilerleme kaydedilecektir. Bu çalışmanın, özellikle yöredeki sosyal ve mikro-ekonomik yaşama katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Çalışma sonucu elde edilen güzergâhlar, doğa yürüyüşlerine tek günlük ve çok günlük olanak sağlayacak niteliktedir. Rotaların, profesyonel bir rehber eşliğinde 1 günde tamamlanabileceği ya da rota üzerindeki çeşitli açık alanlarda kamp yapmak suretiyle birkaç günlük bir doğa yürüyüşü ile sonlandırılabilirliği öngörüldüğünden, bölgede kamp alanlarına ihtiyaç duyulacaktır. Bu kapsamda, güzergâhlar üzerinde kamp yapmaya uygun bölgelerin, kamping kriterlerine göre belirlenerek işaretlenmesi, çalışmanın sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Bu çalışma sonuçları, doğa yürüyüşü güzergâhları yanında kamping, yaban hayatı gözlemciliği, dağcılık gibi birçok alternatif turizm faaliyetine olanak sağlayacak rotaların belirlenmesinde kullanılabilir LCP yönteminin uygunluğunu göstermekte ve çalışmanın bölgedeki sosyal, kültürel ve ekonomik yaşamı teşvik edeceği öngörülmektedir.





Şekil 7. LCP ile oluşturulan güzergâhların güncel arazi yapısı üzerindeki durumu

### Kaynaklar

- Bhattarai, K., Conway, D., Shrestha, N., 2005. Tourism, terrorism, and turmoil in Nepal. *Annals of Tourism Research*, 32 (3): 669-688.
- Briassoulis, H., 2002. Sustainable tourism and the question of the commons. *Annals of Tourism Research*, 29 (4): 1065-1085.
- Campbell, L., 1999. Ecotourism in rural developing Countries. *Annals of Tourism Research*, 26: 534-553.
- Cater, E., 1993. Ecotourism in the third world: problems for sustainable tourism development. *Tourism Management*, 14 (2): 85-90.
- Çoban, H.O., Eker, M., 2010. Analysis of forest road network condition before and after forest fire. *FORMEC 2010, Forest Engineering: Meeting the Needs of the Society and the Environment*, July 11 - 14, Padova - Italy, s.11.
- Davidson, D.J., 2010. The applicability of the concept of resilience to social systems: Some sources of optimism and nagging doubts. *Society and Natural Resources*, 23: 1135-1149.
- Fitzpatrick, C., Maguire, D. J., 2000. GIS in Schools: Infrastructure, Methodology and Role. In: Green, D.R.( Ed.), *GIS: A Sourcebook for Schools*, Taylor & Francis, pp. 62-72.
- Gabdrakhmanov, N.K., 2016. Historical and cultural heritage in tourism development: The case of Republic of Tatarstan. *International Business Management*, 10 (22): 5273-5279.
- Gyimóthy, S., Mykletun, R. J., 2004. Play in adventure tourism: The case of Arctic trekking. *Annals of Tourism Research*, 31(4):855-878.
- Hunter, C., 1997. Sustainable tourism as an adaptive paradigm. *Annals of Tourism Research*, 24 (4): 850-867.
- Ismailova, G.N., Safiullin, L.N., Bagautdinova, N.G., 2014. Tourism development in the region based on historical heritage. *Life Science Journal*, 11-6.
- Jones, S., 2005. Community-based ecotourism, the significance of social capital. *Annals of Tourism Research*, 32 (2): 303-324.
- Kervankıran, İ., Çuhadar, M., 2014. Turizm rotalarının oluşturulmasında coğrafi bilgi sistemlerinin önemi. III. Disiplinlerarası Turizm Araştırmaları Kongresi, 4-5 Nisan 2014, Kuşadası, Aydın, ss. 576-589.
- Kızılgut, İ., Bulut, S., Çevik, N., 2009. An East Lycian City: Idebessos. *Adalya*, 12: 145-72.
- Lee, T.H., 2013. Influence analysis of community resident support for sustainable tourism development. *Tourism Management*, 34: 37-46.
- Lee, J., Stucky, D., 1998. On applying viewshed analysis for determining least-cost paths on digital elevation models. *International Journal Geographic Information Science*, 12 (8): 891-905.
- Nyaupane, G.P., Lew, A.A., Tatsugawa, K., 2014. Perceptions of trekking tourism and social and environmental change in Nepal's Himalayas. *Tourism Geographies*, 16 (3): 415-437.
- Rees, W.G., 2004. Least cost paths in mountainous terrain. *Computers & Geosciences*, 30: 203-209.
- Sarı, F., Şen, M., 2017. Least cost path algorithm design for highway route selection. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 2 (1): 1-8.
- Shankar, H., Mani, G., Pandev, K., 2014. Gis based solution of multi-depot capacitated vehicle routing problem with time window using tabu search algorithm. *Int. J. of Traffic and Transportation Engineering*, 3(2): 83-100.
- Weinberg, A., Bellows, S., Ekster, D., 2002. Sustaining ecotourism: Insights and implications from two successful case studies. *Society and Natural Resources*, 15: 371-380.

## The effects of liquid nitrogen treatment on the some physical and mechanical properties of scots pine and oriental spruce wood

Huseyin Yorur<sup>a,\*</sup>, Kadir Kayahan<sup>b</sup>, Muhammed Nuri Günay<sup>a</sup>, Suat Altun<sup>a</sup>, Belgin Şeker<sup>a</sup>

**Abstract:** The wood materials widely used from wood construction sector, urban furniture and interior design to furniture sector are renewable resource. Wood has some disadvantages regarding durability to combustion and biological factors. To increase service life especially in urban furniture are coated and/or impregnated against to fire and biological factors. Thus, the wood materials used in construction sector should be treated with fire-retardant chemicals. In this study; Scots pine and Oriental spruce wood materials were exposed to liquid nitrogen for 30 minutes before impregnated with Firetex by using pressure-vacuum method. According to the results, amount of retention in Oriental spruce and Scots pine samples have been increased with liquid nitrogen treatment. Additionally, it was seen that the liquid nitrogen operation had not significant adverse effect on the mechanical properties. Therefore, the liquid nitrogen treatment can apply effectively as a method to improve the impregnability of the wood.

**Keywords:** Impregnation, Retention, Nitrogen, Firetex, Mechanical strength

## Sarıçam ve doğu ladini odunlarının bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri üzerine sıvı azot işleminin etkileri

**Özet:** Ağaç malzeme, ahşap yapı sektörü, kent mobilyası ve iç mekân tasarımından mobilya sektörüne kadar yaygın olarak kullanılan yenilenebilir bir kaynaktır. Ağaç malzeme, yanma ve biyolojik faktörlere dayanım açısından bazı olumsuz özelliklere sahiptir. Özellikle ahşap yapı ve kent mobilyalarında kullanılan ağaç malzemeler, ürünün ömrünü uzatmak için yanmaya ve biyolojik faktörlere karşı kaplanır ve/veya empenye edilir. Empenye işleminde retensiyonun artırılması yanmaya karşı dayanımı da artırır. Bu çalışmada sıvı nitrojen uygulamasının retensiyona etkisi incelenmiştir. Sarıçam ve Doğu ladin odunları vakum-basınç metoduyla firetex ile empenye işlemi öncesi 30 dakika süreyle sıvı nitrojene maruz bırakılmıştır. Sonuçlara göre retensiyon miktarı, doğu ladini ve sarıçam örneklerinde sıvı nitrojen uygulaması ile artırılmıştır. Ayrıca, sıvı azotun mekanik özellikler üzerinde önemli bir olumsuz etkisi olmadığı görülmüştür. Bu nedenle, sıvı azot muamelesi, odunun empenye edilebilirliğini iyileştirmek için etkili bir yöntem olarak uygulanabilir.

**Anahtar kelimeler:** Empenye, Retensiyon, Azot, Firetex, Mekanik mukavemet

### 1. Introduction

Wood is a good renewable material. But, when wood is used in outdoor conditions, it can be exposed to fire, biological and insecticidal deterioration. It is necessary to modify the preservative substances against these adverse conditions. Since the past years, most studies have been carried out by treating with various chemicals to protract the lifetime of wood materials (Hill, 2007). The researcher reached very significant results about impregnated substances such as Tanalith E, Wolmanit, Protim-WR 235, creosote, Borax, CCA (copper, chrome, arsenic) and PCP (pentachlorophenol) (Baysal, 2003; Bozkurt et al., 1993; Yalınkılıç, 1997; Temiz et al., 2005; Uysal et al., 2013; Yorur et al., 2014; Perçin et al., 2015). Firetex is a water-based fire-resistant agent which it consists of mineral formula of limestone and it isn't any adverse effect on the humans and the animals. Also, it is reported that firetex can be used to increase resistance to against combustion of wood materials (Kesik et al., 2015; Özcan et al., 2016;

Tomak et al., 2013). These substances can be implemented by physical, chemical and biological modification methods applied to wood materials (Hill, 2007). However, in the treatment with chemical substances requires deep and homogeneous distribution. This is related to the high permeability of the wood material (Durmaz et al., 2015; Hill, 2007).

The permeability of wood is influenced by many factors such as sapwood, latewood and heartwood, density, rays, tracheids, resins, and bordered pits. These factors associated with flow path of fluid and the anatomical structure in wood (Flynn, 1995). All wood species are not possible as equal to impregnate. Impregnation of some wood species is easy, but the others are difficult (Bozkurt et al., 1993). Spruce is a wood species of refractory impregnated (Panek et al., 2013). One of the most important reasons for this is the occurrence of pit aspiration in softwoods. Pit aspiration closes off the porous by torus move across, thus prevent fluid flow through the pit (Petty, 1972). In the most of studies have said that the bordered pit is the main factors on the

✉ <sup>a</sup> Karabük University, Faculty of Forestry, Forest Industry Engineering Department, Karabük, Turkey

<sup>b</sup> Bartın University, Vocational High School, Material and Material Processing Technologies Department, Bartın, Turkey

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 03.10.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 14.12.2017



**Citation** (Atıf): Yorur, H., Kayahan, K., Günay, M.N., Altun, S., Şeker, B., 2017. The effects of liquid nitrogen treatment on the some physical and mechanical properties of scots pine and oriental spruce wood. Turkish Journal of Forestry, 18(4): 309-313.  
DOI: [10.18182/tjf.341516](https://doi.org/10.18182/tjf.341516)

permeability of softwoods (Erickson, 1970; Keith et al., 1988; Kuroda et al., 1988).

Alternative methods have been still researched due to the challenges confronted in impregnation process and increasing amount of retention. To develop liquid flow of permeability have been applied four different methods biological, chemical, mechanical, and physical treatments, such as drying, steam, incising, and vacuum pressure treatment (Mai et al., 2004; Yildiz et al., 2012; Panek et al., 2013; He et al., 2014). It has not been detected any study on the cryogenic treatment to increase permeability or impregnability of wood. Therefore, this study examined the effects of liquid nitrogen (LN) on wood properties. The liquid nitrogen (-196°C) is widely used at lower temperature applications such as freezing of living tissue and drying of food products. When the wood which has high MC (moisture content), is cooled under the freezing point, the ice is formed in the cell lumens. Expanding volume of the ice causes shrinkage (Jiang, 2008) and a physical damage in the cell wall (Zhao et al., 2015). It is envisaged that this effect of LN increases the impregnation retention. Therefore, it was aimed to increase the amount of retention of impregnation chemical by using LN in this study. For this purpose, experimental wood samples were exposed to LN before impregnation processes and the effect of LN on the retention and some physical and mechanical properties of wood material were investigated.

## 2. Materials and methods

### 2.1. Material

Oriental spruce (*Picea orientalis*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*) wood materials were chosen from timber suppliers of Karabuk, Turkey. A special emphasis was put on the selection of the wood material. The experimental samples were selected from the wood materials, which non-deficient, whole, knotless, normally grown (without zone line, reaction wood, decay, insect or fungal infection. 20% solution of Firetex was used as impregnation. The physical properties of firetex in the Table 1 (Özcan et al., 2016) and ICP AES analysis in the Table 2 (Balıkesir University, Basic Sciences Application and Research Center, 2004) were given.

Table 1. Physical properties of firetex

Density	1.035 g/cm <sup>3</sup>
Boiling point	98 °C
Freezing point	-3 °C
pH	3,7
TDS	739 ppm
Evaporation	( 60 °C / 24 h ) % 50

Table 2. ICP AES analysis results of firetex

Ba	0,368 mg/L	Zn	<10 µg/L
Cd	<1 µg/L	Mn	<1 µg/L
Ni	0,012 mg/L	Cr	<2 µg/L
Mg	4,25 mg/L	Co	<0,5 µg/L
Fe	<5 µg/L	Hg	<5 µg/L
Pb	<5 µg/L	As	<0,5 µg/L
Cu	<1 µg/L		

### 2.2. Method

#### 2.2.1. The determination of moisture content

The moisture content before and after treatment of the woods used in the preparation of the test samples was determined according to TS 2471. Moisture content (r):

$$r = \frac{Mr - Mo}{Mo} \times 100$$

Where Mr is the moist weight and Mo is the oven dry weight (g).

#### 2.2.2. Determination of density

The densities before and after treatment of the woods used in the preparation of the test samples were determined according to TS 2472. Accordingly, density  $\delta$  (g/cm<sup>3</sup>) was calculated with the following equation:

$$\delta = \frac{M}{V}$$

Where M is the weight (g) and V is the volume (cm<sup>3</sup>) of wood.

#### 2.2.3. Preparation of experiment specimens

The samples were at air-dry state before impregnation. LN was applied to the test samples by dipping in a closed chambers for 30 minutes as a first stage of impregnation. At the second stage, they were hold in sunless environment for 1 week. At the third stage, samples were placed in the impregnation chambers and after the pre-vacuum period (620 mbar, 30 min), the impregnating solution was filled into chamber until the samples were covered. Then the pressure period was carried out under 2 bar for 60 minutes. After pressure period, impregnation solution unloaded and a final vacuum was applied. Between the stages, all the samples were weighed on an analytic balance with  $\pm 0.001$  g sensitivity.

Retention (R, kg/m<sup>3</sup>) was calculated from the equations of (ASTM D 1413-07 2007);

$$R = \frac{G \cdot C}{V} \cdot 10 \text{ kg} / \text{m}^3$$

where;

G: The amount of solution absorbed by wood sample (g)

V: The volume of wood sample (cm<sup>3</sup>)

C: The concentration of solution (%)

G=T<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>, T<sub>1</sub>: weight of wood sample before impregnation (g), T<sub>2</sub>: weight after impregnation (g).

Air-dry densities of the wood samples were determined according to TS 2472. Mechanical properties were determined according to relevant standards. Bending resistance (TS 2474, 1976), bending modulus of elasticity (TS 2478, 1976), compression strength parallel to grain (TS 2595, 1976) and impact strength (TS 2477, 1976) were determined.



### 3. Result and discussion

#### 3.1. Physical properties

Air-dry densities and the moisture content (MC) of the samples were given in the Table 3. There was increase in density compared to the control samples. However, changes of density may be due to the physical properties of wood were destroyed after LN implement. Destroyed bordered pits led the increase of retention of impregnation solution. Thus, higher retention increased the density, slightly.

When the similar studies were examined, it was seen that the density of wood increased with impregnation. Örs, et al., (1999) reported that impregnated samples were higher values of oven-dried and air-dried density than control samples. LN treatment also decreased the MC of the samples slightly.

When the results, given in Table 4, on the amount of retention were examined, it was observed that the LN increased the amount of retention compared to the control samples. Retention increase was found as 15.6% in the pine and 16.9% in the spruce pre-treated with LN. This status supports the hypothesis that the expanding volumes of the frozen liquids increase the impregnability of wood.

Previous studies on the bordered pits reported that an increase amounts of retention by microwave (Torgovnikov et al., 2009; He et al., 2014), bioincising (Schwarze et al., 2006; Lehringer et al., 2009) and with enzymatic treatment (Maschek et al., 2013; Durmaz et al., 2015). So, this increase of retention obtained may have caused by the effect of LN on the bordered pits. Effect on wood of LN can interpret as; LN treatment increased the penetration of impregnate into the wood. Retention of firetex in Uludag fir was reported as 36.1 kg/m<sup>3</sup> by Özcan et al., 2016. It seems higher than that of this study but, the size of the samples was quite small and the impregnation time was very long (24 h) in that study. So, this difference was probably due to inequality impregnation conditions.

Table 3. Densities of Oriental spruce and Scots pine.

Wood samples	Air dried				
	Before treatment moisture content [%]	Impregnated [g/cm <sup>3</sup> ]	After treatment moisture content [%]	LN and impregnated [g/cm <sup>3</sup> ]	After treatment moisture content [%]
Oriental Spruce	10.8	0.43 (0.07)	11.6	0.45 (0.05)	11.2
Scots pine	8.9	0.55 (0.03)	10.7	0.56 (0.07)	10.3

\* Values in parentheses are standard deviation

Table 4. Amounts of retention of Oriental spruce and Scots pine

	Retention [kg/m <sup>3</sup> ]		
	Impreg.	LN and Impreg.	Change [%]
Oriental Spruce	19.91 (3.75)	23.28 (3.01)	16.9
Scotch pine	13.85 (2.46)	16.02 (2.21)	15.6

\*Values in parentheses are standard deviation

Relatively small sample sizes and long impregnation time must have caused higher retention. In parallel with this claim, Tomak and Cavdar (2013) obtained higher retention by using higher concentration of firetex and reported higher fire resistance. But in this study retention increase were achieved by using LN treatment instead of increasing concentration. Higher retention ratio was obtained with the same concentration of the fire retardants. By this way consumption of the chemicals can be decreased.

#### 3.2. Mechanical properties

The mechanical test results were given in the Table 5. According to the results, all the mechanical properties of pine were affected negatively by the LN treatment. In the literature, Breyer (1993) reported that the loss of resistance caused by water-soluble preservative related directly to chemical content and difficulty of fixation/precipitation of its.

Kollman (1968) reported that there was a decrease slightly in the bending and the impact bending strength, but an increase in the compression strength of pine and spruce wooden mine timber impregnated with water-soluble salts. Tetjamer (1986) reported that zinc chloride and sulphate impregnation did not cause a significant loss in the compression strength and the bending modulus of elasticity of pine, larch and spruce woods This can be explained that mechanical properties decrease with the increasing impregnation materials in wood. But, in the case of spruce wood, compression strength, bending strength and modulus of elasticity were increased while the impact bending strength was decrease. It was reported by Özçifçi et al., (2007) that except for Scots pine, the modulus of elasticity in bending increased with the higher retention amount of the impregnation material. The effect of LN was different on the wood samples used in this study. Scots pine was affected more negatively than spruce. Because of higher permeability of Scots pine, LN penetrated easily and deeper, thus destructive effects of the LN on the cell wall may have been higher than that of Oriental spruce. Also, larger resin canals and thinner walls of the epithelial cells of the Scots pine could have been contributing this effect.

Table 5. Mechanical properties after impregnation

	Oriental Spruce		Scotch pine	
	Impreg.	LN and Impreg.	Impreg.	LN and Impreg.
Compression strength // [N/mm <sup>2</sup> ]	48.51 (2.69)	55.67 (2.13)	66.72 (1.37)	61.36 (2.02)
Bending resistance [N/mm <sup>2</sup> ]	81.71 (2.26)	83.19 (1.77)	101.37 (2.85)	96.51 (2.33)
Modulus of Elasticity [N/mm <sup>2</sup> ]	8781.45 (535.95)	9358.55 (372.26)	10644.85 (562.70)	10005.97 (573.65)
Impact Bending Strength [kg.m/cm <sup>2</sup> ]	0.32 (0.05)	0.28 (0.01)	0.43 (0.02)	0.38 (0.04)

\* Values in parentheses are standard deviation

#### 4. Conclusions

In this study, it was determined that treatment of spruce and pine samples with LN caused to increase in amounts of retention. It can be said that the impregnation solution penetrated deeper because of damaging the pits by LN treatment. Increase in retention of firetex leads increase in the fire retarding effect of it. LN treatment decreased mechanical properties slightly in Scots pine but increased in spruce. So, it can be said that LN had not a significant adverse effect on the mechanical properties. Thus, it can be increase the use of wooden products. Consequently, the LN treatment can apply effectively as a method, which is simple to use, easy to produce and economical, to improve the impregnability of the wood.

#### References

- ASTM-D 1413-07, 2007. Standard test method of testing wood preservatives by laboratory soil-block cultures. Annual Book of ASTM Standards, ASTM Standards, West Conshohocken, PA, USA.
- Balkesir University., 2004. Basic Sciences Application and Research Center, Test Report, No: 4.
- Baysal, E., 2003. Fire properties of Beech wood impregnated with fire retardants and natural extractives. Firat University, Journal of Science and Engineering, 15(1): 163-174.
- Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 3779/425.
- Breyer, D.E., 1993. Design of Wood Structures. New York, USA: McGraw Hill, Inc.; 902p. ISBN 0-07-007678-2.
- Durmaz, S., Yildiz, U.C., Yildiz, S., 2015. Alkaline enzyme treatment of spruce wood to increase permeability. BioResources, 10(3):4403-4410.
- Erickson, H.D., 1970. Permeability of southern pine wood- A review. Wood Science, 2(3): 149-158.
- Flynn, K.A., 1995. A review of the permeability, fluid flow, and anatomy of spruce (*Picea* spp.). Wood Fiber Sci., 27(3): 278-284.
- He, S., Lin, L., Fu, F., Zhou, Y., Fan, M., 2014. Microwave treatment for enhancing the liquid permeability of Chinese fir. BioResources, 9(2): 1924-1938.
- Hill, C.A. 2007. Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes. John Wiley & Sons, England
- Jiang, J.L., Lu, J.X., 2008. Dynamic viscoelasticity of wood after various drying processes. Drying Technology, 26(5): 537-543.
- Keith, C.T., Chauret, G., 1988. Anatomical studies of CCA penetration associated with conventional (tooth) and with micro (needle) incising. Wood Fiber Sci., 20(2): 197-208.
- Kesik, H.İ., Aydoğan, H., Çağatay, K., Özkan, O.E., Maraz, E., 2015. Fire Properties of Scots Pine Impregnated with Firetex. ICOEST International Conference on Environmental Science and Technology, Sarajevo, BH.
- Kollman, F., 1968. Principles of Wood Science and Technology: Solid wood. Springer-Verlag Berlin.
- Kurodan, N., Siau, J.F., 1988. Evidence of nonlinear flow in softwoods from wood permeability measurements. Wood Fiber Sci., 20(1): 162-169.
- Maschek, D., Goodell, B., Jellison, J., Lessard, M., Militz, H., 2013. A new approach for the study of the chemical composition of bordered pit membranes: 4pi and confocal laser scanning microscopy. American Journal of Botany 100(9): 1751- 1756. DOI: 10.3732/ajb.1300004
- Örs, Y., Atar, M., Peker, H., 1999. Bazı emprenye maddelerinin sarıçam ve Doğu kayını odunlarının yoğunluklarına etkileri. Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi, 23(5): 1169-1179.
- Özcan, C., Kurt, Ş., Esen, R., Korkmaz, M., 2016. The determinate combustion properties of fir wood impregnated with fire-retardants. The Online Journal of Science and Technology-July, 6(3).
- Özçifçi, A., Örs, Y., Uysal, B., 2007. Determination of some physical and mechanical properties of laminated veneer lumber impregnated with boron compounds. Journal of Applied Polymer Science, 105: 2218-2224.
- Panek, M., Reinprecht, L., Mamonova, M., 2013. *Trichoderma viride* for Improving Spruce Wood Impregnability. BioResources, 8(2):1731-1746. DOI: 10.15376/biores.8.2.1731-1746
- Petty, J.A., 1972. The aspiration of bordered pits in conifer wood. Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci., 181: 395 – 406.
- Perçin, O., Sofuoğlu, S.D., Uzun, O., 2015. Effects of boron impregnation and heat treatment on some mechanical properties of oak (*Quercus petraea* Liebl.) wood. BioResources, 10(3), 3963-3978.
- Schwarze, F., Landmesser, H., Zgaggen, B., Heeb, M., 2006. Permeability changes in heartwood of *Picea abies* and *Abies alba* induced by incubation with *Physisporinus vitreus*. Holzforschung 60(4):450 – 454.
- Temiz, A., Yildiz, U.C., Nilsson, T., 2006. Comparison of copper emission rates from wood treated with different preservatives to the environment. Building and Environment, 41(7): 910-914.
- Tetjamer, L., 1986. Methoden und resultate der prüfung schweizerischen bahvolzer. Materialprüfungsaf Schweizerischen Polytechnikum, Paul Paray Verlag, Zurich.
- Tomak, E.D., Cavdar, A.D., 2013. Limited oxygen index levels of impregnated Scots pine wood. Thermochemica acta, 573: 181-185.
- Torgovnikov, G., Vinden, P., 2009. High intensity microwave wood modification for increasing permeability. For. Prod. J., 59(4): 84-92.
- TS 2472, 1976. Wood-determination of density for physical and mechanical tests, Institute of Turkish Standards.
- TS 2474, 1976. Wood-determination of ultimate strength in static bending, Institute of Turkish Standards.
- TS 2477, 1976. Wood-determination of impact bending strength, Institute of Turkish Standards.
- TS 2478, 1976. Wood-determination of modulus of elasticity in static bending, Institute of Turkish Standards.
- TS 2595, 1976. Wood-determination of ultimate stress in compression parallel to grain, Institute of Turkish Standards.
- Uysal, B., Yorur, H., 2013. The effect of steam treatment on bonding strength of impregnated wood materials. Journal of Adhesion Science and Technology, 27(8): 896-904.

- Wardrop, A.B., Davies, G.W., 1961. Morphological factors relating to the penetration of liquids into wood. *Holzforschung*, 15(5): 129- 140.
- Yalınkılıç, M.K., Baysal, E., Demirci, Z., 1997. Fire resistance of Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) wood treated with some boron compounds and/or water repellents. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 21(5): 423- 431.
- Yorur, H, Kurt, Ş, Uysal B., 2014. Bonding strength of oak with different adhesives after humid – water - heat tests. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 28(7): 690-701.
- Zhao, L., Lu, J., Zhou, Y., Jiang, J., 2015. Effect of low temperature cyclic treatments on modulus of elasticity of birch wood. *BioResources* 10(2): 2318-2327.

## Effects of geothermal hot water treatment on rate of water absorption, modulus of elasticity, compressive strength parallel to grain of Brutian pine wood: A case study from Sakarya, Turkey

Ahmet Ali Var<sup>a,\*</sup>, Ömer Ümit Yalçın<sup>a</sup>, Abdulkadir Soygüder<sup>a</sup>

**Abstract:** The aim of this study is to investigate the effects of different geothermal hot waters on some properties of Turkish red pine (*P. brutia* Ten.) sapwood samples. The geothermal waters were taken from the geothermal resources which are Kuzuluk, Geyve and Taraklı of Sakarya region in Turkey. The treatment fluids with four different temperature (23°C, 48°C, 69°C, 92°C) were prepared ( $\pm 2$  degrees of precision) for each geothermal resource. After the wood samples were separately impregnated with these liquids using the thermic method, the properties (rate of water absorption, modulus of elasticity, compression strength parallel to grain) of these samples were tested. Findings obtained from the tests were evaluated separately statistically for each properties. As a result, while geothermal treatments did't make a meaningful contribution to modulus of elasticity of the red pine wood, they influenced the rate of water absorption and compression strength parallel to grain properties significantly. For rate of water absorption, the highest value (79.10%) was found in Kuzuluk 92°C treatment but the least value (58.10%) was obtained in Geyve 48°C treatment. For three different geothermal sources, it was seen that the compression strength parallel to grain decreased significantly compared to the control (untreated) samples.

