



ISPARTA  
UYGULAMALI BİLİMLER  
ÜNİVERSİTESİ

e-ISSN: 2149-3898

# TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ



ISPARTA  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Year:  
Yıl: 2019

Volume:  
Cilt: 20

Issue:  
Sayı: 3

# TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

(TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ)

e-ISSN: 2149-3898

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

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

Year/Yıl: 2019, Volume/Cilt: 20, Issue/Sayı: 3

## Editorial board / Dergi yayın kurulu

### Editor-in-chief / Baş editör

Ramazan Özçelik

### Editors / Editörler

A. Alper Babalık

Ayşe Deligöz

Esra Bayar

Gürcan Güler

Hasan Alkan

Hatice Lehtijarvi

Hüseyin Fakir

H. Oğuz Çoban

İbrahim Özdemir

İ. Emrah Dönmez

Mehmet Eker

Mehmet Korkmaz

Mustafa Avcı

Nevzat Gürlevik

Onur Alkan

Serkan Gülsoy

Tuğba Yılmaz Aydın

Yılmaz Çatal

### Layout editor / Dizgi editörü

Süleyman Uysal

### Publisher / Yayıncı kuruluş

Isparta University of Applied Sciences

Faculty of Forestry – Isparta

### Contact / İletişim

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Orman Fakültesi, 32260, Isparta

Phone : +90 246 211 3956

Fax : +90 246 211 3948

Web : <http://dergipark.gov.tr/tjf>

E-mail : [turkjfor@isparta.edu.tr](mailto:turkjfor@isparta.edu.tr)

## Advisory board / Danışma kurulu

Alois Skoupy, Czech University of Life Science, Czech Republic

Arif Karademir, Bursa Technical University, Turkey

Asko Lehtijarvi, Bursa Technical University, Turkey

Aydın Tüfekçioğlu, Artvin Çoruh University, Turkey

Aynur Aydın, İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey

Bahar Türkyılmaz Tahta, Ege University, Turkey

Cemil Ata, Yeditepe University, Turkey

Ferhat Gökbülak, İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey

Gökhan Abay, Recep Tayyip Erdoğan University, Turkey

H. Hulusi Acar, İstanbul Yeni Yüzyıl University, Turkey

Hakkı Alma, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Turkey

İsmet Daşdemir, Bartın University, Turkey

Kani Işık, Akdeniz University, Turkey (Emeritus/Emekli)

Kenan Ok, İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey

Nihat Sami Çetin, İzmir Katip Çelebi University, Turkey

Nilgül Karadeniz, Ankara University, Turkey

Osman Karagüzel, Akdeniz University, Turkey

Sadık Artunç, Mississippi State University, USA

Veli Ortaççeşme, Akdeniz University, Turkey

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

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

CONTENTS

Research

- Comparison of tree volume equations for brutian pine stands in Eğirdir district  
*Ramazan Özçelik, Hakkı Altunkaya* ..... 149-156
- Development of a time measurement and recording tool for forestry works  
*Mehmet Eker, Yasin Kurt* ..... 157-167
- Ecological quantum analysis: Building a bias-corrected energy component table  
*Kürşad Özkan*..... 168-172
- Ethnobotanical properties of plant taxa that naturally distributed in Korgan (Ordu) province  
*Ayşe Gül Sarıkaya, Asiye Karaevli* ..... 173-179
- Morphological and physiological characteristics of seedlings of different eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) populations  
*Orhan Gülseven, Sezgin Ayan, Halil Barış Özel, Esra Nurten Yer* ..... 180-186
- Variations in cone and seed traits of Crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.) populations  
*Süleyman Gülcü, Süleyman Demir, Samet Dirlik*..... 187-194
- Classification of forest engineering department students' requirements from university by Kano's model  
*Mehmet Korkmaz, Yasin Duman* ..... 195-202
- A qualitative analysis on the performance of forest rangers in Western Mediterranean Region  
*Ersin Yılmaz, İsmet Daşdemir, Mehmet Erpulat, Süleyman Alkan, Kader Hale Güler* ..... 203-212
- Factors affecting consumers' purchasing preferences for non-wood forest products  
*Mehmet Korkmaz, Nurgül DüNDAR*..... 213-220
- Effect of the EU Water Framework Directive on water resources management in Turkey  
*Merve Bulut, Üstüner Birben* ..... 221-233
- A research on the natural resource problems and suggestions for resolving these problems in Muratdağı microwatershed  
*Nilüfer Yazıcı, İsmet Çelik*..... 234-242
- Predicting distribution of white stork (*Ciconia ciconia* Linnaeus, 1758) under climate change in Turkey  
*Halil Süel* ..... 243-249
- Production of paper from rose wastes  
*Fatma Bekdaş, Mustafa Karaboyacı* ..... 250-253
- Some physical and mechanical properties of maritime pine and poplar exposed to oil-heat treatment  
*Mehmet Taşdelen, Ahmet Can, Hüseyin Sivrikaya*..... 254-260
- Leaching properties of wood treated with copper and boron compounds combined with water repellents  
*Ahmet Can, Hüseyin Sivrikaya*..... 261-266
- Production of wood-based eco-friendly bioplastic composites using waste banana peel, pepper stalk and red pine wood flour  
*Ferhat Özdemir, Doğu Ramazanoğlu* ..... 267-273
- Prediction of future and current distribution of *Phoenix theophrasti* Gr. with using MaxEnt model and its utilization for planting design  
*Ömer Kamil Örcü*..... 274-283

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Eğirdir yöresi kızılçam meşcereleri için ağaç hacim denklemlerinin karşılaştırılması  
*Ramazan Özçelik, Hakkı Altunkaya* ..... 149-156
- Ormancılık işlerine yönelik bir zaman ölçme ve kaydetme aracının geliştirilmesi  
*Mehmet Eker, Yasin Kurt* ..... 157-167
- Ekolojik kuantum analizi: Sapma düzeltmeli enerji bileşen tablosunun yapılandırılması  
*Kürşad Özkan*..... 168-172
- Korgan (Ordu) yöresinde doğal yayılış gösteren bitki taksonlarının etnobotanik özellikleri  
*Ayşe Gül Sarıkaya, Asiye Karaevli* ..... 173-179
- Farklı doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) populasyonlarına ait fidanların morfolojik ve fizyolojik karakteristikleri  
*Orhan Gülseven, Sezgin Ayan, Halil Barış Özel, Esra Nurten Yer* ..... 180-186
- Boylu ardıç'ta (*Juniperus excelsa* Bieb.) bazı kozalak ve tohum özellikleri bakımından populasyonlar arası farklılıklar  
*Süleyman Gülcü, Süleyman Demir, Samet Dirlik*..... 187-194
- Orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin üniversite gereksinimlerinin Kano modeli ile sınıflandırılması  
*Mehmet Korkmaz, Yasin Duman* ..... 195-202
- Orman işletme şeflerinin performanslarına yönelik nitel bir çözümleme (Batı Akdeniz Bölgesi örneği)  
*Ersin Yılmaz, İsmet Daşdemir, Mehmet Erpulat, Süleyman Alkan, Kader Hale Güler* ..... 203-212
- Tüketicilerin odun dışı orman ürünlerine yönelik satın alma tercihlerini etkileyen faktörler  
*Mehmet Korkmaz, Nurgül DüNDAR*..... 213-220
- AB Su Çerçeve Direktifinin Türkiye'de su kaynakları yönetimine etkisi  
*Merve Bulut, Üstüner Birben* ..... 221-233
- Muratdağı mikro havzasının doğal kaynak sorunları ve çözüme ilişkin değerlendirmeler üzerine bir araştırma  
*Nilüfer Yazıcı, İsmet Çelik*..... 234-242
- Türkiye'de leylek (*Ciconia ciconia* Linnaeus, 1758) dağılımının iklim değişikliğine göre kestirimi  
*Halil Süel* ..... 243-249
- Gül posasından kağıt üretimi  
*Fatma Bekdaş, Mustafa Karaboyacı* ..... 250-253
- Yağlı ısıl işlem uygulanmış sahil çamı ve kavak örneklerinin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri  
*Mehmet Taşdelen, Ahmet Can, Hüseyin Sivrikaya*..... 254-260
- Su itici maddeler ile kombine edilmiş bakırlı ve borlu bileşiklerin yıkanma özellikleri  
*Ahmet Can, Hüseyin Sivrikaya* ..... 261-266
- Atık muz kabuğu, biber sapı ve kızılçam odununu kullanılarak biyoplastik kompozit üretimi  
*Ferhat Özdemir, Doğu Ramazanoğlu* ..... 267-273
- *Phoenix theophrasti* Gr.'nin iklim değişimine bağlı günümüz ve gelecekteki yayılış alanlarının Maxent Modeli ile tahmini ve bitkisel tasarımda kullanımı  
*Ömer Kamil Örucü*..... 274-283

## Comparison of tree volume equations for brutian pine stands in Eğirdir district

Ramazan Özçelik<sup>a,\*</sup> , Hakkı Altınkaya<sup>b</sup> 

**Abstract:** In this study, tree volume equations have been developed for Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.). The data was obtained from the natural brutian pine stands in Eğirdir region. Totally of 405 trees are sampled and randomly separated into the two groups. Since there is no real independent dataset, two-fold evaluation scheme was applied and the prediction performance of 18 models was evaluated. For this purpose, four different criteria values were used: mean error (*MD*), mean absolute error (*MAD*), coefficient of determination ( $R^2$ ) and root mean square error (*RMSE*). The prediction performances of the models were evaluated on the basis of relative ranking. As a result of the evaluations, the most successful results were obtained with Model 4, while the most unsuccessful results were obtained with model 6. The obtained results suggested that Model 4 should be used to more reliable volume predictions for natural brutian pine stands in Eğirdir Region

**Keywords:** Brutian pine, Volume prediction, Nonlinear models, Diameter, Relative rank

## Eğirdir yöresi kızılçam meşcereleri için ağaç hacim denklemlerinin karşılaştırılması

**Özet:** Bu çalışmada, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) için ağaç hacim denklemleri geliştirilmiştir. Veriler, Eğirdir yöresi doğal kızılçam meşcerelerinden elde edilmiştir. 405 örnek ağaç ölçülmüş ve tesadüfi olarak iki gruba ayrılmıştır. Gerçek anlamda bağımsız veri setine sahip olunmadığı için çapraz geçerlilik testi uygulanarak, 18 modelin ortalama hata (*MD*), ortalama mutlak hata (*MAD*), belirtme katsayısı ( $R^2$ ) ve hata kareler ortalamasının karekökü (*RMSE*) değerleri hesaplanmıştır. Modellerin tahmin performansları, bu dört ölçüt değeri esas alınarak hesaplanan model nisbi sıralarına göre değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, en başarılı sonuçlar Model 4 ile elde edilirken, en başarısız sonuçlar model 6 ile elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Eğirdir yöresi doğal kızılçam meşcerelerinde güvenilir hacim tahminleri için Model 4'ün kullanılmasını önermektedir.

**Anahtar kelimeler:** Kızılçam, Hacim tahmini, Nonlinear models, Çap, Nisbi sıra

### 1. Introduction

Tree volume prediction is an key tool for estimating volume at different merchantable heights (Dieguez-Aranda et al. 2006), estimating woody biomass and assessment of carbon stocks (Zianis et al., 2005; Castedo-Dorado et al. 2012), forest management and planning (Rodríguez et al. 2014), monitoring forest health and productivity (Gómez-García et al., 2015), and future projections of the forest products industry (de-Miguel et al. 2012). Thus, flexible and reliable volume estimation methods that also can be easily integrated to any growth and yield models are needed in order to estimate the single tree and stand volumes in Turkey (de-Miguel et al., 2012).

Tree volume equations and tree volume tables are the most popular methods for estimating the tree stem and timber volume since the past. Single, double and multi-entry tree volume models have been used to generate tree volume tables (Burkhart and Tome, 2012). It is seen that a large number of different types of models are used in the studies to develop tree volume equations (Ritchie and Hann, 1984; Hjelm and Johansson, 2012; Rachid et al., 2014). In Turkey, tree volume equations have been developed by various researchers on a regional basis (Bozkuş and Carus, 1997; Yavuz, 1999; Özkurt, 2000; Sakıcı and Yavuz, 2003; Mısır

and Mısır, 2004; Kahrman et al., 2017; Özçelik and Çevlik, 2017; Özçelik and Kalkanlı, 2018; Sakıcı et al. 2018).

Brutian pine is one of the most important commercial tree species in Turkey. According to the latest forest inventory data, Brutian pine covers more than 5.7 million hectares and has about 270 million m<sup>3</sup> growing stock in our country (OGM, 2018). On the other hand, brutian pine forests play a key tool in important environmental issues such as protecting biodiversity, protection of soil and water resources, and reducing the negative impact of climate change.

Therefore, in the development of strategies for the management and planning of Brutian pine forests, wide geographic distribution, and related ecological conditions must be taken into consideration. However, in forest management plans, it is often observed that the same volume tables are used in large geographical regions without considering the differences in the growing environment. As a result of this, large and unacceptable errors can occur in volume predictions when applying a tree volume equation to trees in different areas (Brooks et al., 2008). Pillsbury et al. (1995) indicated that when volume tables or equations used by foresters without verification of their appropriateness, this practice can lead to errors in volume estimates of 40% or more. Therefore; tree volume

✉ <sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta  
<sup>b</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): rozcelik15@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 15.05.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 25.06.2019



**Citation** (Atıf): Özçelik, R., Altınkaya, H., 2019. Comparison of tree volume equations for brutian pine stands in eğirdir district. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 149-156.  
DOI: [10.18182/tjf.566019](https://doi.org/10.18182/tjf.566019)

tables should be generated by considering regional differences (Brooks and Wiant, 2008).

In recent years, Turkey has adopted the principles of multipurpose and ecologically-based forest management. Therefore, the General Directorate of Forestry needs to develop growth and yield prediction models for the management of forest resources. As indicated by Klos et al. (2007), one of the essential building blocks in forest growth and yield modeling are the equations for estimating individual tree volume of different tree species. However, individual tree volume equations for major tree species have not been developed in different local environmental conditions of Turkey. Since accurate volume estimations depend heavily on local environmental conditions. Therefore, successful implementation of ecosystem-based functional planning studies for brutian pine stands necessitated the development of tree volume equations for different ecological regions or local environmental conditions. On the other hand, developed individual stem volume models could help forest managers to account for regional variations in tree volume and sustainable forest management applications.

The primary objectives of this study were to develop and compare eighteen different volume equations for more accurate tree volume estimates for natural Brutian pine stands in Eğirdir Region.

**2. Material and methods**

**2.1. Material**

Data were obtained from the natural Brutian pine stands in Eğirdir Region, Isparta. Sample trees were obtained throughout the area of distribution of Britian pine in the Eğirdir Region. Total of 405 sample trees was selected for this study. The trees also were subjectively selected to ensure a representative distribution by diameter and height classes within stands. Trees possessing multiple stems, broken tops, obvious cankers or crooked boles were not included in the sample. Diameter (*d*-diameter at breast height) of the trees were measured by the electronic caliper with the precision of 0.1 cm before cutting and the height (*h*) of the trees were measured by the tape measure with the precision of 0.05 cm. Actual cubic volume for each tree was estimated using overlapping bolts method described by Bailey (1995).

The data were randomly divided into two groups as Group I and Group II, each containing 203 and 202 trees, respectively. Distributions of the dataset for Group I and Group II by diameter and height classes and descriptive statistics were given in Table 1, 2, and 3, respectively. Figure 1 present scatter plots of dbh versus height and dbh versus volume for Group I and Group II.

**2.2. Methods**

Based on previously published papers, in forestry studies, many tree volume equations are used in different forms in order to develop tree volume equations (Saraçoğlu, 1988; Bi and Hamilton, 1998; Yavuz, 1999; Mısır and Mısır, 2004; Teshome 2005; Akindele and LeMay, 2006; Perez, 2008; Alegria and Tome, 2011; Hjelm and Johansson, 2012; Stolarikova et al., 2014; Malata et al., 2017; Lee et al., 2017; Özçelik and Çevlik 2017; Kitikidou et al., 2017; Sakıcı et al., 2018). In this study, following eighteen volume models in different forms obtained from the above-mentioned references are used.

Table 1. Distribution of sample trees by diameter and height classes for Group I

Diameter (cm)	Heights (m)											Σ	
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25		27
8	4	11	7										22
12		3	20	11	4								38
16			7	17	7	3							34
20				5	3	4		1					13
24					2	3	2	1					8
28					3	6	11	7	2				29
32					1	3	3	4	4	1			16
36						1		3	4	1		1	10
40							1	2	5	3	1	1	13
44								2	3	1	2		8
48								1	2	1	2	1	7
56										2	1	1	4
60											1		1
Σ	4	14	34	33	20	20	17	21	20	10	6	4	203

Table 2. Distribution of sample trees by diameter and height classes for Group II

Diameter (cm)	Heights (m)											Σ	
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25		27
8	2	4	6	1									13
12		7	19	11	2								39
16		1	4	11	6	3							25
20				4	6	2							12
24					4	7	4	1	1				17
28						6	8	5	3				22
32						5	2	9	5	1			22
36						2	3	5	6	2			18
40							1	3		3		1	8
44								4	4	6			14
48							1			2	4		7
56										1	1		2
60											2		2
Σ	2	12	29	27	18	25	19	27	19	17	5	2	202

Table 3. Descriptive statistics for used trees by groups

Variables	Group I (n = 203)				Group II (n = 202)			
	Mean	Min.	Max.	S.D.	Mean	Min.	Max.	S.D.
DBH (cm)	25.05	7.50	58.00	12.40	23.13	6.00	60.50	12.66
THT (m)	15.12	5.50	26.50	5.21	14.48	4.82	26.50	5.37
V (m <sup>3</sup> )	0.4989	0.0148	2.6827	1.20	0.4375	0.0083	2.7128	0.5510

DBH: diameter at breast height; THT: total tree height; V: tree volume.

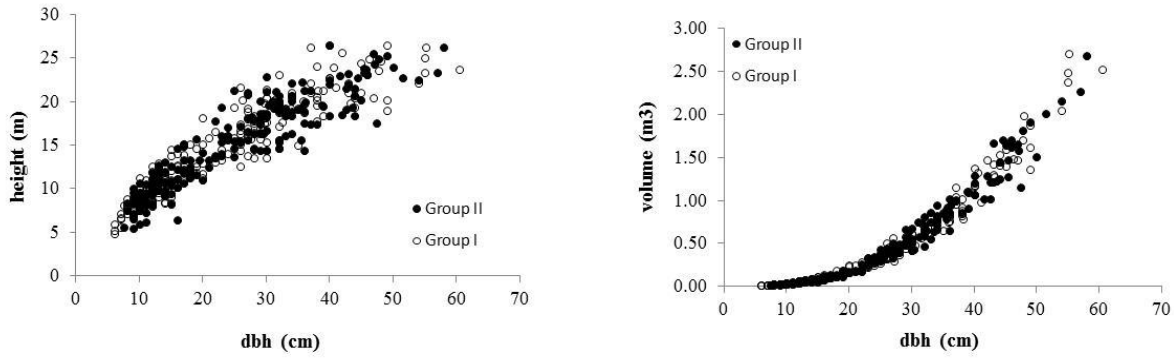


Figure 1. Scatter plots of dbh versus height and dbh versus volume for Group I and Group II

- |   |                               |      |
|---|-------------------------------|------|
| $v = \beta_0 + (\beta_1 d^2 h)$   | (Borset, 1954)                | (1)  |
| $v = (\beta_0 + \beta_1 d)^2$   | Perez and Kanninen (2003)     | (2)  |
| $v = \beta_0 d^2 h$   | (Spurr, 1952)                 | (3)  |
| $v = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2}$   | (Schumacher-Hall, 1973)       | (4)  |
| $v = \frac{d^2}{\beta_0 + \beta_1 h^{-1}}$  | (Honer, 1967)                 | (5)  |
| $v = \beta_0 + \beta_1 d^2 h + \beta_2 h$   | (Rachid-Casnati et al., 2014) | (6)  |
| $v = \frac{d^2 h}{\beta_0 + \beta_1 d}$   | (Takata, 1958)                | (7)  |
| $v = \beta_0 \left(2 + \frac{d}{h}\right) + \beta_1 h^2 + \beta_2 d h^2$          | (Hjelm and Johansson, 2012)   | (8)  |
| $v = \beta_0 + \beta_1 (h/d)^{\beta_2} d^2 h$                                     | (Teshome, 2005)               | (9)  |
| $v = d^2 (\beta_0 + \beta_1 h)$   | (Ogaya, 1968)                 | (10) |
| $v = \beta_0 d^2 + \beta_1 d^2 h - \beta_2 d^2 h^2 - \beta_3 d h + \beta_4 d h^2$ | (Eriksson, 1973)              | (11) |
| $v = \beta_0 + \beta_1 d^2 h + \beta_2 d^3 h + \beta_3 d^2 h^2 + \beta_4 h$       | (Bi and Hamilton, 1998)       | (12) |
| $v = \beta_0 (d^2 h)^{\beta_1}$   | (Malata et al., 2017)         | (13) |
| $v = \beta_0 (d^2)^{\beta_1} h^{\beta_2}$   | (Malata et al., 2017)         | (14) |
| $v = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h^2$                                     | (Alegria and Tome, 2011)      | (15) |
| $v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \beta_3 d^2 h^2$                         | (Alegria and Tome, 2011)      | (16) |
| $v = \beta_0 + \beta_1 d h + \beta_2 d h^2 + \beta_3 d^2 h^2$                     | (Alegria and Tome, 2011)      | (17) |
| $v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d h^2 + \beta_3 d^2 h^2$                       | (Alegria and Tome, 2011)      | (18) |

The models were fitted Marquardt method using PROC NLIN procedure in SAS 9.4 software (SAS Institute Inc. 2010).

2.2.1. Model evaluation

The accuracy of stem volume predictions for each model was judged by numerical and graphical assessment of the residuals. As suggested by Kozak and Kozak (2003), validation of the models must be tested using an independent data set. In the absence of independent data, different methods are suggested. Therefore, we used the

two-fold evaluation scheme to evaluate the performance of models (Bohara and Cao, 2014; Özçelik et al., 2018) in which parameters of volume equations fitted to one group was applied to predict for the other group. The predictions from both groups were then used to calculate evaluation statistics for different volume equations..

The eighteen tree volume equations were evaluated using the following error statistics:

$$\text{Mean Difference (MD)} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)}{n} \quad (19)$$

$$\text{Mean absolute difference (MAD)} = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n} \quad (20)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \tag{21}$$

$$\text{Root Mean Square Error (RMSE)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-p}} \tag{22}$$

where,  $y_i$ ,  $\hat{y}_i$ , and  $\bar{y}$  are the observed, predicted, and average values of the dependent variable, respectively;  $n$  is the observation numbers, and  $p$  is the number of model parameters.

As indicated by Poudel and Cao (2013), the traditional standard or ordinal ranks show the order of the methods but fail to exhibit the exact positions of the methods compared with another one. Therefore, the relative rank, introduced by Poudel and Cao (2013), used in this study to show the relative position of the different models. The relative rank of model  $i$  is defined as:

$$R_i = 1 + \frac{(m-1)(S_i - S_{\min})}{S_{\max} - S_{\min}} \tag{23}$$

where  $R_i$  is the relative rank of model  $i$  ( $i=1,2,\dots,m$ ),  $m$  is the number of methods evaluated,  $S_i$  is the error statistics produced by model  $i$ ,  $S_{\min}$  is the minimum value of  $S_i$ , and  $S_{\max}$  is the maximum value of  $S_i$ .

In the rank system, the best and the worst models have relative ranks of 1 and  $m$ , respectively. Ranks of the remaining models are expressed as real numbers between 1 and  $m$ . Because the magnitude, and not only the order of the  $S_i$ 's are taken into consideration, this ranking system should provide more information than the traditional ordinal ranks. After a relative rank was computed separately for each error statistics (MD, MAD,  $R^2$ , and RMSE) of each method, a final rank was calculated based on the sum of all ranks for each method.

### 3. Results and discussion

In this study, stem volume prediction models were developed for natural brutian pine trees in Egirdir Region using eighteen nonlinear models. Parameters for each model estimated from the entire dataset are presented in Table 4. All  $t$ -statistics for parameters of the eighteen models were significant at  $\alpha=0.0001$  except for some models.

Four error statistics computed to compare and evaluate of stem volume estimation models using two-fold evaluation schemes (Table 5). The results showed that, except for model (6), more than 97% of the variation in volume predictions was explained by all models. The mean difference ranged from -0.002 to 0.0095, MAD values ranged from 0.0410 to 0.0749, and RMSE values ranged from 0.0744 to 0.1190 for tested models.

The relative ranks were obtained from the means of the error statistics for the eighteen methods are shown in Table 6. Model 4 produced fitting statistics that were better than those from the rest of the models. As a result, the Model 4 took part as the most successful model among all 18 models analyzed in this study, whereas Model 6 was the poorest performer. The results also indicated that model 1, 5, 3, 14, and 17 performed quite well for brutian pine trees.