**Keywords:** Geothermal, Impregnation, Wood properties, Sakarya

## Jeotermal sıcak su muamelesinin kızılçam odununda su alma oranı, elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci üzerine etkisi: Sakarya yöresinden bir örnek çalışma

**Özet:** Bu çalışmanın amacı farklı sıcaklıklı jeotermal suların kızılçam (*P. brutia* Ten.) diri odununda bazı özellikler üzerine etkilerini araştırmaktır. Jeotermal sular Sakarya bölgesi Kuzuluk, Geyve ve Taraklı jeotermal kaynaklarından alınmıştır. Her jeotermal kaynak için  $\pm 2^\circ\text{C}$  hassasiyetle 23°C, 48°C, 69°C ve 92°C olmak üzere dört farklı sıcaklıkta jeotermal sıvılar hazırlanmıştır. Termik yöntem kullanılarak bu sıvılarla ayrı ayrı muamele edilen odun örneklerinin su alma oranı, elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci özellikleri test edilmiştir. Testlerden elde edilen bulgular, her özellik için istatistiksel olarak ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, jeotermal sıcak su muamelesi kızılçam diri odununun elastikiyet modülü üzerine anlamlı bir etki yapmazken, su alma oranı ve liflere paralel basınç direnci üzerinde önemli derecede etkili olmuştur. Su alma oranı için, en yüksek değer (%79.10) Kuzuluk 92°C muamelesinde bulunurken, en düşük değer (%58.10) Geyve 48°C muamelesinde elde edilmiştir. Üç farklı jeotermal kaynak için, liflere paralel basınç direncinin, muamele edilmemiş kontrol örneklerine kıyasla önemli ölçüde azaldığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Jeotermal, Emprenye, Odun özellikleri, Sakarya

### 1. Introduction

Wood is a natural material that is also using outdoors. The most important goals are increasing strength, stability and providing long-term benefits. In order to achieve these, further studies have been carried out to reduce the factors that can damage the wood, because it can cause huge financial losses due to harmful factors in the environment.

Impregnation is necessary to prevent destruction of harms and provide stable construction on the wood. It was reported that the traditional impregnation process has extended the life of wood by 5-10 times because of the usage of chemicals (Aytaşkın, 2009).

It was also reported that the impregnation of wood have become more harmless, renewable and natural for human health owing to chemicals up to now (Bozkurt et al., 1993). It can be said that these approaches are caused by the environmental pollution and health problems on human that has happened all over the world.

Geothermal fluids are pure, more reliable, natural and friendly resource among other sources while studies are increasing on geothermal energy in the World (URL, 2015). Although the negative effects of chemicals such as acidic, alkaline and salty materials in geothermal waters are especially mentioned in agricultural areas, but they can be compensated with less cost compared to other raw materials (Şamilgil, 1986).

✉ <sup>a</sup> Süleyman Demirel University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, 32260, Isparta, Turkey

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 28.09.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 08.12.2017



**Citation** (Atıf): Var, A.A., Yalçın, Ö.Ü., Soygüder, A., 2017. Effects of geothermal hot water treatment on rate of water absorption, modulus of elasticity, compressive strength parallel to grain of Brutian pine wood. Turkish Journal of Forestry, 18(4): 314-320.  
DOI: [10.18182/tjf.340453](https://doi.org/10.18182/tjf.340453)

Besides, Turkey has abundant geothermal sources, because it occupies an active tectonic belt in geological and geographical location. Turkey has also the seventh largest geothermal potential in the world and the second largest source of geothermal energy after Italy in Europe (Arslan et al., 2001). It is stated that 12% of Turkish geothermal waters are high (100-280°C) and 88% are low and medium temperature (Akkuş and Alan, 2016). This state results in the usage of geothermal energy resources in different industries.

At the same time, geothermal sources has mostly been used as residential and greenhouse heating and electric energy production in Turkey (URL, 2015). Because of the geological structure of the country, these sources are more concentrated in Western Anatolia and Aegean Regions than others (Koçak, 2005). It was reported by a number of researches in the literature studies that on the impregnation of wood materials with geothermal fluids and their use in the forest products industry (Dağdaş, 2007; Var, 2009). Through the vapor produced from geothermal sources at 120°C can be utilized for paper making (drying, heating, etc.) (Dağdaş, 2007).

Nevertheless, the forest industry has an important potential to meet energy, hot water and chemical requirements when Turkey's geothermal resources are examined. A number of researchers have already reported that the geothermal fluid is highly dissolved in the presence of Na, Ca, Mg, Cl<sup>-</sup>, N, H, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>S, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SiO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, K, F, Fe, B compounds (Var, 2009, Lund et al., 1978, Mahon et al., 2000, Yeşin, 2003, Tarcan, 2003, Tarcan, 2005, Mutlu, 2004).

In this study, Sakarya province geothermal resources were examined for impregnation of red pine sapwood in the low and medium temperatures. Because, Sakarya represents 17 geothermal resources in Western Anatolia and Aegean Regions, and these resources have plenty of chemical substances and mineral salt types. It was reported that its water contains high concentration of B, Na, Ca, K, Cl, CO<sub>3</sub> elements (Barut and Erdoğan, 2011). However, Kuzuluk, Taraklı and Geyve geothermal areas well known and active geothermals in the province. On the other hand, temperatures, chemical substances, mineral salts and economics of geothermal resources have been investigated by Arslan et al. It has reported that Kuzuluk source has geothermal temperature range (60°C-84°C), thermal power (56.5 MWt) and flow (293 L / s) (Arslan et al., 2001; Akkuş et al., 2016; Barut and Erdoğan, 2011).

However, there were not any studies on determining the properties of red pine wood materials of these resources. These sources may be suitable source for wood impregnation and also may contribute to some practical properties of the wood. In this study, it was aimed to investigate the effects on some properties of red pine wood of Kuzuluk, Taraklı and Geyve geothermal resources from Sakarya region of Turkey. In this sense, the effects on rate of water absorption, modulus of elasticity and compression strength parallel to grain of wood material were investigated.

## 2. Material and methods

### 2.1. Material

In this investigation, it was utilized three different geothermal resources waters located in Sakarya region of Turkey and the sapwood samples of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.). Also, distilled water was used to compare the effects of geothermal waters on properties of wood samples.

First of all, the geothermal waters were collected in hot state from Kuzuluk, Taraklı and Geyve district geothermal sources of Sakarya province and filled in special containers. After that geothermal waters moved to the laboratory, the geothermal treatment liquids which used in impregnation studies were prepared with sensitivity of ± 2°C. For each geothermal resource, the treatment liquids were prepared in four different temperature (23°C, 48°C, 69°C, 92°C).

The wood specimens were taken radially from the sapwood side of the red pine logs, in various sizes, robust, smooth, fibrous and non-knitted lattices (TS 345, 2012; ISO 4471, 1982). For this purpose, according to ISO 3129 (1975), test and control groups were prepared from the wood samples air-dried after the planing machine (ISO 3129, 1975). The samples were prepared 3x3x1.5 cm for rate of water absorption tests, 2x2x30 cm for modulus of elasticity tests and 2x2x10 cm for compression strength parallel to grain tests. The samples were conditioned up to air dryness humidity, and weighed with precision of ± 0.01. These samples were dried up to the full dry weight at 103± 2°C in a drier, and cooled up to the normal room temperature in the desiccator, and weighed again with the same precision (ISO 3130, 1975). Thus, the sizes of the samples were determined with air dry and full dry weights. For each test, after all samples were measured in this manner they were stored in locked nylon bags until they were treated with geothermal fluids.

### 2.2. Method

Impregnating process was carried out in the laboratory under standart conditions (TS EN 47, 2016). The hot-cold immersion method (thermic method) was used for the impregnation experiments (TS 343, 2012). The wood samples were immersed in geothermal hot waters for 6 hours before immersed in geothermal cold waters for 2 hours, and then lightly dried with a paper. According to ASTM D1413-07e1 (2007), all samples were impregnated separately with four different geothermal hot waters from three different geothermal sources for following tests. Rate of Water Absorption test was conducted in accordance with ASTM D570 (2010). For each sample, the absorption value was calculated by the following equation, where *RWA* is the rate of water absorption (%); *A<sub>w</sub>* is the wet weight after water immersion (g); *A<sub>0</sub>* is the full dry weight (g) before the water immersion.

$$RWA = [(A_w - A_0) / A_0] \times 100 \quad (1)$$

Modulus of Elasticity test was carried out in accordance with ISO 3349 (1975). For each sample, the modulus of elasticity value was calculated by the following equation, where *MOE* is the modulus of elasticity in bending (*N/mm<sup>2</sup>*); *P* is the average of the loads below the elastic limits (*N*); *L* is the distance between the centers of supports (mm); *f* is the

averages of deflections between elastic bounds (mm);  $b$  and  $h$  are the width and thickness (mm) of the test pieces, respectively.

$$MOE = (P_{max} L^3) / (4 b x f x h^3) l \quad (2)$$

Compression Strength Parallel To Grain Test was carried out in accordance with ISO 3787 (1976). For each sample, the value of compression strength parallel to grain the equation was calculated by the following equation, where  $CSPG$  is compression strength parallel to grain ( $N/mm^2$ );  $P_{max}$  is the maximum load (N);  $b$  and  $h$  are width and thickness (mm) of the test pieces, respectively.

$$CSPG = P_{max} / (b x h) \quad (3)$$

Statistical analysis values were obtained statistically with 95% confidence by analysis of variance (ANOVA) and Duncan tests. For this purpose, according to the geothermal resource type, the effects were found on these properties after the descriptive statistics. Then, the homogeneity groups were investigated for the factors which have significant effects. After that, the averages were compared for differences. All statistical values were calculated in the SPSS software program.

### 3. Results and discussion

Rate of Water Absorption Test results (ANOVA and Duncan) and descriptive statistics were given in Table 1 and 2, respectively. The RWA graph was also shown in Figure 1. According to these results, while Kuzuluk 92°C treatment has the highest RWA (79.10%) compared with the untreated control samples, Geyve 48°C treatment has the least effect on RWA (58.10%). Possible rank is Kuzuluk 92°C > Geyve 92°C > Geyve 48°C.

Geothermal resources have significant effect on the RWA for red pine wood (ANOVA, Table 2). Duncan test was performed to see the differences between these effects. Even if the temperature of geothermal waters increased to 92°C, there was not significant difference between the untreated control sample with all geothermal resources on the RWA.

However, the chemicals (CBC and phosphoric acid) reduced water absorption compared to the untreated control sample, but borax with boric acid increased water absorption (Baysal et al., 2004). In this study, the increase on RWA of the Kuzuluk geothermal source can be attributed to the excess of boron mineral (Figure 1).

Table 1. Descriptive statistics for RWA in red pine wood impregnated with different temperature geothermal waters

	Geothermal		Descriptive statistics			
	Resource type	Water temperature (°C)	Average	Standard deviation	Least	Most
RWA (%)	Geyve	23	59.26	1.381	56.63	61.02
		48	58.10	2.576	54.17	62.67
		69	63.33	2.651	59.74	68.15
		92	71.05	2.849	67.44	76.01
	Kuzuluk	23	59.50	2.125	56.46	64.40
		48	66.78	2.255	63.96	72.22
		69	67.69	2.165	64.74	71.67
		92	79.10	3.458	73.27	83.05
	Taraklı	23	60.87	1.729	57.78	64.32
		48	59.04	2.254	55.21	61.84
		69	63.35	3.274	59.44	68.43
		92	66.65	9.318	44.18	78.19
Control	-	69.50	15.213	43.46	99.68	

Table 2. ANOVA and Duncan's test results for the effect of geothermal water temperature on RWA of red pine wood

Geothermal resource	Variance source	ANOVA results					Duncan's test results	
		SOS	DOF	AOS	F	P	GWT (°C)	RWA (%)*
Geyve	Between groups	1372.125	4	343.031	6.723	0.000	23	59.26 a
	Inside groups	2296.081	45	51.024			48	58.10 a
	Total	3668.206	49				69	63.33 a,b
							92	71.05 c
	Between groups	1374.601	4	343.650	6.768	0.000	23	59.50 a
	Inside groups	2284.626	45	50.769			48	66.78 b
	Total	3659.227	49				69	67.69 b
							92	79.10 c
	Between groups	718.261	4	179.565	2.664	0.044	23	60.87 a
	Inside groups	3033.388	45	67.409			48	59.04 a
	Total	3751.648	49				69	63.35 a,b
							92	66.65 a,b
	Control	-	-	-	-	-	-	69.50 b,c

SOS: Sum of squares. DOF: Degree of freedom. AOS: Averages of squares. F: F-Value. P: Level of significance. GWT: Geothermal water temperature. \*: The same letters in each column indicates that there is no significant difference ( $P < 0.05$ ) between the means.



Modulus of Elasticity Test results (ANOVA and Duncan) and the descriptive statistics were given in Table 3 and 4, respectively. Also, the MOE graph was shown in Figure 2. The values of MOE reduced for Geyve (48 °C) and Kuzuluk (48 °C, 69 °C, 92 °C) treatments compared with the untreated control samples (6307.063 N/mm<sup>2</sup>) but increased for other treatments. The maximum increase can be expressed by Geyve 23 °C treatment (11304.613 N/mm<sup>2</sup>). It was seen that the Taraklı geothermal source provides more MOE than the untreated control samples (Table 3).

According to the Table 4, there was not statistically significant effect in 95% confidence level on the MOE of red pine wood for Geyve geothermal, p>0.05 (0.342), and for Kuzuluk geothermal, p>0.05 (0.147). But the effect of

Taraklı geothermal was statistically significant, p<0.05 (0.000). Furthermore, all of the geothermal water temperatures were found to be in different homogeneity groups. The geothermal water temperatures affected the MOE negatively but did not make significant differences on some values compared with the untreated control samples.

However, when a number of findings of MOE were compared with the literature (Bozkurt et al., 1993; Karademir, 2012; Young, 2013; Öktem and Sözen, 2014; Demirtas, 2015), it was seen that these values varied between 5128.43 N/mm<sup>2</sup> and 11304.61 N/mm<sup>2</sup>, and found different from the literature. This difference may be due to the chemical composition and temperature of the geothermal waters.

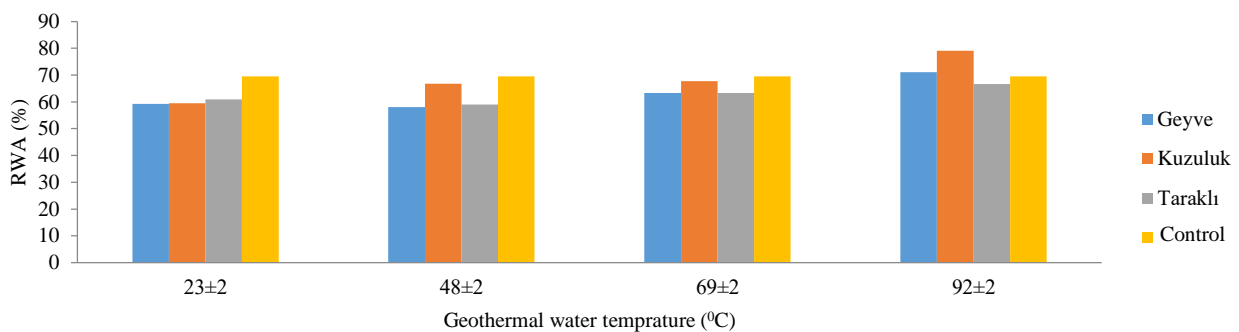


Figure 1. The RWA graph for geothermal water temperature

Table 3. Descriptive statistics for MOE in red pine wood impregnated with different temperature geothermal waters

Geothermal		Descriptive statistics				
Source type	Water temperature (°C)	Average	Standard deviation	Least	Most	
Geyve	23	11304.61	15610.204	4833.61	55577.19	
	48	5312.47	1050.144	4033.09	7127.86	
	69	9623.95	2044.512	7023.18	13064.00	
	92	8773.36	1370.631	6410.29	10330.24	
Kuzuluk	23	6789.14	1479.797	4882.36	9194.09	
	48	5966.13	885.450	4644.77	7821.23	
	69	5128.43	812.733	3899.57	6261.73	
	92	5477.35	1227.348	3197.13	6968.75	
Taraklı	23	10631.86	1297.533	8667.59	13321.48	
	48	9732.63	2001.622	6040.83	12236.06	
	69	10922.14	2272.893	6106.38	13724.74	
	92	6881.59	2594.771	4038.17	11132.14	
Control	-	6307.06	2631.963	259.44	9953.65	

Table 4. ANOVA and Duncan's test results for the effect of geothermal water temperature on MOE of red pine wood

Geothermal resource	Variance source	ANOVA results					Duncan's test results	
		SOS	DOF	AOS	F	P	GWT (°C)	MOE (N/mm <sup>2</sup> )*
Geyve	Between groups	238953495.886	4	59738374.0	1.159	0.342	23	11304.61 a
	Inside groups	2319904557.26	45	51553434.6			48	5312.47 a
							69	9623.95 a
	Total	2558858053.15	49				92	8773.36 a
Kuzuluk	Between groups	17289414.974	4	4322353.74	1.791	0.147	23	6789.14 b
	Inside groups	108611687.105	45	2413593.05			48	5966.13 a,b
							69	5128.43 a
	Total	125901102.079	49				92	5477.35 a,b
Taraklı	Between groups	185788471.291	4	46447117.8	9.473	0.000	23	10631.86 b
	Inside groups	220645733.506	45	4903238.52			48	9732.63 b
							69	10922.14 b
	Total	406434204.797	49				92	6881.59 a
Control						-	6307.06 a,b	

SOS: Sum of squares. DOF: Degree of freedom. AOS: Averages of squares. F: F-Value. P: Level of significance. GWT: Geothermal water temperature. \*: The same letters in each column indicates that there is no significant difference (P < 0.05) between the means.

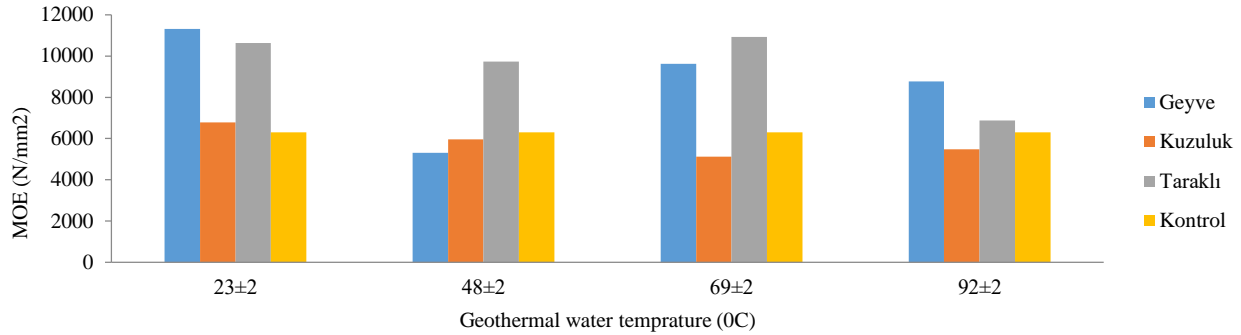


Figure 2. The MOE graph for geothermal water temperature

Compression Strength Parallel To Grain Test results (ANOVA and Duncan) and the descriptive statistics were listed in Table 5 and 6, respectively. The CSPG graph was also given in Figure 3. The values of CSPG decreased compared with the control samples for all geothermal resources (Table 5). When the geothermal water temperature increased, the CSPG decreased (Figure 3). The the highest value (64.07 N/mm<sup>2</sup>) of the CSPG were found on the Kuzuluk 23°C treatment and the least value (31.29 N/mm<sup>2</sup>) on the Geyve 92°C treatment.

According to the results of Table 6, it was seen that the geothermal water temperature has an effect on the CSPG of red pine wood in 95% statistical confidence level. When Table 6 was examined, it was seen that there was five different homogeneous groups (A, B, C, D, E). The least

effective group is A and the most effective group is B in these groups. The control samples were collected in D and E homogenous groups. Geyve 23°C, Kuzuluk 23°C and Taraklı 23°C treatments shared the same group meanwhile Geyve 69°C, Kuzuluk 48°C and Taraklı 69°C treatments took place in the same group. The geothermal water temperatures have an effect on the CSPG, and it may be that the possible rank is Kuzuluk 23°C > Geyve 23°C > Taraklı 23°C.

When the CSPG findings were compared with similar studies (Bozkurt et al., 1993; Karademir, 2012; Young, 2013; Öktem and Sözen, 2014; Demirtaş, 2015), it can be said that the CSPG values changed between 31.29 N/mm<sup>2</sup> with 64.07 N/mm<sup>2</sup>, and these values were compatible with the literature results.

Table 5. Descriptive statistics for CSPG in red pine wood impregnated with different temperature geothermal waters

CSPG (N/mm <sup>2</sup> )	Geothermal		Descriptive statistics			
	Source type	Water temperature (°C)	Average	Standard deviation	Least	Most
Geyve		23	61.70	5.967	50.51	69.10
		48	55.32	8.214	37.60	65.94
		69	47.76	8.094	30.06	57.58
		92	31.29	3.356	26.19	36.14
Kuzuluk		23	64.07	6.768	55.64	75.66
		48	51.58	5.362	45.68	62.83
		69	60.64	5.502	53.36	70.37
		92	43.20	4.672	34.11	48.35
Taraklı		23	59.29	5.405	51.08	68.49
		48	53.95	5.218	47.11	64.02
		69	46.60	4.465	38.36	53.60
		92	38.88	6.004	30.43	49.47
Control		-	68.68	7.092	54.81	77.10

Table 6. ANOVA and Duncan's test results for the effect of geothermal water temperature on CSPG of red pine wood

Geothermal resource	ANOVA results						Duncan's test results	
	Variance source	SOS	DOF	AOS	F	P	GWT (°C)	CSPG (N/mm <sup>2</sup> )*
Geyve	Between groups	8256.491	4	2064.123	44.846	0.000	23	61.70 d
	Inside groups	2071.196	45	46.027			48	55.32 c
							69	47.76 b
	Total	10327.688	49				92	31.29 a
Kuzuluk	Between groups	4175.873	4	1043.968	29.500	0.000	23	64.07 c, d
	Inside groups	1592.477	45	35.388			48	51.58 b
							69	60.64 c
	Total	5768.350	49				92	43.20 a
Taraklı	Between groups	5254.869	4	1313.717	40.368	0.000	23	59.29 d
	Inside groups	1464.459	45	32.544			48	53.95 c
							69	46.60 b
	Total	6719.328	49				92	38.88 a
Control						-	68.68 d, e	

SOS: Sum of squares. DOF: Degree of freedom. AOS: Averages of squares. F: F-Value. P: Level of significance. GWT: Geothermal water temperature. \*: The same letters in each column indicates that there is no significantly difference ( $P < 0.05$ ) between the means.

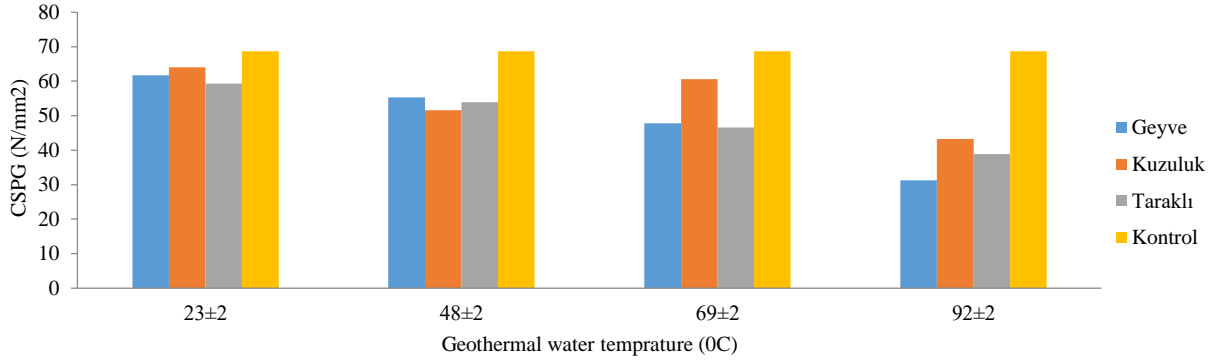


Figure 3. The CSPG graph for geothermal water temperature

#### 4. Conclusions

According to the results of this study, the geothermal resource type effected significantly on the RWA and the CSPG of Turkish red pine sapwood but there was not significant effect on the MOE. While the geothermal hot water treatments increased the values of RWA and CSPG significantly of the red pine sapwood, the values of MOE decreased. The geothermal waters didn't make a significant contribution to the MOE of the pine wood but they affected other properties considerably.

This study revealed that the values of RWA, MOE and CSPG were changed depending on the geothermal water temperature. The highest RWA was found in Kuzuluk 92°C treatment and the least RWA was obtained in Geyve 48°C treatment. Moreover, Geyve 23°C treatment gave the biggest MOE value while the smallest value was found with Kuzuluk 69°C treatment. For these two treatments, the MOE values were 11304.61 (N/mm<sup>2</sup>) and 5128.43 (N/mm<sup>2</sup>), respectively.

In summary, the sapwood materials of Turkish red pine exposed to such treatments can be used in utilizations under the effects of water (or humidity), bending and pressure for short-term periods.

#### Acknowledgements

The authors are grateful for financial supports from SDU "Scientific Research Projects Coordination Unit" (Project no: 4124-YL1-14).

#### References

- Akkuş, İ., Alan, H., 2016. Türkiye'nin jeotermal kaynakları, projeksiyonlar, sorunlar ve öneriler raporu. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, 89s.
- Arslan, S., Darıcı, M., Karahan, Ç., 2001. Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli. Jeotermal Enerji Semineri, Ankara, 21-28.
- ASTM D1413-07e1, 2007. Standard test method for wood preservatives by laboratory soil block cultures, ASTM Standards.
- Aytaşkın, A., 2009. Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş ağaç malzemenin bazı teknolojik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümü, 115s, Karabük.

- Barut, İ., Erdoğan, N., 2011. Marmara bölgesi termal mineralli kaynak suları: Hidrokimyasal özellikleri ve zamana bağlı değişimi. İstanbul Yerbilimleri Dergisi, 24(1): 19-64.
- Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N., 1993. Emrenye Tekniği Ders Kitabı. İstanbul Üniversite Orman Fakültesi Yayınları No: 3779/425, İstanbul.
- Dağdaş, A., 2007. Jeotermal enerjiden endüstriyel uygulamalarda yararlanma. Mühendis ve Makine Dergisi, 48(564): 11-16.
- ISO 3129, 1975. Wood – Sampling method and general requirements for physical and mechanical tests.
- ISO 3130, 1975. Wood – Determination of moisture content for physical and mechanical tests.
- ISO 3349, 1975. Wood – Determination of modules of elasticity in static bending.
- ISO 3787, 1976. Wood - Test methods - Determination of ultimate stress in compression parallel to grain.
- ISO 4471, 1982. Wood – Sampling samples tree and log for determination of physical and mechanical properties of wood in homogeneous stands.
- Karademir, E., 2012. Jeotermal akışkanlarla emprenye edilen ahşabın performansı: Uşak yöresi örneği. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 72s, Isparta.
- Koçak, A., 2005. Türkiye'de jeotermal enerji aramaları ve potansiyeli. MTA Genel Müdürlüğü Enerji Dairesi Başkanlığı, Ankara, 217-233.
- Lund, J.W., Culver, G., Lienau, J., 1978. Ground water characteristics and corrosion problems associated with the use of geothermal water in Klamath falls, Oregon, Geo-Heat Center. Oregon Institute of Technology, Klamath Falls, OR.
- Mahon, T., Harvey, C., Crosby, D., 2000. The chemistry of geothermal fluids in Indonesia and their relation hip to water and vapour dominated systems. Proceeding World Geothermal Congress, Kyushu– Tohoku, Japan, May 28–Jun 10, p.1389–394.
- Roger, M., Rowell, W., Bart, B., 1985. Water repellency and dimensional satability of wood. Forest Prod.Lab., General Technical Report FPL-50, Medison Wis.
- Tarcan, G., 2003. Jeotermal Su Kimyası, Jeotermalde Yerbilimsel Uygulamalar. Yaz Okulu Ders Kitabı– JENARUM, DEÜ Mühendislik Fakültesi, İzmir, Yayın No: 306, s.198–245.
- Tarcan, G., 2005. Mineral saturation and scaling tendencies of waters discharged from wells (>150°C) in geothermal areas of Turkey. J. of Volcanology and Geothermal Research, 142: 263-283.

- TS 343, 2012. Wood preservation – Terms and definition, TSE, Ankara.
- TS 345, 2012. Testing methods for the effects of wood impregnating substances. TSE, Ankara.
- TS EN 47, 2016. Wood preservatives – Determination of the toxic values of wood against larvae of *Hylotrupes Bajulus* (Linnaeus) - (Laboratory method). TSE, Ankara.
- URL, 2015. Jeotermal enerji. Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi (JENARUM), <http://web.deu.edu.tr/jenarum> (Erişim Tarihi: 05.11.2016).
- Ünsal, Ö., 2004. Douglas göknarından elde edilmiş soyma kaplama levhalarında, tomruk halde iken depolamanın, pişirmenin ve soyma sıcaklığının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1): 124-134.
- Var, A., 2009. Jeotermal akışkanlarda potansiyel empenye maddelerinin miktarı ve bunların ahşap empenye işlemine uygunluğu. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1: 184-197.
- Var, A., Bilgin, A., 2007. Türkiye'nin jeotermal kaynakları, kullanım maksatları ve orman endüstrisi: Kereste kurutma örneği. 15. Mühendislik mimarlık sempozyumu. 2007.
- Yeşin, O., 2003. Türkiye'de jeotermal enerji uygulamaları. 14. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 3-5 Eylül 2003, Isparta, s.xxi-xxxiii.

## Doğu ladini (*Picea orientalis*) ve meşe (*Quercus* spp.) kabuklarının kimyasal bileşimi

Oktay Gönültaş<sup>a,\*</sup>, Mualla Balaban Uçar<sup>b</sup>

**Özet:** Bu çalışmada, orman işletmelerinde kesim sonrası ortaya çıkan doğu ladini (*Picea orientalis*) kabukları ve ahşap levha endüstrisinde levha üretimi sonrası ortaya çıkan endüstriyel atık meşe (*Quercus* spp.) kabuklarının kimyasal bileşimi temel odun analizleri ve fenolik bileşik analiz metotlarıyla incelenmiştir. Kabuklarda kül tayini sonuçlarına göre Artvin ve Trabzon ladin örneklerinde % 4.31 ve % 3.99 kül bulunurken meşe kabuğunda % 10.02 gibi yüksek sonuç belirlenmiştir. Sıcak su çözünürlüğünün ladin örneklerinde meşeye göre daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Artvin ladin, Trabzon ladin ve meşe kabuklarında kalıntı lignin sırasıyla % 19.53; % 20.61 ve % 18.49 olarak belirlenirken  $\alpha$ -selüloz miktarı için % 37.28; % 37.92 ve % 41.59 değerleri elde edilmiştir. Toplam fenol tayini ve butanol HCl yöntemi sonuçlarına göre Artvin ladin kabuğu en yüksek değerlere sahiptir. Ladin ve meşe kabuğu örneklerinde hidrolize tanenler olan gallo tanen bulunurken ellag taneni içeriği belirlenememiştir.

**Anahtar kelimeler:** Doğu ladini, Meşe, Kabuk, Temel bileşenler, Fenolik ekstraktifler

## Chemical composition of oriental spruce (*Picea orientalis*) and oak (*Quercus* spp.) barks

**Abstract:** In this study, the chemical composition of bark from oriental spruce (*Picea orientalis*), which occur as a result of logging production of forestry enterprises, and oak (*Quercus* spp.) bark, which are industrial waste of the wood panel industry after board production, were analyzed by wet chemical analysis of wood and analysis methods of phenolic compound. Ash content values of the barks obtained from Artvin and Trabzon area were 4.31% and 3.99%, respectively, while the oak bark samples were 10.02%. Hot water solubility of the spruce bark samples were higher than the oak bark samples. Residual lignin contents of Artvin spruce, Trabzon spruce, and oak were 19.53%, 20.61%, and 18.49%, while  $\alpha$ -cellulose contents were 37.28%, 37.92%, and 41.59%, respectively. The results of the total phenol content and butanol-HCl assay showed that Artvin spruce barks had higher values than other bark samples. As hydrolysable tannins, there were gallo tannin in the samples of spruce and oak barks whereas ellagic tannin content has not been determined.

**Keywords:** Oriental spruce, Oak, Bark, Main components, Phenolic extractives

### 1. Giriş

Ahşap işleyen endüstrilerde ve orman işletmelerinde tomruk üretimi sırasında ortaya çıkan ağaç kabuğu önemli bir yenilenebilir atık durumundadır. Özellikle levha ürünleri üretimi yapan endüstriyel tesislerde üretim prosesleri sonucunda önemli miktarlarda kabuğun ortaya çıkması söz konusu atığı uygun bir şekilde bertaraf etme ihtiyacını doğurmuştur. Ancak kabuk, önemli bir biyokütle kaynağıdır ve değişik proseslerle yenilenebilir hammadde olarak kullanılarak maksimum düzeyde yararlanılması ve bu biyokütle kaynağının ekonomiye kazandırılması mümkündür. Orman ürünleri endüstrisinde kullanılan hammaddelerde kabuğun bulunması istenmeyen bir durumdur. Bundan dolayı atık olarak görülen kabuk genelde yakılarak enerji üretiminde kullanılır. Ancak bazı ağaç türü kabuklarından ekstraksiyon ile çeşitli kimyasallar elde etmek mümkündür. Bu sebepten dolayı son yıllarda, atık kabuğa karşı ilgi her geçen gün artmakta, farklı kabuk

örneklerinin anatomik yapısı ve kimyasal bileşimini inceleyerek kabuktan faydalanma olanaklarını araştıran çok sayıda çalışma yapılmaktadır (Özdemir, 2010; Miranda vd., 2012; Feng vd., 2013; Şen vd., 2010; Pasztory vd., 2016; Kain vd., 2015)

Ağaç kabukları çok eski zamanlardan beri insanoğlu tarafından değişik amaçlar için kullanılmaktadır. Amerika'da yerliler huş ağacı kabuğunu kano yapımında ve taba adını verdikleri giysilerin üretilmesinde kullanmışlardır. Bunların yanında kabuklar şişe mantarı, tanen üretimi, boyar maddelerin üretiminde, sakız, reçine, lateks, gıda maddelerinde, aromatik maddelerin üretiminde, olta yapımında, ok zehiri üretiminde, tıpta kullanılan antibiyotik özellikteki bileşiklerin üretiminde kullanılmıştır. Ayrıca kabuk; toprak ıslahında, ahır ve kümes altlığı olarak, yapraklı ağaç kabukları bazı peyzaj uygulamalarında, izolasyon levhaları, yonga ve lif levha üretiminde, beton güçlendirici olarak, sepilme maddesi olarak, mangal kömürü ve briket halinde şömine yakıtı olarak, öğütülmüş

✉ <sup>a</sup> Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bursa

<sup>b</sup> İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): oktay.gonultas@btu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 14.07.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 26.09.2017



**Citation** (Atıf): Gönültaş, O., Balaban Uçar, M., 2017. Doğu ladini (*Picea orientalis*) ve meşe (*Quercus* spp.) kabuklarının kimyasal bileşimi. Turkish Journal of Forestry, 18(4): 321-327. DOI: [10.18182/tjf.328494](https://doi.org/10.18182/tjf.328494)

kabuklar oyun sahaları, patikalar, golf sahaları ve yolları ve kayak pisti rampalarında örtü malzemesi olarak, çeşitli biyobazlı tutkalların üretiminde hammadde olarak, petrol esaslı deniz kirliliği durumlarında absorbe edici olarak ve bazı el yapımı kağıtların bileşiminde az miktarda kullanılmaktadır. Ayrıca plastik malzemelere katılarak ambalaj malzemesi üretimi denenmekte ve hayvan yemi maddesi olarak kullanılabilirliği araştırılmaktadır (Harkin ve Rowe, 1971; Kantay ve Köse, 2006; Dönmez ve Dönmez, 2013). Kabuk doğrudan yakılarak enerji üretiminde de kullanılabilir. Ancak kabuğun yakılması ile elde edilecek kalori değeri kabuğun rutubetine bağlıdır. % 55-60 civarında rutubet içeren kabuğun yakılması ile 1000-5000 cal/g enerji elde edilebilir (Demetçi, 1982).

Kabuk odundan sonra ağaç gövdesindeki ikinci en önemli doku kısmıdır. Türe ve yetiştirme koşullarına göre kabuk oranı değişmekle birlikte ülkemiz için bu değer ortalama % 12,5 olduğu bildirilmektedir (Kurt ve Mengeloğlu, 2006). Ağacın dallarında ve tepe kısmında bu oran % 20-35'lere kadar çıkmaktadır. Yine ağaç gövdesinin dip kısımlarında ve köklerde bu oran gövde kısmından daha yüksektir (Fengel ve Wegener, 1984). Dutkuner ve Koparan (2016) tarafından yapılan çalışmada Isparta bölgesinde idare müddetini doldurmuş bir kızılçam ağacından ortalama 92 kg, karaçamdan ise 99 kg kabuk elde edilebileceği ortaya konulmuştur. Yine bir diğer çalışmada Türkiye'de orman ürünleri endüstrisinde yıllık yaklaşık 2 milyon m<sup>3</sup> atık kabuğun ortaya çıktığı bildirilmektedir (Dönmez ve Dönmez, 2013).

Kabuktan faydalanmak için anatomik yapısını yanında kimyasal yapısının da bilinmesi oldukça önemlidir. Kabuk; lifler, mantar tabakası ve paransim hücrelerinde depo edilen maddeler olarak üç fraksiyonda incelenecek olursa lif fraksiyonunun kimyasal yapısı odunkine benzer bir şekilde selüloz, polyoz ve ligninden oluşurken, diğer iki fraksiyon büyük oranda ekstraktif maddeden oluşmaktadır. Kabuk ekstraktifleri lipofilik ve hidrofilik bileşenler olarak ikiye ayrılabilir. Lipofilik fraksiyon etil eter ve diklormetan gibi apolar çözücü ekstraksiyonu ile izole edilebilirken, hidrofilik fraksiyon su, aseton ve etanol gibi polar organik solventlerle izole edilebilir (Sjöström, 1981). Kabuğun kimyasal bileşimi incelendiğinde odundan en büyük farkı polifenoller ve suberinin daha yüksek oranda bulunmasıdır. Bunun yanında polisakarit oranı düşüktür ve ekstraktif oranı daha yüksektir. İç kabuk ve dış kabuk arasındaki anatomik yapı farkları kimyasal bileşimde de görülmektedir. İç kabuktan dış kabuğa gidildikçe ekstraktif madde miktarı ve polisakarit bileşimi düşerken, lignin ve polifenolik bileşiklerin oranı artmaktadır (Fengel ve Wegener, 1984). Odunda olduğu gibi kabuk polisakaritleri içinde glukoz ana bileşenlerdir ve türlere göre değişim göstermekle birlikte % 16-41 arasındadır. Dış kabukta iç kabuktan daha az glukoz birimi bulunmaktadır. Kabuk selülozunun ortalama polimerizasyon derecesi aynı türün odununa göre daha düşüktür ancak daha yüksek polidispersiteye sahiptir (Timell, 1961). Yine kabuk selülozunun (selüloz I) kristalite derecesi odun selülozundan daha düşüktür (Binotto vd., 1971). Kabuk polyozlarının kimyasal yapısının incelendiği birçok çalışmadaki sonuçlara göre, polyoz bileşimi olarak ilgili türün odunu ile benzer kimyasal bileşim belirlenmiştir. Ancak bileşimde bazı varyasyonlar ve değişik oranlar görülmektedir (Fengel ve Wegener, 1984). Kabuğun ekstraktif madde bileşimi genellikle odundan daha

yüksektir. Ekstraktif madde bileşimi türlere göre değişmekle birlikte elde edilen ekstraktif miktarı ve bileşimi ekstraksiyonda kullanılan solventlere göre de değişiklik gösterebilir. Ekstraktif bileşiklerin çok çeşitli olmasından dolayı çeşitli çözücülerle ardışık ekstraksiyon aşamaları ile elde edilebilirler (Fengel ve Wegener, 1984). Tanenler birçok bitkinin odun, dal, yaprak, kabuk ve meyvelerinde bulunan fenolik yapıdaki doğal biyopolimerlerdir. Özellikle ağaç kabukları yüksek oranda tanen içermektedir. Kendileri kondanse bileşikler olmasına rağmen formaldehitte reaksiyon verme kabiliyetleri oldukça yüksektir. Bu özelliklerinden dolayı birçok farklı alanda kullanılmaktadırlar (Frihart, 2000).

Lignanlar ve neolignanlar birçok ağacın kabuklarında bulunan antioksidant özellikteki bileşiklerdir. *Picea mariana* kabuk sulu ekstraktının etil asetat fraksiyonunda; pinosinol, secoisolaricinesinol, isolaricinesinol ve  $\alpha$ -conidendrin gibi lignanların bulunduğu bildirilmektedir. Ayrıca birçok ladin türü (*Picea abies*, *Picea glauca* ve *Picea omorika*) öz odunu ve budak odununda hydroxymatairesinol türü lignanların bulunduğu bilinmektedir (Garcia-Perez vd., 2012). Doğu ladin kabuklarında ise izolaricinesinol ve matairesinol bulunduğu ortaya konulmuştur (Hafizoğlu vd., 1997). *Picea sitchensis* (sıtka ladin) kabuğunda antifungal özellikteki stilben glikozitler olan astringin ve isorhapontin bulunduğu bildirilmektedir (Umezewa, 2001). Maenpaa (2013) *Picea abies* kabuk ekstraktında ana stilben glikozit bileşiği olarak isorhapontini belirlemiştir. *Picea orientalis* kabuk reçinesinde monoterpenler;  $\delta$ -3-karen,  $\alpha$ -pinen ve  $\beta$ -pinen; seskiterpen olarak trans-karyofilen bulunduğu bildirilmektedir (Hafizoğlu ve Reunanen, 1994). Türkiye'de kullanılan tıbbi bitkileri inceleyen Baytop (1999) *Quercus robur* (saplı meşe) ve diğer meşe türlerinin kabuklarının gallik asit ve renk maddeleri bakımından zengin ekstraktının kuvvetlendirici ve antiseptik olarak kullanıldığını bildirilmektedir. Meşe kabukları bulunan gallo tanen bakır, kurşun tuzları ve alkaloidlerle zehirlenmelerde meşe kabuğu veya mazi ile hazırlanmış infüzyonların içirilmesinin, tanenlerin bu maddeleri bağlayıcı ve absorpsiyonlarını önleyici özellikleri nedeniyle faydalı olduğu bildirilmiştir (Aydın ve Üstün, 2007). Çeşitli kabuk polifenolik ekstraktları anti fungal etkisinden dolayı şarap üretiminde fermantasyon sırasında laktik asit üretmek fermantasyon çözücüsünün bozunmasına neden olan bakterilerin gelişimini önlemektedir. Üç iğne yapraklı türünün iç kabuklarından elde edilen sıcak su ekstraktının odunda çürüklük yapan mantar misellerinin gelişmesini önlediği belirlenmiştir (Hon ve Shiraishi, 2001). *Picea abies* kabuğunun soyulmasında kullanılan suyun sazan balıkları üzerinde kronik toksiditeye neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kabuk soyma atık suları özellikle metan üreten bakteriler üzerinde de yüksek derecede toksik etkisi vardır (Hon ve Shiraishi, 2001).

Anorganik madde bakımından ise kabuk genellikle oduna göre daha zengindir. Ayrıca kabukta bulunan elementlerin miktarı da oduna oranla farklılık gösterir. Birçok türde kabuk anorganik madde miktarı odunun neredeyse 10 katı kadardır. Kabuk külü bileşiminde en fazla görülen element kalsiyumdur, potasyum ve magnezyum ise ikinci en fazla orandaki elementlerdir. Çoğu zaman diğer elementlerin toplam anorganik madde içindeki payları %1 kadardır. Kabuk daha fazla asidik bileşen içermesinden dolayı oduna göre daha asidik yapıdadır. Martin ve Gray



(1971) tarafından yapılan çalışmada 9 çam türünün kabuk pH değerleri 3,1-3,8 arasında bulunmuştur. Ayrıca dış kabuk iç kabuktan daha asidiktir. Bunun yanında sıcak su ekstraktları da soğuk su ekstraktından daha asidiktir.

Bu çalışmanın amacı; orman işletmelerinde kesim sonrası ortaya çıkan ladin (*Picea orientalis*) kabukları ve ahşap levha endüstrisinde levha üretimi sonrası ortaya çıkan yenilenebilir endüstriyel atık durumunda olan meşe (*Quercus* spp.) kabuklarının kimyasal yapısını ana bileşenler ve fenolik bileşik analiz metotlarıyla inceleyerek ortaya koymak ve muhtemel kullanım alanları için öneriler getirmektedir. Böylelikle atık durumundaki kaynaklar yenilenebilir biyopolimere çevrilerek ülke ekonomisine kazandırılacaktır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak doğu ladin (*Picea orientalis*) ve saplı meşe (*Quercus robur*) ile sapsız meşe (*Quercus petraea*) kabukları karışımı kullanılmıştır. Ladin kabuğu örnekleri Artvin ve Trabzon bölgesi orman işletmelerinden, üretim kesimlerinden elde edilmiş tomrukların kabuk soyma aleti ile soyulmasının hemen ardından kabukların toplanması şeklinde alınmıştır. Meşe (saplı ve sapsız meşe) kabuğu karışımı ise Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin kabuk soyma işleminden çıkan üretim atıklarından temin edilmiştir. Kabuk örnekleri içerisindeki ahşap parçaları ve diğer safsızlıklar (taş ve metal parçaları, yosun, yaprak, plastikler) temizlenerek oda sıcaklığında birkaç hafta bekletilip % 10-12 rutubete kadar kurumaları sağlanmıştır. Daha sonra kabuk örnekleri öğütme için uygun boyutlara parçalanmıştır. Ardından Willey değirmende öğütülmüştür. Kimyasal analizlerde kullanılacak kabuk örnekleri Tappi T 257 cm-85'de verilen uygun analiz boyutuna (40-100 mesh) Retsch AS-200 eleme sistemi ile elenerek cam kavazalara konulmuş ve etiketlenmiştir.

### 2.2. Kabuk örneklerinde temel kimyasal analizler

Örneklerinde uygulanan temel kimyasal analiz metotları Çizelge 1'de verilmiştir. Bu çalışmada kabuk örneklerinin holoselüloz tayininde analiz örneklerinin kabuk olması ve kabuğun yapısındaki polisakaritlerin odun örneklerine göre daha düzensiz ve düşük kristal yapısından dolayı reaksiyon ortamının sıcaklığı Balaban (2002)'nin önerdiği 75°C yerine daha ılımlı bir delignifikasyon ortamı sağlamak için 65°C olarak uygulanmıştır. Lignin tayininde kullanılan örneklerdeki ekstraktif maddelerin ligninle kondenzasyon ürünleri oluşumunu önlemek için ardışık üç aşamalı sikloheksan, alkol-sikloheksan ve sonra olarak alkol ekstraksiyonu uygulanmıştır.

Çizelge 1. Temel kimyasal analizlerde kullanılan metotlar

Kimyasal analiz	Metot
Kül tayini	Tappi T 211 om- 85
Sıcak su çözünürlüğü	Tappi T 207 om-88
%1 NaOH çözünürlüğü	Tappi T-212 om-88
Sikloheksan, etanol-sikloheksan, Etanol çözünürlükleri ve alkol çözünürlükleri	Tappi T 204 om-88
Holoselüloz tayini	Asitlendirilmiş sodyum klorit yöntemi Jayme (1942); Wise vd. (1946)
Kalıntı lignin tayini	Runkel ve Wilke, 1951
Asitte çözünür lignin tayini	Tappi UM-250
$\alpha$ -Selüloz tayini	Tappi T 203

### 2.3. Kabuk örneklerinde fenolik bileşiklerin belirlenmesi

Örneklerde metol su çözünürlüğü Scalbert ve Haslam, (1987)'de belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Kabuk örneklerinde toplam fenol tayini Singleton ve Rossi (1965) tarafından geliştirilen Folin-Ciocalteu metoduna göre belirlenmiştir. Kabuklarda kondanse tanen miktarı Butanol-HCl yöntemi ile belirlenmiştir ve sonuçlar siyanidin ekvivalenti olarak ifade verilmiştir (Govindarajan ve Mathew, 1965). Ellag taneni tayini için asitlendirilmiş NaNO<sub>2</sub> yöntemi kullanılmıştır (Bate-Smith, 1972). Gallo tanen tayini için ise Inoue ve Hagerman, (1988) tarafından geliştirilen rodanine yöntemi uygulanmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1. Kabuklarda temel analiz sonuçları

Ladin kabuğu örneklerindeki kül miktarı incelendiğinde Artvin bölgesinden alınan kabuk örneği % 4.31, Trabzon bölgesinden alınan örnek % 3.99 kül içerdiği görülmektedir. Miranda vd. (2012) avrupa ladin kabuğunun % 3.3; sarıçam kabuğunda ise % 4.6 kül miktarı belirlemiştir. Hafızoğlu ve Usta (2005) doğu ladin kabuğundaki kül miktarını incelediği çalışmada iç kabuk için % 2.5 ve dış kabuk için % 4.8 değerini belirlemiştir. Bu sonuçlara göre çalışmada elde edilen sonuçlar benzerdir. Meşe kabuk örneğinde ise % 10.02 kül miktarı belirlenmiştir. *Quercus cerris* kabuğu % 14 kül içerirken (Branca vd., 2007), Balaban ve Uçar (2001) tarafından yapılan çalışmadaki kasnak meşesi için verilen değer % 13.48'dir. Ladin kabuğu için bölgeler arasında ortaya çıkan farklılık yetişme ortamına bağlı olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 2'de verilen kabuk örneklerindeki sıcak su çözünürlüğü değerleri incelendiğinde en yüksek çözünürlük değerinin % 23.17 ile Artvin ladin örneğinde belirlendiği görülmektedir. Trabzon ladin kabuk örneği % 21.65 ve meşe kabuk örneğinde ise % 18.39 değeri belirlenmiştir. Yemele vd. (2010) *Picea mariana* kabuğu sıcak su çözünürlüğü % 12.7; *Populus tremuloides* (titrek kavak) için % 17.7 olarak belirlemiştir. Hafızoğlu vd. (1997) tarafından yapılan çalışmada ise doğu ladin iç kabuk için % 17.9 dış kabuk için % 21.5 değerleri verilmektedir. Yine Balaban ve Uçar (2001) tarafından yapılan çalışmada kasnak meşesi için % 14.56 değeri belirlenmiştir. Diğer çözünürlük sonuçlarında olduğu gibi % 1 NaOH çözünürlüğü değerlerinde de en yüksek sonuçlar % 53.87 ile Artvin ladin örneğinde, ardından Trabzon ladin % 49.44 ve meşe örneğinde % 47.67 olarak belirlenmiştir. *Pinus densiflora* kabuğu için % 49.7; *Cryptomeria japonica* kabuğu için %

43.6 değerleri bildirilmektedir (Kofujita vd., 1999). Hafizoğlu vd. (1997) tarafından yapılan ve beş farklı bölgeden ladin kabuk örneklerinin incelendiği çalışmada ise % 1 NaOH çözünürlüğü iç kabuk için en yüksek % 45.1; dış kabuk için en yüksek değer % 51.0 olarak belirlenmiştir. Kabuk örneklerinde klasik iki aşamalı alkol-siklohegzan ve alkol ekstraksiyonu tüm ekstraktif maddeleri örnekten uzaklaştırmada yetersiz kalmaktadır. Bu nedenden dolayı sokslet ekstraksiyonu siklohegzan, alkol:siklohegzan (1:2) ve alkol ekstraksiyonu şeklinde ardışık üç aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Trabzon ladin örneği için sırasıyla, % 3.26; % 14.07 ve % 1.72 değerleri belirlenmiştir. Bu değerler Hafizoğlu vd. (1997) ve Hafizoğlu ve Usta (2005)'te verilen değerler ile uyum içindedir. Meşe ardışık ekstraksiyon sonuçları ise sırasıyla % 1.68; % 8.94 ve % 1.47 şeklindedir.

Üç basamakta ekstrakte edilmiş kabuk örneklerinde ilk olarak standart asitte kalıntı lignin prosedürü uygulanmıştır. Bu işlem sonucunda; Artvin ladin için % 32.59; Trabzon ladin için % 34.15 ve meşe için % 33.57 değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar örnekteki gerçek lignin değerlerinden oldukça yüksektir. Bu durumun sebebi kabuk örneklerinin yüksek oranda fenolik ve asitte çözünmeyen bileşikler içermesidir. Bu bileşikler kalıntı lignin tayin yöntemi sırasında kalıntı lignin ile etkileşerek örnekte uzaklaştırılmamakta ve dolayısı ile kalıntı lignin gibi hesaplanmaktadır. Bu sakıncayı gidermek için, üç aşamalı apolar çözücü ekstraksiyonundan sonra elde edilen örnekler lignin tayini öncesinde, ilave olarak %1'lik NaOH ile ekstrakte edilerek lignin tayininde hataya neden olan bu fenolik bileşiklerin uzaklaştırılması sağlanmıştır. % 1 NaOH ekstraksiyonu ardından gerçekleştirilen kalıntı lignin tayininde ise Artvin ladininde % 19.53; Trabzon ladininde % 20.61 ve meşe kabuk örneğinde % 18.49 değerleri belirlenmiştir. Kasnak meşesi kabuğunda % 16,16 (Balaban ve Uçar,2001); doğu ladinini iç kabuğunda % 18.5 dış kabuğunda % 23.1 (Hafizoğlu vd., 1997); okaliptüs kabuğunda % 16.73 (Vazquez vd., 2008); kalıntı lignin değerleri bildirilmektedir. Çizelge 2'de verilen asitte çözünür lignin değerleri incelendiğinde Artvin ladin örneği için % 0.56; Trabzon ladin % 0.43 ve meşe için 1.40 değerleri görülmektedir. Okaliptus kabuğunda % 2.48

(Vazquez vd., 2008); Avrupa ladininde % 1.1; sarıçam kabuğunda % 0.8 (Miranda vd., 2012) çözünür lignin değerleri belirlenmiştir. Meşe örneğinde belirlenen değerler Balaban ve Uçar (2001)'in kasnak meşesi için belirlediği % 1.58 değeri ile örtüşmektedir. Elde edilen sonuçlar yapraklı ve iğne yapraklı ağaç kabukları için beklenen değerlerdedir.

Kabuk örneklerindeki toplam polisakarit miktarını gösteren analiz olan holoselüloz tayininde, elde edilen değerler incelendiğinde en yüksek holoselüloz veriminin meşe kabuğunda % 63.10; Artvin ladin örneğinde % 59.20 ve Trabzon ladin örneğinde % 59.79 olduğu belirlenmiştir. Ancak bu değerler gerçek holoselüloz verimlerini yansıtmamaktadır. Bunun sebebi, etkin bir delignifikasyon işlemi ile ligninin tamamen örneklerden uzaklaştırılmaması, aynı zamanda delignifikasyon sırasında bazı polisakaritlerin ortamdan çözünerek uzaklaşmasıdır. Bu sebeple holoselüloz örneklerinde kalıntı ve asitte çözünür lignin tayinleri yapılmış ve bunların toplamı holoselüloz veriminden çıkarılarak gerçek holoselüloz değerleri hesaplanmıştır. Delignifikasyon işlemi sırasında uygulanan NaClO<sub>2</sub> çözücü, ligninin yapısını büyük ölçüde değiştirmektedir. Yapısı değişikliğe uğramış olan lignin, başlangıçtaki materyale kıyasla farklı davranışlar göstermekte, asit koşullarda çözünerek ortamdan uzaklaşmaktadır. Bu nedenle holoselüloz örneklerinde yalnızca kalıntı lignin tayinleri uygulamak yetersiz olmakta ve holoselüloz örneklerinde asitte çözünür lignin tayinleri ile gerçek lignin değerleri hesaplanmaktadır. Holoselüloz içerisindeki kalıntı ve çözünür lignin değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Böylece kabuk holoselülozu içerisindeki klason lignini ve asitte çözünür lignin değerleri toplanarak bulunan değer, orijinal holoselüloz verimlerinden çıkartılmış ve gerçek holoselüloz verimleri elde edilmiştir. Bu düzeltilmiş holoselüloz verim değerlerine göre, Artvin ladin % 48.07, Trabzon ladin % 49.48 ve meşe için % 44.79'dur. Meşe için belirlenen değer Balaban ve Uçar (2001)'de elde edilen % 44.84 değerine benzerdir. Literatür incelendiğinde *Pinus pinaster* kabuğunda % 48.4 (Fradinho vd., 2002); Avrupa ladin kabuğunda % 42.7 ve sarıçam kabuğunda % 37.6 (Miranda vd., 2012) değerleri görülmektedir.