Table 4. Parameter estimates of eighteen volume equations for all dataset

Model no	Parameters					
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	$\beta_5$
1	0.016037 ****	0.000034 ****				
2	-0.17497 ****	0.030688 ****				
3	0.000032 ****					
4	0.000076 ****	2.039836 ****	0.67574 ****			
5	421.3998 ****	21550.34 ****				
6	-0.00092 NS	0.000032 **	0.001542 NS			
7	26836.09 ****	90.71855 ****				
8	0.504665 ****	-0.00158 ****	0.000097 ****			
9	0.019895 **	0.00003 ****	-0.0648 *			
10	0.000179 ****	0.000024 ****				
11	0.000376 *	0.000021 *	2.49x10 <sup>-7</sup> NS	0.00053 **	0.000023 **	
12	-0.0348 *	0.000289 ****	2.243049 ****	0.001482 ****	-135.017 ****	-19.3492 ****
13	0.000058 ****	0.945777 ****				
14	0.000076 ****	1.019908 ****	0.675667 ****			
15	-0.003088 ****	0.000483 **	4.99x10 <sup>-7</sup> ****			
16	-0.02213 NS	-0.0009 NS	0.000506 ****	4.87x10 <sup>-7</sup> ****		
17	-0.10603 ****	0.001867 ****	-0.00008 ****	1.35x10 <sup>-6</sup> ****		
18	-0.19175 ****	0.020497 ****	-0.00002 ****	1.18x10 <sup>-6</sup> ****		

NS: non significant  $p>0.05$ ; \*,  $p<0.05$ ; \*\*,  $p<0.01$ ; \*\*\*,  $p<0.001$ ; \*\*\*\*,  $p<0.0001$

Table 5. The two-fold evaluation for tested models

Model no	MD	MAD	$R^2$	RMSE
1	0.0018	0.0412	0.9808	0.0753
2	0.0002	0.0464	0.9799	0.0773
3	0.0001	0.0457	0.9797	0.0775
4	0.0022	0.0410	0.9813	0.0744
5	0.0018	0.0421	0.9811	0.0749
6	0.0079	0.0749	0.9522	0.1190
7	0.0029	0.0431	0.9812	0.0746
8	0.0022	0.0447	0.9802	0.0766
9	0.0023	0.0516	0.9752	0.0857
10	0.0048	0.0447	0.9812	0.0746
11	0.0022	0.0516	0.9752	0.0857
12	0.0095	0.0428	0.9796	0.0777
13	0.0008	0.0439	0.9798	0.0773
14	0.0002	0.0469	0.9800	0.0770
15	0.0017	0.0445	0.9812	0.0745
16	0.0017	0.0441	0.9812	0.0745
17	0.0022	0.0529	0.9784	0.0800
18	0.0024	0.0557	0.9774	0.0819



Table 6. Relative ranks for eighteen methods

Model no	Relative rank				Sum of Ranks	Overall Rank
	MD	MAD	R <sup>2</sup>	RMSE		
1	4.07447	1.10029	1.29210	1.34305	7.80991	1.00334
2	1.18085	3.70796	1.81787	2.10538	8.81207	1.28122
3	<u>1.00000</u>	3.35693	1.93471	2.18161	8.47325	1.18727
4	4.79787	<u>1.00000</u>	<u>1.00000</u>	<u>1.00000</u>	7.79787	<u>1.00000</u>
5	4.07447	1.55162	1.11684	1.19058	7.93351	1.03761
6	15.10638	<u>18.00000</u>	<u>18.00000</u>	<u>18.00000</u>	69.10638	<u>18.00000</u>
7	6.06383	2.05310	1.05842	1.07623	10.25158	1.68038
8	4.79787	2.85546	1.64261	1.83857	11.13451	1.92520
9	4.79787	6.31563	4.56357	5.30717	20.98426	4.65640
10	9.50000	2.85546	1.05842	1.07623	14.49011	2.85566
11	4.79787	6.31563	4.56357	5.30717	20.98426	4.65640
12	<u>18.00000</u>	1.90265	1.99313	2.25785	24.15363	5.53522
13	2.26596	2.45428	1.87629	2.10538	8.70190	1.25068
14	1.18085	3.95870	1.75945	1.99103	8.89003	1.30284
15	3.89362	2.75516	1.05842	1.03812	8.74532	1.26271
16	3.89362	2.55457	1.05842	1.03812	8.54473	1.20709
17	4.79787	6.96755	2.69416	3.13453	17.59411	3.71636
18	5.15957	8.37168	3.27835	3.85874	20.66835	4.56881

Relative rankings of the 18 models are presented as a radar graph in Figure 2. Each method is represented by a quadrilateral, whose area is smallest for the best method and largest for the worst method. The largest area in Figure 2 belongs to model 6 which ranked last in all four evaluation statistics. The radar chart shows that the eighteen models can be grouped into three general groups. The successful methods include models 4, 1, 5, 3, 14, 16, 2, 13, 14, 7, and 8. The areas of these models are almost indistinguishable from one another. The intermediate groups consist of models 12, 17, and 18, 11, 9 and 12. The last group, which produced higher values for error statistics, consisted of model 6 with model 6 being ranked last in three statistics and next to last in another. These visual results are consistent with the overall rankings presented in Table 6.

Figure 3 shows residual plots for the estimated volume values for the three most successful and poorest models in terms of their relative ranking values. Considering the Loess regression line, the residual plots for successful models are obtained relatively more accurately, but for unsuccessful models are relatively inaccurate. It is seen that the Loess regression line of Model 6 and Model 12, which are the most unsuccessful models in particular, is quite distinct from the zero line. On the other hand, the Loess regression line of the most successful model, Model 4 and Model 1, seems to be close to the zero line.

Figure 4 shows the distribution of the measured volume values for the best (models 4, 1, and 5) and the worst (models 6, 13 and 9) versus to the estimated volume values. As indicated by Huang et al. (2000),  $observedVol = a + b * PredictedVol$ , was fitted on the data in Figure 4 using a simple linear model. If significant estimation errors are present, the model intercept will not equal zero ( $a \neq 0$ ) and slope will not equal one ( $b \neq 1$ ). Estimated values were regressed against observed values to look for possible prediction error in the model. Confidence intervals were obtained for the model intercept and slope. The best models (Model 4, Model 1 and Model 5) not showed a biased estimation for diameters. For example; using the Model 4, confidence interval ranged from -0.01568 to 0.0036 and from 0.99359 to 1.02073 for the model intercept and slope, respectively. These results exhibited that the intercept was

not significantly different from zero and the slope was not significantly different from one. Similar results were obtained for Model 1 and 5. The worst models (Model 6, Model 9 and Model 12) showed a biased estimation for diameters. For example; using the Model 12, confidence interval ranged from 0.00627 to 0.002585 and ranged from 0.97198 to 0.99943 for the model intercept and slope, respectively. The results exhibited that the intercept and the slope were significantly different from zero and from one, respectively. Similar results were found for the other models. In general, for all models, separation from the 1:1 line is relatively higher for large volumes.

To evaluate the models' performance for different tree sizes, models further evaluated by dbh and height classes. Figures 5 show the error distribution of some models by diameter and height classes. Successful models tend to produce negative residuals in the thin and middle diameter classes, whereas unsuccessful models produce a positive residual. However, error variance of all models is increased for thick diameter classes. A similar situation can be seen in Figure 5 in the distribution of errors for height classes. The error variance increases as the tree height increases.

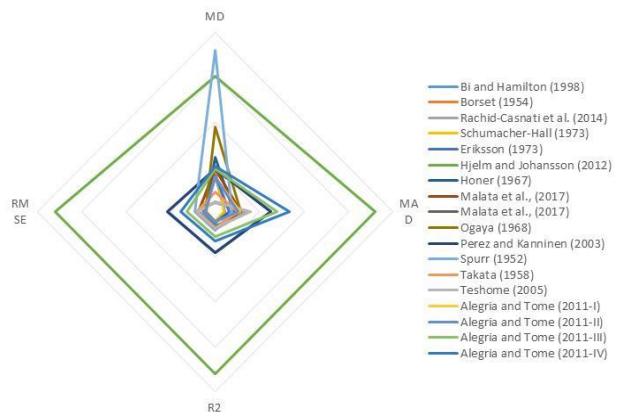


Figure 2. Relative ranks for eighteen volume equations. Method resulting in the smallest area inside the box represents the best method

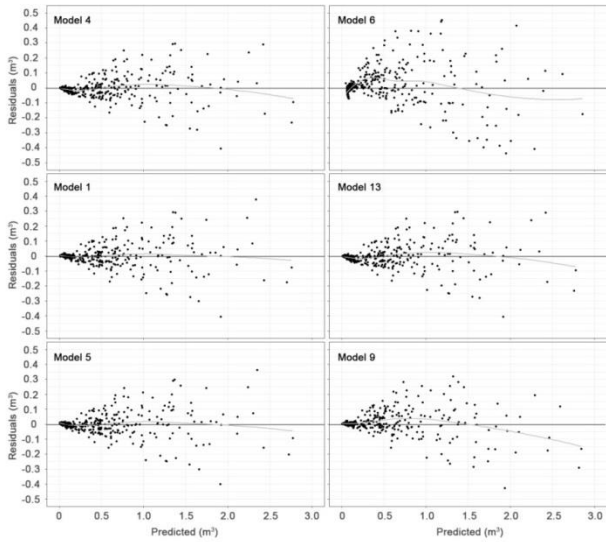


Figure 3. Residual plots of developed volume models (the best models in the left column and the worst models in the right column). Blackline is loess line for natural brutian pine trees

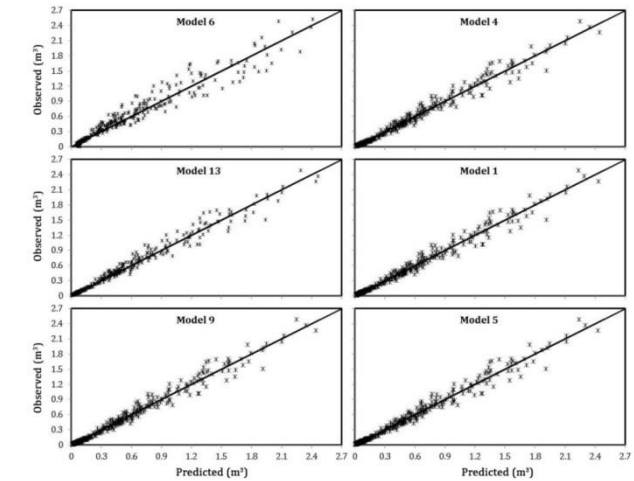
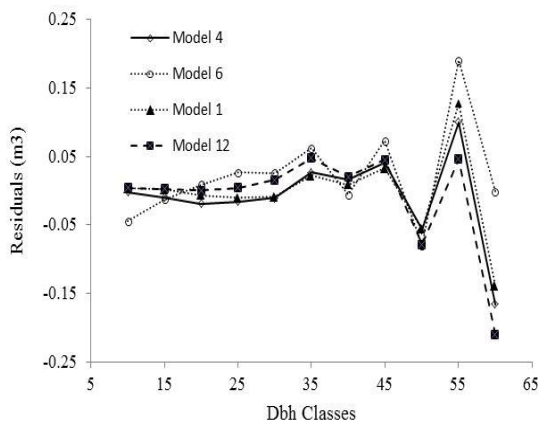


Figure 4. The 45° line plots for the best models (right column) and the worst models (left column)

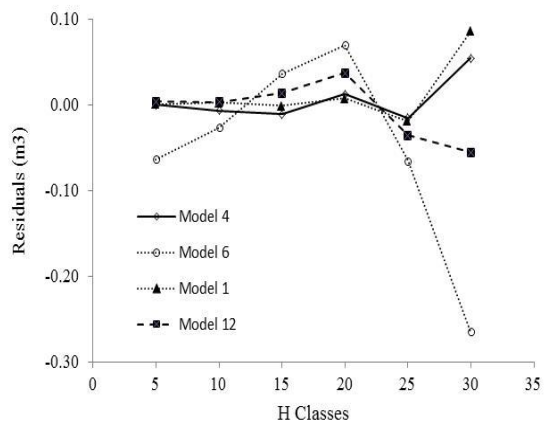


Figure 5. Residuals by dbh and height classes of some developed volume models

According to the results of this study, Model 4, which is proposed as the most successful model are compared with the other researchers' equations (Alemdağ, 1962; Çatal 2009; Kahrman et al., 2017) in terms of the volume estimation success. The results of these comparisons are shown in Table 7. It is seen that Model 4 is more successful than other models in this comparison of mean error and RMSE values. This clearly reveals the importance of localization in tree volume estimations. Because models proposed by Çatal (2009), Kahrman et al. (2017) and Alemdağ (1962) were developed with the data collected from Western Mediterranean Region, Antalya, and Mersin Regional and wide entire distribution range of Brutian pine respectively, it is quite normal for these models to produce higher errors. Local ecological conditions have a significant effect on the tree stem form and accordingly the diameter and height growth of the trees. Tree volume equations developed for larger geographic regions are not sufficient to explain the variation in tree form, unlike the regional tree volume equations.

Table 7. Comparison of results obtained from different volume equations

Volume equation	MD (m <sup>3</sup> )	RMSE (m <sup>3</sup> )
Model 4	-0.0047	0.0721
Alemdağ (1962)	0.0046	0.0748
Çatal (2009)	0.0455	0.0976
Kahrman et. al., (2017)	-0.0159	0.0764

As a result; since the model 4 is a widely used model for tree volume estimations in forestry studies and contains fewer parameters compared to many other model forms, this model can be suggested for estimating single tree and stand volumes in natural brutian pine stands for Eğirdir Region. On the other hand, the results of paired *t*-test concluded that the Model 4 (Schumacher-Hall, 1973) could be used safely in regional aspect at the significance level  $p > 0.05$

#### 4. Conclusions

In this study, stem volume equations are developed and compared for natural brutian pine stands in Eğirdir region. For this purpose, 18 different tree volume equations are tested using relative ranks of models, based on 4 different performance criteria. Total of 405 trees are sampled and randomly separated into the two groups and these groups are used to parameter estimations and calculate to error statistics. Based on statistical evaluations and graphical examination, Model 4 is the best model to predict tree volume for brutian pine in Eğirdir Region. Considering the relative ranking of the models, there are no significant differences between the Model 4, 1, 3, 5, 7, 14 and 17. However, Model 4 is a well-known and widely used model and it is preferred to other models because it allows comparison with other studies.

Measuring the tree height and breast height diameter will be sufficient to estimate tree volume with the equation developed in the relevant area. Tree volume can be estimated as  $m^3$  by replacing these values in the related tree volume equation.

In this study, Model 4, the suggested equation for the Brutian pine volume estimation, is compared with the volume estimations obtained from the two-entry volume tables that are developed by Alemdağ (1962), Çatal (2009) ve Kahriman et al. (2017). The results showed that these models gave a higher residual in volume estimation. This situation suggests that the regional conditions should be taken into consideration while developing the tree volume equations.

As a result, tree volumes can be estimated for natural brutian pine stands using model 4 (Schumacher-Hill, 1973). However, as a rule, as long as the possibilities can be given and a sufficient amount of sample trees can be measured, the development of separate volume equations for each region and tree species will be more useful to explain the variability in tree form and to make more accurate the volume estimates.

#### Acknowledgments

This study was supported by Scientific Research Projects Coordination Unit of Süleyman Demirel University, Project no: BAP-5053-YL1-17.

#### References

Akidele, S.O., LeMay, V.M., 2006. Development of tree volume equations for common timber species in tropical rain forest area of Nigeria. *Forest Ecology and Management*, 226: 41-48.

Alegria, C., Tome, M., 2011. A set of models of individual tree merchantable volume prediction for *Pinus pinaster* Aiton in central inland of Portugal. *European Journal of Forest Research*, 130:871-879.

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

Bailey, R.L., 1995. Upper stem volumes from stem analysis data: an overlapping bolts method. *Can J. For. Res.*, 26(1): 170-173

Bi H., Hamilton, F., 1998. Stem volume equations for native tree species in southern New South Wales and Victoria. *Australian Forestry* 61(4): 275-286.

Børset, O., 1954. Volume computation of standing aspen. *Commun Norweigan For Assoc*, 43:397-447.

Bohora, S.B., Cao, Q.V., 2014. Prediction of tree diameter growth using quantile regression and mixed-effects models. *Forest Ecology and Management*, 319:62-66.

Bozkuş, H.F. ve Carus, S., 1997. Toros Göknaarı (*Abies cilicica* Carr.) ve Sedir (*Cedrus libani* Link.) in Çift Girişli Gövde Hacim Tabloları ve Mevcut Tablolarla Karşılaştırılması, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 47, Sayı 1, 51-70.

Brooks, J.R., Jiang, L., Özçelik, R., 2008. Compatible stem volume and taper equations for Brutian Pine, Cedar of Lebanon, and Cilicica Fir in Turkey. *Forest Ecology and Management*, 256:147-151.

Brooks, J.R., Wiant, H.V., 2008. Ecoregion Based Local Volume Equations for Appalachian Hardwoods. *Northern Journal of Applied Forestry*, 25(2): 87-92.

Burkhart, H.E., Tome, M., 2012. *Modeling Forest Trees and Stands*. Springer, Dordrecht.

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

Clutter, J.L., Fortson, J.C., Pienaar, L.V., Bailey, R.L., 1983. *Timber Management: A Quantitative Approach*. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida.

Çatal, Y., 2009. Batı Akdeniz Bölgesi Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Isparta.

de-Miguel, S., Mehtatalo, L., Shater, Z., Kraid, B., Pukkala, T., 2012. Evaluating marginal and conditional predictions of taper models in the absence of calibration data. *Can. J. For. Res.*, 42: 1383-1394.

Diéguez-Aranda, U., Castedo-Dorado, F., Alvarez-Gonzalez, J.G., Rojo, A., 2006. Compatible taper function for scots pine plantations in Northwestern Spain. *Canadian Journal of Forest*, 36(5): 1190-1205.

Eriksson, H., 1973. Volymfunktioner för stående träd av ask, asp, klibbal och contorta-tall. [Tree volume functions for ash, aspen, alder and lodgepole pine in Sweden. (*Fraxinus excelsior* L., *Populus tremula* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gartn., *Pinus contorta* Dougl. var. *latifolia* Engelm.)]. Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion, Stockholm. Rapporter og Uppsatser nr. 26-1973. 26p.

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

Hjelm, B., Johansson, T., 2012. Volume equations for poplars growing on farmland in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 27:561-566.

Honer, T., 1967. Standard volume tables and merchantable conversion factors for the commercial tree species of central and eastern Canada. For Manage Res and Serv Inst, Inf Rep FMR-X-5, Ottawa.

Kahriman, A., Sönmez, T., Şahin, A., 2017. Antalya ve Mersin yöresi kızılçam meşcereleri için ağaç hacim tabloları. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(1): 9-22.

Kelly, T.F., Beltz, R.C., 1987. A Comparison of Tree Volume Estimation Models for Forest Inventory, USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Research Paper SO-233.

Kitikidou, K., Milios, E., Radoglou, K., 2017. Single-entry volume table for Pius brutia in panted peri-urban forest. *Annals of Silvicultural Research*, 41(2): 74-79.

Klos, R.J., Wang, G.G., Dang, Q.L., East, E.W., 2007. Taper equations for five major commercial tree species in Manitoba, Canada. *West. J. Appl. For.*, 22: 163-170.

Kozak, A., Kozak, R.A., 2003. Does cross validation provide additional information in the evaluation of regression models? *Canadian Journal of Forest Research*, 33, 976-987.

Lee, D., Seo, Y., Choi, J., 2017. Estimation and validation of stem volume equations for *Pinus densiflora*, *Pinus koraiensis*, and *Larix kaempferi* in South Korea. *Forest Science and Technology*, 13:77-82.

Mısır, N., Mısır, M., 2004. Developing double-entry tree volume table for Ash in Turkey. *Kafkas University, Artvin Faculty of Forestry* 3(4):135-144.

Ogaya, N., 1968. Kubierungsformeln und Bestandesmassenformeln. Inaugural. Doctoral dissertation, Dissertation-. Univ., Nat.-Math. Fak, Freiburg.

- OGM, 2018. Ormancılık İstatistikleri, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Özçelik, R., Çevlik, M., 2017. Batı Akdeniz Yöresi doğal sedir meşcereleri için hacim denklemleri. Turkish Journal of Forestry, 18:68-86.
- Özçelik, R., Kalkanlı, Ş., 2018. Kaş Yöresi doğal kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcereleri için ağaç hacim denklemlerinin geliştirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 19 (1): 9-19.
- Özçelik, R., Cao, Q.V., Trincado, G., Göçer, N., 2018. Predicting tree height from diameter and dominant height using mixed-effects and quantile regression models for two species in Turkey. Forest Ecology and Management, 419-420:240-248.
- Özkurt, A., 2000. Volume table for *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden. Journal of Eastern Mediterranean Forestry Research Institute 6: 87-105.
- Perez, D., 2008. Growth and volume equations developed from stem analysis for *Tectora grandis* in Costa Rica. Journal of Tropical Forest Science, 20: 66-75.
- Pillsbury, N.H., McDonald, P.M., Simon, V., 1995. Reliability of Tanoak volume equations when applied to different areas. Western Journal of Applied Forestry, 10(2): 72-78.
- Poudel, K.P., Cao, Q.V., 2013. Evaluation of methods to predict Weibull parameters for characterizing diameter distributions. For. Sci., 59(2): 243-252.
- Rachid Casnati, C., Mason, E.G., Woollons, R., Resquin, F., 2014. Volume and taper equations for *P. teada* (L.) and *E. grandis* (Hill ex. Maiden). Agrociencia Uruguay, 18(2): 47-60.
- Ritchie, M.W., Hann, D.W., 1984. Nonlinear equations for predicting diameter and squared diameter inside bark at breast height for Douglas-fir. Oregon State University, Forest Research Lab., Research Paper 47, 17p.
- Rodríguez, F., Lizarralde, I., Fernandez-Landa, A., Condes, S., 2014. Non-destructive measurement techniques for taper equation development: a study case in the Spanish Northern Iberian Range. European Journal of Forest Research, 133: 213-223.
- Sakıcı, O.E., Yavuz, H., 2003. Volume equations for Bormullerian Fir stands in Ilgaz Mountain. Gazi University Faculty of Forestry Journal, 3(2): 155-168.
- Sakıcı, O.E., Sağlam, F., Seki, M., 2018. Single-and Double-entry volume equations for Crimean pine stands in Kastamonu Regional Directorate of Forestry. Turkish Journal of Forestry, 19(19): 20-29.
- Saraçoğlu, N., 1988. Stem volume table for Alder (*Alnus glutinosa* Gaertn subsp. *Barbata* (C.A. Mey.) Yalt.). Tr. J. Of Agriculture and Forestry, 22:215-225.
- Schumacher, F.X., Hall, F.D.S., 1933. Logarithmic expression of timber-tree volume. J. Agric. Res., 47: 719-734.
- Spurr, S.H., 1952. Forest Inventory. Ronald Press, New York.
- Stolarikova, R., Salek, L., Zeahradnik, D., Dragoun, L., Jerabkova, L., Marusak, R., Merganic, J., 2014. Comparison of tree volume equations for small-leaved lime (*Tilia cordata* Mill.) in the Czech Republic. Scandinavian Journal of Forest Research, 29:757-763.
- Takata, K., 1958. Construction of universal diameter-height-curves. Journal of Japanese Forest Society, 40:1.
- Teshome, T., 2005. Analysis of individual tree volume equations for *Cupressus Lusitanica* in Munessa Forest, Ethiopia. Southern African Forestry Journal, 203: 27-32.
- Yavuz, H., 1999. Volume equations and volume tables for Black pine in Taşköprü. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 1181-1188.
- Zianis, D., Muukkonen, P., Menuccini, M., 2005. Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. Silva Fenn. Monogr., 4:63.

## Ormanlık işlerine yönelik bir zaman ölçme ve kaydetme aracının geliştirilmesi

Mehmet Eker<sup>a,\*</sup> , Yasin Kurt<sup>b</sup> 

**Özet:** Ormanlık operasyonlarında kullanılmakta olan zaman ölçme araçları irdelendiğinde, saha çalışmaları için kolay erişilebilen ve rahat kullanılabilen bir etüt aracına ihtiyaç duyulduğu anlaşılmıştır. Kişiselleştirilebilir ve kolay taşınabilir özellikleri dikkate alınarak dizüstü bilgisayar, tablet ve akıllı telefon gibi mobil cihazlara uygun bir uygulama aracının nasıl geliştirilebileceği problemi ile karşılaşılmıştır. Bu kapsamda, gerekli yazılım ve donanım desteğiyle, android tabanlı Zaman Ölçme ve Kaydetme Aracı (ZOKA) uygulaması geliştirilmiştir. Uygulamanın geçerliliğini ve kullanılabilirliğini test etmek için öncül saha çalışmaları yapılmış ve gerekli iyileştirmelerin ardından uygulamaya son hali verilmiştir. Bu uygulama yazılımının performansını ölçmek amacıyla halihazır odun üretim faaliyetlerindeki kesim sürecine ilişkin iş adımları üzerinde iş-zaman ölçümü yapılmış ve iş dilimlerinin çalışma zamanları video kaydedici ile kaydedilmiştir. Büro ortamında, video oynatıcı programlar yardımıyla dolaylı gözlem metodu kullanılarak video kayıtları üzerinden zaman etüdü gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar kontrol verisi olarak kullanılmıştır. Aynı metodoloji ile ZOKA uygulamasıyla da zaman ölçümleri yapılmış ve analiz sonuçları kontrol verisiyle kıyaslanmıştır. Farklı amaçlara yönelik zaman etütleri için kısa süreli iş dilimlerini ölçebilmesi, hassasiyeti, kolay kullanımı, maliyetlerinin düşük olması, veri depolama ve işleme yeteneği ve hacmi, her türlü zaman ölçme metoduna uyum sağlaması bakımından ZOKA uygulamasının teknik, ekonomik, ekolojik ve ergonomik ölçütler açısından uygun bir zaman ölçüm aracı olduğu ortaya çıkarılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Zaman ölçme aracı, Zaman etüdü, Zaman analizi, İş etüdü, Android tabanlı uygulama

## Development of a time measurement and recording tool for forestry works

**Abstract:** It is become clear that an easily accessible and usable time measurement tool is needed for time study on field of forestry works. The problem is how to develop an application tool suitable for mobile devices such as laptops, tablets and smart phones. In this thesis, an “android-based time measurement and recording tool” (ZOKA) application was developed. In order to verify the validity and availability of the application, premise field studies were examined and the final version of the application was submitted after improvements. To measure the performance of this application, a work-time measurement was performed on the three cutting process and the working time was recorded to make a comparison with the other tools. In the office, the time study was performed and the results were used as a reference data thorough indirect observation method with video player programs. Using the same methodology, time measurements were made using the ZOKA application, all results of which was compared with the control data. It has been revealed that the application of ZOKA is a suitable tool for measuring time in terms of technical, economic, environmental and ergonomic criteria. ZOKA can measure short-term work elements, and it has superior on accuracy, ease of operation, low cost, the ability to store and process data, and adaptation to all kinds of time measurement methods.

**Keywords:** Time measurement tool, Time study, Time analysis, Work study, Android based application

### 1. Giriş

Üretim faaliyetleri için; fizibilite çalışmaları, iş planlarının ve bütçelemenin yapılması, standart çalışma zamanlarının tespiti ve çalışanların ücretlendirilmesi, iş veriminin değerlendirilmesi (Alkan, 2001) vb. birçok amaç kapsamında iş etüdü ve bu çerçevede de metot ve zaman etütleri gerçekleştirilmektedir (Berkel, 1976; ILO, 1981; REFA, 1988). Zaman etüdü, belirli koşullar altında yapılan belli bir işin öğelerini, zamanını ve derecelerini kaydederek ve bu yolla toplanan verileri çözümleyerek, o işin tanımlanan bir çalışma hızında yapılabilmesi için gereken zamanı belirlemede kullanılan bir iş ölçme tekniğidir (MPM, 1991; Björheden, 1991; Kanawaty, 2004).

Zaman etüdünde, özellikleri belirlenmiş bir işin, kalifiye ve normal tempoda çalışan bir işçi tarafından yapılabilmesi için gerekli olan zamanın tespiti esas alınır (Bezen,

2007). Bu yüzden, zaman etüdünün özünü, insan ya da makine gücüyle yapılan işe ait çalışma süresinin ölçülmesi oluşturur (Alkan, 2000). Zaman ölçümü, zaman etüdü kapsamında bir zaman ölçer (kronometre gibi) yardımıyla, işçinin işi yapması sırasında, işin uygun yöntemle ve uygun sayıda ölçülmesi ve kaydedilmesidir (Üçüncü, 2005, Eker vd., 2011). Böylelikle işin tamamına ya da öğelerine ait temel ve yan faaliyet ile ek, destek, dinlenme ve bekleme süreleri ile iş yerinde geçen toplam süreler (Magagnotti ve Spinelli, 2012) ilişkin bir veri elde edilmektedir. Bu veri, gerekli işlem ve analizlerden sonra işe ait standart zaman bilgisine ulaşmayı sağlamaktadır.

Hâlihazırda zaman etüdünün yapılabilmesi için kullanılan temel araçlar; kronometre, etüt tablası ve zaman etüdü formlarıdır. Yardımcı araçlar ise, hesap makinesi, kalem, saat ve diğer iş ve zaman ölçümüne yardımcı olan araçlardır. Zaman ölçümleri, bir kronometre yardımıyla işin

✉ <sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta  
<sup>b</sup> Orman Yüksek Mühendisi, Denizli

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 09.08.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 28.09.2019



**Citation** (Atf): Eker, M., Kurt, Y., 2019. Ormanlık işlerine yönelik bir zaman ölçme ve kaydetme aracının geliştirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 157-167. DOI: [10.18182/tjf.604796](https://doi.org/10.18182/tjf.604796)

doğrudan gözlemlenmesi, işin yapılış zamanının ölçülmesi ve elde edilen verinin daha önceden hazırlanmış zaman etüdü formlarına çoğunlukla elle kaydedilmesi şeklindeki geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmektedir (Yıldırım, 1989). Öte yandan, teknolojinin gelişmesiyle birlikte, ormancılık işleri başta olmak üzere, çeşitli saha çalışmalarında hem zaman ölçümü hem de iş ölçümlerinde kullanılmak üzere, kronometreler yanında; veri kaydediciler (data logger), saha bilgisayarları (field computer), entegre bilgisayarlar (rugged PC), mikro bilgisayarlar (Husky Hunter microcomputer), GPS vb. doğrudan veri girişine olanak sunan veya sensörlü algılayıcılarla veri kaydeden otomatik veri kaydedici (automated data recorder) cihazlar geliştirilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır (Leech vd., 1989; Peltola, 2003; Kariniemi, 2006; Nuutinen vd., 2008; Laforest ve Pulkki, 2011).

1970 ve 1980'li yıllarda, zaman analizlerindeki zaman ölçümleri genel olarak kronometrelerle (analog ve/veya dijital) yürütülmüştür (ILO, 1981). 1980' li yılların ikinci yarısından sonra kronometrenin ve etüt kayıt formlarının yerini saha bilgisayarları (field computer) almıştır. Bu araçların, bir iş çevriminin iş elemanlarını (dilimlerini) daha detaylı ve daha doğru ölçebilme kapasitesine sahip olduğu belirtilmektedir (Harstela, 1988). 1990'lı yıllarda üretim makinelerine ilişkin zaman etütleri için elde taşınan saha bilgisayarlarıyla çok sayıda çalışma yapılmıştır (Palander vd., 2013) ve bu araçlar, 2000'li yıllara kadar kullanılmıştır (Spinelli ve Visser, 2008). 1990' lı yıllardan sonra iş makinelerinin performansını ve iş tekniğini kaydetmek için dijital video kameralar kullanılmaya başlanmıştır (Nakagawa vd., 2007). 2000'li yıllarda, hasat makinesi gibi iş makinelerine bağlanmış bilgisayarlarla, denetleyici alan ağı donanımı gibi erişim kanalları yardımıyla otomatik veri toplama ve aktarmaya dayalı zaman etütleri yapmak mümkün hale gelmiştir (Ovaskainen, 2009). Özellikle iş makineleri üzerine entegre edilen otomatik kayıt yapan çok sayıda veri kaydedici araç (CAN bus, MultiDat, PlusCan datalogger, TimberLink) geliştirilmiştir (Peltola 2003; Kellog vd., 2004; Davis ve Kellog, 2005) (Çizelge 1).

Zaman etütleri sırasında zaman ölçümü yapan gözlemciden, kullanılan ölçme aracından ve zaman ölçme yönteminden kaynaklanan çeşitli hatalar oluşabilmektedir (Harstela, 1991). Ölçülen süreler için hatalı sonuçlar, zamanın kıymetlendirilmesinde işveren ve/veya çalışan lehine adaletsizliklere neden olabilmektedir. Bu nedenle zaman ölçümünde teknik ve kaba hataların bertaraf edilmesi veya azaltılması için etütçüden kaynaklı aktarma hatalarına izin vermeyecek ve verileri doğru, hızlı ve kolay şekilde ölçüp kaydedebilecek hassas araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Nuutinen vd., (2008), zaman ölçümlerindeki hatalar üzerinde etütçüden kaynaklı etkileri belirlemek için yaptığı çalışmada, hem deneyimli hem deneyimsiz etütçülerin verilerini, aynı işin etüdü için kullanılan otomatik veri kaydedicinin sonuçları ile kıyas ederek; tecrübesiz etütçülerin hata oranının yüksek olduğunu ve özellikle çok kısa süreli (4 saniyeden kısa) iş dilimlerinin ölçülmesinde başarısız olduklarını ortaya koymuştur. Bu gibi çalışma sonuçları, hassas veri toplamaya yarayacak ve kolayca kullanılabilir bir veri kaydedicinin varlığına ihtiyaç olduğunu işaret etmektedir.

Çizelge 1. Zaman ölçme (makine zamanını ölçmeye yarayan) araçların gelişim evreleri (Palander vd., 2013)

Zaman ölçme araçları	Yıllar				
	1970'ler	1980'ler	1990'lar	2000'ler	2010'lar
Dijital kronometre					
Saha bilgisayarı					
Video kayıt tekniği					
Otomatik veri toplayıcı					

Ulusal ölçekte zaman etüdü, zaman analizi ve iş ölçümü çalışmalarına rastlanmakla birlikte; etütçüden kaynaklı zaman ölçme hataları, kaydedilmemiş çalışma süreleri ve kaydedilebilir en kısa süreler hakkında elde edilmiş bulgulara rastlanmamıştır. Uluslararası ölçekte ise az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Örneğin, Pukkila' nın 1959 yılında yaptığı bir çalışmada manuel kronometre ile ölçülebilen en kısa iş dilimi süresinin 2 saniye olduğu bildirilmiştir (Nuutinen vd., 2008). Bununla birlikte, ölçülen iş dilimi süresi ile hiç ölçülmemiş iş dilimi (kısa süreli olmasından dolayı) arasında bir bağıntının olduğu ve ayrıca etütçünün iki saatten uzun süre manuel zaman ölçümü yapmasının hatalara neden olduğu bilinmektedir (Pehkonen, 1978). Bu nedenle, etütçüyü yormayacak ve kısa iş dilimi (zaman ögesi) sürelerini ölçebilecek pratik bir zaman ölçme-kaydetme aracının gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmanın konusu, ormancılık operasyonlarında özellikle odun hammaddesi üretim işlerinde; işçilerin ücretlendirilmesi, iş planlamasının yapılması, işveren ve çalışan lehine gelir adaletinin sağlanması için kullanılan standart zamanının saptanmasında gerekli olan fiili çalışma sürelerini uygun şekilde ölçüp kaydedecek araçları belirlemektir. Bu çalışmada; mevcut zaman ölçüm araçlarının incelenerek bilgisayar özellikli (akıllı) cep telefonları (tablet, avuç içi ve dizüstü bilgisayar vb. mobil cihazlar) üzerinde çalışan ve kolayca kullanılabilir bir android tabanlı uygulama aracının-yazılımın geliştirilmesi ve kullanılabilirliğinin analiz edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Bu çalışmanın objesini, özellikle ormancılık faaliyetlerine yönelik zaman etütlerinde kullanılan zaman ölçme ve kayıt araçları (yazılım ve donanım itibarıyla) oluşturmuştur. ZOKA uygulamasının yazılım mimarisini oluşturmak ve uygulamanın işlevselliğini arttırmak için hâlihazırda zaman etütlerinde kullanılmakta olan araçlar araştırma materyalinin bir parçasını teşkil etmiştir. Çalışma felsefesinin anlaşılması amacıyla literatürde erişilebilen zaman ölçme araçlarının (kronometreler, otomatik zaman kaydediciler vb.), teknik ve yapısal özelliklerinden yararlanılmıştır.

Uygulamanın geliştirilmesi için program alt yapısı olarak Eclipse programı kullanılmıştır. Eclipse, açık kaynak kodlu ve özgür bir tümleşik yazılım geliştirme platformudur/ortamıdır. Ücretsiz ve kolay kodlanabilir olması nedeniyle, ZOKA' nın geliştirilmesi, bu altyapı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İlgili destek sitelerinden temin edilen Eclipse programı (Eclipse, 2019) bir masaüstü bilgisayar üzerinden kullanılmıştır. Eclipse uygulamasının çalıştırılabilmesi için de, internet sitelerinden temin edilen açık kaynak kodlu programlardan destek alınmıştır. Geliştirilen uygulamanın sınanması (denetlenmesi ve

hataların saptanması) için android emülatörüne (sanal makine) gerek duyulmuştur. Android emülatörü, yazılan kodlamanın anında hatalarını görebilmeyi ve test edebilmeyi sağlayan sanal bir makinedir. Android emülatörü olarak IOS, Windows ve Linux işletim sistemlerine uyumlu ve stabil olarak çalışabilen program gerektiğinden, bu çalışmada Genymotion uygulamasından yararlanılmıştır (Genymotion, 2019). Genymotion hız ve performans değerleri bakımından diğer emülatörlerden iyi ve uygulamaların test edilebileceği stabil bir program olarak bilinmektedir.

ZOKA uygulamasının koşturulması, denenmesi ve genel kullanılabilirliğinin ortaya konulması için mevcutta bulunan Samsung marka Note-3 model akıllı telefon kullanılmıştır. Kullanılan telefonun teknik özellikleri Çizelge 2'de özetlenmiştir.

Odun üretim faaliyetleri üzerinde, geliştirilen ZOKA uygulamasının kullanılabilirliğini ve performansının analiz edilebilmesi için arazideki fiili işlerin doğrudan ve dolaylı yoldan gözlemlenmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bu bakımdan, Denizli Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde yer alan Denizli Orman İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Sarayköy Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan ve 2018 yılı planlarında silvikültür programları gereği bakım yapılan 179 (saf Kızılcım), 432 ve 433 no.lu (saf Karaçam) meşcerelerinin bulunduğu bölmeler çalışma alanı olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmanın objesini oluşturan ve ZOKA olarak adlandırılan uygulamanın geliştirilme gerekçesi, özellikle odun hammaddesi üretim işleri başta olmak üzere diğer ormancılık operasyonlarında kullanılabilirliğini sağlamaktır. Bu nedenle, geliştirilen uygulama için etüt edilecek ve uygulama mimarisinin oluşturulmasında gerekli olacak iş akışı, odun hammaddesi üretimi sürecine aittir. Odun hammaddesi üretimi, Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait 288 Sayılı Tebliğ'e göre yürütülmekte olan işlerdir (OGM, 1996). Üretim sürecinin teknik (operasyonel) aşamaları; kesim (1), bölmeden çıkarma (2) ve taşıma (3) alt süreçlerinden oluşmaktadır. Araştırma kapsamında, kesim süreci üzerinde durulmuş, zaman ölçme ve kayıt araçlarının test edilmesi için zaman etütleri gerçekleştirilmiştir. Zaman ölçümü sırasında kesim süreci; arazi gözlemlerine ve literatür bilgisine dayandırılarak 6 alt iş adımına/dilimine ayrılmıştır. Bu iş dilimleri; yürüme, kesime hazırlık, kesme-devirme, dip-dal-tepe alma, boylama ve kabuk soyma olarak adlandırılmıştır (Eker, 2015). Odun hammaddesi üretiminin fiili yapısından; ZOKA uygulamasının oluşturulmasından önce iş akışının analiz edilmesinde ve uygulama geliştirildikten sonra da ZOKA'nın test edilmesi ve karşılaştırma verisi temin etmek amacıyla yararlanılmıştır. Üretim işleri üzerinde yapılan zaman etütlerinde; tek ağaç ve bu materyal üzerinde çalışan tek işçi gözlemlenmiştir.

Çizelge 2. Samsung Note-3 model telefonun teknik özellikleri

Özellik	Değer
Dahili hafıza	32 GB
Ekran boyut aralığı	5,5 – 5,9 İnç
Ekran boyutu	5,7 İnç
Ekran tipi	Süper AMOLED
İşlemci kapasitesi	1,9 GHz Quad Core + 1,3 GHz Quad Core
İşletim sistemi	Android 4.3 (Jelly Bean)
Kamera çözünürlüğü	13 MP
Pil gücü	3200 mAh
Ram kapasitesi	3 GB RAM

## 2.2. Yöntem

Android tabanlı uygulamanın geliştirilmesinde, aşağıdaki iş adımlarını izlemiştir:

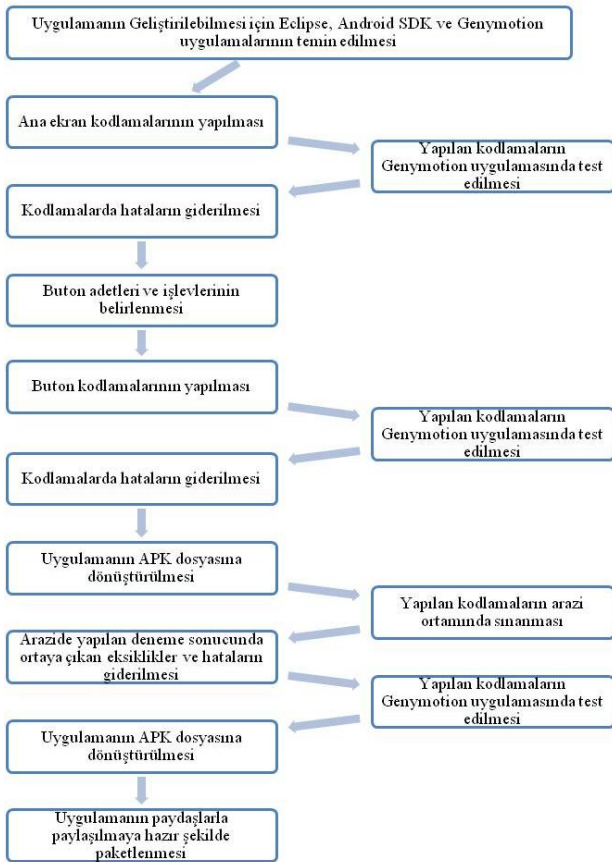
1. Zaman etütlerine ilişkin hâlihazırda kullanılmakta olan zaman ölçme ve kaydedici yöntem ve araçların çalışma felsefeleri, kullanım özellikleri, avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir.
2. Android tabanlı ZOKA uygulamasına yönelik bir uygulama mimarisi oluşturmak için android tabanlı program yazmaya yarayan eclipse ve genymotion programlarından yararlanılmıştır.
3. ZOKA uygulamasının mobil telefonlarda kullanılabilmesi için odun hammaddesi üretim operasyonlarındaki iş adımları dikkate alınmıştır. Bunun için öncelikle literatür yardımıyla odun hammaddesi üretim süreci temel zaman analizi (Magagnotti ve Spinelli, 2012) yöntemine göre iş dilimlerine ayrılmıştır. Bunu yapabilmek için de üretim faaliyetleri arazide metot etüdü (MPM, 1997) yöntemine göre incelenmiş ve literatür desteği ile kıyaslanarak odun üretim süreci, Eker (2004 ve 2015) tarafından işaret edilen yöntemlere göre sıralanmıştır.
4. İş çevrimleri, iş adımları ve iş dilimleri dikkate alınarak android tabanlı uygulama için haptik (ekrana dokunmak suretiyle çalışan) butonlar üretilmiştir.
5. ZOKA sistemiyle veri toplanıp toplanmayacağı büroda test edildikten sonra araziye çıkılarak fiilen zaman ölçümü ve kaydı gerçekleştirmiş, uygulamanın akıllı telefonda ve arazide çalışabilirliği ortaya konulmuştur.
6. ZOKA'nın kullanımının sürdürülebilirliğini test etmek için de, dolaylı gözlemler (video zamanlayıcısı ile) elde edilen kontrol verisi ile çeşitli özellikler bakımından karşılaştırılması sağlanmıştır.

### 2.2.1. Android tabanlı uygulamanın geliştirilmesi

Programın geliştirilebilmesi için Windows işletim sistemine sahip bilgisayara Eclipse, Genymotion ve Android destek dosyalarının kurulumu gerçekleştirilmiştir. Kurulum gerçekleştirdikten sonra uygulamanın geliştirilebilmesi için proje dosyası oluşturularak yazılım başlatılmıştır. Piyasada yaygın olarak kullanılmakta olan mobil telefonlarda çalışabilsin diye uygulamanın geliştirilmesinde, Android 2.2 froyo sürümü seçilmiş ve uygulama konfigürasyonu için ardışık iş adımları (Şekil 1) izlenmiştir. ZOKA uygulamasının ana ekranının ve bu ekranda konuşlandırılacak butonların geliştirilmesi için yani kodlama mimarisinin oluşturulması için açık kaynak kodlarından, kronometre yazılım mimarilerinden ve hata denetimine yönelik yazılımlardan faydalanılmıştır.

### 2.2.2. Uygulamanın test edilmesi

ZOKA uygulamasını ve bu uygulamanın kullanılabilirliğini test edebilmek için daha önceden iş adımları belirlenmiş odun hammaddesi üretim işlerine ilişkin, arazide, ZOKA uygulaması ile zaman ölçümü gerçekleştirilmiştir. Hem donanım hem de yazılım itibarıyla avantaj ve dezavantajları ortaya konulmuştur. Daha sonra, ZOKA uygulamasının performansını sınavabilmek için video kayıt yöntemiyle üretim işleri arazide kaydedilmiş; büro ortamında hem video oynatıcı programların ve bilgisayarın sayacı ile hem de ayrıca ZOKA uygulaması ile dolaylı gözlem yöntemi üzerinden zaman etütleri gerçekleştirilmiştir. Böylelikle, ZOKA uygulamasıyla elde edilecek çalışma sürelerine ilişkin sapmalar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. ZOKA uygulamasının kullanılmasında hem kümülatif hem de tekrarlı zamana ölçme tekniği kullanılmıştır. Zaman ölçümü yapılacak faaliyetlerin hangi sürelerinin ölçüleceği; hem gözlem zamanı ve aralığı hem de analiz ve değerlendirme açısından önem arz ettiğinden, bu çalışmada yalnızca temel zamanın (ana ve yan faaliyet zamanları) ölçümüne yönelik bir gözlem gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla iş dilimlerine ait temel faaliyet zamanları (Magagnotti ve Spinelli, 2012) ölçeğinde bir analiz gerçekleştirilmiştir. Zaman ölçümüne başlamadan önce veri toplama formları (Eker, 2015) kullanılarak ZOKA uygulaması için buton adlandırmaları yapılmıştır. Ayrıca, iş dilimlerinin başlangıç bitişlerini belirleyen ölçme noktaları da bu forma göre belirlenmiştir.



Şekil 1. Uygulamanın geliştirilme safhasındaki iş adımları

### 2.2.3. Verilerin analizi ve değerlendirilmesi

Arazide, 35 ağaç için kesme-devirme, dip düzeltme, dal alma, boylama iş adımları dikkate alınarak görüntü ve ses kaydı yapılmıştır. Büroda, bu kayıtlar bilgisayar ortamında koşutularak üzerinden video analizi de dâhil olmak üzere 2 farklı araçla zaman etüdü gerçekleştirilmiştir. Toplanan verinin kıyaslanması göğüs yüzeyi çapı ve tomruk orta çapı esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla, aynı ağaca ait iş dilimleri başına 2 farklı zaman verisi olduğundan bu verilerin kıyaslanması için SPSS 22.0 programı yardımıyla ikili örneklem t-testi kullanılmış ve aralarında anlamlı farklılık olup olmadığı istatistik olarak denetlenmiştir. Öte yandan, ZOKA uygulamasının olumlu (avantaj; güçlü yönleri) ve olumsuz (dezavantaj; zayıf yönleri) tarafları sıralanarak nitel bir değerlendirme yapılmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1. ZOKA uygulamasının yapısı

Geliştirilen ZOKA uygulaması; orta büyüklükteki bir akıllı telefon üzerinde yapılandırılmıştır. Buna göre ana ekranda 2 adet sayaç, 6 adet sabit buton ve 13 adet özelleştirilebilir işlem butonundan oluşmaktadır. Sabit olan 6 adet butonun ekrana yerleştirilmesinden sonra ilk etapta ihtiyaçlara uygun 20 adetlik buton eklenmiştir. Ancak bu durumda, butonların ebatlarının (ekrana sığabilmesi için) görece olarak küçüldüğü belirlenmiştir. İlâveten, telefon ekranındaki bu butonların göze karmaşık geldiği anlaşılmıştır. Bundan dolayı, buton sayısının 19' a indirilmesinin uygun olacağı kanaatine varılmıştır (Şekil 2).