Çizelge 2. Kabuk örneklerinde kül tayini ve çözünürlük değerleri (Fırın kuru ağırla oranla %)

Örnek	Kül	Çözünürlükler					Toplam I+II+III
		Sıcak Su	%1 NaOH	Etanol -I-	Et-OH/Siklohegzan -II-	Siklohegzan -III-	
Artvin Ladin	4.31	23.17	53.87	1.72	14.07	3.26	19.05
Trabzon Ladin	3.99	21.65	49.44	1.02	15.68	2.91	19.61
Meşe	10.02	18.39	47.67	1.47	8.94	1.68	12.09

<sup>†</sup>fırın kuru kabuğa oranla

Çizelge 3. Kabuklarda klason lignini ve asitte çözünür lignin tayini sonuçları (Fırın kuru ağırla oranla %)

Örnek	Klason lignin I	Asitte çözünür lignin II	% 1 NaOH ekstraksiyonu sonrası klason lignin III	Toplam lignin	
				A I+II	B II+III
Artvin Ladin	32.59	0.56	19.53	33.15	20.09
Trabzon Ladin	34.15	0.43	20.61	34.58	21.04
Meşe	33.57	1.40	18.49	34.97	19.89

Çizelge 4. Kabuklardaki holoselüloz ve holoselülozda kalan lignin değerleri (Fırın kurusu ağırlığa oranla %)

Örnek	Orjinal holoselüloz	Holoselülozdeki kalıntı	Holoselülozdeki asitte	Holoselülozdeki toplam	Düzeltilmiş
	verimi	lignin	çözünür lignin	lignin	holoselüloz verimi
	I	II	III	IV	(I-IV)
Artvin Ladin	59.20	6.82	4.31	11.13	48.07
Trabzon Ladin	59.79	6.32	3.99	10.31	49.48
Meşe	63.10	8.29	10.02	18.31	44.79

Çizelge 5. Kabuklardaki  $\alpha$ -selüloz oranı (%)

Örnek	$\alpha$ Selüloz	$\alpha$ Selüloz
	kabuğa oranla	holoselüloza oranla
Artvin Ladin	37.28	59.10
Trabzon Ladin	37.92	60.03
Meşe	41.59	59.98

Kabuk örneklerinin % 17,5'lük NaOH çözeltisinde çözünmeyen fraksiyon olarak tanımlanan  $\alpha$ -selüloz tayini sonuçlarına göre tam kuru kabuğa oranla Artvin ladin örneği için % 37.28; Trabzon ladin için % 37.92 ve meşe kabuğu için % 41.59 olarak belirlenmiştir. Okalıptus kabuğunda % 41.63 (Vazquez vd., 2008); *Picea mariana* kabuğunda % 34.1 (Yemele vd., 2010)  $\alpha$ -selüloz olduğu bildirilmektedir. Hafizoğlu ve Usta (2005) ladin kabuğunun  $\alpha$ -selüloz bileşimini iç kabukta 39.50; dış kabukta 31.90 olarak belirlemiştir.

### 3.2. Kabuk örneklerinde fenolik bileşik analiz sonuçları

Kabuk örneklerindeki fenolik bileşikler birkaç değişik yöntemle belirlenmiştir. Fenolik ekstraktif maddelerin belirlendiği bir yöntem olan metanol-su çözünürlüğü kabuk örneklerinin metanol-su (4:1) çözücüsü ile ekstrakte edilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Çizelge 5. incelendiğinde Artvin ladin % 17.99; Trabzon ladin %15.19; meşe % 11.04 değerleri belirlenmiştir. Balaban ve Uçar (2001) tarafından yapılan kasnak meşesi kabuğunun incelendiği çalışmada metanol su çözünürlüğünün % 10.59; aynı araştırma grubu tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada (Balaban Uçar ve Uçar, 2011) ıstranca meşesi kabuğu için % 10.47 olarak bulunmuştur. Hafizoğlu vd. (2002) göknar ve kestane kabuklarının metanol su çözünürlüklerini incelediği çalışmasında % 19.40 ve % 19.70 değerleri verilmiştir. Vazquez vd. (2008) kestane meyve kabuğunda % 6.03; okalıptüs kabuğunda % 2.02 metanol su çözünürlük değerlerini belirlenmiştir.

Kabuk örnekleri metanol-su (4:1) çözücü karışımıyla ekstrakte edilerek fenolik ekstrakt elde edilmiştir. Bu ekstrakt su fazı ve eter fazı olarak iki ayrı fraksiyona ayrılmış ve bu iki fraksiyonda toplam fenol miktarı folin reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. Artvin ladin için eter fazı 9.20 su fazı 18.47 mg/g; Trabzon ladin için sırasıyla 8.70 ve 17.15 mg/g; meşe kabuğu için ise 6.96 ve 15.92 mg/g olarak belirlenmiştir. Sonuçlardan da görüleceği üzere en yüksek değerler Artvin ladin örneğinde elde edilmiştir. Ladin örnekleri meşe örneğine göre daha yüksek toplam fenol değerine sahiptir. Meşe için elde edilen değerler, Balaban ve Uçar (2001)'de verilen sulu faz 25.26; eter fazı 2.94 mg/g bu çalışma sonucunda elde edilen değerlere benzer olduğu görülmektedir. Scalbert vd. (1989) *Quercus robur* kabuğu için su fazında 39.3 mg/g; eter fazında 3.5 mg/g değerini vermektedir.

Kabuk örneklerindeki kondanse tanen (antosyanidinler) miktarını belirlemede kullanılan yöntemlerden birisi

bütanol-HCl metodudur. Bu yöntemde örneklerdeki tanen miktarı spektroskopik ölçüm sonrası elde edilen absorbans değerinden gidilerek kateşin ekivalenti olarak hesaplanmıştır. Butanol-HCl yöntemine göre Artvin ladin kabuğu 9.51 mg/g; Trabzon ladin kabuğu 8.19 mg/g ve meşe kabuk örneğinin için 3.23 mg/g sonucu hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar literatür ile karşılaştırıldığında Balaban ve Uçar (2001) kasnak meşesi kabuğu için 3.22 mg/g; Balaban Uçar ve Uçar (2011)'de ıstranca meşesi için 10.25 mg/g; Gönültaş ve Balaban Uçar (2012) fıstıkçami kabuğu için 20.63 mg/g; Scalbert vd. (1989) saplı meşe kabuğu için 2.3 mg/g değerlerini vermektedir.

Kabuk örneklerindeki gallo tanen miktarı rodanin yöntemi ile spektroskopik olarak belirlenmiştir. Çizelge 6'da verilen değerler incelendiğinde Artvin ladin kabuğu 7.96 mg/g; Trabzon ladin için 6.51 mg/g ve meşe kabuğu için 8.85 mg/g değerleri görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre meşe kabuk örneğinin gallo tanen (hidrolize tip tanen) bakımından diğer iki ladin örneğinden daha zengin olduğu görülmektedir. Örneklerdeki ellag taneni miktarı ise sodyum nitrit yöntemi ile belirlemek istenilmiş ve ilgili yöntemde ellag taneni varlığında görülmesi gereken renk reaksiyonu oluşmadığı için spektroskopik ölçüm gerçekleştirilememiştir. İncelenen üç kabuk örneğinde de ellag tanenlerinin bulunmadığı ortaya konulmuştur.

### 4. Sonuç ve öneriler

Ülkemizde ahşap levha endüstrisinde meşe türleri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu kullanım ile birlikte önemli miktarda atık meşe kabuğu ortaya çıkmaktadır. Bu kabuklar fenolik ekstraktifler olan kondanse tanen içermekle birlikte hidrolize tanen bakımından da zengindir. Meşe kabuğu taneninin özellikle dericilikte sepi maddesi olarak yada mineral sepi maddelerine karıştırılarak kullanılması ile ilgili araştırmalar yapılabilir. Bu çalışmayla doğu ladini kabuğunun ise kondanse tanen bakımından önemli bir kaynak olduğu ortaya konulmuştur. Günümüzde fenolik ekstraktiflerin antibakteriyel, antifungal ve antioksidant özellikleri nedeni ile tıp ve eczacılıkta kullanımları hızla ön plana çıkmaktadır. Özellikle ladin kabuğunda bulunan lignanlara karşı ilgi her geçen gün artmaktadır. Ülkemizde ise kabuk fenolik ekstraktiflerinin tıp ve eczacılıkta kullanılabilirliği ile ilgili çalışmalar yok denecek kadar az olması nedeniyle, bu alanda detaylı çalışmalar yapılabilir. Fenolik ekstraktif bakımından zengin olan doğu ladini ve endüstriyel atık meşe kabuklarının selüloz, holoselüloz ve lignin gibi temel bileşen içeriği çalışma ile ortaya konulmuştur.

Çizelge 6. Kabuklardaki fenolik bileşik analiz sonuçları

Örnek	Metanol-Su	Toplam Fenol Tayini		Antosiyanidinler (mg/g)	Gallo Tanen (mg/g)	Ellag Taneni (mg/g)
	Çözünürlüğü (%)	Su Fazı	Eter Fazı			
Artvin Ladin	17.99	18.47	9.20	9.51	6.96	nd.
Trabzon Ladin	15.19	17.15	8.70	8.19	6.51	nd.
Meşe	11.04	15.92	6.96	3.23	8.85	nd.

nd: belirlenmedi

Özellikle sulu çözelti ekstraksiyonları sonrasında geriye kalan ekstrakte edilmiş kabuk örnekleri, düşük ekstraktif madde içeriği nedeniyle, en az odun kadar değerli bir yenilenebilir doğal hammaddedir ve yüksek ekstraktif madde içeriğinden dolayı kabuğun hammaddenin olarak kullanılmadığı birçok alanda kullanılabilir. Atık olarak önemli potansiyele sahip meşe kabuğunun lifli yapısıyla, ekstraksiyon sonrasında lif takviyeli kompozitlerin üretiminde yenilenebilir hammaddenin olarak kullanılabilirliği incelenebilir.

### Teşekkür

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin T- 22881 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

### Kaynaklar

- Aydın, S., Üstün, F., 2007. Tanenler kimyasal yapıları, farmakolojik etkileri, analiz yöntemleri. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Dergisi, 33(1): 21-31.
- Balaban, M., Uçar, G., 2001. Extractives and structural components in wood and bark of endemic oak *Quercus vulcanica* Boiss. *Holzforchung*, 55(5): 478-486.
- Balaban, M., 2002. NaClO<sub>2</sub> delignifikasyonunda sıcaklık değişimlerinin etkisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 52, Sayı:2, 39-50.
- Balaban Ucar, M., Ucar, G., 2011. Characterization of methanol extracts from *Quercus hartwissiana* wood and bark. *Chemistry of Natural Compounds*, 47, 5.
- Bate-Smith, E.C., 1972. Detection and determination of ellagitanins. *Phytochemistry*, 11: 1153-1156.
- Baytop, T., 1999. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi. Nobel Tıp Kitapevi, 2. Baskı, İstanbul, Türkiye, 975-420-021-1.
- Binotto, A.P., Murphy, W.K., Cutter, B.E., 1971. X-ray diffraction studies of cellulose from bark and wood. *Wood Fiber*, 3: 179-181.
- Branca, C., Iannace, A., Blasi, C.D., 2007. Devolatilization and combustion kinetics of *Quercus cerris* bark. *Energy & Fuels*, 21:1078-1084.
- Demetçi, E.Y., 1982. Ağaç kabuklarından yararlanma olanakları. *Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28 (55): 37-56.
- Dönmez, İ.E., Dönmez, Ş., 2013. Ağaç kabuğunun yapısı ve yararlanma imkânları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 14: 156-162.
- Dutkuner, İ., Koparan, İ., 2016. Kızılcım ve Karaçam kabuk miktarı ve kullanım olanakları. *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 2. Uluslararası Multidisipliner Avrasya Kongresi Özel Sayısı, 1-10.

- Feng, S., Cheng, S., Yuan, Z., Leitch, M., Xu, C.C., 2013. Valorization of bark for chemicals and materials: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26: 560-578.
- Fengel, D., Wegener, G., 1984. *Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions*, Walter de Gruyter, Berlin New York, 3-11-008481-3.
- Fradinho, D.M., Pascoal Neto, D., Evtuguin, D., Jorge, F.C., Irlle, M.A., Gil, M.H., Pedrosa Jesús, J., 2002. Chemical characterization of bark and of alkaline bark extracts from maritime pine grown in Portugal. *Industrial Crops and Products*, 16: 23-32.
- Frihart, C., 2000. *Biobased Adhesives and Non-Conventional Bonding*. Forest Products Laboratory, Madison, WI 53726, USA.
- Garcia-Perez, M.E., Royer, M., Herbet, G., Desjardins, Y., Pouliot, R., Stevanovic, T., 2012. *Picea mariana* bark: A new source of trans-resveratrol and other bioactive polyphenols. *Food Chemistry*, 135: 1173-1182.
- Gönültaş, O., Balaban Uçar, M., 2012. Fıstıkçamı (*Pinus pinea*) kabuğunun tanen bileşimi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, Özel Sayı: 80-84.
- Govindarajan, V.S., Mathew, A.G., 1965. Anthocyanidins from leucoanthocyanidins. *Phytochemistry*, 4: 985-988.
- Hafizoglu, H., Reunanen, M., 1994. Composition of oleoresins from bark and cones of *Abies nordmanniana* and *Picea orientalis*. *Holzforchung*, 48: 7-11.
- Hafizoglu, H., Usta, M., Bilgin, Ö., 1997. Wood and bark composition of *Picea orientalis* (L.) Link. *Holzforchung*, 51: 114-118.
- Hafizoglu, H., Holmbom, B., Reunanen, M., 2002. Chemical composition of lipophilic constituents of barks from *Pinus nigra*, *Abies bormülleriana*, and *Castanea sativa*. *Holzforchung*, 56: 257-260.
- Hafizoglu, H., Usta, M., 2005. Chemical composition of coniferous wood species occurring in Turkey. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 63: 83-85.
- Harkin, J.M., Rowe, J.W., 1971. Bark and its possible uses, *Research Note FPL-RN-091*, USDA Forest Products Laboratory, Madison, WI.
- Hon, D.N.S., Shiraishi, N., 2001. *Wood and Cellulosic Chemistry*. Second Edition, Revised and Expanded, CRC Press, Marcel Dekker, New York, 978-0824700249.
- Inoue, K.H., Hagerman, A.E., 1988. Gallotannin determination with rhodamine. *Anal. Biochemistry*, 169: 363-369.
- Jayme, G., 1942. Preparation of holocellulose and cellulose with sodium chlorite. *Cellulosechemie*. 20: 43-49.
- Kain, G., Barbu, M.C., Richter, K., Plank, B., Tondi, G., Petutschnigg, A., 2015. Use of tree bark as insulation material. *Forest Products Journal*, 65:(3-4).

- Kantay, R., Köse, C., 2006. Türkiye'de kabuk konusunda bugüne kadar yapılan çalışmalar ve değerlendirme. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 56(1): 1-16.
- Kofujita, H., Etyu, K., Ota, M., 1999. Characterization of the major components in bark from five Japanese tree species for chemical utilization. Wood Science and Technology, 33: 223-228.
- Kurt, R., Mengeloğlu, F., 2006. Potential utilization of bark residues in Turkey. 1st International Non-wood Forest Products Symposium, 1-4 November, Trabzon.
- Martin, R.E., Gray, G.R., 1971. pH of southern pine barks. Forest Product Journal, 21, (3), 49-52.
- Maenpaa, L.H., Laakso, T., Sarjala, T., Wahala, K., Saranpaa, P., 2013. Variation of stilbene glucosides in bark extracts obtained from roots and stumps of Norway Spruce (*Picea abies* [L.] Karst.). Trees-structure and Function, 27(1): 131-139.
- Miranda, I., Gominho, Mirra, I., Pereira, H., 2012. Chemical characterization of barks from *Picea abies* and *Pinus sylvestris* after fractioning into different particle sizes. Industrial Crops and Products, 36: 395-400.
- Pasztory, Z., Mohacsine, I.R., Gorbacheva, G., Börcsök, Z., 2016. The utilization of tree bark. BioResources, 11(3): 7859-7888.
- Runkel, R.O.H., Wilke, K.D., 1951. Zur Kenntnis des thermoplastischen Verhaltens von Holz. II. Mittl. Holz Roh-Werkstoff, 9: 260-270.
- Özdemir, H., 2010. Bark tannins from commercially important Turkish conifer trees and their use as adhesive in fiberboard. Ph.D. Thesis, Institute of Natural Science, Istanbul University, 154p., İstanbul.
- Scalbert, A., Haslam, E., 1987. Polyphenols and chemical defence of the leaves of *Quercus robur*. Phytochemistry, 26: 3191-3195.
- Scalbert, A., Monties, B., Janin, G., 1989. Tannins in wood: Comparison of different estimation methods. Journal of Agricultural Food Chemistry, 37:1324-1329.
- Sjostrom, E., 1981. Wood Chemistry : Fundamentals and Applications. Elsevier Science & Technology Books, 9780126474800.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic., 16: 144-158.
- Şen, A., Miranda, I., Santos, S., Graça, J., Pereira, H., 2010. The chemical composition of cork and phloem in the rhytidome of *Quercus cerris* bark. Industrial Crops and Products, 31(2): 417-422.
- Tappi, 1983. Tappi T-203 cm-99: Alpha-, beta- and gamma-cellulose in pulp, TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia.
- Tappi, 1985. Tappi UM-250: Acid-soluble lignin in wood and pulp, TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia.
- Tappi, 1992. Tappi T-204 om-88: Solvent extractives of wood and pulp, TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia, Vol 1.
- Tappi, 1992. Tappi T-207 om-88: Water solubility of wood and pulp, TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia, Vol 1.
- Tappi, 1992. Tappi T-211 om- 85: Ash in wood and pulp, TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia, Vol 1.
- Tappi, 1992. Tappi T-212 om-88: One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp, TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia, Vol 1.
- Tappi, 1992. Tappi T-257 cm-85: Sampling and preparing wood for analysis, TAPPI Test Methods, Tappi Press, Atlanta Georgia, Vol 1.
- Timell, T.E., 1961. Isolation of polysaccharides from the bark of gymnosperms. Svensk Papperstid. 64, 651-661.
- Umezawa, T., 2001. Chemistry of Extractives, In Wood and Cellulosic Chemistry, pp. 914. Edited by D. N.-S. Hon & N. Shiraishi. New York-Basel: Marcel Dekker.
- Vazquez, G., Fontenla, E., Santos, J., Freire, M.S., Alvarez, J.G., Antorrena, G., 2008. Antioxidant activity and phenolic content of chestnut (*Castanea sativa*) sheel and Eucalyptus (*Eucalyptus globus*) bark extracts. Industrial Crops and Products, 28: 279-285.
- Wise, L.E., Murphy, M., D'addieco, A.A., 1946. Chlorite holocellulose, its fractionation and beaning on summative wood analysis and studies on the hemicellulose. Pap. Trade J., 122 (2): 35-43.
- Yemele, M.C.N., Koubaa, A., Cloutier, A., Soulounganga, P., Wolcott, M., 2010. Effect of bark fiber content and size on the mechanical properties of bark/HDPE composites. Composite: Part A, 41: 131-137.



## Yaban mersini (*Myrtus communis* L.) yaprak ve meyvelerinin uçucu bileşenleri

İlhami Emrah Dönmez<sup>a,\*</sup>, Halime Salman<sup>a</sup>

**Özet:** Bitkilerden elde edilen uçucu yağlar farklı endüstri kollarında bilimsel ve ticari amaçlı olarak kullanılmaktadır. Bu bakımdan uçucu bileşenlere sahip bitkiler daima araştırmaların odağında kendisine yer edinmiştir. Yaban mersini bitkisinin (*Myrtus communis* L.) çok geniş alanda yayılış göstermekte olduğu, uçucu yağının ve dolayısıyla sahip olduğu uçucu bileşenlerin varlığı bilinmektedir. Bu çalışmada yaban mersini yaprak ve meyve örneklerinin uçucu bileşenleri katı tabanlı mikro ekstraksiyon (SPME) yöntemiyle belirlenmiştir. Yaprakta toplam 40, meyvede ise 38 bileşen tespit edilmiştir. Limonene meyvede %40,87 yaprakta %35,13,  $\alpha$ -pinene yaprakta %26,81, meyvede %19,91, linalyl acetate yaprakta %8,88, meyvede %7,57 ve eucalyptol yaprakta %4,91, meyvede ise %5,68 ile en fazla tespit edilen bileşenlerdir. Elde edilen sonuçlar Türkiye’den farklı bölgelerden temin edilen yaprak ve meyve örneklerinde farklı uçucu yağ elde etme yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Yaban mersini, *Myrtus communis*, SPME, Limonene, Eucalyptol

## Volatile compounds of myrtle (*Myrtus communis* L.) leaves and berries

**Abstract:** Plant volatile oils are used in different industrial areas with scientific and commercial purposes. In this case, plants having volatile compounds have always placed themselves in the center of research. Myrtle (*Myrtus communis* L.) spreads in a very large area and the presence of volatile oil therefore the volatile compounds it has are known. Volatile components of myrtle leaves and berries were determined by solid phase micro extraction (SPME). Totally, 40 components in leaves and 38 components in berries were identified by GC-MS. Limonene 35,13 % in leaves, 40,87 % in berries,  $\alpha$ -pinene 26,81 % in leaves, 19,91 % in berries, linalyl acetate 8,88 % in leaves, 7,57% in berries and eucalyptol 4,91 % in leaves 5,68 % in berries were determined as the major compounds. Results compared with different methods of obtaining volatile oils in myrtle leaves and berries gathered from different regions of Turkey.

**Keywords:** Myrtle, *Myrtus communis*, SPME, Limonene, Eucalyptol

### 1. Giriş

Bitkilerden elde edilen uçucu yağlar uzun yıllardan beri değişik amaçlara yönelik, özellikle bilimsel ve ticari olarak birçok alanda kullanılmaktadır. Bu kullanım alanlarının başında kozmetik, ilaç, gıda sanayi, aromaterapi ve fitoterapi gelmektedir (Hammer, 1999). Geleneksel ve modern tıp uygulamalarında bitkisel ilaç olarak tedavide kullanılan bitkiye ‘Tıbbi Bitki’ denilmektedir (Baydar, 2007). Tıbbi ve aromatik bitkiler grubunda özellikle uçucu yağ zengini olanların ayrı bir önemi bulunmaktadır. Uçucu yağlar (esanslar, eterik yağlar) ve bunların aromatik ekstraktları koku ve tat endüstrileri tarafından parfüm, gıda katkıları, temizlik ürünleri, kozmetik ve ilaçların tertibinde, aroma-kimyasalların kaynağı olarak ya da doğala özdeş ve yarı sentetik yararlı aroma kimyasallarının sentez başlangıç maddesi olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Uçucu yağlar ya bitkinin belirli organlarında örneğin taç yaprak, yaprak, meyve, kabuk, meyve sapı, odunsu doku gibi ya da bitkinin tüm organlarında ayrıca bazen bir organın belirli dokularında da bulunabilirler (Ceylan, 1987; Weiss, 1997)

*Myrtus communis* L.’nin çam ormanlarında ve nehir kenarlarında, özellikle deniz seviyesinden 500-600 metre yükseklikte Toros Dağları’nda yetiştiği bilinmektedir. Türkiye genelinde “Mersin” adıyla bilinmesine karşın özellikle Güney sahillerinde “murt”, “hambeles” ve “adi

mersin” olarak da bilinmekte ve bazı yerlerde ise yaprağına “bahar” adı verilmektedir (Oğur, 1994; Aydın ve Özcan, 2007; Avcı ve Bayram, 2008). *Myrtaceae* familyasına ait olan bu tür genellikle kısa boylu ender olarak da 1-3 m. boylanabilmektedir (Oğur, 1994).

Akdeniz maki formunda sık rastlanan, önemli bir üyesi olan bu tür yurdumuzun hemen bütün kıyı bölgelerinde yoğun kümeler halinde görülmektedir. İçerdiği uçucu yağlardan kaynaklanan hoş kokusuyla halk arasında tanınan bir bitkidir (Oğur 1994). Bitkinin taze veya kuru yapraklarından elde edilen uçucu yağları kozmetik, şekerleme ve içecek sanayinde kullanılmaktadır (Akgül ve Bayrak, 1989; Boelens ve Jimenez, 1992; Özek vd., 2000).

*M. communis* meyvesi ve yaprakları aromatik bir lezzete sahip olup olgunlaştığında taze olarak yenilebilir veya daha sonra lezzet verici madde olarak kullanmak için kurutulabilir. Çiçekleri hoş bir lezzete sahip olup özellikle Avrupa’da salatalarda kullanılmaktadır (Genders, 1994; Farah vd., 2006). Ayrıca meyvelerinin tanen içeriği bakımından zengin olduğu bilinmektedir (Canhoto vd., 1998). Bunun yanı sıra geleneksel olarak antiseptik ve dezenfektan ilaç olarak yaygın şekilde kullanılan bir bitkidir (Bravo, 1998). Baytop 1999, yaprak ve meyvelerin özellikle yara iyileştirmede antiseptik olarak ve idrar yolları rahatsızlıklarının tedavisinde yöresel kullanımı olduğunu bildirmektedir.

✉ <sup>a</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 31.10.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 01.12.2017



**Citation** (Atıf): Dönmez, İ.E., Salman, H., 2017. Yaban mersini (*Myrtus communis* L.) yaprak ve meyvelerinin uçucu bileşenleri. Turkish Journal of Forestry, 18(4): 328-332. DOI: [10.18182/tjf.348075](https://doi.org/10.18182/tjf.348075)

SPME, örnek hazırlama, ekstraksiyon ve yoğunlaştırma aşamalarını çözücü içermeyen tek bir aşamada birleştiren bir yöntemdir. Bu yöntemle işlem süresi ve maliyetlerde önemli kazançlar sağlanırken, teşhiste de iyileşmeler görülmüştür. Bunun yanısıra örnek hazırlama aşamasında ve sonuçlarda olumlu gelişmeler olduğu gözlenmiştir. SPME yönteminin etkinliği şırıngadaki fiber kısmı kaplayan materyalin tipi ve kalınlığına bağlıdır. SPME yönteminin 1-30 dak. gibi kısa olması diğer yöntemlere göre avantajını ortaya koymaktadır (Vas ve Vekey, 2004; Araujo vd., 2007).

*Myrtus communis*, oldukça geniş bir yayılış alanı olmasından ve endüstriyel boyutta uçucu bileşikler gibi önemli kimyasal madde gruplarına sahip olmasından dolayı çoğu kez araştırmalara konu olmuştur. Yapılan çalışmalarda elde edilen uçucu bileşenlerin farklı yöntemlerle elde edildiği görülmektedir (Uyar, 2006; Gülücü, 2007; Başak Şahin, 2008; Yollu, 2009; Erbey, 2013). Bu çalışmada *M. communis*'in taze haldeki yaprak ve meyvelerinin SPME (katı tabanlı mikro ekstraksiyon) yöntemine göre uçucu bileşenlerin yapısı ve miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve metod

*M. communis* örnekleri, Elsazı-Bucak, Burdur'dan toplanmıştır. Bitki materyallerinin toplanması esnasında yaprak/meyve ayrımı gözetilmeksizin farklı köklerden yaklaşık 2 kg. dallı örnek bez torbalara konmuş, güneş ışığına maruz bırakılmadan direk olarak analizlere hazırlanmıştır. Bu maksatla laboratuvarında meyve ve yapraklar dallardan ayıklanarak torbalanmıştır. *M. communis* meyve ve yaprak uçucu bileşenleri SPME (katı tabanlı mikroekstraksiyon yöntemi) analizi ile belirlenmiştir.