Bu uygulamanın gün ışığı altında, mobil telefonlarda rahatça kullanılabilmesi için ekranda görünen uygulama arka planı gri renkli olarak göz ergonomisine uygun olacak şekilde tasarlanmıştır. Çünkü telefon arka planının yeşil ya da benzeri koyu renklerde olması android cihazların IPS (In-Plane Switching; ekrana açılı bakıldığında yansıma ve renk değişimi kayıplarını azaltıp, ekrana karşıdan bakma gerekliliğini kaldıran teknoloji) tabanlı ekran kullanımlarından dolayı güneş ışınları altında parlamalara neden olmaktadır. ZOKA uygulamasının mimari yapısı (ekranda görünen yüzü) aşağıdaki bileşenlerden oluşmuştur:

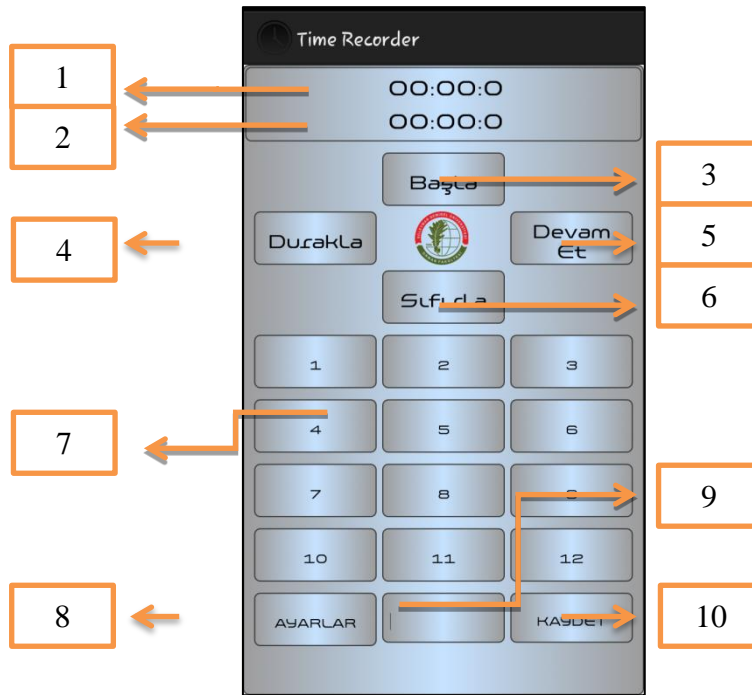
1. Toplam zamanı ölçen kronometre: İşyeri ortamında, işin veya iş akışının başladığı andan iş bitimine kadar geçen sürede sıfırlanmayarak bütün süreyi ölçen zaman sayacıdır. Bu sayaç, kümülatif zaman ölçme tekniği (Berkel,1976; Yıldırım, 1989; MPM, 1997) kullanılmak istendiğinde, ölçme ve kayıtlama açısından önemli bir kolaylık sunabilecek kapasitededir. Ormancılık uygulamalarında, zaman etüdüne konu olacak iş dilimlerinin uzunlukları bakımından zaman skalasının saniye ölçeğinde tutulmasının yeterli olacağı düşünülmüştür. Çünkü literatürde ormancılık alanındaki zaman etütlerinde rastlanan en küçük iş dilimi süresinin 3 saniye (sn.) civarında (Acar vd., 1997) olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle toplam zaman sayacı; dakika (çift basamaklı), saniye (çift basamaklı) ve salise (tek basamaklı) olarak ayarlanmıştır. Bu 1 no.lu sayaç, başla butonuna (Şekil 2'deki 3 numaralı butonla gösterilen) entegre edilmiştir ve başla butonuna basıldığı anda, zaman sayacı koşturmayı başlatmaktadır.



2. Birim zamanı ölçen kronometre: Toplam zamanı ölçen kronometreden farklı olarak iş akışının değişmesiyle 0' dan başlayan kronometredir. Bu sayaç, tekrarlı zaman ölçme yönteminde (Yıldırım, 1989) olduğu gibi iş dilimlerine ilişkin zaman ölçümünde, her bir çevrimde sıfırlamaya olanak tanımaktadır. 2 no.lu sayacın çalışmaya başlaması için ZOKA uygulama ekranındaki 1-12 no.lu butonlarından herhangi biriyle komut verilmesi gerekmektedir.
3. Başla butonu: Tüm zaman sayaçlarının koşturmayı başlatması için etütçünün zaman ölçme işine hazır olduğu anda ve de gözlemleyeceği işçinin/makinenin çalışmaya başladığı anda komut verilen butondur.
4. Durakla butonu: Çalışmaya akış gereği ya da olağan dışı ara verilmesi durumunda zamanı durdurmayı sağlayan butondur.
5. Devam et butonu: İş akış dilimi dışında durdurulan zamanın kaldığı yerden devam etmesini sağlayan butondur.
6. Sıfırla butonu: Bir zaman ölçümünün sonra ermesi ve yeni bir gözleme geçilmesi durumunda zamanın sıfırlanmasını sağlayan butondur.
7. Özelleştirilebilir iş adımları butonu: Açıklama veya iş adımının kolaylıkla anlaşılabilmesi için kullanılan, 12 adet butondan oluşur (Şekil 3). Butonların üzerine yazı yazılması için 14 karakter sınırlaması konulmuştur.

Butonları, diğer zaman ölçüm uygulaması veya cihazlarından (örneğin data logger gibi cihazlardan) ayıran en belirgin özelliği butonların son kullanıcı tarafından özelleştirilebilir olmasıdır. Bunun sayesinde, geliştirilen ZOKA uygulamasının sadece bir iş kolunda değil birden fazla iş kolunda kullanılabilmesi belirlenmiştir.

8. Ayarlar butonu: Bu butona basıldığında eklentili ikinci ekrana geçiş yapılmaktadır. Burada, özelleştirilebilir butonlara istenirse ad ve/veya numara eklenmektedir. İlk kayıttan bir sonraki değiştirmeye kadar uygulamadaki bu butonların aynı adla kayıtlı kalması sağlanmaktadır.
9. Kayıt kodlama sekmesi: Ölçülen zaman verisi, daha sonra kullanılmak istendiğinde kayıt adı girilen sekmedir. Bu sekmenin üzerine tıklandığında diğer butonlar gibi aktif bir koşma sağlanmamakta sadece klavye ekrana gelecek bir ad veya numara yazılmasına fırsat sunmaktadır.
10. Kaydet butonu: Zaman ölçümü sonlandırıldıktan sonra verilerin MS Excel ortamına aktarılabilmesi için 9. maddedeki kayıt kodlama işlemi bittikten sonra, kaydın gerçekleşmesini sağlayan (aktif hale getiren) komut butonudur. Kayıt sınırı bulunmamakta ve uygulamanın kullanıldığı cihazın depolama özelliklerine göre bu değişmektedir.



Şekil 2. Uygulamanın ana ekran buton dağılımı ve tanıtımı

### 3.2. Zaman analizleri

ZOKA uygulamasının zaman etütlerinde kullanılabilirliğini ortaya koymak için sahada fiili odun üretim işlerine yönelik yapılan testlerin, isabetli sonuçlar verdiği bulunmuştur. Ancak ZOKA uygulamasının kullanılabilirliği yanında özellikle hassasiyet ve performansını ortaya koyabilmek, olumlu ve olumsuz yönleri hakkında tecrübe edinmek ve de sürdürülebilir ve tercih edilebilir bir niteliğe sahip olup olmadığını anlamak için düzenli bir zaman analizinin yapılmasının daha pekiştirici olacağına kanaat getirilmiştir. Ayrıca iş dilimi başına, ZOKA uygulaması ile ölçülen zaman değerlerinin, iş diliminin gerçek zaman değerinden farkını bulmak da gerekli olduğundan; arazide 35'er adet ağaç üzerinden yapılan iş ve zaman kayıtları, dolaylı gözlem yöntemiyle video görüntüsü üzerinden analiz edilmiştir. Video analiz sonuçları istenilen sayıda ileri geri oynat-duraklat modunda çalıştırılabildiğinden, iş dilimlerine ait gerçek fiili süreler veya yakın değerlerin elde edildiğine kanaat getirilmiş ve bu sonuçların, standart veri altlığı (kontrol veri seti) olarak kullanılmasının uygun olacağına kanaat getirilmiştir.

Video kaydedici (recorder) ile arazide gerçekleşen 35 adet ağaca ait yürüme, hazırlık, kesme-devirme, dal alma ve boylama iş dilimleri için kaydedilmiş süreler, video oynatıcı programların zaman sayacı aracılığıyla ölçülmüş ve kontrol veri seti olarak kullanılan (iş dilimlerine ait) gerçek sürelerle ilişkin bulgular Çizelge 3'te verilmiştir. Video görüntülerinin çok defa izlenmesine dayalı olarak elde edilen bulgularda, en küçük iş dilimi süresi, zaman ölçme araçlarının kıyaslanmasında önemli bir gösterge niteliği taşımaktadır.

ZOKA uygulaması kullanılarak video görüntüleri üzerinden yapılan zaman analizi ile de Çizelge 4'teki bulgular elde edilmiştir.

Bu bulgulara göre, ağaç kesme-boylama iş adımları ölçeğinde, ZOKA uygulaması ile gözlemlenip ölçülüp kaydedilebilen en küçük iş dilimi süresinin yaklaşık 3 sn. civarında olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, ZOKA uygulaması ile kısa iş dilimlerinde ölçüm noktalarının yakalanıp kayıt edilebileceğini ve bu uygulamanın başarılı şekilde kullanılabileceğini işaret etmektedir.

Kesim sürecindeki her bir iş diliminin temel faaliyet süresine ilişkin kontrol verisi ile ZOKA uygulamasıyla elde edilen veriler ayrı ayrı kıyaslanmıştır ve kontrol verisinden olan sapmalar (farklar) hem gerçek değer hem de yüzde değer olarak aşağıdaki tablolarda özetlenmiştir (Çizelge 5).



Şekil 3. Zaman kaydı yapılacak iş dilimlerinin girilmesini sağlayan işlem ekranı

Çizelge 3. Videodan ölçülen kesim süreci süreleri ve tanımlayıcı istatistikleri

İş dilimleri	Birim	N	Min.	Maks.	Ortalama	Standart sapma
Çap ( $d_{1,30}$ )	cm	35	34.00	60.00	44.86	8.35
Yürüme	sn	35	2.68	114.2	27.29	25.98
Hazırlık	sn	35	9.33	224.28	75.33	50.32
Kesme-devirme	sn	35	21.52	178.18	87.60	42.41
Dip düzeltme	sn	35	6.35	53.88	24.99	12.04
Dal-uç alma	sn	35	180.13	901.18	420.59	187.93
Boylama	sn	35	89.47	378.85	193.43	95.92
Toplam Süre	sn	35	530.85	1379.97	829.24	273.96

Çizelge 4. ZOKA uygulaması ile ölçülen kesim sürecine ait tanımlayıcı istatistikler

İş Dilimleri	Birim	N	Min.	Maks.	Ortalama	Standart sapma
Çap ( $d_{1,30}$ )	cm	35	34.00	60.00	44.86	8.35
Yürüme	sn.	35	2.98	117.38	29.02	26.69
Hazırlık	sn.	35	10.33	227.38	78.37	51.96
Kesme-devirme	sn.	35	24.55	181.35	91.12	42.63
Dip düzeltme	sn.	35	7.17	56.95	27.36	12.77
Dal-uç alma	sn.	35	187.32	923.45	430.29	190.88
Boylama	sn.	35	93.55	385.87	200.02	97.19
Toplam Süre	sn.	35	545.43	1413.80	856.18	277.94

Çizelge 5. İş dilimi süreleri ölçeğinde, kontrol verileri ile ZOKA uygulama verileri arasındaki farklılıklar

Çalışma süreleri	En küçük değer			En büyük değer			Ortalama değer		
	Kontrol verisi	ZOKA-farkı		Kontrol verisi	ZOKA-farkı		Kontrol verisi	ZOKA-farkı	
İş Dilimleri		sn	%		sn	%		sn	%
Yürüme	2.68	0.15	5.6	114.20	3.53	3.1	27.30	1.73	6.3
Hazırlık	9.33	1.00	10.7	224.28	7.50	3.3	75.33	3.03	4.0
Kesme - devirme	21.52	1.47	6.8	178.18	9.30	5.2	87.60	3.52	4.0
Dip düzeltme	6.35	0.13	2.1	53.88	4.52	8.4	24.99	2.37	9.5
Dal tepe alma	180.13	2.23	1.2	901.18	22.72	2.5	420.59	9.69	2.3
Boylama	89.47	1.43	1.6	378.85	15.48	4.1	193.43	6.60	3.4
Toplam	530.85	10.05	1.9	1379.97	48.05	3.5	829.24	26.93	3.2

Genel olarak ZOKA uygulamasıyla yapılan zaman ölçüm sonuçlarının, tüm iş dilimleri ölçeğinde, kontrol verisinden yüksek çıktığı (pozitif farkların oluştuğu) bulunmuştur. Bu, olması beklenen bir durumdur. Zira, arazideki fiili çalışma sürelerine ilişkin kayıtların tam zamanlı ve kesintisiz şekilde kaydedilmesi sağlandığından ve video oynatıcıda orijinal zamana endeksli izleme (hızlandırma, yavaşlatma, vb. manipülasyonlar yapılmadığından) gerçekleştirildiğinden; iş dilimlerine ait sürelerin doğru olduğu kabul edilmiştir.

Kesim sürecinin iş dilimleri dikkate alındığında, en kısa iş dilimi sürelerinin yürüme, dip düzeltme ve hazırlık iş dilimlerinde olduğu ve burada ölçülen en küçük süre dikkate alındığında da; ZOKA' nın kontrol değerinden olan sapmalarının sırasıyla % 5.6, % 2.1 ve % 10.7 olduğu görülmüştür. Örneğin, yürüme iş dilimine ait gözlenen-ölçülen-kaydedilen en küçük sürenin 2.68 saniye olduğu görülmektedir (Çizelge 5). ZOKA' nın bu iş dilimi için ölçtüğü değer farkı 1 saniyenin altındadır. Öte yandan, en uzun gözlem süresine sahip olan toplam kesim sürecine ilişkin en büyük değerden (yaklaşık 1380 saniye; Çizelge 5) olan sapma; ZOKA uygulamasının sonucuna göre yaklaşık 48 saniye olup gerçek değerden %3.5'lik bir farklılık göstermiştir.

Kontrol verisi ile her bir ölçme aracıyla elde edilen veri arasındaki bu farklılıkların, iş dilimleri ölçeğinde, anlamlı olup olmadığını belirlemek için eşleştirilmiş ikili örneklem t-testi uygulanmıştır (Çizelge 6).

ZOKA ile elde edilen iş dilimi süreleriyle, kontrol verisi olarak nitelendirilen ve video oynatıcı program sayaçlarıyla elde edilen iş dilimi süreleri arasında, yukarıdaki çizelgede de görüldüğü üzere,  $p < 0.01$  bulgusuna erişildiğinden anlamlı bir farklılığın olduğu görülmektedir (Aradaki fark % 99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır). Bu farklılık; araçların birbirlerinden olan performans farklılıklarını işaret etmektedir. Aynı iş ve işçi üzerinde aynı etütçü tarafından yapılan zaman etütlerinde kişisel hatalar yapılmamaya gayret edilmiştir. Bununla birlikte bir aracın performansının yüksekliğini ispatlamak için araştırmacıdan (etütçüden) kaynaklanan kasıtlı tutumlar da asgariye indirilmeye çalışılmıştır. Dolayısıyla taraflı olmadan yapılan zaman etütlerinde, ZOKA uygulaması sonuçlarının kontrol verisinden farklı olduğu bulgusu ortaya çıkmıştır.

### 3.3. ZOKA uygulamasının nitelikleri

ZOKA uygulaması, akıllı telefonda çalışılabilir hale getirildikten sonra kullanılabilir olup olmadığını denetlemek için arazideki ve bürodaki çalışmalar dikkate alınarak; sunduğu kolaylıklar (güçlü yönleri) ve karşılaşılan zorluklar (zayıf yönleri) tespit edilmiştir. Buna göre ZOKA uygulamasının olumlu ve olumsuz yönleri aşağıda özetlenmiştir.

Çizelge 6. Kontrol verisi ile ZOKA arasındaki iş dilimi sürelerinin ikili örneklem t-testi ile karşılaştırılması

İş dilimleri	Ortalama	Standart sapma	t	df	p
Yürüme	-1.724	1.13043	-9.025	34	.000
Hazırlık	-3.032	1.55959	-11.501	34	.000
Kesme	-3.519	1.39403	-14.937	34	.000
Dip düzeltme	-2.367	1.08549	-12.904	34	.000
Dal uç alma	-9.694	5.61873	-10.208	34	.000
Boylama	-6.596	4.08173	-9.562	34	.000
Toplam	-26.934	9.12225	-17.468	34	.000

### Olumlu yönleri:

- + Android işletim sistemine sahip tüm akıllı cep telefonu/tablet gibi mobil cihazlarda çalışma kapasitesine sahiptir.
- + Zaman etüdü sırasında ek araç ve gereçlere ihtiyaç duyulmadan istenilen anda zaman etüdü yapmaya uygun bir zaman ölçme aracıdır.
- + Verilerin kayıt edilmesi işlemi, sadece bir butona komut vererek MS Excel programı formatında hızlı ve kolay bir şekilde gerçekleştirilmektedir.
- + Verilerin aktarılması (kablolu veya kablosuz yollarla) kolayca yapılabilmektedir.
- + Zaman ölçümlerinin yapılması ve işlenmesi süreci için tüketilen toplam zaman dikkate alındığında; etütçüye bu işlemleri çok kısa sürede gerçekleştirme imkanı sunabilmektedir.
- + Uygulamada bulunan 12 adet zaman ölçüm butonunun isimlendirilebilir olmasından dolayı birçok farklı iş halinde kullanılabilir niteliktedir.
- + Verilerin elde edilmesi ve kayıt edilmesinde hata payının oldukça düşük olduğu bir zaman ölçüm aracıdır.
- + Ekonomik açıdan, mobil cihazın çeşidi ve özelliğine bağlı olmakla birlikte toplam maliyetler ve işletim giderleri açısından oldukça uygun olduğu söylenebilir.
- + Kullanım kolaylığı bakımından; günlük hayatta iletişim, sosyal medya erişimi, internet erişimi, oyun, müzik, vb. amacıyla kullanılmakta olan ve şahısların her zaman kendi yanlarında buldukları mobil cihazlar üzerinden çalıştırılan, çok kolay kullanılabilen bir zaman ölçme aracıdır.
- + Zaman ölçme tekniği bakımından kümülatif zaman ölçme tekniği ile kullanılmaya daha yakındır. Bu bakımdan bu tekniğin olumlu özelliklerini barındırılabilir. Ancak, tekrarlı zaman ölçme tekniğine göre de kullanılması mümkündür. Bu yönüyle de zaman ölçme teknikleri bakımından esnek bir yapıya sahiptir.
- + Çok sayıda iş diliminin ve çevrimin etüt edilmesine olanak sağlayan bir zaman ölçüm aracıdır. ZOKA uygulamasının koşturulduğu mobil cihazın bataryası ve depolama alanı geniş tutulduğu ölçekte gün boyu zaman ölçümü ve veri kaydı gerçekleştirilebilir.
- + Her türlü sürenin ölçülmesine uygundur. İş yeri süresi (Magagnotti ve Spinelli, 2012), çevrim süresi, sefer süresi ve temel süreler ile dağılım süreleri de dahil olmak üzere işe ilişkin tüm sürelerin ölçülüp kaydedilmesini kolaylıkla yapabilmektedir.
- + En büyük avantajlarından biri; ZOKA' nın çok kısa süreli (birkaç saniye ölçeğinde) iş dilimlerinin gözlenmesi ve ölçülmesinde başarılı olabilmesidir.
- + Zaman ölçümü sırasında göz-el (Doğan, 2015) koordinasyonuna dayalı bir ölçme taktiği uygulanır. Bu nedenle etütçünün koordinasyon (eş güdümlü) için daha az enerji ve dikkat sarf etmesini sağlayarak, etüt konforu sağlar.
- + Tasarım bakımından göz ergonomisine oldukça uygundur. Mobil cihazın ekran büyüklüğü, çözünürlüğü ve kalitesi ZOKA uygulamasının görünürlüğü ve kullanılabilirliğini etkilese de tasarım mimarisini açısından uygulamanın kullanıcıya dostu olduğu söylenebilir.
- + Tercih edilen akıllı telefona veya cihaza göre; bu etüt aracının arazide veya büroda taşınması, kontrol edilmesi,

komut verilmesi ve kullanılması oldukça basit ve ergonomiktir.

Olumsuz yönleri:

- ZOKA uygulamasının indirilip koşturulduğu mobil cihazların özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkacak hatalar, bu uygulamanın kullanımında da hataya sebebiyet verebilir. Bu nedenle, geliştirilen bu uygulamanın hassasiyeti, mobil cihazın niteliğine doğrudan bağlıdır.
- ZOKA uygulamasının yüklü olduğu cihazda bulunan MS Office programları ile ZOKA uygulaması arasında yazılım uyumsuzluk hataları ortaya çıkabilmektedir.
- Uygulamanın bir mobil telefon cihazında kullanılması sırasında, telefona gelen aramalardan dolayı çalışmakta olan uygulama kapanabilmekte ya da ölçüme ara verebilmekte bundan dolayı da hatalar meydana gelebilmektedir. Bu nedenle cihazın geçici olarak aramalara kapatılması gerekebilmektedir.
- Tercih edilen mobil cihazın niteliklerine (batarya durumu, cihaz hafızası doluluk oranı, ısınmadan kaynaklı takılmaların meydana gelmesi vb.) bağlı olarak çeşitli çalışma hataları ortaya çıkabilmektedir.
- Uygulama geliştiricinin kaynak kodları ile yaptığı yazılımdan kaynaklı hemen fark edilemeyen veya ekstra durumlarda kaba hatalar ortaya çıkabilir.
- Öte yandan, bu uygulamanın çalıştırılması ve kullanılması teknolojiye bağımlılığı esas alır. Bu teknolojinin üretilmesi sırasında kullanılan her türlü hammadde ve mamul maddenin üretim sürecinde çeşitli çevresel zararlara neden olduğu göz önünde bulundurulmalıdır (Eker, 2016).

#### 4. Tartışma ve sonuç

Bu çalışmada, insan ya da makine çalışma zamanlarını ölçme, kaydetme, işleme, analiz ve sunma gibi işlevleri olan veri tabanı kayıt sistemine sahip; android işletim sistemli mobil (bilgi işlemcili akıllı telefon gibi) cihazlarda çalışabilen bir zaman ölçme ve kaydetme (ZOKA) uygulaması geliştirilebilmiştir. Günümüzde android, Windows ve İOS işletim sistemli çalışan mobil cihazlar olmasına rağmen; açık kaynak kodlarıyla yazılabilen ve kolay kullanılabilen özelliklerinden dolayı android bazlı bir uygulamanın geliştirilmesi tercih edilmiştir. Nitekim uygulama yazılımının geliştirilmesinde; piyasada bulunan platformlar arasında kullanımı sade, kolay ve olası hataları önceden bildiren altyapı programları kullanılmıştır. Böylelikle, çeşitli işletim sistemlerinde ve yazılım platformlarında karşılaşılan dijital kronometreden farklı olarak; esnek ve komuta edilebilir bir android uygulaması geliştirilebilmiştir. Android tabanlı olan bu uygulama, piyasada kolaylıkla erişilebilen her türlü ebat, kapasite ve nitelikteki cihazlarda (masaüstü bilgisayar, dizüstü bilgisayar, avuç içi bilgisayar, tablet, cep telefonu) kullanılabilir diye, donanım ve yazılım tercihleri bu amaca uygun yönde yapılmıştır. ZOKA uygulamasının yazılım mimarisi ve kullanıcıya yansıyan görsel yapısı; hâlihazırda günlük hayatta akıllı telefonlarda kullanılmakta olan diğer uygulamalar gibi kabul edilebilir ve kolay alışılabilir bir kullanım düzenine sahiptir. Android işletim sistemiyle çalışan akıllı telefon ve tablet gibi cihazlarda, kısa süreli bir kurulum sayesinde, istenilen anda ZOKA uygulaması,

kullanımına hazır hale getirilebilmektedir. Bu uygulama, sıralı ya da karmaşık bir düzende gerçekleştirilen iş dilimi zamanlarının ölçülmesi ve kaydedilmesine uyarlanacak kapasitede, işlevsel ve esnek bir yapıda tasarlanmıştır.