Bitki dallarından ayrılan yaklaşık 1 g meyve ve yaprak örnekleri SPME viallerine (Supelco 27159 15 ml, PTFE/Silikon septa kapak) aktarılmış ve sonrasında vialler 50 °C sıcaklığa ayarlanan ısıtıcıya yerleştirilmiş ve bu şekilde 15 dakika ön ısıtma için beklenmiştir. Uygun fiber uca (Fused silica SPME fiber CAR/PDMS) sahip enjektör vial içerisine batırılmış ve 30 dk. absorbe edilmiştir. Fiber uca tutulan bileşikler GC-MS enjeksiyon bloğuna enjekte edilerek desorbsiyon yapılması için 5 dk. beklenmiş ve analiz sonuçları bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu işlem üç kez tekrar edilerek sonuçların doğruluğu karşılaştırılmış ve sonuçlar ortalama şeklinde verilmiştir. Uçucu bileşikler tespit etmek amacıyla Restek Rx-5Sil MS (30 m x 0.25 µm, 0.25 µm film kalınlığı) kolona sahip Shimadzu QP 2010 marka GC-MS cihazı kullanılmıştır. Cihazda taşıyıcı gaz olarak Helyum kullanılmış ve akış hızı 1,61 ml/dak.'dır. Enjeksiyon bloğu ve dedektör sıcaklığı 250 °C ve splitless mod olarak uygulanmıştır. Uygulanan sıcaklık programı, 40°C'de 2 dakika beklendikten sonra 4 °C/dak. artışla 250 °C'ye ulaşılır ve bu sıcaklıkta 5 dakika bekletilmesi şeklindedir. Bileşiklerin tanımlanması, kütle spektrumları ve spektral kütüphanede (Wiley, Nist, Tutor, FFNSC) bulunan bileşiklere kıyaslanması şeklinde gerçekleştirilmiştir.

## 3. Bulgular ve tartışma

*M. communis* yaprak ve meyvesinin uçucu bileşenlerini belirlemek amacıyla yapılan SPME (katı tabanlı mikro ekstraksiyon) analizi sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Yaprak örneklerinde toplamda 40, meyve örneklerinde ise 38 bileşen GC-MS cihazında teşhis edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda limonene hem yaprak hem de meyve örneklerinde en fazla bulunan bileşen olarak tespit edilmiştir. Yaprakta %35.13, meyvede ise %40.87 olarak bulunmuştur. Bunun yanısıra  $\alpha$ -pinene, linalyl acetate, eucalyptol ve 2-hexanal temel bileşenler olarak her iki örnekte de saptanmıştır.

Çizelge 1. *M. communis* yaprak ve meyvelerinin SPME sonuçları (%)

No	Bileşen	Yaprak	Meyve
1	2,4- hexadienal	0.08	
2	Hexanal	0.91	1.41
3	2-hexenal	2.81	3.74
4	3-Hexenyl formate	0.54	
5	2-hexenol	0.18	0.13
6	Hexanol	0.20	0.13
7	2-Hexyl acetate	0.07	
8	Propanoic acid	3.77	1.78
9	$\alpha$ -thujene	0.35	0.38
10	$\alpha$ -pinene	26.81	19.91
11	$\beta$ -pinen	0.29	
12	6-methyl-5-hepten-2-one	0.12	
13	$\beta$ -myrcene	0.88	0.69
14	Ethyl capronate	0.22	
15	Butanoic acid	0.30	
16	$\Delta$ -3-Carene	0.26	0.54
17	1,2-ethyl-butanol	0.39	0.11
18	Limonene	35.13	40.87
19	Eucalyptol (= 1,8 cineole)	4.91	5.68
20	1,3-dimethylbutyl butyrate	0.11	
21	$\beta$ -ocimene	1.03	
22	1,4-Cyclohexadiene	0.47	1.14
23	$\alpha$ -terpinolene	0.98	0.57
24	Linalool	3.90	1.53
25	Nonanal	0.12	
26	2,6-Nonadienal	0.13	
27	4-Terpeneol	0.08	
28	P-Allylanisole	1.26	0.81
29	Linalyl acetate	8.88	7.57
30	6-Octen-1-ol	0.53	0.17
31	Anethole	0.09	
32	$\beta$ -terpinyl acetate	0.69	
33	Neryl acetate	0.13	0.13
34	$\beta$ -elemene	0.18	0.29
35	Me-eugenol	0.16	0.17
36	Caryophyllene	1.10	1.60
37	$\alpha$ -humulene	0.61	0.92
38	$\beta$ -selinene	0.14	0.41
39	$\alpha$ -selinene	0.17	0.49
40	Cembrene	0.06	
41	6,6-dimethyl bicycloheptane, -		0.27
42	6-Hepten-3-one		0.08
43	Hexanoic acid		0.08
44	Ocimene		0.25
45	1,3,6-Octatriene		1.51
46	2,6-Nonadienal		0.09
47	$\beta$ -fenchyl alcohol		0.74
48	$\beta$ -citronellol		0.10
49	Methyl citronellate		1.15
50	2,6-Octadienoic acid		0.18
51	3-Cyclohexene-1-methanol		2.34
52	Aromadendrene		0.08
53	$\beta$ -chamigrene		0.08

Yaprak ve meyvede sırası ile  $\alpha$ -pinene %26.81, %19.91; linalyl acetate %8.88, %7.57; eucalyptol %4.91, %5.68 ve 2-hexanal %2.81, %3.74 olarak bulunmuştur. Analizler esnasında en fazla bulunan bileşikler göz önüne alındığında linalyl acetate dışındaki diğer bileşiklerin meyvede daha fazla oranda tespit edildiği görülmektedir. Ancak, propanoic asit ve 1,2-ethyl butanol gibi düşük molekül ağırlığına sahip alkol ve asit formundaki bileşikler yaprak örneklerinde meyve örneklerine oranla daha yüksek miktarlarda tespit edilmiştir.

Türkiye'den farklı bölgelerden elde edilen *M. communis* meyve ve yaprak örneklerinin hidrodistilasyon sonrası uçucu bileşenlerinin yapısı ve miktarı Çizelge 2'de gösterilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde en baskın bileşenler eucalyptol (= 1,8-cineole), linalool,  $\alpha$ -pinene,  $\alpha$ -terpinene, limonene ve geranyl acetate olarak tespit edildiği görülmekte ve sonuçların yapılan çalışma ile uyum içinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Hidrodistilasyon yöntemine göre *M. communis* yaprak ve meyve örnekleri uçucu bileşenleri üzerinde yapılan çalışmalar (%)

Bileşen	Kaynak	Güllücü (2007)		Başak Şahin (2008)		Erbey (2013)		Uyar (2006)		Yollu (2009)
		Yaprak	Yaprak	Yaprak	Meyve	Yaprak	Meyve	Yaprak	Yaprak	
Trans-hex-2-enal								0.11		
$\alpha$ -thujen								0.14		0.12
$\alpha$ -pinene		32.70	28.25		4.26	27.72		23.53	25.02	20.07
$\alpha$ -phellandren		0.18			0.11			0.14		0.04
$\alpha$ -humulen		0.68			4.94			1.21	0.27	0.06
$\alpha$ -terpinen		3.99	0.39		7.95	5.85		3.89	5.53	0.03
Myrcene		0.58								0.29
$\beta$ -elemene					0.42			0.31		
$\beta$ -selinene					0.27			0.54		0.02
$\alpha$ -selinene					0.24			0.56		0.02
$\gamma$ -Selinen		0.13								
Limonene			7.92		7.16	6.07		24.18	28.41	7.38
cis -Ocimene		0.72			0.11	0.15		0.51	0.07	0.12
Trans- $\beta$ -ocimene		0.59			0.51	0.36		0.15	0.17	0.33
$\gamma$ -Terpinene		0.56			0.77	0.12		0.80	0.17	0.23
Terpinolene		0.56	0.40		0.41	0.28		0.64	0.14	0.24
$\beta$ -caryophyllene					2.22			0.60	0.28	0.12
$\beta$ -pinene		0.26			0.11	0.19		0.29		0.34
$\beta$ -myrcen					0.14	0.40		0.45	0.20	
p-cymen		0.79			1.76					0.47
p-cymene-8-ol								0.12	0.08	
Camphene			0.14							0.04
$\beta$ -Eudesmol		0.21								
Eucalyptol= 1,8-cineole		38.04	40.32		15.70	28.07				33.58
Trans-Pinocarveol								0.20	0.24	
Trans-carveol								0.15	0.12	0.06
Pinocarveol						0.11				0.19
Trans-pinocarvyle acetate									0.11	0.04
$\Delta$ -Terpineol									0.15	
$\alpha$ -terpineol										6.09
Terpinene-4-ol		0.29			0.82	0.22		0.66	0.38	0.33
3-carene			0.69			0.13				0.16
Geraniol		1.11						6.30	3.63	1.74
Trans-geraniol					1.00	0.69				
Spathulenol								0.24	0.09	0.06
Me-eugenol			1.90		1.54	0.11		1.38	0.55	0.73
Nerol					0.27			0.48	0.45	0.32
Linalool		11.39	2.58		15.58	20.43		10.81	23.63	14.10
Cis-linalool oxyde									0.20	0.09
Trans-linalool oxyde									0.14	
Linalool oxyde			0.15			0.11				
Farnesol		0.12								
Myrtenol								0.41	1.77	0.01
$\alpha$ -Kamfolenal								0.07		
Myrtenyl acetate		0.55			0.42			0.30	0.16	
Geranyl acetate		2.40			9.67	2.82		6.79	1.42	1.94
Linalyl acetate		1.62			6.40	2.29				1.91
$\alpha$ -Terpinil asetat		0.93			5.22	0.75		3.61	0.92	1.70
Neril asetat		0.45			1.16	0.42		0.81	0.40	0.35
Caryophyllene epoksit										
Caryophyllene oksit		0.20			1.14			0.56	0.55	0.25
Humulene epoksit II								0.87	0.32	0.12
Estragole					0.35	0.23				
Nonadecane					0.32					
Eicosane					0.91					
Heneicosane					1.29					

Bileşen	Kaynak	Gülücü	Başak Şahin	Erbey (2013)		Uyar (2006)		Yollu
		(2007)	(2008)	Meyve	Yaprak	Meyve	Yaprak	(2009)
		Yaprak	Yaprak					Yaprak
Docosane				0.95				
Tricosane				0.48				
Tetracosane				0.17				
2-hexenal					0.20			
2-methylpropanoic acid2-methylpropyl ester			0.64		0.99			
1-methyl-3-(1-methylethyl)benzene					0.41			
1,3,3-trimethyl-2-oxabicyclo(2.2.2)octan-6-ol,acetate					0.11			
A-pinene oxyde							0.07	
Me-Citronellate							0.20	0.16
Flavesone						0.13	0.22	0.24
Caryophylla-4(12),8(13)-diene-5-b-ol						0.18	0.09	
Exo-2-hydroxycineole acetate						0.15		
Bornyl acetate								0.01
Citronellyl acetate								0.06
Germacrene-A						0.22		
4,6- Dietil-2-metoksipirimidin		0.65						
Triplal 1		0.08						
4- Metil-2,5- dimetoksibenzaldehit		0.06						
Pirolidin		0.16						
Phytol		0.09						
2,4-dimetil-3-pentanon			0.11					
5,6,6-trimetil-bisiklo[3.1.1]hep-2-en			0.23					
$\alpha$ -fenchol								0.06
Pinocarvone								0.04
1,8-menthadienol								0.07

Uyar (2006), Antalya, Serik bölgesinden topladığı meyve örneklerinde limonene (%24,18) ve  $\alpha$ -pinene (%23,53) ana bileşen olarak belirlendiğini belirtmektedir. Bunun yanısıra linalool (%10,81), geraniol (%6,30) ve geranyl acetate (%6,79) diğer önemli bileşenlerdir. Aynı çalışmanın yaprak örneklerinde de aynı bileşenler hemen hemen aynı oranlarda tespit edilmiştir. Ancak linalool (%23,63) yaprak örneklerinde meyve örneklerine oranla daha yüksek miktarda belirlenirken geranyl acetate (%1,42) miktarının meyveye kıyasla yaprak örneklerinde önemli oranda azaldığı görülmüştür.

Yollu (2009), Isparta'dan topladığı yaprak örneklerinde eucalyptol (= 1,8-cineole) ve  $\alpha$ -pinene miktarlarını sırasıyla %33,58 ve %20,07 olarak tespit edildiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, limonene (%7,38),  $\alpha$ -terpineol (%6,09), linalool (%14,10) ve geranyl acetate (%1,94) yüksek değere sahip bileşenler olarak tespit edilmiştir.

Gülücü (2007), *M. communis* yaprak örneklerini Hatay'dan toplamıştır. Yapılan çalışmada eucalyptol (= 1,8-cineole; %38,04) ve  $\alpha$ -pinene (%32,70) dominant bileşenler olarak göze çarpmaktadır. Buna ek olarak linalool (%11,39),  $\alpha$ -terpinene (%3,99) ve geranyl acetate (%2,40) yüksek miktarda tespit edilen diğer bileşenlerdir.

Başak Şahin (2008), Mersin, Bozyaka bölgesinden topladığı yaprak örneklerinde eucalyptol (= 1,8-cineole; %40,32) ve  $\alpha$ -pinene'in (%28,25) en fazla bulunan bileşenler olduğunu belirtmektedir. Bunun yanısıra limonene (%7,92) ve linalool (%2,58) yaprakta tespit edilen diğer önemli bileşenler olduğu vurgulanmaktadır.

Mersin, Silifke bölgesinden toplanan *M. communis* örneklerinde ana bileşenler olarak eucalyptol (= 1,8-cineole) meyvede %15,70, yaprakta %28,07 ve linalool meyvede %15,58, yaprakta %20,43 olarak tespit edilmiştir (Erbey, 2013). Aynı çalışmada  $\alpha$ -pinene, meyvede %4,26, yaprakta %27,72 ve geranyl acetate meyvede %9,67, yaprakta ise %2,82 olarak tespit edilen diğer önemli bileşenlerdir.

Dünya üzerinde oldukça fazla yayılışa sahip olan *M. communis* türünün farklı bölgelerde de uçucu bileşenlerinin analizleri yapılmıştır. Messaoud vd., (2005), Tunus'tan toplanan örneklerde  $\alpha$ -pinene (% 19.20) ve 1,8-cineole (% 15.96)'ün ana bileşen olarak tespit edildiğini ve diğer önemli bileşenlerin ise linalool (% 7.66),  $\alpha$ -terpineol (% 7.51) ve limonene (% 5.75) olarak belirlendiğini belirtmektedir. Bir diğer çalışmada Fas'dan toplanan *M. communis* örneklerinde uçucu yağ analizlerinde ana bileşen olarak  $\alpha$ -pinen (% 10), 1,8-cineole (% 43) ve myrtenil asetat (% 25) olduğu bildirilmiş ayrıca, fraksiyon distilasyonu ile uçucu yağın kalitesinin arttığı gözlenmiştir (Farah vd. 2006).

#### 4. Sonuçlar

*Myrtus communis* L. meyve ve yaprak örneklerinin SPME (katı tabanlı mikro ekstraksiyon) yöntemine göre uçucu bileşenleri belirlenmiştir. Yaprak örneklerinde 40, meyve örneklerinde ise 38 bileşenin yapısı ve miktarı GC-MS yardımıyla belirlenmiştir. Limonene her iki örnekte de en yüksek değere sahip bileşen olarak tespit edilmiştir. Bunun yanısıra  $\alpha$ -pinene, linalyl acetate, eucalyptol (= 1,8-cineole) ve 2-hexanal en fazla bulunan bileşenler olarak belirlenmiştir. Yapılan analiz sonuçları farklı bölgelerden elde edilen ve özellikle hidrodistilasyon yöntemine göre analizi gerçekleştirilen yaprak ve meyve örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Hidrodistilasyon sonrası uçucu bileşenlerin tayininde eucalyptol (= 1,8-cineole), linalool,  $\alpha$ -pinene,  $\alpha$ -terpinene, limonene ve geranyl acetate en fazla bulunan bileşenlerdir.

**Kaynaklar**

- Akgül, A., Bayrak, A., 1989. Essential oil content and composition of myrtle (*Myrtus communis* L.) leaves. *Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 13:143-147.
- Araujo, H.C., Lacerda, M.E.G., Lopes, D., Bizzo, H.R., Kaplan, M.A.C., 2007. Studies On The Aroma Of Mate (*Ilex paraquariensis* St.Hil.) Using Headspace Solid-Phase Microextraction. *Phytochemical Analysis*, 18: 469-474.
- Avcı, A.B., Bayram, E., 2008. Mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.)'nde farklı hasat zamanlarının uçucu yağ oranlarına etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(3):178-181.
- Aydın, C., Özcan, M., 2007. Determination of nutritional and physical properties of myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits growing wild in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79:453-458.
- Baydar, H., 2007. Tıbbi, Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, S.D.Ü. Yayın No: 51, 216 s.
- Baytop, T., 1999. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, 2. ed. Nobel Tıp Kitapevi, İstanbul.
- Boelens, M.H., Jimenez, R., 1992. The chemical composition of Spanish myrtle oils. *Journal of Essential Oil Research*, 4: 349-353.
- Bravo, L., 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutrition reviews*, 56(11): 317-333.
- Canhoto, J.M., Lopes, M.L., Cruz, G.S., 1998. In vitro propagation of *Myrtus communis* through somatic embryogenesis and axillary shoot proliferation. In: Abstract book of I. International Meeting of Aromatic and Medicinal Mediterranean Plants, 24-26 April, Ansiao, Portugal.
- Ceylan, A., 1987. Tıbbi Bitkiler 2 (Uçucu Yağ İçerenler). Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, s. 481.
- Erbey, G., 2013. Mersin (*Myrtus Communis* L.) bitkisinin fitokimyasal bileşimi ve yara iyileştirici antiinflamatuvar aktivite yönünden değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 71 s. Bartın.
- Farah, A., Afifi, A., Fechtal, M., Chhen, A., Satrani, B., Talbi, M., Chaouch, A., 2006. Fractional distillation effect on the chemical composition of Moroccan myrtle (*Myrtus communis* L.) essential oils. *Flavour and fragrance Journal*, 21: 351-354.
- Genders, R., 1994. Scented Flora of the World. Robert Hale, London.
- Gülücü, S., 2007. Eterik yağların elde edilmesi ve özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 63 s. Antakya.
- Hammer, K.A., Carson, C.F., Riley, T.V., 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extract. *J. Appl. Microbiol.* 86: 985-990.
- Messaoud, C., Zaouali, Y., Ben Salah, A., Khoudja, M.L., Boussaid, M. 2005. *Myrtus communis* in Tunisia: variability of the essential oil composition in natural populations. *Flavour and Fragrance Journal*, 20: 577-582.
- Oğur, R., 1994. Mersin bitkisi (*Myrtus Communis* L.) hakkında bir inceleme. G.A.T.A. Tıp Fakültesi, Ankara, Çevre Dergisi, 10:21-25.
- Özek, T., Demirci, F., Başer, K.H.C., 2000. Chemical composition of Turkish myrtle oil. *Journal of Essential Oil Research*, 12: 541-544.
- Başak Şahin, S., 2008. Okaliptus (*Eucalyptus Camaldulensis* Dehnh.), Defne (*Laurus Nobilis* L.) ve Mersin (*Myrtus Communis* L.)'den elde edilen uçucu yağların,  $\alpha$ -amilaz ile  $\alpha$ -glukozidaza etkisi ve antioksidan özellikleri. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 111 s., Sivas.
- Uyar, B., 2006. Mersin bitkisinin (*Myrtus Communis* L.) yaprak, meyve ve taze dallarının aroma bileşenleri ve yaprak uçucu yağ ve ekstraktlarının antibakteriyel etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 37 s. Konya.
- Vas, G., Vekey, K., 2004. Solid-Phase microextraction: a powerful sample preparation tool prior to mass spectrometric analysis. *J. of Mass Spectrometry*, 39:233-254.
- Weiss, E.A., 1997. Essential oil crops. *The Journal of Agricultural Science*, 129: 121-123.
- Yollu, B., 2009. *Myrtus Communis* (Yabani mersin) türünün farklı kısımlarında (yaprak, meyve ve odun) kimyasal bileşenlerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 95 s. İstanbul.



## Orman mühendisliği programında mühendislik tasarımı öğretimi: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi'nde mevcut durum ve gelişme olanakları üzerine bir değerlendirme

Kenan Ok\*

**Özet:** Mühendislik tasarımı özel kısıtlar altında, kullanıcı ihtiyaçlarına ve amaçlarına uyan biçim ve işlevde; araçlar, sistemler ve süreçler oluşturmak üzere tasarımcıların yaratma, değerlendirme ve kavramlaştırma işleriyle ilgili sistematik ve akla dayalı bir süreçtir. Mühendislik tasarımlarının temel bilimlerle, teknik ve sosyo-ekonomik bilimleri bütünleştirebilen bir yapıda olması gereklidir. Orman mühendisliği, çoklukla araç üreten bir meslek alanı olmasa da, süreçler planlamakta, sadece doğal ekosistemleri yönetmemekte, doğaya uygun yapay sistemler de kurmaktadır. İÜ Orman Fakültesi'nde Orman Mühendisliği programının MÜDEK (Mühendislik Akreditasyon Kurulu) tarafından akredite edilmesine karar verilmesiyle birlikte, bu alandaki Mühendislik Tasarımı öğretim açığı anlaşılmıştır. MÜDEK akreditasyon ölçütlerine göre; program mezunlarının alanıyla ilgili en az bir ürün veya süreci; temel bilimler, teknik bilimler ve sosyal bilimler derslerinde aldığı bilgileri, sentezleyerek tasarlayabildiği kanıtlanmalıdır. İÜ Orman Fakültesi müfredatına 2011 - 2012 eğitim öğretim yılında Mühendislik Tasarımı I ve Mühendislik Tasarımı II dersleri eklenmiştir. Orman Mühendisliği Bölüm Başkanlığı tarafından "Mühendislik Tasarımı I - II Derslerinin Uygulanmasına İlişkin Esaslar" belgesi hazırlanmıştır. İlk eğitim öğretim uygulamasının başlamasıyla birlikte, sıkıntılar ortaya çıkmış ve bu belge değiştirilerek yeni esaslar oluşturulmuştur. Bu çalışmanın amacı, ilk üç yıllık uygulama deneyimi ile ders uygulama esaslarını temel alarak, orman mühendisliği öğretiminde mühendislik tasarımı konusunu tartışmaktır. Çalışmada, uygulama esasları yanında, öğrencilere yaptırılan 92 tasarım çalışması incelenmiştir. İnceleme sırasında, literatürde yer alan mühendislik tasarımı ilkelerine uygunluk araştırılmıştır. Sonuç olarak, Türkiye'nin orman mühendisliği alanındaki ilk mühendislik tasarımı öğretiminin bir tasarımıdan çok, belirli bir konuda inceleme yaptırmaya odaklandığı, öğretimi yönlendiren esasların tasarım yaptırabilecek bir altyapıyı kurmaktan uzak olduğu, derste üretilen öğrenci raporlarının tasarım yeteneğinin kazandırıldığını kanıtlayabilen yapıda olmadığı saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Mühendislik tasarımı, Orman mühendisliği, Eğitim, Akreditasyon

## Teaching of engineering design in forest engineering program: An evaluation of situation and improvement possibilities in Faculty of Forestry, Istanbul University

**Abstract:** Engineering design is a systematic, intelligent process in which designers generate, evaluate, and specify concepts for devices, systems, or processes whose form and function achieve clients' objectives or users' needs while satisfying a specified set of constraints. The designer must combine different disciplines dealing with engineering area in a designing process. In general, forest engineers may not produce devices but plan some processes and generate artificial systems in Turkey. According to criterion set for accreditation, engineering program must prove that alumni can design at least a product or process by using basic sciences, techniques and social or economic principles learned from different courses in the program. At the education period of 2011 - 2012, two new courses, Engineering Design I and II, have been agreed upon in Forest Engineering Division. Principles of Teaching Rules for Engineering Design I and II have been prepared. After first education period, important problems were observed in the design of the courses and teaching approach. The document on teaching principles was mainly revised. The aim of this study is to discuss the teaching approach of engineering design. Official documents, 92 evaluation reports and products generated by students in the courses were investigated. As a result, it is seen that engineering design have focused on investigation of any subject in forestry. Principles in official documents have important weakness for teaching process on design and could not integrate different disciplines of forestry sciences under a design process. Reports generated by students in the course could not prove to reach design competence in forestry.

**Keywords:** Engineering design, Forest engineering, Education, Accreditation

### 1. Giriş

#### 1.1. Mühendislik tasarımı hakkında temel bilgiler

Türkiye, ormancılığını "mühendislere" teslim etmeye karar vermiş bir ülkedir. Bu ülkede, ormancılığı yöneten meslek mensuplarına "Orman Mühendisi" unvanı verilirken,

bu meslek üyelerini yetiştiren programlara da "Orman Mühendisliği" ismi uygun görülmüştür. Oysa dünyanın farklı ülkelerinde aynı işi yapan profesyonel uzmanların "ormancı - forester" olarak adlandırılabilirdiği de bilinmektedir. Bu tercihinin gereği olarak, Türkiye'nin yetiştirdiği profesyonel uzmanların, genel kabul görmüş

✉ \* İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, İstanbul

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 24.10.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.11.2017



**Citation** (Atf): Ok, K., 2017. Orman mühendisliği programında mühendislik tasarımı öğretimi: İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi'nde mevcut durum ve gelişme olanakları üzerine bir değerlendirme. Turkish Journal of Forestry, 18(4): 333-345. DOI: [10.18182/tjf.346173](https://doi.org/10.18182/tjf.346173)

mühendis tanımına ne kadar uyduğunu sorgulaması gereklidir.

Mühendislik; analiz ve değerlendirmelerden yararlanarak, bilimsel kavramları maliyet etkin ürünlere dönüştürme disiplindir. Bir sistemin mühendisliği ise; ilgi gruplarının ihtiyaçlarına dayalı olarak, maliyet etkin ve yaşam boyu dengeli ürünlere erişmek üzere, alternatif sistem kaynaklarını, işlevleri ve gereksinimleri ödünleştiren, denkleştiren ve geliştiren bir mühendislik disiplindir (Buade, 2009). Toplumsal ihtiyaçların eriştiği düzey dikkate alındığında, günümüz mühendisleri hem ürün, hem hizmet üreten sistemler ortaya koymak zorundadır. Bu durum orman mühendisleri için de geçerlidir. Orman gibi karmaşık bir varlığı bilimsel yöntemlerle analiz etmeden, silvikültürden toprağa, entomolojiden botaniğe pek çok bilimsel kavramı kullanmadan, üretimin maliyetini ve topluma teklif edilen bedelini dikkate almadan çağdaş ormancılık veya orman mühendisliği yapmak mümkün değildir. Ekosistem kelimesinin ormancılık dışında dahi popüler bir kavram haline aldığı bir çağda, orman mühendislerinin de sistem kavramına hâkimiyetlerini, yaptıkları üretimlerle kanıtlanması beklenir.

Mühendislerin üstlendiği bu misyona erişebilmek için; sadece temel bilgilere çok iyi bir şekilde sahip olmak veya belirli teknikler hakkında ileri derecede becerilere erişmek yeterli değildir. Bu bilgi ve becerilerin sentezlenebilmesi, toplumsal ihtiyaçlara yanıt verebilecek ürün, süreç veya sistemlere dönüştürülmesi gereklidir ki, bu da mühendislik eğitimi öğretiminde tasarım konusuna dikkatlerin çekilmesine neden olmaktadır.

Türkiye’de orman mühendisliği için mühendislik tasarımı konusu çok yenidir. Dünyada da mühendislik tasarımı üzerinde tartışmalar sürmektedir (Lamni ve Becker, 2013). Mühendislik tasarımı; *özel kısıtlar altında, kullanıcı ihtiyaçlarına veya ilgililerin amaçlarına uyan biçim ve işlevde, araçlar, sistemler ve süreçler oluşturmak üzere; tasarımcıların yaratma, değerlendirme ve kavramlaştırma işleriyle ilgili sistematik ve akla dayalı bir süreçtir* (Dym, vd., 2005).

ABET’e (Accreditation Board for Engineering and Technology / Teknoloji ve Mühendislik Akreditasyon Kurulu) göre mühendislik tasarımı; *bir sistemi, bileşeni veya süreci arzu edilen ihtiyaçları giderecek şekilde düzenleyen süreçtir* (Lamni ve Becker 2013). Ormanın bir sistem olmadığını iddia edebilecek bir orman mühendisinin günümüz dünyasında olmaması gerekir. Bir orman ekosistemini yönettiğini, onarabildiğini, kurabildiğini iddia eden bir mesleğin bunu nasıl başardığını da açıklayabilmesi beklenir. Eğitim öğretim programlarını yönetenlerin ise, bu yetkinliğe henüz sahip olması beklenemeyecek Orman Mühendisliği öğrencilerine, sistemleri sorgulama, biçimlendirme yeteneği kazandıracak öğretimi nasıl yapabildiklerini, göstergelerle kanıtlanması gereklidir. Lamni ve Becker’in (2013) “yükseköğrenim öğrencilerinin düşünme süreç ve stratejileriyle ilgili sistemleri nasıl kullanacağı yeterince anlaşılmamış, tanımlanmamıştır” saptaması, belki de en fazla, orman mühendisleri ve öğretimi alanında geçerlidir.

Karmaşık bir sistem; dinamik, uyum sağlayıcı (*adaptive*), aniden ortaya çıkan (*emergent*), doğrusal olmayan ve tekrarlanan özelliklere sahiptir. Bu sistemler çok boyutlu zaman ölçeklerinden etkilenir, birbiriyle ilişkili değişkenler içerir ve sıklıkla bir başka değişken olarak insan etkinliklerini kapsar (Lamni ve Becker, 2013). Canlı bir

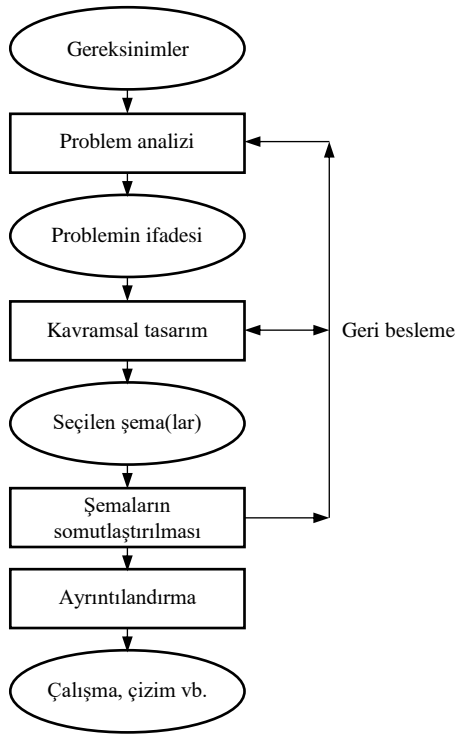
varlık olarak ormanlar dinamik yapıdadır. Bitkilerle hayvanlar, orman yapılarıyla iklim arasında uyum sağlayıcı ilişkiler olduğu gibi, yangın gibi aniden ortaya çıkan değişkenlerin sistem içerisinde etkisi büyüktür. Bakım çalışmaları veya sürekli orman yapıları tekrarlanan özelliklere sahiptir ve ormana bağımlı önemli bir nüfusa sahip ülkemizde, insan değişkenini dışlayarak ormancılık yapılamayacağı açıktır. Bu nedenle, belirtilen niteliklere uyan karmaşık sistemlere örnek vermek gerektiğinde, belki de tüm mühendislik alanlarında en kolay ve zengin örnekleri, orman mühendisliği alanında vermek mümkündür. Ancak, diğer mühendislik alanlarının pek çoğunda mühendislik tasarımı diye bir sorunun varlığı kabul edilmiş ve bu sorunu giderecek eğitim öğretim arayışları dünyada (Sydenham, 2004; Pahl, vd., 2007; Armstrong, 2008; Dym, vd., 2009) ve Türkiye’de (Özgen ve Bayazıt, 2015) başlamışken, orman mühendisliği alanında daha yolun ilk adımları atılmaktadır.

Bu eksikliği gidermek adına atılacak adımların, içerik noksanı taklit adımlar olmaması; aksine, orman mühendisliği alanına özgü ve uygun olması gereklidir. Sydenham’a (2004) göre bir elektrik mühendisliği tasarımı ile inşaat veya başkaca mühendislik alanlarında tasarım süreçlerinin belirli adımları farklılaşır. Ancak, temel yaklaşım benzerdir. Bu nedenle, mühendislik tasarımı alanında diğer mühendisliklerin edindiği deneyimleri dışlayarak, oluşan birikime sırt çevirerek atılacak adımların da başarılı olması mümkün değildir. Bu nedenle diğer mühendislik alanındaki birikimleri, orman mühendisliği alanına başarıyla adapte edebilmek hedef olmalıdır.

Buraya kadar yapılan açıklamalardan, verilen tanımlardan da anlaşıldığı gibi, tasarlamak bir süreç işidir ve çoklukla kabul görmüş bir tasarım süreci Şekil 1’de gösterilmiştir. En basit ve genel haliyle tasarım süreci, üretim (*generation*), değerlendirme (*evaluation*) ve iletişim (*communication*) aşamalarından oluşur. Şekil 1’deki modelde yer alan elipsler, bazen tek bir aşamayı ifade etse de, geliştirici tasarımlarda farklılaşabilir. Dikdörtgenler ise bir problemi analiz etmek veya tasarımı ayrıntılandırmak gibi, bir başka tasarım etkinliğini gösterir. Problem net bir tanımını yapana kadar, muhataplarımızın sorunu veya gereksinimleri hakkında bilgi toplamak gereklidir. Bu adımdan sonra, problemlerin çözümünde kullanılacak farklı kavramların veya şemaların (*schemes*) araştırılacağı, *kavramsal tasarım (conceptual design)* aşamasına geçilir. Örneğin bir köprü tasarımında her şema farklı bir köprü tipini ifade edebilir. Kavramsal tasarım aşamasının çıktısı, olası kavramlar veya tasarım şemaları – seçenekleridir ve tasarım probleminin taslak çözümü anlamına gelir. Bazıları bir tasarım probleminin en az iki veya daha fazla tasarım seçeneği içermesi gerektiğini, aksi halde bir tasarım hatasının ortaya çıkacağını düşünür. Bu nedenle, tasarımcılar arasında çok bilinen bir özdeyiş vardır: *ilk tasarım fikriyle evlenilmez!* (Dym, 1994). Bu nedenle, Şekil 1’de örneği gösterilen süreç yukarıdan aşağıya bir defa uygulanmakla kalmaz, yapılan ara değerlendirmeler veya geri beslemelerle kendini mükemmel hale getirene kadar tekrar edilir.

Dym’in (1994) ayrıntılı tasarım süreci açıklamasından da anlaşılması gerektiği gibi, bir mühendislik tasarımcısı, sıradan (tipik, rutinleşmiş) bir eser üretmez. Bunun yerine, ürünün üretim esaslarını, sürecini, üretmek için gerekli ayrıntıları mühendisçe ifade edecek netlikte ve şekilde ortaya koyar, tanımlar. Fabrikasyon şartnamesi olarak da

adlandırılabilen bu tanımlama, bir imalatçı veya üreticinin, tasarımcıya başvurmadan o ürünü yapabileceği ayrıntı ve netlikte hazırlanır (Dym, 1994).



Şekil 1. Tasarım süreci ve adımları (French, 1992'ye atfen Dym, 1994)

Mühendislik tasarımı; tanımlanmış kısıtları karşılayabilen, belirtilen amaçları sağlayabilen bir eseri ortaya koymak için; var olan koşulları değerlendiren, sistematik, zihinsel bir üretimdir (Dym, 1994). Bu tanım açıkça ifade edilmemiş bazı varsayımlar içerir. Bu varsayımlar;

- 1- Bir süreç olarak tasarım, düşünülmüş bir araştırma ürünüdür ve anlaşılabilir.
- 2- Hem şekil, hem işlev olarak başarılı bir veya birden fazla açıklama – tasarım ürünü (*representation*) bulunabilir.
- 3- Bir tasarım probleminin orijinal ifadesi ve özellikle amaç ve uygulanabilir kısıtları, bu tasarım ürününe göre düzenlenebilir.
- 4- Bu tasarım ürünü konusunda, farklı tasarım seçenekleri üretmek ve değerlendirmek üzere, problem çözüm teknikleri vardır.
- 5- Yarattıkları tasarımlar, tasarım ürünlerini belirli bir ölçek dahilinde seri üretime dönüştürmeye uygundur.
- 6- Tasarım değerlendirme ölçütü, ya tasarım sürecinin problem çözme aşamasında kullanılan tasarım ürünü kapsamında, ya da fabrikasyon özellikleri ve tasarımda kullanılan biçimlendirme (*formalism*) anlamında ifade edilebilir ve uygulanabilir (Dym, 1994).

Tasarım, açık uçlu ve karmaşık problemlerin çözümü olarak da tanımlanmakta ve mühendislik tasarımlarının çok boyutlu çözümler ve çözüm yolları içerdiği (Lamni ve Becker, 2013) ifade edilmektedir.

Genel olarak bir tasarım problemi, özelde ise bir mühendislik tasarım problemi hakkında bilinmesi gereken; açık uçlu (*open ended*) ve iyi yapılandırılmamış (*ill structured*) özelliklerde olmaları gerektiğidir (Dym, 1994). Tasarım problemleri, genellikle kabul edilebilir birden fazla çözüm içerdiği için, açık uçlu olmalıdır. Tasarım problemleri, çözüme göre ayarlanmış bir matematik formülün rutin uygulaması olamayacak şekilde oluşturulduğu için *iyi yapılandırılmamış* olarak adlandırılır (Dym, 1994).

Mühendislik tasarımlarındaki sistemler tasarımcıların çoklu, büyük olasılıkla çatışan koşul veya kısıtlarla optimizasyon yapmalarını gerektirir. Bu optimizasyonlar ise tekrar eden ve ödünleşimleri (*trade off*) dengeleyen bir yapıdadır. Mühendislik tasarımlarındaki ödünleşimler maliyet ve performans, sosyal kısıtlar ve istekler, çevresel etkiler ve zaman arasında olabilir (Lamni ve Becker, 2013). Sistem tasarımcılarının kaliteleri; bir sistemin çoklu parçaları arasındaki etkileşimlerden ilginç ve beklenmeyen sonuçları ortaya çıkarabilmelerinden anlaşılır (Dym, vd., 2005).

Tasarım konusunda, yukarıda örneği verilen tanımlara ek pek çok tanım yapmak mümkündür. Bu tasarım etkinliğinin ürünü ise, hedefleri gerçekleştirecek plandır (Dym, 1994). Bu nedenle olsa gerek, mühendislik tasarımı öğretiminde projeye dayalı öğrenim (*Project based learning*) yaklaşımı yaygın kullanılan bir pedagojik anlayıştır (Dym, vd., 2005). Üstelik bu yaklaşımda mühendislik öğrencilerinin tek bir proje hazırlamasıyla yetinilmemekte, özellikle yakınsak (*convergent*) ve iraksak (*divergent*) düşünme biçimleri birlikte ve bir program dahilinde uygulanmaktadır. Orman mühendisliği alanından olaylarla bu düşünce biçimleri açıklanmak istendiğinde, belirli meteorolojik, morfolojik, vejetatif koşullar altında oluşan bir yangının, hangi müdahale şekillerinde nasıl etkiler yaratabileceğini sorgulamak yakınsak düşünmeye örnek olarak gösterilebilir. Buna karşılık; yanmış bir orman alanından yola çıkıp, nerede, hangi meteorolojik koşullarda ve nasıl bir bitki örtüsü varken çıkmış bir yangının, nasıl bir müdahaleyle böylesi bir yanmış orman sonucu vermiş olabileceğini sorgulamak ise iraksak düşünme biçimidir. Dym vd., (2005) de belirtildiğine göre, “projeye dayalı öğrenim yaklaşımı pek çok üniversitenin mühendislik programında farklı dersler içerisine yerleştirilmiş biçimde uygulanmaktadır” ve orman mühendisliği öğretim programlarında benzer yaklaşımın uygulanması gereklidir.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşıldığı gibi, günümüz mühendislik eğitim öğretim alanı, öğrencilerin ezberci alışkanlıklardan kurtarılması gerektiğine yönelik sloganların çok ötesine geçmiş durumdadır. Ezbercilikten uzaklaşmış, düşünen, sorgulayan ve çözüm üreten bir mezun elde etmek üzere alınan önlemler bir müfredat bütünlüğü içerisinde kendini kanıtlayabilen karar ve uygulamalara erişmiştir. Bu uygulamalardan biri de mühendislik tasarımı öğretim alanında kendini göstermektedir.

### 1.2. İÜ Orman Fakültesi'nde mühendislik tasarımı öğretimi

Çoklukla akredite olmak isteyen mühendislik programlarının müfredatlarında “mühendislik tasarımı” isimli bir derse yer vermeye çalıştıkları (Dym el al., 2005) ifade edilmektedir. İÜ Orman Fakültesi'nde de benzer bir durum yaşanmış ve orman mühendisliği programının MÜDEK tarafından akredite edilmesine karar verildiğinde, böylesi bir öğretime ihtiyaç olduğu anlaşılmıştır. MÜDEK akreditasyon ölçütlerine göre; program mezunlarının alanıyla ilgili en az bir ürün veya süreci temel bilimler, teknik bilimler ve sosyal bilimlerle ilgili farklı derslerde aldığı bilgileri sentezleyerek tasarlayabildiğinin kanıtlanması gereklidir. Üstelik bu beceriye tek bir ders ile erişilmek istenmesi bir zayıflık olarak algılanmakta ve birden çok derste bu hedefin gerçekleştirilmesine çaba gösterildiğinin kanıtlanması istenmektedir.

Türkiye'de orman mühendisleri, genellikle bir araç üreten mühendisler olarak görülmesi de, ormancılığın farklı uygulamalarını bir süreç olarak tasarlamakta ve doğal sistemleri yönetmektedir. Özellikle ekosistem restorasyon çalışmalarına duyulan ihtiyaçların artışıyla birlikte, doğal sistemleri yapay olarak yeniden kurma çalışmaları önem kazanmış ve orman mühendislerini sistem tasarlamak göreviyle karşı karşıya bırakmıştır. Diğer yandan, iklim, toprak ve ekoloji temel bilimleri ile ağaçlandırma tekniklerinin, iktisadi amaçlar ve sosyal kısıtlar altında ele alınmasıyla gerçekleştirilebilen ağaçlandırma çalışmaları; orman mühendisliğinin tasarladığı süreçlere örnek gösterilebilir. Benzer şekilde, zooloji, botanik, ekoloji temel bilimleri ile habitat onarım teknikleri kullanılarak ve kısıtlı iktisadi kaynakları başarıyla yöneterek ortaya konulabilecek, onarılmış bir yabanıl habitat aslında bir sistemdir ve orman mühendislerince ortaya çıkarılabileceği beklenen bir tasarım ürünüdür.

Buede, (2009) mühendislik tasarımı kitabını hazırlarken, pek çok mühendisin sistemler mühendisliğini anlamadığını, bu kapsamdaki süreçlerde kullanılan modellerle ilgili yöntemlerin farkında olmadığını gördüğünü ifade etmektedir. Bu durumun Türkiye ve ormancılık alanında da geçerli olduğunu söylemek mümkündür. Ülkemiz ormancılık projelerinin tasarımında Ok'un (2007) ayrıntılı olarak açıkladığı gibi, ciddi ve yapısal sorunlar bulunmaktadır. Bu nedenle, mühendislik tasarımı sorununun orman fakültelerinde ele alınması, aslında ülke ormancılık uygulamalarının mühendisçe yönetilmesine temelden yapılmış büyük bir katkıdır. Bu nedenle, orman mühendisliğinde tasarım konusunu, akredite olmak gibi bir durum söz konusu olmasa dahi, dikkatle incelemek, bu alanda verilen eğitim öğretimi tüm fakültelerde sorgulamak gereklidir.

İÜ Orman Fakültesi müfredatına 2011 - 2012 eğitim öğretim yılında Mühendislik Tasarımı I (VII. Yarıyıl, 0+2, 1 kredi, 4 AKTS) ve Mühendislik Tasarımı II (VIII. Yarıyıl, 0+2, 1 kredi, 3 AKTS) şeklinde iki yeni ders eklenmiştir. Bu dersleri Orman Mühendisliği öğrencileri 2014 - 2015 eğitim öğretim yılında almış ve mühendislik tasarımı konusu Türkiye'deki orman mühendisliği öğretimine ilk defa girmiştir.

Orman Mühendisliği Bölüm Başkanlığı tarafından dersin kapsam ve işleniş ilkelerini belirlemek üzere, önce bir komisyon kurulmuş ve öneri hazırlaması istenmiştir. Fakat, komisyon raporu beklenmeden ve görülmeden, yapılacak önerinin uygulanabilir olmadığı iddia edilerek Mühendislik

Tasarımı I - II Derslerinin Uygulanma Yönergesi (Anonim, 2014a) bölüm başkanlığınca hazırlanmış ve Orman Mühendisliği Bölüm Kurulu'nun 14 Ekim 2014 tarihli toplantısının gündemine alınmıştır.

Hazırlanan yönerge; amaç, gerekçe, hedeflenen çıktılar, dersin işleyişi ve değerlendirme ana başlıklarından oluşturulmuştur (Anonim 2014a). Yönergeye göre ders “her orman mühendisi adayının mesleğiyle ilgili herhangi bir problemi çözme sürecinde; *problemi tanımlama, projelendirme ve sorunu çözebilecek bir tasarım yapabilme* bilgi ve becerisini kazandırmak” amacındadır. Yönergede dersin gerekçesi MÜDEK'in tasarım koşulunu sağlamak olarak açıklanmıştır. Dersin üretmesi gereken çıktılar ise “öğrencilerin gruplar halinde en az bir problemi tanımlama, projelendirme ve çözme sürecinde gerekli tüm tasarımları gerçekleştirebilme, grup çalışması yapabilme ve sözlü ve poster sunumları hazırlayarak sunum ve kendini ifade etme becerileri kazanmasıdır” şeklinde sıralanmıştır. Yönergede; dersin bölüm başkanının koordinasyonunda, bölümün tüm öğretim üyelerinin 10 ayrı grupta görevlendirilmesiyle işleneceği, öğrencilerin bu gruplara dağıtılacağı, gruplarda bölüm kurulunca her yıl güncellenecek konuların çalışılacağı dersin işleyiş biçimi olarak belirtilmiştir. Sanki bir tez çalışması veya araştırma makalesinin nasıl yazılacağı anlatılıyormuş gibi, kaynak göstermeden, kullanılacak puntolara kadar, öğrencilerin raporları yazım biçimleri yönergede ayrıntılı olarak tanımlanmış ve üç ara rapor ile bir sonu raporundan oluşan bir proje hazırlayarak sunacakları belirtilmiştir. Değerlendirme bölümünde ise net bir değerlendirme ölçüt seti belirtilmeden, bir not verme yaklaşımı ifade edilmiştir.

Aslında hazırlanan bu yönerge bölüm başkanlığınca yapılmış bir “tasarımdır” ve uygulama durumunu izleyerek başarısı hakkında fikir sahibi olmak mümkündür. Fakat üretilen belgeler ve kararlar, Bölüm Kurul tarihinden de anlaşılacağı gibi, Mühendislik Tasarımı I - II dersinin zamanında başlayabilmesini dahi sağlayamamış, yapılan öğretimin tasarım yeteneği kazandırabileceği konusunda şüpheler doğurmuş, eleştiriler almıştır. Bunun üzerine Bölüm Başkanlığı tarafından “*İÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Mühendislik Tasarımı I-II Derslerinin Uygulanmasına İlişkin Bilgiler*” (Anonim, 2014b) belgesi üretilerek, uygulamanın buna göre devam edeceği tebliğ edilmiştir.

Anonim 2014a ve Anonim 2014b karşılaştırıldığında; tasarımla ilgili açıklamaların, ilk öneride kullanılan proje kelimesini hiç kullanmadan, yapma gayretiyle dikkat çekmektedir. Yeni belgede, ilk belgedeki tüm proje kelimelerinin silindiği, değerlendirmeye yönelik açıklamalarının geliştirilmeye çalışıldığı görülmüş fakat “tasarım” süreciyle ilgili herhangi bir iyileşme ortaya konamamıştır. 2014 - 2015 eğitim öğretim yılı Anonim 2014b düzenlemesini temel alarak yürütülmüş ve öğrencilerin ilk mühendislik tasarım ürünleri ortaya çıkmıştır.

İlk yıl uygulamasının istenen başarıyı gösterememesi üzerine, sanki sorun dersin dönem yeri ve sayısındaymiş gibi, mühendislik tasarımı dersinin, 2015 - 2016 eğitim öğretim döneminden sonra tek dönem ve VII. yarıyıldaki okutulması yönünde bir değişiklik yapılmıştır. Var olan düzenlemenin içerdiği eksiklikler ve olası iyileştirmeler konusunda, bu satırların yazarı tarafından 15 Haziran 2015 tarihinde yazılı bir öneri geliştirilerek, bölüm kuruluna sunulmuştur. Öze dönük eleştiriler yapmadan, öneri

sahibinin proje dersini öne çıkarma gayretinde olduğu şeklindeki temelsiz bazı eleştiriler dikkate alınırken, kurul üyelerinin çok iyi bir model olduğu yönündeki görüşleri dışlanmış ve bir oylama yapmaksızın öneri reddedilmiş, 2015 - 2016 döneminde de “yürürlükte olan ders uygulama ilkelerinin geliştirilerek uygulanmasına” karar verilmiştir. Bu karar üzerine, bir komisyon çalışmasına gerek görülmeden, yapılan iyileştirme önerileri Bölüm Kurulu’na getirilip tartışılmadan ve onaylatılmadan, Bölüm Başkanlığı’nca “İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Tasarımı Dersi Uygulama Esasları” (Anonim, 2015) oluşturulmuş ve öğretim üyelerine tebliğ edilmiştir.

Anonim, 2014b ile Anonim, 2015 karşılaştırıldığında, amaçlar başlığına bazı tanımların eklendiği ve literatüre dayalı tasarım açıklamalarına yer verildiği, tasarım konusunda yararlanılacak iki kaynağın künyesinin eklendiği görülmektedir. Gerekçe ve hedeflenen çıktılar başlıkları düzenlenmeden çıkarılırken, dersliklerin yerini açıklama gereği duyulmuştur. Dersin işlenişine ilgili açıklamalarda yer alan öğretim üyesi görevlendirme, öğrenci – öğretim üyesi gruplandırma anlayışı ile tasarım konuları korunmuştur. Bir önceki düzenlemeye göre “tasarım geliştirme süreci” başlıklı bir alt bölüm açılmasına ihtiyaç duyulduğu görülmektedir. Bölüm Kurul kararıyla geliştirileceği söylenen yeni düzenlemede de, öğrencilerin hazırlayacakları raporlar ve yapacakları sunumlar, küçük değişikliklerle aynen yer bulmuştur. Buna karşılık reddedilen öneriye benzer şekilde, değerlendirme başlığının program çıktılarıyla ilişkilendirilmeye çalışıldığı görülmüştür.

### 1.3. Öğrenci ve öğretim üyelerinin mühendislik tasarımı dersine yönelik görüşleri

Mühendislik tasarımı dersi hakkında daha somut veriler elde etmek üzere, bölümün sürekli iyileştirme komisyonlarından Eğitim Öğretim İzleme ve Geliştirme Komisyonunca 2016 - 2017 Eğitim Öğretim Yılı ders deneyimi bir incelemeye tabi tutulmuştur. Dersi alan öğrenciler ve sorumlu öğretim üyelerine ayrı ayrı, dersin program çıktılarına katkısı (Çizelge 1) ve işlenişine ilgili (Çizelge 2) anket uygulanmıştır.

Çizelge 1’den görüldüğü gibi, program çıktılarıyla ilgili 11 ölçütten hiç birine öğrenciler “tamamen katılıyorum” yanıtını vermemiştir. 5, 6, 8 ve 9 numaralı ölçütlerde öğrencilerin biraz katılıyorum şeklinde bir düşünceleri söz konusuysen, diğer tüm ölçütlerde ne katılıyorum ne katılmam şeklinde nötr bir tutum içerisinde oldukları görülmektedir. Çizelge 1’deki veriler öğretim üyeleri açısından irdelendiğinde, aslında öğrenci yanıtlarından daha karamsar bir tablo ortaya çıkmaktadır. Öğretim üyeleri 11 program çıktısından hiçbiri için biraz katılıyorum dahi diyememiş, nötr bir tutum sergilemiştir.

Çizelge 2’deki değerlendirme ölçütleri dersin işleniş biçimiyle ilgili sorulardan oluşturulmuştur. Öğrenci yanıtları incelendiğinde, sadece “ders materyalleri” konusunda bir kararsızlık görülürken, diğer tüm ölçütlerde biraz katılıyorum ve üstü görüş oluşmuştur. Öğretim üyeleri de, benzer şekilde öğrencilere verilen ders materyali hakkında belirsiz bir düşünce içerisinde. Ders ayrılan süre konusunda en yüksek katılım görülmektedir.

Çizelge 1: MÜDEK program çıktılarına göre mühendislik tasarımı dersi 2016 - 2017 dönemi öğrenci ve öğretim üyeleri değerlendirme ortalamaları (5 Tamamen katılıyorum, 4 Biraz katılıyorum, 3 Ne katılıyorum ne katılmam, 2 katılmam, 1 hiç katılmam) (Anonim, 2017)

No	Değerlendirme ölçütleri	Öğrenci	Öğretim üyesi
1	Mühendislik tasarımı dersiyse matematik, fen bilimleri ve Orman Mühendisliği disiplinine özgü konularda yeterli bilgi birikimi; bu alanlardaki kuramsal ve uygulamalı bilgileri, karmaşık mühendislik problemlerinde kullanabilme becerisine erişim	3,9	3,6
2	Mühendislik tasarımı dersiyse karmaşık mühendislik problemlerini saptama, tanımlama, formüle etme ve çözme becerisi; bu amaçla uygun analiz ve modelleme yöntemlerini seçme ve uygulama becerisi kazanma	3,9	3,5
3	Karmaşık bir sistemi, süreci, cihazı veya ürünü gerçekçi kısıtlar ve koşullar altında, belirli gereksinimleri karşılayacak şekilde tasarlama becerisi; bu amaçla modern tasarım yöntemlerini uygulama becerisi elde etme	3,9	3,6
4	Mühendislik uygulamalarında karşılaşılan karmaşık problemlerin analizi ve çözümü için gerekli olan modern teknik ve araçları geliştirme, seçme ve kullanma becerisi; bilişim teknolojilerini etkin bir şekilde kullanma becerisinin gelişimi	3,7	3,6
5	Karmaşık mühendislik problemlerinin veya disipline özgü araştırma konularının incelenmesi için deney tasarlama, deney yapma, veri toplama, sonuçları analiz etme ve yorumlama becerisinde gelişim	4,2	3,7
6	Disiplin içi ve çok disiplinli takımlarda etkin biçimde çalışabilme becerisi; bireysel çalışma becerisi kazanma	4,2	3,8
7	Türkçe sözlü ve yazılı etkin iletişim kurma becerisi; en az bir yabancı dil bilgisi; etkin rapor yazma ve yazılı raporları anlama, tasarım ve üretim raporları hazırlayabilme, etkin sunum yapabilme, açık ve anlaşılır talimat verme ve alma becerisi	3,8	3,6
8	Yaşam boyu öğrenmenin gerekliliği bilinci; bilgiye erişebilme, bilim ve teknolojiye gelişmeleri izleme ve kendini sürekli yenileme becerisi kazanma	4,0	3,6
9	Etik ilkelerine uygun davranma, mesleki ve etik sorumluluk bilinci, orman mühendisliği uygulamalarında kullanılan standartlar hakkında bilgi sahibi olma	4,1	3,7
10	Bu ders ile proje yönetimi, risk yönetimi ve değişiklik yönetimi gibi, iş hayatındaki uygulamalar hakkında bilgi; girişimcilik, yenilikçilik hakkında farkındalık; sürdürülebilir kalkınma hakkında bilgi edinme	3,9	3,6
11	Mühendislik uygulamalarının evrensel ve toplumsal boyutlarda sağlık, çevre ve güvenlik üzerindeki etkileri ve çağın mühendislik alanına yansıyan sorunları hakkında bilgi; mühendislik çözümlerinin hukuksal sonuçları konusunda farkındalık kazanma	3,8	3,5

Çizelge 2: Mühendislik tasarımı ders işlenişine ilgili 2016 - 2017 dönemi öğrenci ve öğretim üeleri değerlendirme ortalamaları, (5 tamamen katılıyorum, 4 biraz katılıyorum, 3 ne katılıyorum ne katılmam, 2 katılmam, 1 hiç katılmam) (anonim, 2017)

No	Değerlendirme ölçütleri	Öğrenci	Öğretim üyesi
1	Dersin işlenişine ilgili olarak hazırlanan ders materyallerinin, ihtiyaçlara yanıt verebilmesi	3,6	3,7
2	Dersi vermekle görevli öğretim üyelerinin, tasarım sürecine hakimiyetleri, gerekli yönlendirmeyi ve kılavuzluğu yapabilmeleri	4,5	4,4
3	Ders için ayrılan sürenin yeterliliği	4,2	4,6
4	Ders için ayrılan sürenin etkin kullanımı	4,2	4,3
5	Derste öğrenci başarısının değerlendirilmesinin adil ve doğru yapılması	4,1	4,4
6	Üzerinde çalışılması istenen konuların, bir tasarım için gerekli tanımlamaları içeren, ormancılık uygulamaları hakkında deneyim kazandırıcı konular olması	4,3	4,2
7	Görevli öğretim üyelerinin, tasarım sürecine ormancılık uygulamalarının farklı boyutlarını katabilmeyi sağlayacak şekilde belirlenmesi	4,4	4,3
8	Öğretim üyelerinden ormancılığın farklı disiplinlerini birleştirmeyi sağlayan katkılar alabilme, yapabilme	4,2	4,3
9	Tasarım çalışması sırasında, bu ders öncesinde alınan derslerde elde edilen bilgileri kullanma, becerilerden yararlanma	4,2	4,1
10	Öğrencilerin / öğretim üyelerinin tamamının etkin katıldığı verimli bir çalışma yapabilme	4,1	4,6

Bütün bu açıklamalardan da anlaşılacağı gibi, İÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği özelinde bir mühendislik tasarımı öğretimi sorunu anlaşılmış fakat üzerinde uzlaşı sağlanmış, tarafları tatmin edebilen bir işleyişe kavuşturulamadan, üç yıllık bir eğitim öğretim dönemi geçmiştir. Bu bildirin amacı, ilk üç yıllık uygulama deneyimini ve ders işlenişini yönlendiren bölüm uygulama esaslarını temel alan bir inceleme ile geliştirilen bir öneri yardımıyla, orman mühendisliği öğretiminde mühendislik tasarımı konusunu ülke ve tüm ormancılık dünyası ölçeğinde tartışmaya açmak, taşımaktır.