ZOKA uygulamasının, basit ve sade olmasından dolayı zaman etütlerinde, iş dilimi süreleri rahatça ölçülüp kaydedilebilmektedir. Buton karmaşası olmamasından dolayı ölçüm yapan gözlemci/etütçü bir süre sonra mevcut olan butonların yerlerini cihaza bakmadan komuta ve kontrol edebilmektedir. Bu da gözlemcinin iş-zaman ölçümüne odaklanmasını sağlamaktadır. ZOKA uygulamasının yüklü olduğu telefon/tablet gibi cihazların tek elle kullanıma uygun, hafif ve ergonomik olmasından dolayı ölçüm yapan gözlemci rahat bir şekilde hareket edebilmektedir. Cihazı kullanırken mouse, mouse pad, etüt formu, etüt tablası gibi ek araçlara gerek duyulmamasından dolayı da etütçü, gözlemin gerçekleştirildiği alanda rahatlıkla hareket edilebilmekte, etüt edilen iş ve çalışan rahatça gözlenebilmekte ve uzun gözlem süreleri sırasında etütçünün yorulması kaba hata yapma olasılığı azalmaktadır. Odun hammaddesi üretim faaliyetleri sırasında yapılan etütler itibarıyla da, ZOKA uygulamasının, arazide zaman etütlerinde doğrudan gözlem yöntemine uygun bir zaman ölçüm aracı olduğu tespit edilmiştir.

Zaman ölçümlerinde önemli olan husus; ölçülen iş süresinin kesin, tam ve doğru yani hassas şekilde ölçülmesi ve uygun biçimde kaydedilmesidir (REFA, 1988; Alkan, 2002). Hem işçinin hem de makinenin fiili çalışma sürelerini, duraksamaları, ek faaliyet sürelerini, programlı veya programsız ara verme sürelerinin hassas şekilde ölçülmesi özellikle ücretlendirmeler ve iş planına bağlı kaynak tahsisleri için verimli çalışma sürelerinin saptanması açısından çok önemlidir (MPM, 1997). ZOKA uygulaması kullanılarak yapılan zaman ölçümlerinden elde edilen sonuçlar, gerçek çalışma süresine çok yakındır. ZOKA uygulaması kullanılarak yapılan etüt sonuçlarının, kontrol verisinden farkı (kesme-boylama iş akış aralığındaki toplam süre üzerinden) ağaç başına ortalama % 3.2 civarındadır. Bu fark, diğer bir nitelemeyle sapma oranı, uzun süreli iş dilimlerine ait ölçümlerde % 1'in altına inebilmektedir. Literatürde, manuel zaman etütü araçları ile otomatik veri kaydediciler karşılaştırıldığında ortalama % 8-38 arasında zaman ölçüm hatasının olabileceği bildirilmiştir (Nuutinen vd., 2008). Bu nedenle bu çalışmadaki hata oranı dikkate alındığında, ZOKA uygulamasının, hassas sonuçlar verebilen kullanılabilir bir zaman ölçme aracı olduğu söylenebilir.

Bununla birlikte, kronometretaj yönteminde olduğu gibi, sahada gözle görerek veya kulakla duyarak ölçme noktasını algılama, gözle kronometre ekranından değeri okuma (tekrarlı zaman ölçme tekniği kullanılıyorsa kronometreyi sıfırlama) ve elle kayıt formuna okunan değeri yazma işlemleri (Doğan, 1998) sırasında çok kısa süreli iş dilimlerine ait verinin kaydedilmesinde zorluk yaşanabilmektedir. Kronometretaj yöntemiyle, özellikle ormancılık operasyonları alanında yapılan etütlerde rastlanılan ölçülmüş en kısa süreli iş dilimi süresinin 3 saniye olduğu görülmüştür (Acar, 1990; Öztürk, 1996; Varol, 1997; Sert, 2014). Çok kısa sürelerin gözlemlenip algılanıp kronometrenin durdurulup sürenin okunup etüt formuna yazılmasında, başarısız olmaktadır (Nuutinen vd., 2008). ZOKA uygulaması, bu gibi olumsuzlukların yaşanabileceği kısa süreli iş dilimleri için yapılan zaman

etütlerinde oldukça faydalı bir araç olarak kullanılabilir kapasitededir.

Ormancılık faaliyetleri gibi, arazi ortamında ve açık hava şartlarında gerçekleştirilen zaman etütlerinde; arazi yapısı, etüt edilen işe ait iş dilimleri arasında ani atlamalar (iş adımında çalışana veya çalışma koşuluna bağlı değişimler) nedeniyle ölçme noktalarının takip edilememesi, etütçünün iş güvenliği, vb. nedenler etütçünün doğrudan gözlem yaparak iş ve zaman ölçümü yapmasını güçleştirmektedir (MPM, 1997; Doğan, 2015). Bu sebeple hali hazır zaman ölçüm aracı olan el kronometresi ve zaman etüt formu arazi şartlarındaki ölçümlerde hatalara sebebiyet vermektedir (Yıldırım, 1989). Zaman ölçümü sırasında sıkça duraklamalar olmakta veya ölçülen zamanların forma işlenmesinde ya da etütçü tarafından bilgisayar ortamına aktarılmasında hem hatalar meydana gelmekte hem de zaman kaybı oluşmaktadır. Bu sebeple, arazi koşullarında zaman ölçümü yapabilmeyi kolaylaştıran, veriyi depolayan ve istendiğinde analize hazır hale getirebilen bir zaman ölçüm aracına ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü çalışan performansı, makine teknolojileri ve iş kalitesine yönelik beklentiler; herhangi bir işe ilişkin verimli çalışma sürelerinin aktüel veriye dayalı olmasını gerektirmektedir (Strangard ve Mitchell, 2015). Bu noktada da zaman etüt ve analizlerinin güncel olarak pratik ve hassas şekilde yapılması ve bunun için de yeni teknik ve teknolojiden faydalanılmasının gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada geliştirilen ZOKA uygulaması da bu kapsamda değerlendirilebilecek bir araç niteliği taşımaktadır.

Geleneksel olarak kronometre ve etüt-kayıt formlarından yararlanılarak yapılmakta olan zaman ölçümlerinin etkililiğini arttırmak için sayısal veri kaydediciler ve bilgisayar tabanlı araçlar geliştirilmiştir. Örneğin, ormancılık faaliyetlerine yönelik zaman etütü teknikleri ve araçları son zamanlarda önemli ölçüde değişmeye yüz tutmuştur (Kariniemi, 2006; Eker ve Çoban, 2017) ve sonuç olarak zaman ölçüm kavramlarını ve iş öğelerini, önerilen bu yeni tekniklere uyarlama ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Özellikle hassas ormancılık anlayışı (Eker ve Özer, 2015) kapsamında her türlü veri toplama, kaydetme, ölçme, analiz ve değerlendirme araçlarında otomasyona öncelik verilmektedir. Mekanizasyona dayalı ormancılık operasyonlarında, iş makinelerine montaj edilerek çalıştırılan sağlamlaştırılmış bilgisayarlar (rugged PC), anlık veri toplayıcılar (data logger), hassas GPS alıcıları ve navigasyon sistemleri gibi donanım ve yazılım sayesinde hem yapılan iş, hem konumsal değişiklikler/hareketler hem de harcanan zamanın kaydedilebilmektedir. Kayıtlanan veri, çeşitli veri aktarım/transfer (kablolu ve kablosuz) sistemleriyle işleme-analiz-değerlendirme-kontrol merkezlerine aktarılabilir (Castonguay, 2013).

Son yıllarda geliştirilen otomatik veri kaydediciler, çoğunlukla makinelerin verimli çalışma sürelerinin ölçümünde kullanılmaktadır. Ancak otomatik veri kaydedicilere iş dilimi değişimleri (ölçme noktaları), en iyi şekilde tarif edilse de (öğretile de – programlansa da), iş değişim anı veya işin akışı gereği oluşan değişiklikler karşısında otomatik kaydedicinin hataları ortaya çıkabilmektedir (Väätäinen vd., 2003). Bu nedenle, araştırma alanında bir araştırmacının varlığı genellikle önemli hale gelmektedir. Pehkonen (1978), zaman etütlerinde ölçüm doğruluğunu etkileyen en önemli faktörlerin zaman etütü teknikleri ve araçları, ölçme noktalarını gözleme olanağı, ölçülecek iş dilimi

zamanının uzunluğu, gözlemcinin yeteneği ve ölçüm anındaki insan faktörleri olduğunu belirtmiştir. Peltola (2003), doğru tanımlanmasına rağmen bireylere bağlı olarak iş öğelerinin yapılarının belirlenmesinde ve yorumlanmasında önemli farklılıklar olabileceğini vurgulamıştır. Buna göre de; doğrudan işgücüne bağlı (manuel) işlerde çalışma zamanının ölçümünde, etütçünün ve kullandığı etüt araçlarının ne derece önemli olduğu olgusu ortaya çıkmaktadır. Çünkü etütçü, zaman ölçümü sırasında iş dilimleri arasındaki geçişi (ölçme noktalarını) ve aksaklıkları algılayıp yorumlayarak ona göre ölçme ve kayıt yapabilir. Özellikle manuel ve motor-manuel yapılan işlerdeki zaman etütlerinde, etütçü; ZOKA uygulaması gibi pratik bir iş-zaman ölçme ve kaydetme aracına ihtiyaç duyabilir.

Türkiye ormancılığı gibi, gelişmekte olan ülkelerde ormancılık operasyonları çoğunlukla elle ya da yarı mekanize şekilde yürütülmektedir. Bu işlerin ölçülmesi, kontrol edilmesi ve (özellikle verim ve ücret takdirinde kullanılmak üzere) değerlendirilmesi için doğrudan ya da dolaylı gözlem yoluyla iş ve zaman etütlerine gereksinim duyulmaktadır. Bu bakımdan geliştirilen ZOKA uygulaması, zaman ölçme işlerinin kolaylaştırılması ve hassaslaştırılmasına fırsat sunabilir niteliktedir. Çünkü pahalı ölçme ve veri toplama araçlarına (örneğin; data logger için 4500 \$) kıyasla, ZOKA uygulaması (yalnızca donanıma ait yaklaşık satış fiyatı 250 \$), göreceli olarak maliyeti düşük bir yazılım olup başka amaçla kullanılan ve bilgisayar nitelikli tüm mobil cihazlarda çalışabilme yetkinliğine sahiptir.

Öte yandan, bir defada etüt edilen iş miktarı, tüm çalışma zamanının ölçülüp kaydedilmesi, elde edilen verilerin aktarımı, paylaşımı, depolanması ve gerektiğinde verilerin işleme hızı açısından da ZOKA uygulaması makul sonuçlar ortaya koymuştur. ZOKA uygulamasının yüklü olduğu cihazın pil (batarya) ve bellek (hafıza) özellik durumuna göre veri kaydedilmesi ve depolanması işlemleri farklılıklar gösterebilmektedir. ZOKA uygulamasının yüklü olduğu tablet/telefon gibi cihazlarda sim kart destekleme özelliği bulunması sayesinde, etütçü verileri doğrudan ofis ortamındaki teknik elemanla paylaşabilmekte ve/veya aktarabilmektedir. Böylece, analist ya da yöneticinin verileri işleme ve analiz etmesi kısa sürede gerçekleştirilebilmektedir.

Tarihsel (arşiv) zaman verisi olarak nitelenen geçmişte yapılmış zaman etütlerine dayalı (örneğin; 288 sayılı tebliğ ekindeki tablo verileri gibi (OGM, 1996) çalışma süreleri üzerinden yapılan iş planları, ücretlendirmeler ve performans değerlendirmeleri; iş becerilerindeki ve teknolojiadaki değişimlerden dolayı işverenleri, yöneticileri ve çalışanları yanlış sonuçlara sevk edebilmektedir. Bu gibi durumlarda, yeniden zaman etütleri yapılmak istendiğinde ZOKA uygulamasının teknik, ekonomik ve ergonomik açıdan istenilen zamanda ve hassasiyette, herkes tarafında rahatlıkla kullanılabilir bir zaman ölçüm aracına olan gereksinimi giderebileceği söylenebilir.

#### Açıklama


Bu çalışma, Prof. Dr. Mehmet EKER danışmanlığında, SDÜ Fen Bilimleri (ISUBÜ Lisansüstü Eğitim) Enstitüsü'nde Yasin KURT tarafından hazırlanan Yüksek Lisans tezinin özetidir. İlgililere teşekkür ederiz.

**Kaynaklar**

- Acar, H.H., 1990. Artvin yöresinde bölmeden çıkarma açısından uzun mesafeli vinçli hava hatları ile orman yolları alternatiflerinin kıyaslanması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Acar, H., Aykut, T., Şentürk, N., 1997. Artvin yöresinde bölmeden çıkarmada kullanılan Koller K 300, Urus M III ve Gantner Tipi hava hatlarının karşılaştırılması üzerine bir araştırma. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 47(2): 29-58.
- Alkan, H., 2000. Eğirdir Orman Fidanlığı'nda fidan maliyeti analizleri. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 1(1):1-20.
- Alkan, H., 2001. İşletme başarısında maliyet yönetiminin rolü ve maliyet yönetimindeki yeni yaklaşımlar (Ormancılık açısından bir değerlendirme). SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 2(1):177-192.
- Alkan, H., 2002. Kalitesizliğin önemli bir boyutu: maliyet artışı (Orman ağacı fidanı üretimine ilişkin bir değerlendirme). SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 3(2):97-118.
- Berkel, A., 1976. Ormancılıkta İş Bilgisi. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 220, İstanbul.
- Bezen, A., 2007. İş etüdü teknikleri ile kalite ve müşteri memnuniyeti ilişkisi, ambalaj sektöründe bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Björheden, R., 1991. Basic time concepts for international comparisons of time study reports. Journal of Forest Engineering, 2(2): 33-39.
- Castonguay, M., 2013. Precision forestry; Monitoring tools for the forest operations. [https://fpinnovations.ca/Extranet/Events/Documents/2013/11/FPI\\_Precision\\_Forestry](https://fpinnovations.ca/Extranet/Events/Documents/2013/11/FPI_Precision_Forestry), Erişim: 01.04.2018
- Davis, C.T., Kellogg, L.D., 2005. Measuring Machine Productivity with the MultiDAT Datalogger: a Demonstration on Three Forest Machines. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-194.2005.
- Doğan, A., 1998. Yönetebilmenin En Önemli Aracı: İş Etüdü, Anahtar Dergisi, 10(117): 8-21.
- Doğan, A., 2015. İş Etüdü Yöntem Bilgisi. Türkiye Cumhuriyeti Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Verimlilik Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Eclipse, 2019. Download Eclipse Technology, Eclipse IDE installing, Eclipse Foundation. <https://www.eclipse.org/downloads> Erişim tarihi: 02.03.2019.
- Eker, M., 2004. Ormancılıkta odun hammaddesi üretiminde operasyonel planlama modelinin geliştirilmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Eker, M., Çoban, H.O., Acar, H.H., 2011. Time study and productivity analysis of chainsaw mounted log debarker in southern pine forests of Turkey. African Journal of Agricultural Research Vol. 6(10):2146-2156.
- Eker, M., 2015. Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerinde İş-Zaman Analizlerinin Yapılması ve Standart Zamanların Hesaplanması. Orman Genel Müdürlüğü Üretim İşlerinde İş-Zaman Analizleri Projesi, Ankara.
- Eker, M., Özer, D., 2015. Üretim işlerinde hassas ormancılık yaklaşımı. Turkish Journal of Forestry, 16(2):183-194.
- Eker, M., 2016. Life cycle inventory in wood harvesting for sensitive forest operations. 1<sup>st</sup> International Symposium of Forest Engineering and Technologies-FETEC 2016, 2-4 June 2016, Bursa (Turkey), Book of Abstracts, p. 31.
- Eker, M., Çoban H.O., 2017. Değişen paradigmlar ve gelişen teknoloji bağlamında ormancılık operasyonları. Türkiye Ormancılar Derneği, IV Ulusal Ormancılık Kongresi, 15-16 Kasım 2017, Bildiriler Kitabı, Antalya.
- Genymotion, 2019. Make beter apps, Genymotion Desktop. <https://www.genymotion.com/desktop/>, Erişim tarihi:02.03.2019
- Harstela, P., 1988. Principle of comparative time studies in mechanized forest work. Scand. J. For. Res., 3:253-257.
- Harstela, P., 1991. Work studies in forestry. Silva Carelica No:18, 41 p.
- ILO, 1981. Introduction to Work Study. International Labour Office, Geneva, Switzerland.
- Kanawaty, G., 2004. İş Etüdü, MPM Yayınları, No:29, Ankara.
- Kariniemi, A., 2006. Kuljettajakeskeinen hakkuukonetyön malli – työn suorituksen kognitiivinen tarkastelu. Helsingin yliopiston metsävarojen käytön laitoksen julkaisuja 38. 126 p. (In Finnish).
- Kellogg, L., Davis, C., Bolding, C., 2004. Measuring machine productivity with a multi\_dat data logger; A demonstration on three forest machines. Oregon State University, Department of Forest Engineering, USA. <http://www.cof.orst.edu/cof/ferm/research/kg/WR-COFE-%2005.pdf>, Erişim:18.06.2019
- Laforest, S.M., Pulkki, R., 2011. Case study of integrating on-board computers in Northern Ontario's forest supply chains. 34<sup>th</sup> Council on Forest Engineering, June 12-15, Quebec, Canada.
- Leech, J.W., Sutton, M.W., Archer, G.R., 1989. Recording field measurements on husky hunter microcomputers. Australian Forestry, 52(2):68-73, DOI: 10.1080/00049158.1989.10674538
- Magagnotti, N., Spinelli, R., 2012. Good Practice Guidelines for Biomass Production Studies, European Cooperation in Science and Technology, COST Action FP-0902, ISBN 978-88-901660-4-4, 50 p., Italy.
- MPM, 1991. İşletmelerde Verimlilik Denetimi, Ölçme ve Değerlendirme Modelleri. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Yayın no: 435, Ankara.
- MPM, 1997. İş Etüdü. Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, Yayın no: 29, Ankara.
- Nakagawa, M., Hamatsu, J., Saitou, T., Ishida, H., 2007. Effect of tree size on productivity and time required for work phases in selective thinning by a harvester. Int. J. For. Eng., 18(2):24-28.
- Nuutinen, Y., Väätäinen, K., Heinonen, J., Asikainen, A., Röser, D., 2008. The accuracy of manually recorded time study data for harvester operation shown via simulator screen. Silva Fennica 42(1): 63-72.
- OGM, 1996. Asli Orman Ürünlerinin Üretim İşlerine Ait 288 sayılı Tebliğ. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ovaskainen, H., 2009. Timber harvester operators' working technique in first thinning and the importance of cognitive abilities on work productivity. Ph.D. thesis, University of Eastern Finland, Joensuu, Finland.
- Öztürk, T., 1996. Artvin Bölgesinde Vinçli Hava Harlarından Yararlanma İmkanları. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Palander, T., Nuutinen, Y., Kariniemi, A., Vaatinen, K., 2013. Automatic time study method for recording work phase times of timber harvesting. Forest Science, 59(4):472-483.
- Pehkonen, A., 1978. Accuracy of timing in some time study methods. Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland, 50: 1-66.
- Peltola, A., 2003. IT-time for mechanised forest work study. 2<sup>nd</sup> Forest Engineering Conference, 12-15 May 2003, Växjö, Sweden. Skogforsk Arbetsrapport, 536:107-112.
- REFA, 1988. İş Etüdü Yöntem Bilgisi: İş Etüdünün Temelleri. MPM Yayınları, No: 544, Ankara.
- Sert, M., 2014. Dağlık arazilerde bölmeden çıkarma çalışmalarında kullanılan mobil vinç sisteminin verim ve ekolojik açılardan değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Spinelli, R., Visser, R., 2008. Analyzing and estimating delays in harvester operations. Int. J. For. Eng., 19(1):36-41.
- Strandgard, M., Mitchell, R., 2015. Automated time study of forwarders using gps and a vibration sensor. Croat. j. for. eng., 36(2): 175-184.
- Üçüncü, K., 2005. Ergonomi ve İş Etüdü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Ders Notları, No:77, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon.

- Väätäinen, K., Ovaskainen, H., Asikainen, A., Sikanen, L., 2003. Chasing the tacit knowledge – automated data collection to find the characteristics of a skillful harvester operator. 2<sup>nd</sup> Forest Engineering Conference, 12–15 May 2003, Växjö, Sweden. Skogsforsk Arbetsrapport 539: 3–10.
- Varol, T., 1997. Batı Karadeniz bölgesi orman nakliyatında yükleme, boşaltma ve istifleme işlerinin zaman, verim ve masraf yönünden incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Yıldırım, M., 1989. Ormancılık İş Bilgisi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.

## Ekolojik kuantum analizi: Sapma düzeltmeli enerji bileşen tablosunun yapılandırılması

Kürşad Özkan<sup>a</sup> 

**Özet:** Bu makale kuantum ekolojisi çerçevesinde sapma düzeltme eşitlikleri dikkate alınarak enerji bileşen tablosunun yapılandırılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada sapma düzeltme eşitliği olarak birinci derece Jackknife indisi tercih edilmiştir. Hipotetik bir meta toplum verisi kullanılarak geleneksel hesaplara dayanan enerji bileşen (GEB) tablosu ve sapma düzeltmeli enerji bileşen (SEB) tablosu elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre SEB tablosunun tüm potansiyel enerji ayak izi (PENİ) değerleri GEB tablosunun PENİ değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. En önemli farklılıklar bileşik etki ve beliren etki parametrelerinde gözlenmiştir. Sapma asıl olarak bir toplumu temsil etmek üzere envanter ile elde edilen verinin genelde eksik olmasından kaynaklanmaktadır. Ekolojik kuantum analizinde meta toplumlara yönelik veri envanter çalışmaları ile elde edilmektedir. Bu sebepten sapma düzeltme kavramının kuantum ekolojinde yer bulması ve bununla ilgili algoritmaların ekolojik kuantum parametrelerinin kestiriminde dikkate alınması önemlidir.

**Anahtar kelimeler:** Canlı toplumu, Resonatör, Kompleks, Enerji birimi, Entropi

## Ecological quantum analysis: Building a bias-corrected energy component table

**Abstract:** This present study was carried out to build bias-corrected energy component table in the frame of quantum ecology. The first order jackknife index was preferred as a bias corrected equation. Using a hypothetical meta-community data, traditional energy component (TEC) table and bias-corrected energy component (BEC) table were obtained. According the results, all potential energy footprint (PEF) values of BEC were found higher than PEF values of TEC. The most considerable differences were observed for joint effect and emergence effect. Bias comes from incomplete inventory data. The data used in ecological quantum analysis is obtained from field inventory works. Therefore the concept of bias needs to be placed in quantum ecology and the bias-corrected algorithms should be considered in estimations of ecological quantum parameters.

**Keywords:** Living community, Resonator, Complex, Energy unit, Entropy

### 1. Giriş

Orlóci (2013a)'nin "Kuantum ekolojisi. Enerji yapısı ve Onun Analizi" isimli kitabı ile ilk defa Max Plank'ın enerji tabanlı entropi eşitliği ekoloji alanında kullanılmıştır. Araştırmacı bu kitapta Plank'ın enerji tabanlı entropi eşitliğini temel alarak ekolojik kuantum parametrelerini tanımlamış ve onların hesabını çeşitli ekolojik toplum örneklerinde uygulayarak ayrıntılı olarak açıklamıştır. Bu kitabın daha sonraki versiyonunda ise aynı parametreler aynı hesaplama yöntemleri ile gösterilmiş olup bazı grafik, tablo ve yazım düzeltmeleri dışında mahiyete bir değişiklik yapılmamıştır (Orlóci, 2015a). Araştırmacının bu kitap dışında enerji tabanlı entropi eşitliği ve onun bileşenlerini kullandığı başka çalışmaları da bulunmaktadır (Orlóci, 2013b; Orlóci, 2014; Orlóci, 2015b; Orlóci, 2015c). Ekolojik kuantum parametrelerinin hem karakter tabanlı verilerin analizine hem de çevresel faktörlerle ilişkilerine yönelik ilk çalışmalar ise Özkan (2016; 2017a) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu konu ile ilgili en son çalışmalar ise Özkan (2018) tarafından Tsallis entropisi ile enerji tabanlı entropinin genelleştirilmesi ve Orlóci ve Özkan (2019)

tarafından Kanadankis istatistiği ile enerji tabanlı entropi eşitliğinin genelleştirilmesi üzerine olmuştur.

Gerçekleştirilen bütün bu çalışmalara rağmen, ekolojik kuantum analizi hala kavramsal ve metodolojik açıdan bazı eksiklikler içermektedir. Bu eksikliklerden en önemlisi enerji bileşen hesapları gerçekleştirilirken envanter verilerinin sorgulanmadan doğrudan işleme alınmasıdır. Oysaki biyolojik çeşitlilik hesaplamalarında bu sorgulama gerçekleştirilebilmekte ve kestirimler daha güvenilir bir şekilde yapılabilmektedir. Envanter verilerinin sorgulanması sapmanın belirlenmesi ve hesaba aktarılması anlamına gelmektedir. Sapma envanter esnasında gözlenemeyen türlerden dolayı ortaya çıkan veri eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Gözlenemeyen türler sebebiyle hemen bütün envanter verileri az veya çok sapma içerir. Biyolojik çeşitliliğin ölçümünde sapmanın azaltılmasına veya engellenmesine yönelik geliştirilmiş birçok eşitlik bulunmaktadır. Bunlardan en popüler olanları Jackknife yöntemi (Zahl, 1977), düzeltmeli en çok olabilirlik tahmini ve Chao-Shen ölçümüdür (Chao ve Shen, 2003).