## 2. Materyal ve yöntem

Çalışmada mühendislik tasarımı konusunda yerli ve yabancı literatür ile Anonim, 2014a, 2014b ve 2015'de gösterilen belgeler, ders izlenice formları ve üç yıllık öğretim deneyiminin çıktılarını ifade eden 92 ayrı öğrenci tasarım çalışması materyal olarak incelenmiştir.

İnceleme sırasında, dersin uygulama ilkeleri ile öğrenci tasarım çalışmalarında, literatürde yer alan mühendislik tasarımı anlayış ve ilkelerine uygunluğun sağlandığı ve sağlanmadığı noktalar, metin incelemesi ve mantıksal sınama yaklaşımıyla belirlenmiştir.

## 3. Bulgular

### 3.1. Resmi belgelerdeki bulgular

İÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Mühendislik Tasarımı dersiyle ilgili temel resmi belge; Anonim 2014a ve 2014b ile Anonim, 2015'dir. Bu belgelerin karşılaştırılması halinde ortak bir anlayışı temsil ettiği görülmektedir. Bu anlayışın temel yönleri;

- Mühendislik tasarımı dersini, dekan ve dekan yardımcılarını ile diğer kurumlarda müdürlük görevi üstlenen bölüm öğretim üeleri hariç, tasarım konusunda deneyim, bu konuda bir çalışma yapmış olma, derse zaman ve emek verme istekliliği gibi önemli noktaları dikkate almaksızın, bölümün tüm öğretim üeleriyle vermeyi hedeflemek, bölümün tüm öğretim üelerini bu alanda da ders verebilecek yetkinlikte kabul etmek,
- Bölüm başkanlığı gibi idari bir görevi, Mühendislik Tasarımı dersini koordine edebilecek bir yetkinlik

göstergesi olarak kabul edip, pedagojik ve didaktik bir sorumluluğu idari bir işe dönüştürmek,

- Öğretim üyelerini, sahip oldukları uzmanlık alanları ile üzerinde çalışılması düşünülebilecek olası orman mühendisliği tasarım alanlarını dışlayarak çalışma grupları kurmak, öğretim üyelerine uzmanlık alanlarıyla ilgili grup içi akademik bir işlev vermek yerine, grup başkanı gibi idari bir sınıflandırmayla yetinmek,
- Öğrenci çalışma konularını, oluşturulan gruplar arası ilişkileri dışlayarak ve tanımlanmış bir problem alanıyla ilişkili, belirli analizlerle kararlaştırılabilecek bir karar verme süreci olarak görmeyip, idari bir bölüm kurul kararı olarak algılamak,
- Öğrencileri, bir tasarım sürecinin evrelerine odaklanmaktan çok, hazırlayacakları raporun yazım ve sunum şekliyle meşgul etmek,
- Yönetmelik gereği öğrencilerin hazırlaması gereken bitirme ödevi (bitirme tezi) ile mühendislik tasarımı arasında karmaşa yaşamak şeklinde sıralanabilir.

Bununla birlikte, Anonim 2015, önceki belgelerden “bir tasarım geliştirme süreci tanımlama” gayretiyle önemli bir farklılık göstermektedir. Orman Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Tasarımı Dersi Uygulama Esasları isimli bu belgeye göre derste uygulanacak tasarım geliştirme süreci;

- Dersin ilk iki haftasında, dersi alan tüm öğrencilere dersin amacı, kapsamı, beklenen çıktılar ve mühendislik tasarımı teorik bilgileri bölüm başkanlığı koordinatörlüğünde anlatılır.
- Üçüncü hafta sonunda, her ana gruba ait alt grup ve konular belirlenir. Dersin sonraki haftalarında ders günü ve saatinde öğrenciler ve sorumlu öğretim üeleri ders programında belirtilen dersliklerde bir araya gelerek tasarımı ilgili tüm gelişmeleri tartışır, tasarımın aksayan yönlerine ilişkin çözümleri geliştirir. Diğer derslerde olduğu gibi, her hafta yoklama alınır ve dönem sonu devamsız öğrencilerin isimleri öğrenci işlerine bildirilir.
- Tasarım çalışmaları sırasında bilimsel etik kurallarına dikkat edilir. Konuyla ilgili yararlanılan kaynaklar kaynakçada belirtilmelidir (Anonim, 2015),

şeklinde açıklanabilen bir süreçtir. Oysa Şekil 1'de görselleştirilmiş tasarım süreç adımları, Anonim, 2015'de



söz edilen içerikten çok farklıdır. Bu nedenle uygulama esaslarında (Anonim, 2015) açıklandığı sanılan tasarım sürecinin; öğretim üyelerine öğretim, öğrencilere ise öğrenim çabasında yol gösterebilmesi olanaksızdır.

Anonim, (2014)'de Mühendislik Tasarımı I ve II şeklinde iki dönem devam eden bir ders öngörülmüşken, Anonim, (2015)'de bu ders tek döneme ve müfredatın VII. yarıyılına alınmıştır. Bu durum; *Orman Amenajmanı Esasları, Ormancılık Hukuku, Ormancılık İş Bilgisi, Ormancılık İşletme Ekonomisi, Ormancılık Yönetim Bilgisi* (VII. Yarıyıl), *Fidanlık ve Ağaçlandırma Tekniği, Havza Yönetimi, Mera Amenajmanı, Orman Amenajmanı, Orman Koruma, Pazarlama* (VIII. Yarıyıl) derslerinde verilen bilgilerin kullanılabilceği tasarımlara olanak vermemektedir. Bu nedenle, öğrencilerin esasen orman mühendislerinin uygulamada en çok uğraştığı konularda tasarım deneyimi yaşamadan mezun olmaları sonucu doğmaktadır. Bilindiği gibi, bu dersler temel derslerin alınmış olmasını gerektirir ve mühendislik tasarımı dersi öncesinde de, müfredat içi yerleri sürekli tartışma konusu olmuştur. Mühendislik tasarımı alanındaki boşluk doldurulmaya çalışılırken, bütünlük bir bakış yerine bu derslerle ilgili sorun görmezden gelinmiştir.

Öğretime yön gösterecek bir tasarım sürecinin temel alınmadığının bir başka kanıtı; bu ders için bölüm başkanlığınca hazırlanan Müfredat Formu veya Ders İzlenesi'dir. İzleneye göre öğrencilerin haftalık öğrenim planında, teorik konulara hiç yer ayrılmamıştır. Buna karşılık, Anonim, (2015)'e göre; ilk iki hafta teorik bilgiler verilmesi gereklidir. Ders izlenesinde 14 haftalık bir uygulama konu başlıkları oluşturulmuştur. Bu planlamaya göre öğrenciler uygulamaların ilk haftasında "Tasarım ve mühendislik tasarımı nedir, mühendislik tasarım aşamaları" uygulaması yapacaklardır. İkinci hafta ise "yeni bir sistem, süreç, ya da yöntem tasarımı, yeni bir ürün, alet ya da ekipman tasarımı, var olan sistem süreç ya da yöntemde iyileştirme tasarımı ile ürün, alet ya da ekipmanlarda iyileştirme tasarımı esasları" uygulaması yapacaklardır. Üçüncü hafta, "tasarım grup ve konularının, çalışma planının belirlenmesi, gruplarla ilgili öğretim üyelerinin görüşmeleri" konusunda uygulamaya ayrılmıştır. 4, 5 ve 6. haftaların ise grup ve öğretim üyesi görüşmeleriyle, tasarımların ekolojik, teknik, ekonomik ve sosyal yapılabilirlik analizleri" konularında uygulamaya tahsis edildiği görülmektedir. 7. hafta ara rapor ve sunumlarına ayrılırken, sonraki 6 hafta "grupların arazi, laboratuvar, saha çalışmaları ile öğretim üyeleri görüşmelerine" ayrılmıştır. 14 ve son hafta kesin rapor ve poster sunumlarına adanmıştır.

Normal koşullarda, tasarım yaptıran bir dersin Ders İzlenesi ile Şekil 1'deki tasarım sürecinin benzerlik göstermesi gereklidir. Ancak, haftalık uygulama konularından da görüldüğü gibi, süreç sorumlu öğretim üyelerinin tasarım anlayışlarına bırakılmıştır. Ders izlenesi formu ne dersi alan öğrenci ne de öğretim üyesine yol gösteremeyen ifadelerle doldurulmuştur.

### 3.2. Öğrenci çalışmalarındaki bulgular

Mühendislik tasarımı dersinin işleyiş biçimini ortaya koyan belgeler bir öğretim sürecinin önemli girdilerini temsil ederken, öğrencilerin hazırladığı sonuç raporları, yapılan öğretimin kazanımlarının somut göstergeleri, kanıtlardır. Bu anlayışla, son üç yılda hazırlanan toplam 92 adet sonuç raporu tek tek incelenmiştir. Şüphesiz bu incelemeyi Anonim, (2014b) veya (2015)'e uygunluk açısından yapmak gereklidir. Böylesi bir inceleme yapıldığında; resmi belgelerde proje kelimesini kullanmaktan özenle kaçınılıp, yapılan işin "tasarım" olduğu iddia edilmişse de, sonuç raporlarının pek çoğunda "proje" hazırlandığı ifade edilmekte, hatta şekil şartları değiştirilerek, projelendirme yaklaşımlarından yararlandığı görülmektedir.

Bununla birlikte, bu çalışmada Anonim, (2015)'in içerdiği eksiklikler nedeniyle, var olan düzenlemelere göre bir inceleme yapmak doğru bulunmamıştır. İnceleme sırasında ilk olarak; bir tasarım sürecinin başlangıç adımı olan (Şekil 1) üzerinde tasarım çalışması yapılabilecek şekilde tanımlanmış gereksinimlerin ve problem alanlarının öğrenciye veriliş verilişmediği (konu uygunluğu) incelenmiştir. Bu incelemenin ardından, tasarım adımları olan; problemi tanımlama, kavramlaştırma, çözüm seçeneklerini ortaya koyma ve en iyiyi seçme, seçilen çözüm yolunu hayata geçirebilmek için gerekli mühendislik işlemlerini ifade edebilme, orman mühendisliği ile ilgili ülke ve dünya standartları ile ilişkilendirerek ayrıntılandırma ve bir uygulama planı ortaya koymaya yönelik ifadelerin öğrenci raporlarında bulunup bulunmadığı (Tasarım kanıtları) araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Öğrencilere tasarım konusunda zengin fikir egzersizleri yapabilecekleri konular, Çizelge 3'den görüldüğü gibi, çok az verilebilmiştir. 2014 - 2015 döneminde çalışılan konuların sadece %9,68'i tasarım egzersizi yapmaya uygunken, bu oran sadece %16'ya çıkarılabilmektedir. *İÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Öğrencilerinin Mesleklerine Duydukları Algının Teknik Geziler Bağlamında Değerlendirilmesi* veya *Gebze Cuma Köyü 866, 868 ve 869 nolu Parsellerin Orman Kadastrosu Açısından İncelenmesi* örneklerinde görüldüğü gibi, tasarım yerine inceleme konularının çokluğu dikkat çekmektedir.

Tasarım konularında dikkat çeken bir başka husus, öğrencilerin yönlendiği veya yönlendirildiği tasarım alanlarının orman mühendisliği öğretim programlarıyla uyumu noktasındadır. Sonuç raporlarına göre öğrenciler; çöpmatik veya manuel hassas dendrometri isimli araçlar, kabuk soyma, çim serme, tohum toplama makineleri tasarlamış, pervaneli arazöz isimli bir kamyon oluşturmuştur. Orman mühendisliği bölümünde okuyan bir öğrencinin kaç defa arazöz gördüğü veya çim serme makinesi hakkında hangi derste nasıl bilgilendiği, bilgilendirildiği belirsizdir.

Çizelge 3: Öğretim dönemlerinde tamamlanan mühendislik tasarımı sonuç raporları

Eğitim dönemleri	Toplam ödev (Adet)	Konusu kısmen uygun		Kısmen tasarım belirtisi var	
		Adet	%	Adet	%
2016 - 2017	31	5	16,13	9	29,03
2015 - 2016	30	5	16,67	3	10,00
2014 - 2015	31	3	9,68	3	9,68

Öğrencinin bu araçlarla ilgili olası gereksinimleri tanımlayabileceği kabul edilse dahi, farklı arazöz seçenekleri ortaya koyabilecek, ne makine ne de teknik bilgileri aldığı bir ders, müfredatta bulunmaktadır. Bu araçlar; orman mühendislerinin gereksinimlerine göre, makine mühendisliği öğrencilerinin olası tasarım çalışmaları olabilecekken, orman mühendisliği programında üzerinde çalışıldığı ifade edilmiş ve kabul görmüş durumdadır. İktisadi, sosyal, teknik ve çevresel açıdan yapılabirliği test edilmemiş fantezilerden söz etmek, tasarım yapmış olmak şeklinde kabul edilmemelidir.

Çizelge 3'deki tasarım belirtileriyle ilgili bulgulardan da görüldüğü gibi, öğrenci raporlarının çok azında (%9,68 - 29,03) tasarım aşamalarının gerektirdiği analizlerin kanıtları bulunmaktadır. Aslında bu durum hazırlanan yönergenin doğal bir sonucudur. İstenenler arasında bulunmayan bir unsurun, hazırlanan çalışmada yer alması, esasen tesadüflerin eseri olmalıdır.

#### 4. Tartışma

Türkiye'de İÜ Orman Fakültesi dışında, Orman Mühendisliği alanında Mühendislik Tasarımı öğretim deneyimi yaşayan bir başka fakülte henüz bulunmamaktadır. Bu da bir karşılaştırma yapma, deneyimleri paylaşma fırsatı vermemektedir. İlginçtir ki yurt dışı literatürde de ormancılık alanında mühendislik tasarımı hakkında yazılmış yazılara rastlanamamıştır.

Bir akreditasyon başvurusu ile eksikliği anlaşılan ve henüz üç yıldır uygulanmaya çalışılan, Orman Mühendisliği'nde Mühendislik Tasarım öğretimi konusunun tartışılır bir halde olması aslında doğal bir durumdur. İlk üç yılda; eğitim dönemi başlamasına rağmen öğretime başlayamama, iki defa uygulama esaslarını değiştirme, işleyişle ilgili resmi itirazlarla karşılaşma, kabul edildiği belirtilen esaslarla örtüşmeyen uygulamalar yapma, öğretim üyeleri ve öğrencilerin Çizelge 1 ve 2'de verilen düşünceleriyle karşılaşma gibi hadiselerin yaşanması, bu alanda daha fazla düşünmek ve modeller kurmak gerektiğini kanıtlamaktadır.

Butcher, (1999) örneğinde görüldüğü gibi, tasarımın gerektirdiği standartlar, veriler hakkında hazırlanmış kılavuzlar bulunmakta, bu kılavuzlarda bina, hava alanı vb. temel yapılarla ilgili tasarımcının dikkate alması gereken temel bilgiler oluşturulmaktadır. Ormancılığın da doğal veya yapay gençleştirme, endüstriyel ağaçlandırma, erozyon kontrolü, habitat restorasyonu, odun hasatı vb. çalışmaları bulunmakta ve uygulamadan sorumlu genel müdürlüklerin, Amenajman Yönetmeliği gibi teknik düzenlemeleri veya 288, 4125 sayılı tamim örneklerinde görüldüğü gibi, açıklayıcı tebliğleri, tamimleri bulunmaktadır. Orman Fakültelerindeki mühendislik tasarımı derslerinde öğrencilerin bu tamimlerden yararlandırılması gereklidir. Ancak, henüz önceki derslerle bağı kurulamamış bir tasarım öğretiminin, mesleki düzenlemelerle bağlantısını beklemek oldukça güçtür.

Bununla birlikte, İÜ Orman Fakültesi'nde yaşanan deneyimin daha iyi şekillendirilip şekillendirilemeyeceği, gelişimle ilgili önlemlerin alınıp alınmadığı sürekli bir tartışma konusu olmalıdır. Çizelge 1 ve 2'deki tespitler böylesi bir tartışmanın şiddetle gerektiğini göstermektedir. Ancak, öğretim kadrosu, sistemi ve anlayışlardaki bazı

noktalar, başarılı bir mühendislik tasarımı öğretimini engeller niteliktedir. Bu noktalar aşağıda sıralanmıştır.

- Ders işleniş ile ilgili olarak hazırlanan düzenlemeler ne yazık ki sağlam bir mühendislik tasarımı kavrayışına sahip olunmadan ve katılımcı bir yaklaşımla geliştirilmeden ortaya konmuştur. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği örneğinde olduğu gibi (URL 1, 2017), mühendislik tasarımı ile bitirme projelerinin birlikte ele alındığı fakülte ve bölümlerin uygulamaları yanlış yorumlanmış ve Orman Mühendisliği bölümüne örnek haline getirilmiştir.
- Ders ile ilgili düzenlemelerin, bazı öğretim üyeleri veya ana bilim dalları arasında "önem kaybetme, önem kazanma, yeni ders ücreti elde etme" fırsatı olarak algılandığı düşünülmektedir. Daha önce hiç tasarım deneyimi yaşamamış öğretim üyeleri bu kapsamda sorumluluk almak konusunda açıklanamaz isteklilik gösterebilmişken, bazıları da, bir tasarım deneyimine sahip olmamalarını belirtmelerine rağmen, bu dersten sorumlu tutulmuştur. Akademik bir görevin, birikimlere dayanmayan heveslere teslim edilmesi o alanda gelişimi geciktirir. İsteksiz kadrolarla yürütülen bir öğretimin kendini geliştirmesini beklemek ise hayaldir.
- Bazı temel veya teknik derslerin ders materyali, derslerin işleniş şekli, öğretim üyelerinin alışkanlıkları başarılı bir mühendislik tasarımı için gerekli bilgi ve becerileri kazandırmaktan uzaktır. Bu tip derslerde, belirli konularda öğrencide bir farkındalık oluşturulmakta fakat bu farkındalık; bilgiyi kavrama ve kullanma becerisine yönlendirilmemektedir. Öğretim üyesi kendini sadece "bilinçlendirme" konusunda sorumlu hissetmekte, bilgiyi kullandırma, sorgulama noktalarına yönelmeyi gereksiz görmektedir. Ders sınavlarındaki soruların bırakınız yakınsak düşüncüyü, ezberci bir anlayışa teşvik etmesi, tasarımın gerektirdiği iraksak düşüncelere yaklaşmayı engellemektedir. Mühendislik tasarımı dersi, derslerini böylesi bir yaklaşımla vermeye alışmış öğretim üyelerini ya rahatsız etmiş ya da verimsiz bir şekilde derse katkı verir hale getirmiştir.
- Bazı bilim insanlarının çalıştıkları bilim dalı, bir ormancılık ürün, süreç veya sisteminin tasarımına temel bilgi sağlamaktan ibaret bir işlevde olsa da, bu kişilerin teknik bilimlerle sosyo ekonomik bilimlerin birikimlerine de sahipmiş gibi, aşırı rol kapma hevesinde oldukları bir ülke gerçeğidir. Ne yazık ki bu kötü alışkanlık, mühendislik tasarımı öğretiminde de yansımış, belirli ormancılık ürün, süreç ve sistemlerinde bilim dallarının rolünün daha net ortaya çıkması, işlevsel tasarım gruplarının oluşturulmasını engellemiştir.

#### 5. Orman mühendisliği için mühendislik tasarımı öğretim modeli önerisi

Şüphesiz, değişik ülke veya fakültelerindeki orman mühendisliği programlarının, özü kaybetmeden, farklılıklar göstermesi doğaldır. Mühendislik tasarımı öğretiminin fakülte misyonu kadar, diğer dersler için hazırlanan müfredata da uygun olması gereklidir. Öğrencinin mühendislik tasarımı dersinde bütünleştirmesi beklenen bilgilerin, bu ders öncesinde verilmiş olması bir koşuldur.

Bu nedenle, aşağıdaki önerilerin İÜ Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği müfredatı dikkate alınarak hazırlandığı, diğer kurumlardaki orman mühendisliği programlarının kendilerine özel durumları dikkate alarak, önerilerin uygunluğuna karar vermesi veya özgün yaklaşımlar geliştirmesi gereklidir.

Mühendislik Tasarımı Dersinin amacı: “öğrencilere, gerçek hayatla ilişkilendirilerek hazırlanmış örnek olaylarda tanımlanmış kısıtlayıcı koşul ve talepleri veri kabul ederek, farklı derslerde edinmiş oldukları kazanımları birlikte kullanarak; *Projeye Dayalı Öğrenme* (PBL) yaklaşımıyla ormancılık mal ve hizmetleriyle, sistem veya süreçlerini tasarlayabilme becerisi kazandırmak” olmalıdır. Sydenham’ın (2004) da belirttiği gibi proje hazırlamak; tanımlama, planlama, organize etmek, izleme, iletişim kurma ve karar verme gibi adımlar halinde çalışmayı gerektirir ve bu adımların her biri birer tasarım görevidir. Bu nedenle, işlevsiz, amaçsız bir konu listesi vermek yerine tanımlanmış koşullar altında ve proje yönetimi anlayışıyla çalışılabilecek bir tasarım yaklaşımı benimsenmelidir.

Dersin İçeriği: Proje yönetimi anlayışına ve mantıksal çerçeve yaklaşımına uygun olarak Orman mühendislerinin üretmesi beklenen mal, hizmet, sistem ve süreçleri *Projeye Dayalı Öğrenme* yaklaşımıyla tasarlayabilmek için gerekli analizleri; temel bilimler, ormancılık teknik bilimleri ve sosyal bilimlerinden en az ikisini bütünleştirerek uygulayabilmesini sağlayacak uygulamalı analiz ve çalışmalarından oluşmalıdır.

Dersin Öğretim Yöntemleri: Mühendislik tasarımı dersi, öğretim üyelerinin teorik açıklama ve anlatımları yerine,

ders izlenice formunda (Çizelge 4) haftalık olarak açıklanan analiz ve işlemlerin, tasarım modülüyle ilgili bilim dallarından seçilmiş sorumlu öğretim üyelerinin danışmanlığı ve gözetimi altında ve sınıf ortamında, öğrencilerce gerçekleştirilecek proje çalışmalarına dayanmalıdır. Çizelge 4’den görüldüğü gibi, haftalık plan, Şekil 1’deki tasarım adımlarıyla uyumlu olmalı veya Sydenham’ın (2004) çalışmasında örneklendiği gibi, alana özgü ve tasarım süreci tanımlanmalıdır. Öğrencilerden tasarım için gerekli analizleri yaparak sınıfa gelmeleri istenmemeli, aksine sınıf ortamında öğretim üyesi – öğrenci birlikteliğinde bu analizler yapılmalı, eksiklikler sınıf dışı tamamlama çalışması olarak bırakılmalıdır. Bu nedenle, ilk hafta “Tasarım çalışmasında izlenecek sürecin açıklanması, tasarım yapılacak örnek olayların dağıtımı, uygulama kurallarının açıklanması” şeklinde bir teorik bilgilendirmeye yetinilmeli ve Çizelge 4’de gösterilen haftalık uygulamalara geçilmelidir. Ders kapsamında öğrenciler tarafından yapılan analizlerin çıktısı olan SWOT tablosu, problem ağacı, hedef ağacı, çalışma planları, bütçeler, ekonomik analizler, .. vb sonuçlar, tanımlanmış bir formata göre hazırlanacak proje metni içerisinde dersin temel kazanımlarının kanıtlarını oluşturmalıdır.

Mühendislik tasarımı dersini vermekle görevlendirilen öğretim üyelerinin, Çizelge 4’deki haftalık programı uygularken, nasıl bir iş akışını izleyecekleri ayrıca açıklanmalıdır. Bu iş akış diyagramı öğrencilerle dönem başı paylaşılmalı ve öğrencilerin de önerilerini görebildikleri bir çalışma düzeni kurulmalıdır.

Çizelge 4. Ders izlenice formu için önerilen uygulama planı

Hafta	Dersin Uygulama Konu Başlıkları	Tasarım Aşamaları
1	İlgi grupları ve durum analizlerinin örnek olaylara uygulanması, farklı örnek olaylar için yapılan analiz çıktılarının sunumlarla paylaşımı ve geliştirilmesi	Gereksinimler
2	Yapılan ilgi grupları ve durum analizlerine dayanarak, hazırlanacak projelerin mevcut durum başlığının ilk yazımının gerçekleştirilmesi, projenin sonraki başlıklarını ilgilendiren analiz çıktılarına ait notların alınması	Problem analizi
3	Problem analizi ve hedefler hiyerarşisinin örnek olaylar özelinde kurulması, farklı örnek olaylar için yapılan analiz çıktılarının gruplar arası sunumlarla paylaşımı ve geliştirilmesi	Problemin ifadesi
4	Hazırlanacak projenin gerekçe başlığının ilk yazımının yapılması farklı gruplarca hazırlanmış gerekçe başlıklarının incelenmesi ve tartışılarak geliştirilmesi	
5	Hedefler hiyerarşisinden mantıksal çerçeveye geçiş yapılması ve örnek olaylar özelinde proje kalkınma amaçları ile proje amaçlarının oluşturulması	
6	Hazırlanan proje amaçlarını temel alarak ve mantıksal çerçeve yaklaşımına uygun olarak; çıktıların oluşturulması, farklı gruplarca yazılmış çıktı örneklerinin yazım kurallarına uygunluğunun irdelenerek, çıktıların geliştirilmesi	
7	Belirlenen çıktılara göre ve ilgili diğer derslerde edinilen bilgi ve becerileri kullanarak proje faaliyetlerinin örnek olay özelinde oluşturulması, oluşturulan faaliyetlerin sunumlarla paylaşılarak, yazım kuralları açısından geliştirilmesi	Kavramsal tasarım
8	Mantıksal çerçeve yaklaşımına uygun olarak ve başkaca derslerde öğrenilen bilgileri kullanarak, oluşturulmuş faaliyetler için gerekli girdilerin belirlenmesi, saptanan girdilerin yazım kurallarına uygun olarak proje metinlerine aktarılması ve sunumlarla geliştirilmesi	
9	Mantıksal çerçevenin amaç, çıktı, faaliyet ve girdilerinin bir bütün olarak irdelenerek proje çalışma planı haline dönüştürülmesi, çalışma planlarının grup sunumlarıyla geliştirilmesi	
10	Mantıksal çerçeve bileşenleri ile çalışma planını temel alarak ve adına proje hazırlanan kurumun bütçeleme kurallarına uygun bütçenin oluşturulması, tasarımın ekonomik analizinin yapılması, olası alternatif çözüm yollarının karşılaştırılarak en uygun yaklaşımın netleştirilmesi, gerekçe başlığının çözümler kısmının yazımı	Seçilen şemalar ve somutlaştırma
11	İlgi grupları analizinden yararlanarak proje faydalananlarının belirlenmesi, kurulan mantıksal çerçeveyi uygulamaya sokabilecek bir proje uygulamaları idare modelinin tasarlanması, sunumlarla tartışma ve geliştirme	Ayrıntılandırma
12	Kurulan mantıksal çerçeve ve proje idari yapısına yönelik risk ve varsayımların analiz edilmesi, tasarımı risklere karşı dayanıklı hale getirmek için alınması gereken önlemlerin belirlenerek, mevcut tasarımda yapılması gereken iyileştirmelerin gerçekleştirilmesi, önkoşul, temel risk ve varsayımların gösterimi, grup sunumlarıyla tartışma ve geliştirme	Geri Besleme
13	Tasarımın uygulanma döneminde ve sonrasında yapılacak izleme ve değerlendirme altyapısının kurulması, başarı göstergelerinin, doğrulama araçlarının saptanarak proje metnine aktarılması, grup sunumları ve tartışmalarla geliştirilmesi	Ayrıntılandırma
14	Oluşan tasarımın ön değerlendirme kurallarına uygun olarak incelenmesi, tasarımı ifade eden proje metninin içerdiği tüm başlıklara son şekillerinin verilmesi, sunumlarla paylaşımı, tasarım gruplarına diğer gruplara dış değerlendirme yaptırarak deneyim geliştirilmesi	Geri besleme

Mühendislik tasarımına temel olacak projenin oluşturulması için gerekli analiz ve çalışmaların haftalık plana göre öğrencilerce yapılması, çıktıların programa göre sorumlu öğretim üyelerince incelenerek geliştirilmesi dersin temel öğretim yaklaşımı olmalıdır. Bu amaçla tasarımın bazı aşamaları öğrenci hazırlık ödevi olarak ders öncesine bırakılırken, çoğu sınıf ortamında ve sorumlu öğretim üyelerinin katılımıyla hazırlanmalı fakat her aşamada yapılan çalışmaların sınıf sunumlarıyla paylaşımı sağlanmalıdır. Farklı grupların ortak sunum ortamlarında tartışabilecekleri fırsatlar yaratılarak, öğrencilerin bakış ve kavrayışları geliştirilmelidir.

Orman mühendislerinin üretmesi beklenen mal ve hizmetler ile yönettiği süreç ve sistemler dikkate alındığında, oldukça zengin bir sorumluluk alanı karşımıza çıkmaktadır. Buna karşılık bu üretimin dayandığı temel, teknik ve sosyo ekonomik bilgilerin çoklukla VII. ve VIII. yarıyıldan verildiği görülmektedir. Örneğin ıslah edilmiş bir erozyon sahası elde edebilmek veya bu alanda tasarım yapabilmek için ağaçlandırma tekniğinden, sel kontrole, sosyal ormancılıktan meteoroloji veya ekolojye uzanan pek çok ders kazanımının bütünleştirilmesi gereklidir. Bu nedenle, VII. yarıyıldan tek bir mühendislik tasarımı dersi yerine VII. ve VIII. yarıyıldarda farklı Tasarım Projelendirme Modülleri oluşturmak ve öğrencilerin her yarıyıl bu modüllerden birini seçimlik ders şeklinde almasını sağlayarak, en az iki alanda tasarım deneyimi yaşama fırsatı vermek ideal yaklaşımdır. Müfredatı oluşturan tüm derslerin toplam kredi ve AKTS sorunlarını aşmak için, mevcut derslerin yapısında dahi değişikliklerin yapılması düşünülmelidir. Bu anlayışla, İÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği programında yer verilebilecek Tasarım projelendirme modül önerileri aşağıda tanıtılmaktadır.

**Floristik Mühendislik Tasarımları Modülü:** Bu modülün amacı bir bitkinin yetiştirilmesi, korunması veya geliştirilmesi düşüncesiyle gerçekleştirilen ormancılık uygulamaları alanında öğrencilere temel, teknik ve sosyal bilgileri bütünleştirici bir bakış kazandırmak olmalıdır.

Bu modül altında yapılacak tasarımların *Matematik I, II, Fizik, Genel Botanik, Jeoloji, Toprak İlimi, Ağaç Fizyolojisi, Ekonomi, Gymnospermae, Angiospermae, Fitopatoloji, Orman Ekolojisi, Silvikültürün Biyolojik Temelleri, Silvikültür Tekniği, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Proje Yönetimi* zorunlu dersleri ile *Meteoroloji ve Klimatoloji, Bitki sosyolojisi, Genel Ekoloji, Ekofizyoloji, Bitkisel Biyoçeşitlilik, Kavak ve Hızlı Gelişen Türler* seçimlik derslerinde kazanılan bilgiyi; öğrencilerin bir ürün, hizmet veya süreç dönüşürülebildiğini kanıtlaması hedeflenmelidir. Ders dönem düzenlemeleri yaparak, bu modül içerisinde Ağaçlandırma ve fidanlık ile mera amenajmanı konularının da bütünleştirilmesi mümkündür.

Tasarım çalışmasının bitkiye dayalı yetiştirme tekniklerine dayanacağı dikkate alınarak *Silvikültür Ana bilim Dalından* bir öğretim üyesi *Floristik Mühendislik Tasarımı Modül Koordinatörü* olarak görevlendirilmeli, *Toprak İlimi ve Ekoloji, Orman Botaniği, Ormancılık Ekonomisi ve Havza Yönetimi* Ana bilim dallarından birer öğretim üyesi *Destekleyici ve Değerlendirici* öğretim üyesi olarak bu modül çalışmalardan sorumlu tutulmalıdır.

**Faunaya Dayalı Mühendislik Tasarımları Modülü:** Bu modülün amacı öğrencilere, bir hayvanın yetiştirilmesi, nakli, korunması, habitatının restorasyonu veya yönetimi konularına odaklanmış ormancılık çalışmalarında, ilgili

temel bilimlerle, teknik ve sosyal bilimleri bütünleştirici bir tasarım becerisi kazandırmak olmalıdır.

Bu modül altında yapılacak tasarımların; *Zooloji, Orman Entomolojisi, Yaban Hayatı Bilgisi, Jeoloji, Orman Ekolojisi, Genel Hukuk Esasları, Matematik I, II, İstatistik Yöntemler, Ormancılık Politikası, Proje Yönetimi, Ölçme Bilgisi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Foto Yorumlama ve Uzaktan Algılama, Ormancılık Hukuku*, zorunlu dersleriyle *Meteoroloji ve Klimatoloji, Genel Ekoloji, Orman İçi Su Ürünleri, Ekolojik Restorasyonun Temelleri, Ormanda Doğa Korumanın Biyolojik Temelleri, Doğa Koruma ve Korunan Alanlar, Yaban Hayvanları Üretim Teknikleri, Yaban Hayvanları Yem Bitkileri* seçimlik derslerindeki kazanımların mezunlarca bütünleştirilebildiğini kanıtlaması hedeflenmelidir.

Yapılacak tasarımın faunaya dayanması nedeniyle modül koordinatörü *Orman Entomolojisi ve Koruma Ana Bilim Dalından* atanmalıdır. Modül çalışmalarında temel bilimleri temsilen *Toprak İlimi ve Ekoloji*, teknik bilim desteği sağlamak üzere *Ölçme Bilgisi ve Kadastro*, sosyal bilimleri temsilen ise *Ormancılık Politikası ve Yönetimi* ile *Çevre ve Ormancılık Hukuku* Ana Bilim Dallarından Destekleyici ve Değerlendirici öğretim üyeleri bu modülde görevlendirilmelidir.

**Sosyal Amaçlı Mühendislik Tasarımları Modülü:** Bu modülde amaç; öğrencilere, toplumsal bir sorunun ortadan kaldırılması veya sürdürülebilir kalkınma anlayışına uygun bir sosyal yapının oluşturulması düşüncesine dayanan ormancılık çalışmalarında, sosyal bilimlerle, ormancılık teknik bilimlerini bütünleştirilebildiğini kanıtlayacak tasarımlar yaptırmak olmalıdır. Bu modül çalışmalarında, sosyal ormancılık yaklaşımlarında örneği görülen bitki (agroforestry) veya hayvana dayalı (silvopastoral) üretim sistemleri ile sosyal analizlerin bütünleşmesi hedeflenmelidir. Bu modül tasarımlarının *Matematik I ve II, Ekonomi, Genel Hukuk Esasları, Ormancılık Politikası, Silvikültürün Biyolojik Temelleri, Yaban Hayatı Bilgisi, Silvikültür Tekniği, Proje Yönetimi* zorunlu dersleriyle, *Sosyoloji, Ormancılık Tarihi, Orman İçi Su Ürünleri, Halkla İlişkiler, Kavak ve Hızlı Gelişen Türler, Doğa Koruma ve Korunan Alanlar* seçimlik derslerinde kazanılan birikimi kullanması beklenmelidir.

Bu modülün *Ormancılık Ekonomisi, Ormancılık Politikası ve Yönetimi* veya *Çevre ve Orman Hukuku* Ana Bilim Dalından görevlendirilecek bir öğretim üyesince Koordine edilmesi, tasarımların teknik boyutu ise *Silvikültür ve Orman Entomolojisi ve Koruma Ana Bilim Dallarının* görevlendireceği Destekleyici ve Değerlendirici öğretim üyelerince sağlanmalıdır.

**Ormancılıkta Hizmet Üretim Sistemleri Tasarım Modülü:** Bu modülde amaç öğrencilere, kısıtlı koşullar altında en az bir yol, köprü vb. sanat yapısı ile bitkilendirme çalışmasını içeren toprak, su koruma, sel, çığ önleme vb. amaçlara hizmet edebilecek bir sistemi ormancılığın farklı teknik bilimlerini birlikte kullanarak tasarlayabilme yeteneği kazandırmak olmalıdır.

Bu modül kapsamında yapılacak tasarımların; *Matematik I ve II, Fizik, Genel Botanik, Jeoloji, İstatistik Yöntemler, Bilgisayar Yazılım Uygulamaları, Teknik Resim, Bilgisayar Destekli Tasarım, Ölçme Bilgisi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Foto Yorumlama ve Uzaktan Algılama, Orman Yolları, Toprak Koruması, Orman Transport Tekniği, Proje Yönetimi, Silvikültürün Biyolojik Temelleri, Sel ve Çığ*

*Kontrolü, Silvikültür Tekniği* zorunlu derslerinde öğrencilerin elde ettiği kazanımları kullandırması, *Meteoroloji ve Klimatoloji, Mühendislik Mekaniği, Ormancılıkta İnşaat Bilgisi, Ormancılıkta İhale Esasları, Ormancılıkta Sanat Yapıları, Harita bilgisi, Ormancılık Uygulamalarının Bilgisayar Ortamında Projelendirilmesi* seçimsel derslerine olabildiğince atfı yapılması gereklidir.

Modülün dayandığı teknik yapı dikkate alınarak *Orman İnşaatı ve Transportu* Ana Bilim Dalından bir öğretim üyesince koordine edilmesi, *Toprak İlimi ve Ekoloji* Ana Bilim Dalının temel bilim, *Havza Yönetimi, Ölçme Bilgisi ve Kadastro ile Silvikültür* Ana Bilim Dallarının ise teknik bilimleri zenginleştirici katkı yapmak üzere, Destekleyici ve Değerlendirici öğretim üyeleriyle modülde yer alması gereklidir.

Geleneksel Ormancılık Ürünleri Tasarım Modülü: Modülün amacı öğrencilere, ormancılığın odun hammaddesi, odun dışı ürünler vb. görünür mal şeklindeki çıktılarını üretebilen sistemleri temel, teknik ve sosyal bilimlerin bütünleştirildiği bir şekilde tasarlayabilme becerisi vermek olmalıdır.

Bu modül kapsamında; *Genel Kimya, Genel Botanik, Matematik I ve II, Fizik, Ağaç Fizyolojisi, Bilgisayar Yazılım Uygulamaları, Ekonomi, Gymnospermae, İstatistik Yöntemler, Toprak İlimi, Angiospermae, Fitopatoloji, Genel Hukuk Esasları, Orman Ekolojisi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Dendrometri, Orman Yolları, Silvikültürün Biyolojik Temelleri, Orman Hasılat Bilgisi, Orman Transport Tekniği, Proje Yönetimi, Silvikültür Tekniği* zorunlu ders kazanımlarının tasarımlarda mutlaka kullanılması, yapılacak çalışmalarda olabildiğince *Temel Bilgi Teknolojisi, Meteoroloji ve Klimatoloji, Odun dışı orman ürünleri tanımı, Bitkisel Biyoçeşitlilik, Bitki sosyolojisi, Orman Ürünleri Enerji İlişkileri, Orman Altı Odunsu Bitkiler, Süs bitkileri kullanımı* seçimsel derslerine yer verilmesi hedeflenmelidir.

Modülün içerdiği tasarım projelerinin sürdürülebilir bir faydalanma düzeni kurması esas olmalıdır. Bu nedenle modül çalışmalarının *Orman Amenajmanı* Ana Bilim Dalından bir öğretim üyesince koordine edilmesi, Orman Hasılatı ve Biyometri, Silvikültür, Orman İnşaatı ve Transportu ve Ormancılık Ekonomisi Ana Bilim Dallarından birer Destekleyici ve Değerlendirici öğretim üyesinin çalışmalarda yer alması gereklidir.

Sosyo teknik ormancılık çalışmaları tasarım modülü: Modülün amacı öğrencilere orman kadastro gibi hukuki ve teknik yapısı iç içe geçmiş, halkla ilişkiler açısından sorunlu ormancılık problemlerinin çözümü için gerekli sosyal, hukuki ve teknik çalışmaları bütünleştirebileceklerini kanıtlayan tasarımlar yaptırmak olmalıdır.

Bu modül kapsamında; *Matematik I ve II, Fizik, Jeoloji, Bilgisayar Yazılım Uygulamaları, Teknik Resim, Bilgisayar Destekli Tasarım, Ölçme Bilgisi, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Foto Yorumlama ve Uzaktan Algılama, Genel Hukuk Esasları, Orman Ekolojisi, Ormancılık Politikası, Ormancılık Yönetim Bilgisi, Proje Yönetimi, Sosyoloji, Ormancılık Tarihi, Halkla İlişkiler, Ormancılık Hukuku, Meslek Hukuku, Bitki sosyolojisi* zorunlu ve seçimsel ders kazanımlarının bir mühendislik tasarımı içerisinde bütünleştirilmesi hedeflenmelidir.

Modül çalışmalarında hukuk ve ölçme bilgisinin denkliliği dikkate alınarak, Çevre ve Orman Hukuku veya Ölçme Bilgisi ve Kadastro Ana Bilim Dalından biri

tarafından koordine edilmesi, Ormancılık Politikası ve Yönetimi ile çalışmaların biyolojik yönünü hatırlatmak üzere, Silvikültür veya Orman Botaniği Ana Bilim Dallarından Destekleyici ve Değerlendirici öğretim üyeleri ile zenginleştirilmesi gereklidir.

Öğrenci grupları: Tasarım Projelendirme Modüllerinde yer alacak öğrenci sayıları her dönem toplam öğrenci sayısının eşit dağıtımıyla sağlanmalıdır. Mühendislik Tasarımı dersini alan öğrencilerden, yukarıdaki modüllerden o dönem açılan proje modüllerinden birini seçmeleri ve tüm dönem boyunca bu modül içerisinde bir projeyi, grup üyesi olarak hazırlayarak, sınav evrakı şeklinde teslim etmeleri istenmelidir. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Lisans Programı Çıktılarından Çıktı 6'nın hedeflediği "Disiplin içi ve çok disiplinli takımlarda etkin biçimde çalışabilme becerisi; bireysel çalışma becerisi" kazandırmak üzere, öğrencilere gruplar halinde proje çalışması yaptırılmalı, bireysel çalışmalardan kaçınılmalıdır. Buna karşılık bireysel çabalar arası farklılığı, ders geçme notlarında dikkate alabilmek için dönem içi öğrenci izleme düzenleri geliştirilmelidir.

Sorumlu Öğretim Üyesi / Üyeleri: Yukarıda tanımlanan tasarım modüllerinin içerik ve amaçlarına uygun olarak, Orman Mühendisliği bölümü öğretim üyeleri arasından görevlendirilecek bir kurul marifetiyle Mühendislik Tasarım öğretimi yapılmalıdır. Bu kurul Bölüm Mühendislik Tasarımı Koordinatörü, Modül Koordinatörleri ve Destekleyici, Değerlendirici Öğretim üyelerinden oluşmalıdır. Kurul üyeleri, her dönem öncesinde, açılacak tasarım modüllerinde çalışılacak örnek olayları hazırlamalı ve modül amacına uygun hedefleri gerçekleştirmek üzere, derslere katılmalıdır.

Dünyada en yaygın tasarım öğretim yöntemi olarak, Projeye Dayalı Öğrenme yaklaşımı benimsendiği dikkate alınarak, Orman Mühendisliği Müfredatında yer alan Proje Yönetimi dersinin sorumlusu, Bölüm Mühendislik Tasarımı Koordinatörü olarak atanmalıdır. Tasarım Koordinatörü yukarıda belirtilen tüm tasarım modüllerinde dersin belirlenen ilkelere göre yürütülmesinden sorumlu tutulmalı ve ders dönemi öncesinde ve sırasında, görev almış tüm öğretim üyeleriyle birlikte dönem çalışma planını hazırlayıp, uygulanmasına katılmalıdır.

Modül Koordinatörleri ve Destekleyici, Değerlendirici Öğretim Üyeleri ise, modüller açıklanırken yukarıda belirtilen ana bilim dallarının görüşleri alınarak ve tercihen, modülde bütünleştirilmesi amaçlanan derslerden en az birini yürütme sorumluluğu almış öğretim üyeleri arasından görevlendirilmelidir. Böylelikle, verilen derslerle mühendislik tasarım çalışmaları bağlantılı hale getirilmelidir.

Modül koordinatörünün görevi, Mühendislik Tasarım Koordinatörüyle ve destekleyici değerlendirici öğretim üyeleriyle uyum içerisinde, modül çalışmalarını yönetmek, eğitim alan öğrencilerin kayıt, görevlendirme, sınıf içi çalışmaları izleme, sınav işlerini yapmak ve öğretim çalışmalarında eş güdümlü sağlamak olmalıdır.

Destekleyici, Değerlendirici öğretim üyeleri ise, Mühendislik Tasarımı dersin ortak hedefiyle, üyesi oldukları modülün amaç ve kapsamını, sorumlu olacakları öğrenci sayılarını dikkate alarak, her dönem yapılacak tasarım çalışmasına temel olacak örnek olayların ders dönemleri öncesinde yazımından ve dönem içi öğretim çalışmalarının yürütülmesinden sorumlu tutulmalıdır. Örnek olayların hazırlanması sırasında gerçek verilerden yararlanılabileceği

gibi, kuramsal veri ve değişkenler de üretilebilir. Ancak hazırlanan örnek olayın İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Lisans Programı Çıktılarındaki (Bkz. Çizelge 1, No 1-5) Çıktı 1, 2, 3, 4 ve 5' hedeflere erişime hizmet edecek bir içerikte olmasına özel önem verilmelidir. Bu noktada da, ormancılık tasarımlarıyla, evrensel tasarım anlayışlarının uyumunu sağlayabilmek üzere, Armstrong (2008)'de açıklandığı gibi, tasarımın yanıtlanması gereken ihtiyaçlar, erişmesi gereken vizyon konusunda yön gösterici örnek olaylar yazılmalıdır. Örnek olaylarda irdelenen problemlerin öğrencileri yakınsak veya rıksak düşünme biçimlerinden hangilerine yönlendirdiği görülebilmelidir. Örnek olayların, Dym'in, (1994) belirttiği gibi; açık uçlu olma, iyi yapılandırılmama özelliklerine ne kadar uyduğu kontrol edilmelidir. Destekleyici ve Değerlendirici öğretim üyeleri, örnek olaylardaki sorunların öğrencilerce anlaşılması, çözümlere dönüştürülmesi ve bir tasarıma evrilmesi noktalarında kolaylaştırıcı rol üstlenmeli, gerektiğinde açıklamalar yaparak, öğrencilerin kavrayışlarını pekiştirmelidir. Bu öğretim üyeleri, dönem sonunda ise sınıf içi çalışmaların, sınav evrakının ve poster sunumların notlandırılmasında jüri üyesi olarak görev almalıdır. Özgen ve Bayazıt'ın (2015) ifade ettiği gibi, öğrencilerin mesleki uygulama geleneklerine uygun tasarımlar yapmalarına yardım etmek ve akademik bakışı zenginleştirici tasarımlar oluşmasına katkı sağlamak üzere, projelendirme ve tasarım deneyimli profesyonel meslektaşların, Mühendislik Tasarım Koordinatörü tarafından farklı modül çalışmalarına katkı vermek üzere, belirli haftalarda veya sürelerde çalışmalara davet edilmesi gereklidir.

## 6. Sonuç

İÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümünde, akredite olma süreciyle başlayan mühendislik tasarımı öğretim deneyimi henüz ilk adımlarını atmaktadır. Bu adımların sadece akredite olmak isteyen bölümlerce izlenmesi yeterli değildir. Mühendislik tasarımı öğretim eksikliği, aslında ülke ormancılık uygulamalarının planlama ve yönetim kalitesinin iyileştirilmesine kökten katkı yapabilecek yeni bir girişimdir.

Mühendislik tasarımı öğretiminin olması gereken içerikte ve yetkinlikte verilebilmesi halinde, uygulamadan sorumlu ormancılık kurum temsilcilerinden gelen mezunlarımızın sahip olduğu bilgileri kullanma becerilerinin düşüklüğü, eğitim öğretimin uygulamanın ihtiyaçlarından uzak kaldığı şeklindeki eleştirilerinin azaltılmasına büyük katkı yapabileceği ortadadır.

Diğer yandan, mühendislik tasarımı öğretimi bir derste öğrenilen bilginin başka ders birikimleriyle sentezlenmesi, üzerinde konuşulmamış şartlar dışında kalan olası durumlar üzerinde öğrencinin düşünmesini sağlayarak, bilginin bilinç halini almasına katkı yapabilecek bir girişimdir. Bu nedenle, tek bir derse tasarım öğretim görevi yüklemek yerine, tasarım öğretimini destekleyecek bir ders ortamının müfredat bütünlüğü içerisinde kurulması gereklidir.

Bu nedenlerle, aslında akredite olmak gibi bir düşüncesi olmasa da, diğer orman fakültelerinin Orman Mühendisliği programlarında da, projeye dayalı öğrenme yaklaşımıyla mühendislik tasarımı konusunda arayışların başlaması, doğru ve yararlı bir girişim olacaktır. Üstelik başkaca kurumlarda, başka öğretim kadrolarının yapacağı inceleme ve tartışmalar, İÜ Orman Fakültesi'nde başlayan ve

“deneme yanılma” yöntemiyle doğruyu bulma yoluna girmiş gibi görünen öğretim girişiminin, iyileştirilmesi yönünde de etkiler yapabilecektir. Orman Mühendisliği alanında mühendislik tasarımı öğretiminin, İÜ Orman Fakültesi örneğinde verebileceği sonuçları beklemek ve ardından bu alanda inisiyatif almak yolu tercih edilmemelidir. Bilindiği gibi, kurum içi özel hedefler, çekişmeler bazen doğruyu bulmayı geciktirmekte veya hiç bulunamamasına neden olmaktadır. Bu nedenle, her zaman bir eleştiri konusu yapılan ülkedeki orman mühendisliği program sayısının çokluğu, bir avantaj haline getirilmeli ve her programın kendi mühendislik tasarım anlayışını ortaya koyarak, diğerlerinin gelişimine katkı yapan bir bilimsel dayanışma, öğretim sorumluluğu örneği vermesi beklenmelidir.

## Teşekkür

Bu çalışma 18-20 Ekim 2017 tarihlerinde Isparta'da düzenlenen “International Symposium on New Horizons in Forestry (ISFOR 2017)” adlı uluslararası sempozyumda sözlü bildiri olarak sunulmuş ve İngilizce özeti sempozyum kitabında yayınlanmıştır.

## Kaynaklar

- Anonim, 2014a. Orman Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Tasarımı I – II Derslerinin Uygulanma Yönergesi, Yayınlanmamış kurumsal belge, 14 sayfa.
- Anonim, 2014b. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Mühendislik Tasarımı I-II Derslerinin Uygulanmasına İlişkin Bilgiler, Yayınlanmamış kurumsal belge, 4 s.
- Anonim, 2015. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Mühendislik Tasarımı Dersi Uygulama Esasları, Yayınlanmamış kurumsal belge, 11 sayfa.
- Anonim, 2017. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Eğitim Öğretim İzleme ve Geliştirme Komisyonu 2016 - 2017 Eğitim Öğretim Yılı Güz Yarıyılı Raporu (Yayınlanmamış idari rapor, 37 sayfa).
- Armstrong, J., 2008. Design Matters, The Organisation and Principles of Engineering Design. DOI 10.1007/978-1-84628-722-0, Springer-Verlag London Limited, ISBN: 978-1-84628-722-0
- Buede, D.M., 2009. The Engineering Design of Systems, Models and Methods. Second Edition, A John Wiley & Sons, Inc., Publication, USA, ISBN 978-0-470-16402-0.
- Butcher, K., 1999. Environmental Design CIBSE Guide A. The Chartered Institution of Building Services Engineers London, ISBN: 0 900953 96 9.
- Dym, C.L., 1994. Engineering Design, A Synthesis of Views. Cambridge University Press, ISBN:0-521-44224-9.
- Dym, C.L., Agogino, A.M., Eris, O., Frey, D.D., Leifer, L.J., 2005. Engineering design thinking, teaching, and learning. Journal of Engineering Education, 94(1): 104–120.
- Dym, C.L., Little, P., Orwin, E.J., Spjut, R.E., 2009. Engineering Design, A Project – Based Introduction, Third Ed., ISBN: 978-0-470-22596-7. John Wiley & sons Inc. USA.



- Lammi M., Becker K., 2013. Engineering design thinking. Journal of Technology Education. Journal of Technology Education, 24(2): 55-77.
- Ok, K., 2007. Yarı kurak bölge ağaçlandırma ve erozyon kontrolü çalışmalarının projelendirme yaklaşımları açısından incelenmesi. Türkiye’de Yarı Kurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştayı, 7-10 Kasım 2006, I., 11-24.
- Özgen, K., Bayazıt, N., 2015. Mühendislik ve mimarlık eğitiminde tasarım öğretimi: Sorunlar. Cumhuriyet Bilim Teknoloji, Sayı 1450, s.14.
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K.H., 2007. Mühendislik Tasarımı, Sistemik Yaklaşım (Çeviren: H. R. Börklü). Hatipoğlu Yayınları, ISBN: 978-975-8322-34-3.
- Sydenham P.H., 2004. Systems Approach to Engineering Design. ISBN: 1-58053-479-1, Artech House Inc., 357 pages.
- URL 1., 2017. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü Mühendislik Tasarımı / Bitirme Çalışması Yazım Kılavuzu, <http://ee.uludag.edu.tr/wp-content/uploads/2015/04/EETasbitYazimYoner.pdf> (Erişim 12.10.2017)

## Instructions for authors

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Yazar rehberi

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

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

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

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

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

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

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

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

*Makalenin gönderilmesi:* Dergimizin tüm hakemlik ve yayıncılık faaliyetleri online olarak [DergiPark Akademik](#) üzerinden yürütülmektedir. Yazarların öncelikle dergimize “[kayıt](#)” olup sisteme “[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.