Biyolojik çeşitlilik hesaplarında olduğu gibi ekolojik kuantum analizinde de canlı toplumlarına ait veriler kullanılmaktadır. Bu durum enerji bileşen hesaplarına konu

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

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 10.05.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 16.07.2019



**Citation** (Atıf): Özkan, K., 2019. Ekolojik kuantum analizi: Sapma düzeltmeli enerji bileşen tablosunun yapılandırılması. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 168-172. DOI: [10.18182/tjf.563218](https://doi.org/10.18182/tjf.563218)



olan verilerin eksik olabileceği anlamına gelir ve kestirimlerin güvenilirliğine şüphe düşürür. O halde sapma konusunun ve bununla ilgili hesapların ekolojik kuantum analizinde yer bulması gerekir.

Bu çalışma sapmanın dahil edilerek enerji bileşen hesaplarının yapılmasına yönelik niceliksel bir yöntem yaklaşımı önermektedir. Çalışma da hipotetik bir meta toplum verisi kullanılmış, sapmanın hesaplara yansımaları ile canlı toplumlarının enerji yapılarındaki hesapların ne kadar değişebileceği gösterilmiş ve böylece sapmanın enerji parametrelerinin hesabında yer almasının önemine vurgu yapılmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Enerji bileşenlerinin sapma düzelme esasına dayanan hesapları

Ekolojik kuantum analizinde kullanılan temel eşitlik aşağıda verilen Plank'nın enerji tabanlı entropi eşitliğidir (Orlóci, 2013a).

$$H_n = nH = (T+n) \ln(T+n) - T \ln T - n \ln n \quad (1)$$

Bu denklemin temelinde enerji eşitliği esastır. Diğer bir deyişle,

$$E_j = E_{Env} + E_{Phy} + E_{Em} \quad (2)$$

Eşitlikteki terimler özel süreçlerin potansiyel enerji ayak izini temsil etmektedir. Burada  $E_j$  birleşik etki anlamına gelmektedir. Zincirdeki (katena) harici zorlayıcı sürecin özel enerji ayak izi veya geçici çevresel etki ayak izi  $E_{Env}$  olarak ifade edilebilir.  $E_{Phy}$  uzun dönemli filogeni sürecine özel enerji ayak izi veya düzensizlikten geri kazanımın zamansal sürecine özel enerji ayak izini ifade etmektedir.  $E_{Em}$  ise beliren etki olarak tanımlanmaktadır (Orlóci 2013a, Özkan, 2017b).

Envanterde gözlenemeyen türlerden kaynaklanan sapma, entropi değerine eklenecek olan değerdir. Bu yüzden "sapma" ifadesi yerine genelde "negatif sapma" ifadesi kullanılmaktadır (Chao ve Shen, 2003).

Meta toplum verilerine yönelik önerilen negatif sapma hesabı bileşen tablosunun üç terimine yöneliktir. Bunlar eşitlik 2'de verilen  $E_j$ ,  $E_{Phy}$  ve  $E_{Env}$  bileşenleridir.

Aşağıdaki eşitlikte bir toplumda gözlenen türe ( $s_{obs}$ ) eklenecek tür sayısı ( $S_r$ ) ile gerçekte olması beklenen toplam tür sayısı ( $\hat{S}$ ) belirlenmektedir (Burnham ve Overton, 1978; Chao ve Shen, 2010).

$$\hat{S} = s_{obs} + S_r \quad (3)$$

Gözlenen tür sayısı ( $s_{obs}$ ) bellidir. Belirlenmesi gereken  $S_r$ 'dir.  $S_r$  toplumda bulunan türlerin sayıları/frekans değerleri dikkate alınarak veya toplum içindeki alt toplumlarda (meta toplum içindeki komplekslerde) türlerin tekrar etme sayıları dikkate alınarak belirlenebilir.

Her iki yaklaşımla  $S_r$  kestirimi için birinci derece Jackknife indisi kullanmak mümkündür (Burnham ve Overton, 1978; Chao ve Shen, 2010). Şöyle ki;

Bir toplumda bolluk (frekans) verilerini dikkate alan negatif sapmayı azaltıcı birinci derece jackknife eşitliği aşağıdaki gibidir.

$$\hat{S} = s_{obs} + \frac{n-1}{n} f_1 \quad (4)$$

Eşitlikte  $n$  toplam birey sayısını,  $f_1$  toplumdaki tek frekanslı türlerin sayısını ifade etmektedir.

Tekrarlanma değerlerine göre negatif sapmayı azaltıcı birinci derece jackknife eşitliği;

$$\hat{S} = s_{obs} + \frac{T-1}{T} Q_1 \quad (5)$$

Eşitlikte  $T$  toplumdaki alt toplum sayısını (meta toplumda kompleks sayısını) ve  $Q_1$  toplum içindeki alt toplumlarda (meta toplum içindeki komplekslerde) tek tekrür sayısına sahip türlerinin sayısını ifade etmektedir.

Anlaşılabileceği üzere türlerin bolluk verilerine göre  $S_r = \frac{n-1}{n} f_1$  ve onların tekrarlanma sayılarına göre  $S_r = \frac{T-1}{T} Q_1$  olmaktadır.

Bu durumda,  $S_r = \frac{n-1}{n} f_1$  hesabı  $E_{Phy}$ 'ye,  $S_r = \frac{T-1}{T} Q_1$  hesabı  $E_{Env}$ 'ye ve  $S_r + S_r = \frac{n-1}{n} f_1 + \frac{T-1}{T} Q_1$  hesabı  $E_j$ 'ye gider.

Yukarıdaki hesapları matrisin hem yatay ( $x$ ) hem de dikey yönüne ( $y$ ) göre düzenlersek;

$S(x)_r = \frac{n-1}{n} f(x)_1$  ve  $S(y)_r = \frac{n-1}{n} f(y)_1$  hesapları  $E_{Phy}$ 'ye;  $S(x)_r = \frac{T-1}{T} Q(x)_1$  ve  $S(y)_r = \frac{T-1}{T} Q(y)_1$  hesapları  $E_{Env}$ 'ye ve bu hesapların hepsinin toplamı da  $E_j$ 'ye gider.

Sapma eşitliklerini ekolojik kuantum parametrelerine göre Çizelge 1'e dayanarak sembol değişiklikleri ile yeniden ifade edelim.

$$S_{Phy} = \frac{\sum f_{++} - 1}{\sum f_{++}} f(x)_1 + \frac{\sum f_{++} - 1}{\sum f_{++}} f(y)_1, \quad (6)$$

$$S_{Env} = \frac{\sum C_i - 1}{\sum C_i} Q(x)_1 + \frac{\sum C_i - 1}{\sum C_i} Q(y)_1, \quad (7)$$

$$S_j = \frac{\sum f_{++} - 1}{\sum f_{++}} f(x)_1 + \frac{\sum f_{++} - 1}{\sum f_{++}} f(y)_1 + \frac{\sum C_i - 1}{\sum C_i} Q(x)_1 + \frac{\sum C_i - 1}{\sum C_i} Q(y)_1 \quad (8)$$

Eşitliklerde bir meta toplumdaki toplam kompleks sayısı  $\sum C_i$  ile, toplam birey (enerji birimi) sayısı  $\sum f_{++}$  ile ifade edilmektedir ( $\sum C_i = n_{env}$ ,  $\sum f_{++} = T$ ). Burada,

$f(x)_1$ , meta toplumda tek tekerrürlü ve tek birey sayısına sahip komplekslerin toplamı

$Q(x)_1$ , tek bir türe sahip komplekslerin toplamı

$f(y)_1$ , meta toplumda tek tekerrürlü ve tek birey sayısına sahip türlerin toplamı

$Q(y)_1$ , tek tekerrürlü türlerin toplamı olarak tanımlanabilir.

Eşitlik 6, eşitlik 7 ve eşitlik 8 sapma düzeltme işlemleri için temel olmaktadır.

Eklenecek  $S_r$  değeri eklenecek tür sayısı anlamına gelmektedir. Bu yüzden  $S_r$  değeri, ilgili meta toplumun  $n$  değerine eklenir. Sapma değeri minimum eşikten hesaplanacağından dolayı da  $S_r$  değeri aynı zamanda ilgili meta toplumun  $T$  değerine eklenmektedir. Burada belirtmek gerekir ki, sapma düzeltmeli  $nH_{env}$  hesabında yer alan  $n$  değeri geleneksel hesaplardaki  $n$  değeri ile aynı değere denk gelmektedir. Diğer bir deyişle Eşitlik 7 sapma düzeltmeli  $nH_{env}$  hesabında  $T$  değerine eklenecek değeri ifade

$$nH_{phy}=(T+n+2[S_{phy}])\ln(T+n+2[S_{phy}])-(T+[S_{phy}])\ln(T+[S_{phy}])-(n+[S_{phy}])\ln(n+[S_{phy}]) \quad (9)$$

$$nH_{env}=(T+[S_{env}]+n)\ln(T+[S_{env}]+n)-(T+[S_{env}])\ln(T+[S_{env}])-(n)\ln(n) \quad (10)$$

$$nH_j=(T+n+2[S_j])\ln(T+n+2[S_j])-(T+[S_j])\ln(T+[S_j])-(n+[S_j])\ln(n+[S_j]) \quad (11)$$

## 2.2. Hipotetik meta toplum verisi

Sapmanın etkisini göstermek amacıyla kullanılan hipotetik meta toplum (HMT) verisi Çizelge 2'de verilmiştir. Hipotetik meta toplum üç kompleksten (C1, C2 ve C3) oluşmakta ve toplam 15 türü içermektedir. S5, S9 ve S15 tüm komplekslerde ortak olan türlerdir. C1 de 4 tür, C2 de 3 tür ve C3 de 4 tür tek bireyli/frekanslı türlerdir. Meta toplumda iki tür C1'e, iki tür C2'e ve üç tür C3'e özeldir.

etmektedir. Eşitlik 7 aynı zamanda  $S_j$  hesabının bir parçasıdır.

Ekolojik kuantum parametreleri tam sayı değerleri ile işlem yapar (Özkan, 2017b). Bu yüzden  $S_{env}$ ,  $S_{phy}$  ve  $S_j$  değerlerinin tam sayı değerleri ham verilere eklenmelidir.  $S_{env}$ ,  $S_{phy}$  ve  $S_j$ 'in tabana yuvarlanmış tam sayı değerleri sırası ile  $[S_{env}]$ ,  $[S_{phy}]$  ve  $[S_j]$  olarak ifade edilmiştir.

Verilen bilgiler ışığında sapma düzeltmeli enerji bileşen tablosunun temel aktörlerine ( $nH_{phy}$ ,  $nH_{env}$  ve  $nH_j$ ) ait eşitlikler aşağıda gösterildiği gibidir.

## 3. Bulgular ve tartışma

Çizelge 2'deki meta toplum verisinin geleneksel ve sapma düzeltmeli analiz sonuçları sırası ile Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 3'deki enerji bileşenlerinin tümü için  $T=58$ 'dir. Çizelge 4'de ise  $T$  değerleri resonatörler, kompleksler, bileşik etki ve beliren etki için sırası ile 60, 62, 65 ve 65 şeklindedir. Geleneksel yaklaşımla resonatörler için  $n=15$ , bileşik etki için  $n=26$  ve beliren etki için  $n=1$  iken, sapma düzeltme denklemleri için içine girdiğinde resonatörler için  $n=17$ , bileşik etki için  $n=33$  ve beliren etki için  $n=3$  olmuştur.

Çizelge 1. Meta toplum veri matrisinin sembolik gösterimi (sıralar türleri ( $S_i$ ) ve sütunlar kompleksleri (örnek alanları) ( $C_i$ ) ifade etmektedir. Burada  $f_{+1} + f_{+2} + \dots + f_{+k} = \sum_{x \in X} f(x)$  ve  $f_{1+} + f_{2+} + \dots + f_{s+} = \sum_{y \in Y} f(y)$  frekans değerlerinin toplamını ifade etmektedir. Her bir tür  $Y$  değişkenin elementi iken, her bir kompleks  $X$  değişkeninin elementidir)

	Kompleksler					$\sum$	$f(y)$
	$C_1$	$C_2$	...	$C_5$			
Türler	$S_1$	$f_{11}$	$f_{12}$	...	$f_{15}$	$f_{1+}$	
	$S_2$	$f_{21}$	$f_{22}$	...	$f_{25}$	$f_{2+}$	
	...	...	...	...	...	...	
	$S_8$	$f_{81}$	$f_{82}$	...	$f_{85}$	$f_{8+}$	
$\sum$	$f(x)$	$f_{+1}$	$f_{+2}$	...	$f_{+5}$	$\sum f_{++}$	

Çizelge 2. Kompleksler ve onların içerdiği türlerin bolluk verilerini içeren hipotetik bir meta toplum verisi

Kompleks/Tür	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
C1	1	2	4	5	1	1			5					1	3
C2			3		2	1	1	1	2	3					2
C3	1				3				1	4	3	2	1	1	4

Çizelge 3. Meta toplumun özel süreçlerine ait PENİ sonuçları

Yapılar	nH	n	H	P
Resonatörler	37,07709158	15	2,47180611	0,0844322
Kompleksler	11,96177424	3	3,98725808	0,0185505
Birleşik etki	51,9724065	26	1,99893871	0,135479
Beliren etki	2,93354069	1	2,93354069	0,0532083

\*Beliren etkinin  $n$  değeri enterpolasyon yolu ile belirlenmiş tam sayıya tamamlanmıştır.

Çizelge 4. Meta toplumun özel süreçlerine ait sapma düzeltmeli PENİ sonuçları

Yapılar	nH	n	H	P
Resonatörler	40,6477169	17	2,39104217	0,0915342
Kompleksler	12,1570038	3	4,0523346	0,0173817
Birleşik etki	62,60689084	33	1,89717851	0,1499912
Beliren etki	9,802170133	3	4,90108507	0,0074385

\*Beliren etkinin n değeri enterpolasyon yolu ile belirlenmiş, çıkan sayı tam sayıya tamamlanmıştır.

Çizelge 3 ve Çizelge 4 karşılaştırıldığında sapma düzeltmeli tüm nH değerleri geleneksel hesaplama ile elde edilen nH değerlerinden yüksek çıktığı görülmektedir. Sapma düzeltme hesapları dikkate alındığında enerji bileşenleri içinde en yüksek değişim nH<sub>J</sub> ve nH<sub>Em</sub> için olmuştur. Zira, geleneksel yaklaşımla ile karşılaştırıldığında sapma düzeltmeli nH<sub>J</sub> değerlerinde yaklaşık % 20'lik bir artış ve sapma düzeltmeli nH<sub>Em</sub> değerinde ise üç katın üzerinde bir artış gerçekleşmiştir (Çizelge 3 ve Çizelge 4). H değerlerinde de değişim olmuştur. Geleneksel yaklaşımla kıyaslandığında, resonatörlerin ve bileşik etkinin sapma düzeltmeli H değerlerinde azalma gerçekleşirken komplekslerin ve beliren etkinin sapma düzeltmeli H değerinde artış olmuştur.

#### 4. Sonuç ve öneriler

Sapma düzeltme eşitliklerinin ekolojik kuantum parametrelerinin kestiriminde kullanılmasının temel sebebi, envanter ile elde edilen verilerin her zaman tam anlamı ile gerçeği yansıtamayacağı kabulüne dayanmaktadır (Chao ve Shen, 2003). Bu kabul çerçevesinde hipotetik meta toplum verisi (Çizelge 2) örneğinden de görüleceği gibi, enerji parametrelerinin geleneksel ve sapma düzeltmeli hesapları arasında önemli farklılıklar olabilmektedir.

Ekolojik evren (meta toplum) ölçeğinde filogeni, çevresel arabulucu, beliren etki ve bunların toplamını ifade eden bileşik etkiye ait potansiyel enerji ayak izi (PENİ) değerlerinin elde edilmesi, diğer bir değişle, bir meta (canlı) toplumun potansiyel enerjisindeki şekillenmesi Orlóci (2013a) tarafından açıklandığı üzere aşağıda üç temel kabule dayanmaktadır.

1. Filogenetik süreç meta toplumların enerji yapısı içinde ölçülebilir bir ayak izi bırakır. Ayak izi floristik ve işsel fonksiyonel özellik çeşitliliği ile ilişkili olduğundan, entropi tabanlı kuantum analizi ile analitik olarak ölçülebilmektedir.
2. Çevresel arabulucular (çevresel değişkenler) meta toplumları kompozisyon değişikliğine zorlayarak enerji yapısını değiştirir. Değişim meta toplumların yaşam alanında vuku bulur. Enerji yapısı zamansal ve yarı zamansal zincir üzerinden kuantum analizi ile analitik olarak ölçülebilir.
3. Doğal süreç ne tam anlamı ile deterministik ne de tamamen rastlantsaldır. Filogeni ve çevresel etki dışında ortaya çıkan etki doğal sürecin deterministik kısmından kalan enerjiyi ifade etmektedir. Orlóci (2013a) tarafından yukarıda açıklanan kabuller, bu makale de bahsi geçen sebepten dolayı yeterli gelmemektedir. Bu yüzden bu kabullere yeni bir kabul ekleme ihtiyacı hâsıl olmuştur. Şöyle ki;
4. Bir meta toplumun kendi evreni için kesin bir sınır çizilemez. Bununla birlikte meta topluma yönelik veri elde etmek için envanter sınırlanmış belli bir alanda

gerçekleştirilmek zorundadır. Bu yüzden meta toplumlara yönelik envanter verisi az veya çok sapma gösterebilir. O halde ekolojik kuantum analizi çerçevesinde enerji bileşen tablosunun oluşturulmasında sapma kavramı ve onunla ilgili eşitlikler hesaplara dahil edilmelidir.

İlk üç kabul kıyaslandığında son kabulün farklı türden olduğu, dolayısıyla eklenen bu son kabulün ilk üç kabulde birlikte aynı torbada olmaması gerektiği düşünülebilir. Ancak böyle bir düşünce doğru değildir. Son kabul ilk üç kabulde birlikte aynı başlık altında yer almalıdır. Şöyle ki;

İkinci kabul de “Değişim meta toplumların yaşam alanında (in situ) vuku bulur” cümlesi yer almaktadır. Bu cümle doğrudur ama yetersizdir. Çünkü eklenen son maddede de ifade edildiği üzere, meta toplumların yaşam alanı için kesin bir sınır çizilemez. Kesin sınır çizilemez ise sınırlanmış alandan elde edilen meta toplum verisinin de o meta toplumu tam olarak temsil ettiği iddia edilemez.

Üçüncü kabul de “Doğal süreç ne tam anlamı ile deterministik ne de tamamen rastlantsaldır” ifadesi geçmektedir. Envanter verisi belli bir zaman diliminden veya zaman dilimlerinden elde edilmektedir. Sürecin tam anlamı ile deterministik olmaması, asıl olarak envanter ile elde edilen verilerin az veya çok eksik olabileceği anlamına gelmektedir.

Kuantum ekolojisi henüz çok yeni bir konudur. Doğal olarak bu konu L. Orlóci tarafından kurgulandığı ilk hali ile kalmayacak, kavramsal ve metodolojik açıdan gelişmeye devam edilecektir.

Bu makalede sapma düzeltme eşitlikleri dahil edilerek enerji bileşen tablosunun hesabı gerçekleştirilmiştir. Sapma düzeltme kavramı bu sayede ekolojik kuantum analizleri içinde yer bulmuştur. Ekolojik kuantum parametrelerinin sapma düzeltmeli kestirimlerinde birinci derece jackknife eşitliği tercih edilmiştir. Ne var ki geliştirilmiş birçok sapma düzeltme eşitliği bulunmaktadır. Dolayısıyla kuantum ekolojisi alanında birinci derece jackknife indisine alternatif olabilecek daha iyi sonuçlar verebileceğine inanılan sapma düzeltme eşitlikleri ile yeni çalışmalar yapmak mümkündür. Aynı durum genelleştirme konusu içinde geçerlidir. Ekolojik kuantum parametrelerinin genelleştirilmesinde veya diğer bir değişle enerji parametrelerinin profil eğrilerinin çıkartılmasında Orlóci ve Özkan (2019) Kanadankis istatistiğini ve Özkan (2018) Tsallis entropisini kullanmıştır. Ancak Kanadankis istatistiği ve Tsallis entropisi dışında kullanılacak birçok genelleştirilmiş entropi eşitliği bulunmaktadır. Bu yüzden kuantum ekolojisi alanında kavramsal ve metodolojik zenginliği arttırmak amacıyla sapma konusunda olduğu gibi genelleştirme konusundan da yeni çalışmaların gerçekleştirilmesi mümkün görülmektedir.

**Kaynaklar**

- Burnham, K.P., Overton, W.S., 1978. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. *Biometrika*, 65: 625-633.
- Chao, A., Shen, T.J., 2003. Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Environmental and Ecological Statistics*, 10(4): 429-443.
- Chao, A., Shen, T.J., 2010. User's Guide for Program SPADE (Species Prediction And Diversity Estimation). Available at: <http://chao.stat.nthu.edu.tw/>. Erişim: 10.03.2019
- Orlóci, L., 2013a. Quantum Ecology. The energy structure and its analysis. SCADA Publishing, Canada, Online Edition: <https://createspace.com/4406077>, Erişim tarihi:12.12.2014.
- Orlóci, L., 2013b. Quantum analysis of primary succession. the energy structure of a vegetation chronosere in Hawai'i Volcanoes National Park, SCADA Publishing, Canada, Online Edition: <https://createspace.com/4452597>, Erişim:12.12.2014.
- Orlóci, L., 2014. The vegetation process. A holistic study of long-term community energetics in East Beringia. SCADA Publishing, Canada, Online Edition: <https://createspace.com/4760258> (Erişim tarihi: 12. 12.2014).
- Orlóci, L., 2015a. Quantum Ecology. The energy structure and its analysis. 2<sup>nd</sup> edition, SCADA Publishing, Canada, Online Edition: <https://createspace.com/5750582>, Erişimi:07. 10.2015.
- Orlóci, L., 2015b. Energy based vegetation mapping. A case study in statistical quantum analysis. SCADA Publishing, Canada Online Edition: [https://www.researchgate.net/publication/278326372\\_Energy-based\\_vegetation\\_mapping\\_A\\_case\\_study\\_in\\_statistical\\_quantum\\_analysis](https://www.researchgate.net/publication/278326372_Energy-based_vegetation_mapping_A_case_study_in_statistical_quantum_analysis), Erişim: 11.02.2019
- Orlóci, L., 2015c. Diversity analysis, holistic energetics, and statistics. The resonator complex model in community ecology. SCADA Publishing, Canada Online Edition: [http://www.researchgate.net/publication/281781627\\_Diversity\\_analysis\\_holistic\\_energetics\\_and\\_statistics\\_The\\_resonator\\_complex\\_model\\_in\\_community\\_ecology](http://www.researchgate.net/publication/281781627_Diversity_analysis_holistic_energetics_and_statistics_The_resonator_complex_model_in_community_ecology), Erişim: 12.04.2019
- Orlóci, L., Özkan, K., 2019. Holistic energetics and the vegetation complex, SCADA Publishing, Canada.
- Özkan, K., 2016. Yeni paradigma anlayışı ile, her şeye tek bir bilgi altlık yolunda; ekosistem nitelik haritalaması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66(2): 410-444.
- Özkan, K., 2017a. Quantum analysis for biological communities using presence data. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 67(1): 80-84.
- Özkan, K., 2017b. Doğanın Kuantum Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 102, ISBN: 978-605-9454-08-7, Isparta.
- Özkan, K., 2018. Generalization of the Energy based entropy for Ecological Communities in the frame of Tsallis Statistic. *International Conference on Science and Technology (ICONST 05-09 September 2018)*, 877-882, Kosovo.
- Zahl, S. 1977. Jackknifing an index of diversity. *Ecology*, 58: 907-913.

## Korgan (Ordu) yöresinde doğal yayılış gösteren bitki taksonlarının etnobotanik özellikleri

Ayşe Gül Sarıkaya<sup>a,\*</sup> , Asiye Karaevli<sup>b</sup> 

**Özet:** İnsanlar, insanlığın varoluşundan günümüze kadar çevre ve bitkilerle sürekli bir etkileşim içinde olmuşlardır. Belli bir coğrafi alanda yaşayan halk, o alanda yayılış gösteren bitkileri gıda, tıbbi, yakacak, sanayi, süs vb. farklı amaçlarla kullanmaktadır. İnsanların yerleşik hayatı benimsemeleriyle birlikte pek çok medeniyete ev sahipliği yapan Anadolu'da kültürel zenginliği ile birlikte bitki zenginliği de günümüze kadar ulaşmıştır. Bu çalışma Ordu ilinin Korgan ilçesi sınırlarında gıda olarak tüketilen doğal bazı bitki taksonlarını ve bu bitki taksonlarının etnobotanik özelliklerini tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Korgan ilçe sınırları dahilinde yöre halkından 119 kişiye 25 soruluk anket araştırması yapılmıştır. Çalışma sonucunda doğal yayılış gösteren ve gıda olarak tüketilen 16 familyaya ait 23 takson tespit edilmiştir. Bu taksonların etnobotanik kullanım alanlarına bakıldığında 12'sinin gıda, 2'sinin baharat, 13'ünün çay ve 2'sinin ise süs bitkisi olarak kullanıldığı tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Etnobotanik, Korgan, Ordu, Doğal gıda bitkileri

## Ethnobotanical properties of plant taxa that naturally distributed in Korgan (Ordu) province

**Abstract:** People have been in interaction with the environment and plants from the existence of humanity to the present day. The people living in a certain geographical area use plants for different purposes like food, medical, fuel, industry, ornamental. The plant richness has reached to the present day with cultural life in Anatolia where has hosted many civilizations together with the people adopting the established life. This study was carried out to determine some natural plant taxa that are consumed as a food in the Korgan (Ordu) borders and the ethnobotanical properties of these plant taxa. A survey of 25 questions was carried out to 119 people from the local population in the boundaries of the Korgan district. As result of study, 23 taxa belonging to 16 families, which are naturally distributed and consumed as food, were determined. Ethnobotanical use of these taxa, 12 of the food, 2 of spices, 13 of which is used as a tea and 2 as ornamental plants.

**Keywords:** Ethnobotany, Korgan, Ordu, Natural food plants

### 1. Giriş

İnsanlar, insanlığın varoluşundan günümüze kadar çevre ve bitkilerle sürekli bir etkileşim içinde olmuşlardır. Bu etkileşimler çeşitli ihtiyaçları ve kullanımları da beraberinde getirmiştir. Bu kullanımlar sonucunda ise etnobotanik ve paleoetnobotanik gibi bilim dalları ortaya çıkmıştır (Vural, 2008).

Etnobotanik kelimesi, insanların çalışması anlamına gelen "etno" kökünden türemiştir. Botanikçi John W. Harshberger tarafından 1989 yılında ilk kez kullanılan etnobotanik anlamı ise insanların bitkilerden yararlanması ve belli bir coğrafi alanda yaşayan halkın, o alanda yayılış gösteren bitkileri gıda, tıbbi, yakacak, sanayi, süs vb. farklı amaçlarla kullanması olarak tanımlanmaktadır (Vural, 2008).

Etnobotanik teriminin ortaya çıkmasındaki asıl etken hastalıklarla mücadele edebilmek için geçmişten günümüze kadar bitkilerin kullanılmasıdır. İnsanoğlu kendi bilgileri ve deneyimlerinin dışında yaşama alanındaki doğal fauna ve

florayı da gözlemleyerek yeni bilgiler ve deneyimler kazanmıştır (Baydar, 2009).

İnsanların yerleşik hayatı benimsemeleriyle birlikte pek çok medeniyete ev sahipliği yapan Anadolu'da kültürel zenginliği ile birlikte bitki zenginliği de günümüze kadar ulaşmıştır (Ertem, 1987). Deneme ve yanılma yoluyla çevresinde ki bitkilerin tedavi edici taraflarını öğrenerek yeni kuşaklarına yıllarca bu bilgileri aktaran insanların deneyim ve birikimleri yapılan etnobotanik çalışmalarla ortaya çıkarılmıştır (Alpınar, 2010). Yurdumuzun farklı yerlerinde yapılan etnobotanik çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, halk yöresinde doğal olarak yetişen bitki türlerinin ortalama %10-12'sini farklı amaçlarla kullanmaktadır (Aslan, 2014).

Karadeniz Bölgesi'nde doğal olarak yetişen bazı bitki taksonlarının etnobotanik özelliklerini belirlemek amaçlı yapılmış bazı çalışmalar vardır. Örneğin, Cansaran ve Kaya (2006), Amasya il merkezi, Yassıçal ve Ziyaret Beldeleri ile Bağlarüstü, Boğaköy ve Vermiş köylerindeki yöre halkının farklı alanlardaki bitki kullanımını gözlemlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Araştırma sonucunda yörede 67

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

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

@ \* **Corresponding author** (İletişim yazarı): aysegul.sarikaya@btu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 05.05.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 16.07.2019



**Citation** (Atf): Sarıkaya, A.G., Karaevli, A., 2019. Korgan (Ordu) yöresinde doğal yayılış gösteren bitki taksonlarının etnobotanik özellikleri. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 173-179.

DOI: [10.18182/tjf.560636](https://doi.org/10.18182/tjf.560636)

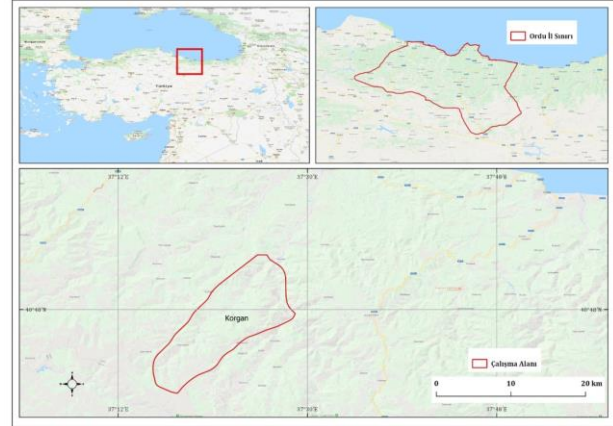
familyaya ait 257 takson tespit edilmiştir. Bu taksonlar arasında 127'si gıda, 93 'ü tıbbi, 12'si yakacak, 16'sı yem, 60 el sanatları, 49'unun da farklı alanlarda kullanıldığı saptanmıştır. Saraç (2013), 2011 ve 2012 yılları arasında Rize ili sınırları içerisinde yer alan 5 ilçede yöre halkı tarafından kullanılan bitkilerin etnobotanik özelliklerini, kullanım alanlarını, yöresel adlarını belirlemek ve yörede unutulmaya yüz tutmuş kültürel zenginliğine ek olarak ekonomik önemi olanları saptamak amacıyla yaptığı çalışmada, çalışma alanında 56 familya ve bu familyalara ait 113 takson tespit edilmiştir. Bu taksonlar arasından 78'i tedavi, 43'ü besin, 19'u hayvan yemi ve hayvan hastalıklarının tedavisinde, 8' baharat-çay ve 26'sının diğer çeşitli amaçlar için kullanıldığı belirlenmiştir. Türkan vd. (2006)'nin Ordu İli ve çevresinde yaptıkları araştırmada yörede çoğunlukla doğal olarak yetişen tıbbi ve gıda amaçlı kullanılan 18 familya ve bu familyalara ait 35 tür sunulmuştur.

Ordu'nun Korgan ilçesinde yapılan bu çalışma, Korgan yöresinde doğal olarak yetişen, gıda olarak tüketilen bazı doğal bitki taksonlarının etnobotanik özelliklerini tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Karadeniz bölgesinde bulunan Korgan ilçesinin konumu 40° 49' 42.8988" kuzey enlemi ile 37° 20' 40.6716" doğu boylamı arasında bulunmaktadır. İlçenin güneyinde Fatsa, güneydoğusunda Aybastı, güneybatısında Tokat ili ve Niksar ilçesi, kuzeybatısında Kumru ilçesi yer almaktadır. İlçe merkezi deniz seviyesinden 760 metre yükseklikte olup ilçenin yüzölçümü 20.600 hektardır. Korgan (Ordu) yöresinde gıda olarak tüketilen doğal bazı bitki taksonlarının etnobotanik özelliklerini tespit etmek amacıyla ilk olarak 25 soruluk anket formu hazırlanarak yöre insanı ile yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Korgan ilçe merkezinde toplamda 119 kişi ile görüşülmüştür (Şekil 1).

Çalışmada, veri toplama ve değerlendirme için 25 soruluk anket formu kullanılmıştır. Anket formunda bulunan sorular ve verilen cevaplar ile öğrenilmek istenen konular: (7) Yörede doğal olarak yetişen bitkileri kullanma durumu, (8) Bitkileri ne amaçla kullanıldığı, (9) Kullanılan bitkilerin nasıl temin edildiği, (10) Toplanan bitkilerin nasıl saklandığı, (12) Temin edilen bitkilerin en çok hangi bölümlerinden faydalandığı, (13) Bitkilerin nasıl/ne şekilde tüketildiği, (15) Kullanılmakta bulunan bitkilerden belirgin bir yarar görülüp görülmediği, (20) Kullanılmakta bulunan bitkilerin zehirli olup olmadığını bilip bilmediği, (21) Doğadan toplanan bitki varsa, toplarken nelere dikkat ettiği, (25) Kullanılan bitkilerin hangi hastalıklara karşı kullandığıdır.



Şekil 1. Araştırma alanı

Anket uygulaması süresince deneklerin anket sorularını kendi hür iradesi ile cevaplayabilmesi için anket formlarının tek başına cevaplandırılması tercih edilmiştir.

Örnek büyüklüğünü belirlemek için, sınırlı toplumlarda kullanılan ve aşağıda açıklanan denklemden faydalanılmaktadır (Karasar, 2005).

$$n = \frac{z^2 N p q}{ND^2 + Z^2 p q}$$

Burada:

- n : Örnek büyüklüğünü
- Z : Güven katsayısını (%95'lik güven aralığı için Z=1.96)
- N : Ana kütle büyüklüğü
- p ve q : Ölçülmek istenen büyüklüğün ana kütlede bulunma olasılığı (0,5)
- D : Kabul edilen örnekleme hatasını (%10) göstermektedir.

Yukarıda belirtilen formüle göre yapılan hesaplamada örnek büyüklüğü 100 bulunmuş olup hata payı da düşünülerek 119 kişi ile yapılan anketler incelemeye alınmıştır. Anket formlarının değerlendirilmesi, yanıtlanan cevap şıklarının sayısal değerlerinin frekans tabloları yüzdelik oranlara dönüştürülmesi şeklinde yapılmıştır. Analizlerde Statistical Package for Social Science (SPSS) 25.0 programı kullanılmıştır.

## 3. Araştırma bulguları

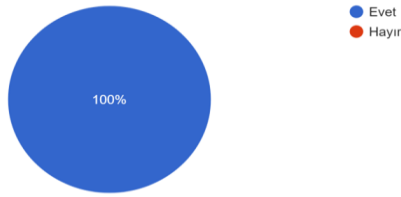
Korgan ilçe merkezinde toplamda 119 kişi ile görüşülmüştür. Yöre insanı ile yapılan anket araştırmasına katılanların bazı demografik özelliklerine bakıldığında; %56,3'ü kadın, %43,7'si erkek olup, deneklerin %69,7'si evlidir. Anket çalışmasına katılan yöre halkının ağırlıklı olarak yaş ortalaması 31-40 arasındadır. Anket araştırmasına katılanların %37,8'i yükseköğretim mezunudur. Anket çalışmasına katılan deneklerin %52,9 serbest meslek, %34,4'ü ise kamuda çalışmakta olup, %23,5'i 4001-üzeri, %21,8'i 2401-3200, %21'i ise 0-1600 TL aylık gelir düzeyine sahiptir (Çizelge 1).

Yapılan ankete katılanların %100'ü yörede doğal olarak yetişen bitkilerden faydalandığı tespit edilmiştir (Şekil 2). Araştırma sonucuna göre yöre halkının %88,1'i

gıda/yemek/baharat, %9,3'ü sağlık ve tedavi, %2,6'sı ise keyif amacıyla bitkilerden faydalanmaktadır (Şekil 3).

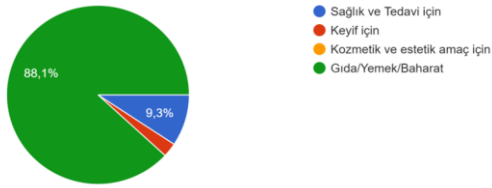
Yapılan anket araştırmasına katılanların %81'i bitkileri doğadan kendi toplayarak temin etmektedir (Şekil 4). %69,9'u faydalandıkları bitkileri yeşil olarak tüketmektedir (Şekil 5). Deneklerin %45,4'ü bitkileri hemen tüketirken, %43,7'si ise ihtiyacı olduğunda tüketmektedir (Şekil 6). Deneklerin %91,6'sı bitkilerin yapraklarından faydalanmaktadır (Şekil 7). Anket çalışmasına katılanların %97,5'i yemek şeklinde bitkileri tüketmektedirler (Şekil 8).

Yörenizde doğal olarak yetişen bitkileri kullanır mısınız ?  
119 yanıt



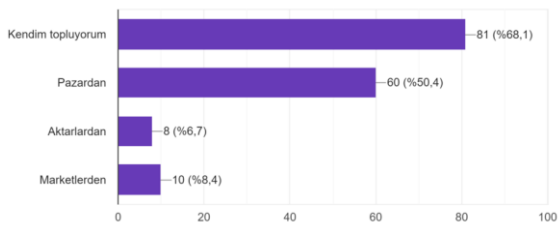
Şekil 2. Yörede doğal olarak yetişen bitkilerden faydalanma durumu

Bu bitkileri ne amaçla kullanıyorsunuz?  
118 yanıt



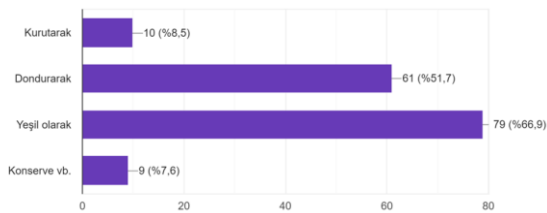
Şekil 3. Yörede doğal olarak yetişen bitkilerden faydalanma amacı

Kullandığınız bitkileri nasıl temin ediyorsunuz?  
119 yanıt



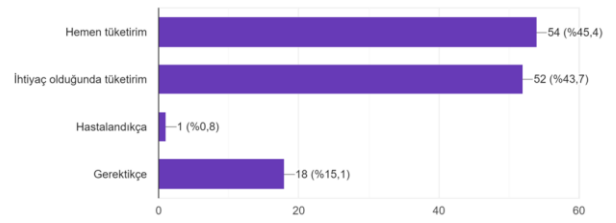
Şekil 4. Yörede doğal olarak yetişen bitkileri temin etme yöntemleri

Topladığınız bitkileri nasıl saklıyorsunuz veya tüketirsiniz?  
118 yanıt



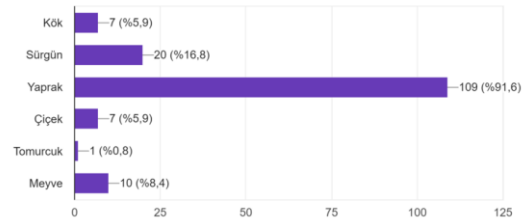
Şekil 5. Yörede doğal olarak yetişen bitkileri saklama ve tüketme yöntemleri

Aldığınız bitkileri ne zaman tüketiyorsunuz?  
119 yanıt



Şekil 6. Yörede doğal olarak yetişen bitkileri tüketme zamanı

Temin ettiğiniz bitki türlerinin en çok hangi bölümlerinden faydalanıyorsunuz?  
119 yanıt



Şekil 7. Yörede doğal olarak yetişen bitkilerin faydalanılan kısımları

Çizelge 1. Anket araştırmasına katılanların bazı demografik özellikleri

Cinsiyet	Sayı	%
Kadın	67	56,3
Erkek	52	43,7
<b>Toplam</b>	<b>119</b>	<b>100</b>
Medeni Durum	Sayı	%
Bekar	36	30,3
Evli	83	69,7
<b>Toplam</b>	<b>119</b>	<b>100</b>
Yaş	Sayı	%
18-30	36	30,3
31-40	45	37,8
41-50	24	20,2
51-60	9	7,5
>60	5	4,2
<b>Toplam</b>	<b>119</b>	<b>100</b>
Eğitim Durumu	Sayı	%
Okuryazar olmayan	5	4,2
İlkokul	24	20,2
Orta Öğretim	8	6,7
Lise	31	26,1
Yüksekokul/Üniversite	45	37,8
Yüksek Lisans	5	4,2
Doktora	1	0,8
<b>Toplam</b>	<b>119</b>	<b>100</b>
Meslek	Sayı	%
Serbest Meslek	63	52,9
Kamu	41	34,4
Ev Hanımı-Çalışmayan	15	12,6
<b>Toplam</b>	<b>119</b>	<b>100</b>
Gelir Düzeyi	Sayı	%
0-1600	25	21
1601-2400	24	20,2
2401-3200	26	21,8
3201-4000	16	13,4
>4000	28	23,5
<b>Toplam</b>	<b>119</b>	<b>100</b>

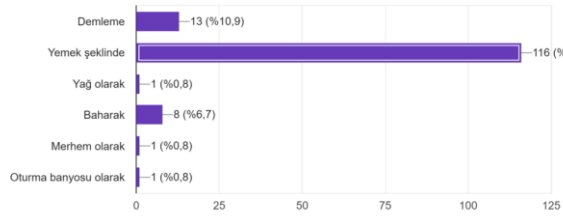
Araştırmada, yörede doğal olarak yetişen bitkilerin tüketilmesinde etkili olan faktörler olarak, deneklerin aileden (%84), çevresindeki insanlardan (%16) ve görsel ve işitsel medyadan (%5,9) etkilenmesi tespit edilmiştir (Şekil 9).Yapılan anket çalışmasına katılanların %61,9'u bitkilerden yarar görürken, %20,3'ünün bitkilerden hiçbir yarar görmediği tespit edilmiştir (Şekil 10). Deneklerin %48,7'si bitkileri doğrudan doğal olanı tüketirken, %50,4'ü ise hem doğal olarak hemde hazır hale getirilmiş olanı tüketmektedir (Şekil 11). Katılımcıların %80,5'nin faydalandıkları bitkilerden hiçbir yan etki görmediği, % 61,5'nin faydalandıkları bitkilerin zehirli olup olmadığını bildiği tespit edilmiştir (Şekil 12; Şekil 13).

Yapılan anket çalışmasına katılanların %73,1'i mevsiminde toplamaya, %53,8'i bitkiyi topladığı alanın temiz ve hijyenik olmasına, %32,8'i bitkilerin sağlıklı olmasına, %29,4'ü bitkinin tüm organlarının tam olmasına, %20,2'si meyvelerinin olgun olmasına ve %7,6'sı ise çiçeklerinin açmış olmasına bitkileri toplarken dikkat etmektedir (Şekil 14).

Yapılan araştırmalar sonucunda çalışma alanında etnobotanik kullanımı bulunan 16 familya ve bu familyalara ait 23 takson tespiti yapılmış ve bu taksonların etnobotanik kullanım alanlarına göre dağılımı 12'si gıda, 2'si baharat, 13'ü çay ve 2'si süs amaçlı kullanıldığı belirlenmiştir (Çizelge 2).

Bu bitkileri nasıl/ne şekilde tüketiyorsunuz?

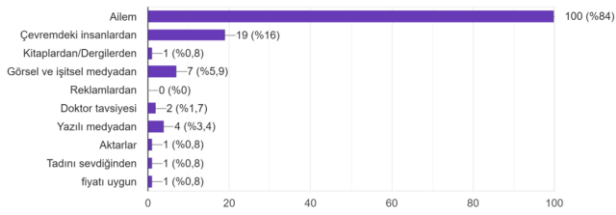
119 yanıt



Şekil 8. Yörede doğal olarak yetişen bitkileri tüketme şekilleri

Bitki tüketiminizde etkili olan faktörler nedir?

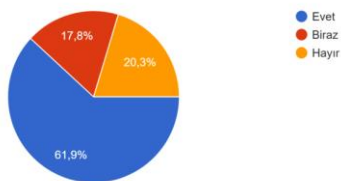
119 yanıt



Şekil 9. Yörede doğal olarak yetişen bitkilerin tüketilmesinde etkili olan faktörler

Kullanmakta olduğunuz bitkilerden belirgin bir yarar görüyor musunuz?

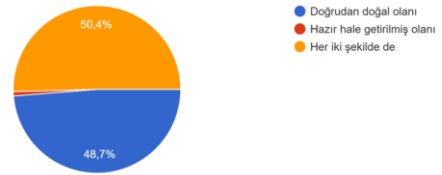
118 yanıt



Şekil 10. Yörede doğal olarak yetişen bitkilerden yarar sağlama durumları

Doğal bitkileri doğrudan kullanmayı mı yoksa hazır hale getirilmiş olanları mı kullanırsınız?

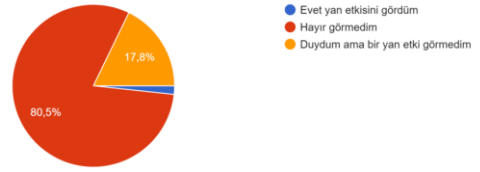
119 yanıt



Şekil 11. Yörede doğal olarak yetişen bitkilerin doğal olarak ya da hazır halde kullanım durumu

Kullanmakta olduğunuz bu bitkilerin herhangi bir yan etkisini gördünüz mü veya yan etkisi olabileceğini duydunuz mu?

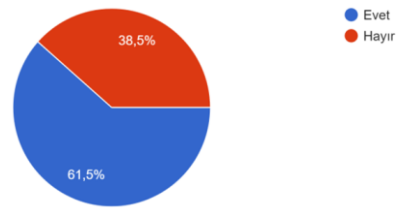
118 yanıt



Şekil 12. Yörede doğal olarak yetişen bitkilerden yan etki görme durumları

Kullandığınız bitkilerin zehirli olup olmadığını biliyor musunuz?

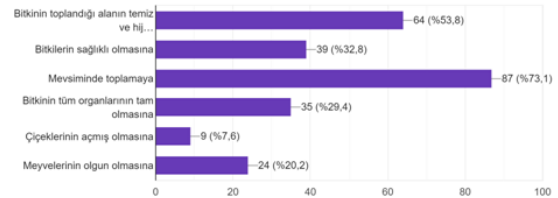
117 yanıt



Şekil 13. Yörede doğal olarak yetişen bitkilerin zehirli olup olmadığını bilme durumları

Doğadan topladığınız bitki varsa, toplarken nelere dikkat ediyorsunuz?

119 yanıt



Şekil 14. Yörede doğal olarak yetişen bitkilerin toplanması sırasında dikkat edilen hususlar



Çizelge 2. Yörede doğal olarak yetişen bitkilerin etnobotanik özellikleri

Türün Adı	Yöresel adı	Familyası	Toplama zamanı	Kullanılan kısımları	Kullanılış amacı
1. <i>Amaranthus refoflexus</i> L.	Hoşgıran	Amaranthaceae	Haziran	Yaprak ve sürgün	Gıda
2. <i>Conium maculatum</i> L.	Baldıran	Apiaceae	Haziran	Çiçek, yaprak ve sürgün	Gıda
3. <i>Arum italicum</i> Miller.	Nünük	Araceae	Ocak	Yaprak ve sürgün	Gıda
4. <i>Tussilago farfara</i> L.	Kabalak	Asteraceae	Haziran	Yaprak	Çay
5. <i>Taraxacum butleri</i> Van Soest	Hindiba	Asteraceae	Eylül	Çiçek	Çay
6. <i>Helichrysum plicatum</i> DC. subsp. <i>plicatum</i>	Altın otu	Asteraceae	Eylül	Çiçek	Çay ve süs bitkisi
7. <i>Matricaria chamomilla</i> L.	Papatya	Asteraceae	Eylül	Çiçek	Çay ve süs bitkisi
8. <i>Silybum marianum</i> L.	Deve diken	Asteraceae	Eylül	Yaprak ve sürgün	Çay
9. <i>Trachystemon orientalis</i> L.	Kaldırık	Boraginaceae	Eylül	Yaprak ve sürgün	Gıda
10. <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Kuş pancarı	Brassicaceae	Haziran	Yaprak ve sürgün	Gıda
11. <i>Chenopodium album</i> L.	Sirpen	Chenopodiaceae	Haziran	Yaprak	Gıda
12. <i>Convolvulus arvensis</i> L.	Kuzu sarmaşığı	Convolvulaceae	Eylül	Çiçek	Çay
13. <i>Equisetum arvense</i> L.	At kuyruğu	Equisetaceae	Eylül	Çiçek	Çay
14. <i>Hypericum perforatum</i> L.	Kantaron	Hypericaceae	Eylül	Çiçek	Çay
15. <i>Mentha longifolia</i> (L.) Hudson subsp. <i>longifolia</i>	Nane	Lamiaceae	Eylül	Yaprak ve tohum	Baharat
16. <i>Thymus leucotrichus</i> Hal. var. <i>leucotrichus</i>	Kekik	Lamiaceae	Eylül	Yaprak ve sürgün	Baharat
17. <i>Malva sylvestris</i> L.	Ebegümece	Malvaceae	Eylül	Sürgün ve yaprak	Çay
18. <i>Fragaria vesca</i> L.	Orman çileği	Rosaceae	Haziran	Sürgün ve yaprak	Gıda
19. <i>Rosa canina</i> L.	Kuşburnu	Rosaceae	Haziran	Sürgün ve yaprak	Gıda ve çay
20. <i>Rubus canescens</i> DC. var. <i>canescens</i>	Böğürtlen	Rosaceae	Ağustos	Yaprak	Gıda ve çay
21. <i>Plantago major</i> L.	Sinir Otu	Plantaginaceae	Haziran	Yaprak ve çiçek	Gıda ve çay
22. <i>Smilax excelsa</i> L.	Merülcan	Smilacaceae	Haziran	Yaprak	Gıda
23. <i>Urtica dioica</i> L.	Sirgan	Urticaceae	Haziran	Yaprak	Gıda

Anket görüşmeleri sonucu deneklerin belirlenen bitkileri hangi hastalıklara karşı kullandığı incelenmiştir. Melürca (*Smilax excelsa* L.) bitkisini yöre halkının %7,5'i cilt hastalıklarında, %2,5'i kan temizleyici olarak ve kanser hastalıklarında, %0,8'i solunum yolları rahatsızlıklarında, bağırsak gaz sancılarında ve idrar söktürücü olarak kullanmaktadır. Baldıran (*Conium maculatum* L.) bitkisini yöre halkının %0,8'i bağırsak gaz sancılarında ve böbrek rahatsızlıklarında kullandığı tespit edilmiştir. Böğürtlen (*Rubus canescens* DC. var. *canescens*) bitkisini yöre halkının %8,4'ü kan temizleyici olarak, %1,7'si karaciğer hastalıkları, soğuk algınlığına karşı ve vücut direncini kuvvetlendirmek amacıyla kullanmaktadır. Dağ çileği (*Fragaria vesca* L.) bitkisini yöre halkının %4,2'si şeker hastalığı, %3,3'ü vücut direncini kuvvetlendirmek için, %1,7'si kalp damar ve cinsel hastalıklarda, %0,8'i kan temizleyici olarak, cilt, sinir, böbrek, ağız ve diş eti hastalıklarında, romatizma, tansiyon ve kolesterole karşı kullanmaktadır. Fındığı (*Corylus avellana* L.) yöre halkının %24,3'ü vücut direncini arttırmak için, %12,6'sı kolesterol, %3,3'ü cinsel hastalıklarda, %2,5'i kalp damar hastalıklarında ve tansiyonda, %0,8'i cilt, karaciğer ve göz hastalıklarının tedavisi amacıyla kullanmaktadır. Gelincik (*Papaver rhoeas* L.) bitkisini yöre halkının %2,5'i cilt ve sinir hastalıklarında, %1,7'si uykusuzluğa karşı, %0,8'i solunum yolları, göz hastalıklarında ve vücut direncini kuvvetlendirmek amacıyla kullanmaktadır. Hoşgıran (*Amaranthus refoflexus* L.) bitkisi yöre halkının %0,8'i bağırsak gaz sancılarında, şeker hastalığında ve kanser hastalıklarına karşı kullandığı tespit edilmiştir. İhlamuru (*Tilia argentea* Desf. Ex Dc.) yöre halkının %84,8'i soğuk algınlığında, %19,3'ü vücut direncini kuvvetlendirmek için, %3,3'ü solunum yolları hastalıklarında, %1,7'si sinir hastalıklarında, %0,8'i bağırsak gaz sancılarında, kan temizleyici, idrar söktürücü, mide hastalıklarında, romatizmada, zayıflatıcı olarak, kanser hastalıklarında, uykusuzluğa karşı, karaciğer hastalıklarında, kolesterolda ve saç problemlerinde kullanmaktadır. Isırgan (*Urtica dioica* L.) bitkisini deneklerin %32,7'si kanser hastalıklarında, %7,5'ni saç problemlerinde, %2,5'i cilt hastalıklarında ve bağırsak gaz sancılarında karşı; vücut direncini kuvvetlendirmek için, %1,7'si soğuk algınlığında, kan

temizleyici olarak, idrar söktürücü ve zayıflatıcı olarak, %0,8'i mide hastalıklarında, romatizmada, solunum yolları hastalıklarında, uykusuzluğa karşı, tansiyonda, karaciğer hastalıklarında ve böbrek hastalıklarında tedavi amacıyla kullanmaktadır. Kaldırık (*Trachystemon orientalis* L.) bitkisini yöre halkının %2,5'i sinir hastalıklarında, %0,8'i bağırsak gaz sancılarında, kan temizleyici olarak, mide hastalıklarında, zayıflatıcı olarak, karaciğer rahatsızlıklarında, akciğer rahatsızlıklarında ve böbrek rahatsızlıklarında kullanmaktadır. Karadut (*Morus nigra* L.) bitkisini yöre halkının %26'sı kan temizleyici olarak, %3,3'ü ağız ve diş eti rahatsızlıklarında, %1,7'si mide rahatsızlıklarında, solunum yolları rahatsızlığında, vücut direncini kuvvetlendirmek için ve sinir hastalıklarında, %0,8'i astım ve nefes darlığına, kalp damar hastalıklarında ve soğuk algınlığında kullandığı belirlenmiştir. Pancar (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) bitkisini yöre halkının %7,5'i zayıflatıcı olarak, %5'i karaciğer hastalıklarında, akciğer hastalıklarında ve böbrek rahatsızlıklarında, %3,3'ü şeker ve kanser hastalıklarında, %2,5'i mide, sinir hastalıklarında ve vücut direncini kuvvetlendirmek için, %1,7'si kan temizleyici, idrar söktürücü ve kadın hastalıkları, %0,8'i tansiyon, kolesterol ve ağız ve diş eti hastalıklarında kullanmaktadır. Kekik (*Thymus leucotrichus* Hal. var. *leucotrichus*) bitkisini yöre halkının %10'u soğuk algınlığında, %4,2'si mide hastalıklarında, %2,5'i zayıflatıcı olarak, %1,7'si solunum yolları hastalıklarında, bağırsak gaz sancılarında ve kan temizleyici olarak, %0,8'i idrar söktürücü, şeker, sinir hastalıklarında, iştah açıcı, tansiyon, karaciğer rahatsızlıklarında, kolesterol, kadın hastalıkları, cinsel hastalıklarda ve vücut direncini kuvvetlendirmek için kullanmaktadır. Kinzi (*Coriandrum sativum* L.) bitkisini ise yöre halkının %0,8'inin bağırsak ve gaz sancılarında, idrar söktürücü, zayıflatıcı olarak, mide hastalıklarında ve vücut direncini kuvvetlendirmek için kullandığı tespit edilmiştir. Kuşburnunu (*Rosa canina* L.), yöre halkının %19,3'ü soğuk algınlığında, %3,3'ü cilt hastalıklarında, %2,5'i bağırsak gaz sancılarında, şeker hastalığında vücut direncini kuvvetlendirmek için, %1,7'si kadın hastalıklarında, kan temizleyici olarak ve kabızlıkta, %0,8'i idrar söktürücü, zayıflatıcı olarak, kanser, solunum yolları hastalıklarında ve kolesterol için kullanmaktadır.

Töngeli (*Mespilus germanica* L.) yöre halkının %1,7'si cilt ve böbrek hastalıklarında, %0,8'i mide, şeker hastalığında, ağız ve diş eti rahatsızlıklarında, zayıflatıcı olarak, solunum yolları ve soğuk algınlığında kullandığı belirlenmiştir. Nane (*Mentha piperita* L.) bitkisini yöre halkının %54,6'sı soğuk algınlığında, % 5,8'i vücut direncini kuvvetlendirmek için, %3,3'ü solunum yolları rahatsızlıklarında ve zayıflatıcı olarak, %2,5'i bağırsak gaz sancılarında ve ağız ve diş eti rahatsızlıklarında, %1,7'si astım/nefes darlığında ve kalp damar hastalığında, %0,8'i cilt hastalıklarında, kan temizleyici, kabızlıkta, idrar söktürücü olarak, sinir hastalıklarında, tansiyon ve saç problemlerinde kullanılmaktadır. Papatyayı (*Matricaria chamomilla* L.) yöre halkının %12,6'sı sinir hastalıklarında, %7,5'i bağırsak gaz sancılarında, % 6,7'si soğuk algınlığında, %5'i uykusuzluklarda, %3'ü mide rahatsızlıklarında, % 3,3'ü saç problemlerinde, % 1,7'si ağız ve diş eti rahatsızlıklarında, %0,8'i cilt rahatsızlıklarında, idrar söktürücü olarak, zayıflatıcı olarak, kadın hastalıklarında, romatizma ve vücut direncini kuvvetlendirmek için kullanılmaktadır. Perzü, (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) bitkisini yöre halkının %2,5'i şeker hastalığında, %0,8'i kan temizleyici olarak, astım/nefes darlığında, sinir hastalıklarında, karaciğer, akciğer, böbrek rahatsızlıklarında ve soğuk algınlığında kullanılmaktadır. Nünük (*Arum italicum* Miller.) bitkisini yöre halkının %2,5'i hemoroit rahatsızlığında, %1,7'i vücut direncini kuvvetlendirmek için ve % 0,8'i kabızlık rahatsızlığına karşı kullandığı tespit edilmiştir.

#### 4. Tartışma ve sonuçlar

Korgan ilçesi sınırları içerisinde yaşayan 119 kişi ile görüşme yapılmıştır. Bu anket uygulaması sonucunda faydalanma durumları incelendiğinde 119 kişide bu bitkilerle ilgilendikleri ifade etmiştir.

Saraç (2013), "Rize İli Etnobotanik Özellikleri" adlı bir tez çalışması yapmıştır. 2011 ve 2012 yılları arasında yapılan bu çalışmanın amacı Rize ili sınırları içerisinde yer alan 5 ilçede yöre halkı tarafından kullanılan bitkilerin etnobotanik özelliklerini, kullanım alanlarını, yöresel adlarını belirlemek ve yörede unutulmaya yüz tutmuş kültürel zenginliğine ek olarak ekonomik önemi olanları saptamaktır. Çalışma alanında 56 familya ve bu familyalara ait 113 takson tespit edilmiştir. Bu taksonlar arasından 78'i tedavi, 43'ü besin, 19'u hayvan yemi ve hayvan hastalıklarının tedavisinde, 8' baharat-çay ve 26'sının diğer çeşitli amaçlar için kullanıldığı belirlenmiştir. Bu türlerin familyalara göre dağılımları ve yüzdeleri hesaplanmış olup ilk beş familya şöyle sıralanmaktadır; *Asteraceae* familyası 14 takson ile % 12, *Rosaceae* familyası 11 takson ile %10, *Labiatae* (*Lamiaceae*) familyası 10 takson ile % 9, *Leguminosae* (*Fabaceae*) ve *Ericaceae* familyaları 4 takson ile % 4'tür. Araştırmada tespiti yapılan 66 taksonun fitocoğrafik bölgeleri belirlemiş ve %39,82 (45 takson) 'si Avrupa-Sibirya, % 0,89 (1 takson)'u İran-Turan ve % 0,89 (1 takson) Akdeniz elementidir. Ayrıca, toplanan bitki taksonlarından % 4,42 (5)'si kozmopolit, % 6,19 (7)'u egzotik ve %1,76 (2)'si endemik takson olduğu tespit edilip endemik türlerin IUCN kategorilerine göre tehlike durumu LC olarak belirlenmiştir.

Bayrak vd. (2007)'nin yapmış olduğu çalışmada yemek yapımında kullanılan *Amaranthus retroflexus* L. (Hoşgrın), *Chenopodium album* L. (Sirpen) ve *Smilax excelsa* L. (Merülcan) bitkileri yapmış olduğumuz çalışma ile

benzerlik gösterip aynı amaç için kullanmıştır. Aynı çalışmada yer alan ebegümeci bitkisi yemek yapımında kullanıldığı, yapmış olduğumuz çalışmada ise çay yapımı için kullanıldığı belirlenmiştir.

Türkan vd. (2006), "Ordu İli ve Çevresinde Yetişen Bazı Bitkilerin Etnobotanik Özellikleri" adlı bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada yörede çoğunlukla doğal olarak yetişen tıbbi ve gıda amaçlı kullanılan 18 familya ve bu familyalara ait 35 tür sunulmuştur. Yöre insanı ihtiyacı olan bitkileri civardaki ormanlardan ve açık arazilerden karşılamakta, bu imkânı bulamayanların ise semt pazarlarından satın aldığı belirlenmiştir. Araştırılan bitkilerden 14'ü yöre halkı tarafından sebze, meyve ve çay olarak kullanılmakla beraber zehirli olarak bilinen bazı bitkilerin de yörede sebze olarak kullanıldığı tespit edilmiştir. Yöre halkı tarafından kullanım şekillerinin yapmış olduğumuz çalışmada aynı olduğu görülmüştür.

Gül ve Dinler (2016), çalışma alanımızın 19 km uzaklığında bulunan Kumru yöresinde bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada 32 familyaya ait 54 adet tıbbi aromatik bitki tespit etmiş ve kullanım şekillerini belirlemiştir. Çalışmamızda tespit ettiğimiz 16 familya ve bu familyalara ait 23 takson aynı çalışma içinde yer almakta olup, kullanım şekilleri ve amacı yönleriyle benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda farklı olarak özellikle gıda amaçlı olarak kullanılan bitkilerin, etnobotanik özellikleri ve ne şekilde kullanıldıkları daha kapsamlı olarak verilmiştir.


Sonuç olarak yöre halkı tespit edilen türleri ihtiyaç halinde ormanlardan, açık arazilerden toplayarak veya yöre halk pazarında satın alarak temin etmektedir. Bu bitkilerin kullanımı gelenekselleşmiş olup nesilden nesile aktararak kullanılmakta ve bilinçli bir kullanım mevcut değildir. Yöre halkı zehirli olan *Arum italicum* Miller. (Nünük) ve *Conium maculatum* L. (Balıran) yemek yapımında kullanılmaktadır. Bitkilerin bilinçli şekilde toplanması ve kullanılması için yöre halkına bilgilendirici eğitimler ya da seminerler düzenlenmesi önerilmektedir. Elde edilen bilgilerin, ilaç sanayisi, gıda ve tarım sektörünün gelişmesi ve ekonomik açıdan önemli olacağı düşünülmektedir.

#### Kaynaklar

- Alpınar, K., 2010. Halk arasında kullanılan tıbbi bitkilerin derlenmesi. Bitkilerle Tedavi Sempozyumu, 5-6 Haziran, İstanbul, 19-28.
- Aslan, N., 2014. Endemik tıbbi bitkilerimiz. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 23-25 Eylül, Yalova, 9-21.
- Baydar, H., 2009. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi. SDÜ Yayınları, 348 s, Isparta.
- Bayrak Özbucak, T., Ergen Akçin, Ö., Yalçın, S., 2007. The contribution of wild edible plants to human nutrition in the black sea region of Turkey. Ethnobotanical Leaflets. 10:98-103.
- Cansaran, A., Kaya, Ö.F., 2006. Amasya merkez ilçe, Bağlarüstü, Boğaköy ve Vermiş köyleri ile Yassıçal ve Ziyaret celdeleri etnobotanik envanteri 2005. TÜBA Kültür Envanteri Dergisi, 5:135-170.
- Ertem, H.,1987. Boğazköy Metinlerine Göre Hititler Devri Anadolu'nun Florası. Türk Tarih Kurumları Yayınları, Ankara.
- Gül, V., Seçkin Dinler, B., 2016. Kumru (Ordu) yöresinde doğal olarak yetişen bazı tıbbi ve aromatik bitkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11 (1): 146-156.
- Karasar, N., 2005. Bilimsel Araştırma ve Yöntemi (15. Baskı). Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

- Saraç, D.İ., 2013. Rize ili etnobotanik özellikleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Türkan, Ş., Malyer, H., Öz Aydın, S., Tümen, G., 2006. Ordu ili ve çevresinde yetişen bazı bitkilerin etnobotanik özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Dergisi, 10 (2): 162-166.
- Vural, G., 2008. Honaz dağı ve çevresindeki bazı doğal bitkilerin etnobotanik özellikleri. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar.

## Farklı doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) populasyonlarına ait fidanların morfolojik ve fizyolojik karakteristikleri

Orhan Gülseven<sup>a</sup> , Sezgin Ayan<sup>b,\*</sup> , Halil Barış Özel<sup>c</sup> , Esra Nurten Yer<sup>b</sup> 

**Özet:** Fidanlıkların ekolojik koşulları fidanların hem morfolojik hem de fizyolojik özellikleri dolayısıyla gelişimleri üzerinde etkili olabilir. Ayrıca, belirli bir yetiştirme ortamı koşullarına adapte olmuş populasyonların; tohumların toplanmış olduğu populasyonların genetik özellikleri de yine fidanların gelişimi üzerinde etkilidir. Bu çalışmada, doğu kayınının (*Fagus orientalis* Lipsky.) doğal yayılış alanının farklı yörelerinden toplanan tohumlar, aynı ekolojik koşullarda ekilmiştir. Farklı populasyonlara ait fidanların aynı ekolojik koşullardaki morfolojik ve fizyolojik özellikleri mukayeseli olarak araştırılmıştır. Çalışmada; Bursa-İnegöl, Balıkesir-Dursunbey, Sakarya-Akyazı, Kastamonu-Çatalzeytin, Zonguldak-Devrek-Tefen, Zonguldak-Devrek-Akçasu ve Bartın-Yenihan populasyonlarından tohumlar tedarik edilerek Zonguldak Gökçeşey Devlet Orman Fidanlığında yetiştirilmiştir. İkinci vejetasyon dönemi sonunda; 2+0 yaşlı çıplak köklü fidanların fizyolojik [klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, yaprak üzerindeki nispi nem yüzdesi (NNİ%) ve birikimli transpirasyonları (S)]ve morfolojik özellikleri [fidan boyu (FB), kök boğazı çapı (KBÇ), fidan dal sayısı (FDS), fidan gövde ve kök taze ağırlıkları (GTA, KTA), toplam fidan taze ağırlığı (TFTA), fidan gövde ve kök kuru ağırlıkları (GKA, KKA), toplam fidan kuru ağırlığı (TFKA), kuru kök yüzdesi (%KKök), katlılık (Kİ), gürbüzlük indisi (Gİ) ve Dickson kalite indeksi (DKİ)] belirlenmiştir. Sonuç olarak; Popülasyon faktörü, katlılık indisi (Kİ) ve gürbüzlük indisi(Gİ) dışındaki bütün morfolojik karakterlerde önemli bir varyasyon oluşturduğu ayrıca, fizyolojik özelliklerden toplam klorofil miktarı ve yaprak üzerindeki nispi nem yüzdesi üzerinde farklılığa sebebiyet verdiği tespit edilmiştir. Zonguldak-Devrek-Akçasu ile Zonguldak-Devrek-Tefen populasyonlarına ait fidanların gerek morfolojik gerekse fizyolojik karakterler bakımından en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada dikkati çeken en önemli husus; fidanlık ekolojisine en yakın populasyonlardan elde edilen fidanların en yüksek fidan değerlerine sahip olduğudur.

**Anahtar kelimeler:** Doğu Kayını, Fidan kalitesi, Populasyon, Sınıflandırma standartları, Fidan karakterleri

## Morphological and physiological characteristics of seedlings of different eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) populations

**Abstract:** The ecological conditions of nurseries can have an impact on both morphological and physiological characteristics of seedlings and may affect their development. Furthermore, the genetic characteristics of the populations adapted to the conditions of the growing environment, also influence the development of the seedlings. In this study, seeds collected from different districts of the natural distribution area of Eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) were sown under the same ecological conditions. Morphological and physiological characteristics of the seedlings belonging to different populations under the same ecological conditions were compared. In this study; Seeds from Bursa-İnegöl, Balıkesir-Dursunbey, Sakarya-Akyazı, Kastamonu-Çatalzeytin, Zonguldak-Devrek-Tefen, Zonguldak-Devrek-Akçasu and Bartın-Yenihan populations were supplied and grown in Zonguldak Gökçeşey State Forestry Nursery. At the end of the 2<sup>nd</sup> vegetation period; physiological [chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, relative humidity percentage on leaf (NNİ%) and cumulative transpiration (S)] and morphological characteristics [seedling height (FB), diameter of root collar (KBÇ), number of seedling branches (FDS), the fresh weight of the shoot and root (GTA, KTA), the total fresh weight of the seedlings (TFTA), the dry weight of the shoot and root (GKA, KKA), the total dry weight of the seedlings (TFKA), dry root percentage (%KKök), shoot-root ratio (KI), sturdiness index (GI) and Dickson quality index (DKI)] of 2+0 aged bare root seedlings were determined. As a result; the population factor affected a significant variation in all morphological characters except the shoot-root ratio (KI) and the sturdiness index (GI). In addition, it was determined that the population factor caused significant difference on the physiological properties of total chlorophyll amount and NNİ% of seedlings. The seedlings belonging to Zonguldak-Devrek-Akçasu and Zonguldak-Devrek-Tefen populations had the highest values in terms of both morphological and physiological characteristics. The most important issue that attracts attention in the research; It is stated that the seedlings obtained from the populations closest to the nursery ecology have the highest seedling values.

**Keywords:** Oriental beech, Seedling quality, Population, Quality standart, Seedling characters

✉ <sup>a</sup> Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Kastamonu, Türkiye

<sup>b</sup> Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Kastamonu, Türkiye

<sup>c</sup> Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Bartın, Türkiye

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 12.06.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 17.09.2019



**Citation** (Atıf): Gülseven, O., Ayan, S., Özel, H.B., Yer, E.N., 2019. Farklı doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) populasyonlarına ait fidanların morfolojik ve fizyolojik karakteristikleri. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 180-186.  
DOI: [10.18182/tjf.576898](https://doi.org/10.18182/tjf.576898)

## 1. Giriş

Türkiye'nin mevcut orman varlığı içerisinde doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) dördüncü sırada yer almaktadır (Kandemir vd., 2016). Doğu kayını ormanları, 1 961 659 ha ile ülkenin toplam orman alanının yaklaşık % 8,5'ini kaplamaktadır (Ercanlı vd., 2014; Ertekin vd., 2015). *Fagaceae* familyasına ait 10 farklı tür içerisinde Türkiye coğrafyasında yalnızca *Fagus orientalis* ve *Fagus sylvatica* bulunmaktadır (Denk, 1999; Anşin ve Özkan, 1997; Kandemir vd., 2016).

Genellikle deniz iklimi etkisine ihtiyaç duyan doğu kayını, yaz ayı sıcaklıklarının 22 °C'nin üzerine çıkmadığı kışların ise ekstrem soğuk olmadığı ılıman iklimleri sever. Gölgeye dayanıklılığı yüksek olması sebebi ile kuzey ve kuzey batı bakırları daha çok tercih etmektedir. Drenajlı, yüksek eğimli ve havalanabilen topraklara ihtiyaç duyan doğu kayını için edafik etmenlere karşıda duyarlı bir tür denilebilir (Saatçioğlu, 1976).

Türkiye'de 1960'lı yıllara kadar uygulanan ve menfi seleksiyona dayanan seçme kesimleri ile daralan doğu kayını ormanlarındaki genetik varyasyon, günümüzde uygulanan ve başarılı olunamayan gençleştirme çalışmaları ile daha da daralmıştır. Bu konuda Batı Karadeniz Bölgesinde uygulanan model amenajman planlarındaki "Kötü Nitelikli Kayın Ormanı" işletme ünitesi bu hususu teyid etmektedir (Özel, 2007). Degrade doğu kayını ormanlarının fazlalığı (takriben 340402 ha), sürgün kökenli genotipik ve fenotipik açıdan kötü bireylerin çoğunlukta olduğu, potansiyel yapay gençleştirme ve ağaçlandırma alanlarının fazlalığı nedeniyle doğu kayını için tohum ve fidan, çok önemli üretim materyali ve tesis aracıdır. Ağaçlandırma ve yapay gençleştirme çalışmalarında fidan kalitesi plantasyon başarısını doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Fidan kalitesinin değerlendirilmesinde morfolojik ve fizyolojik karakterler ayrı ayrı kullanılmasının yanında karşılıklı olarak da bir etkileşimde olduğu göz ardı edilemez. Ritchie ve Shula (1984), fidanlar için morfolojik özelliklerin yanında fizyolojik özelliklerin de bilinmesi gerektiğini aksi takdirde isabetli bir sonuç alınamayacağını dile getirmiş ve fidanlarda kullanılacak olan morfolojik verilerin ancak fizyolojik veriler ile paralellik arz ettiğinde sonuçların daha isabetli olacağını vurgulamışlardır.

Dünya üzerinde birçok ülke yaygın olarak morfolojik verilere bağlı fidan kalite sınıflandırması kullanmaktadır (Gurth, 1976). Bunun temel sebepleri arasında uygulamada kolay ölçümlenebilir ve düşük maliyetli olmasıdır. Fidan kalite sınıflaması üzerinde birçok araştırmacı tarafından değişik türler üzerinde birçok araştırma yürütülmüştür

(Puttonen, 1986; Kızmaz, 1993; Eler vd., 1993; Bilir, 1997; Üçler vd., 2000; Şevik vd., 2003; Demircioğlu vd., 2004; Avanoğlu vd., 2005; Yılmaz ve Bilir, 2016; Bilir ve Çetinkaya, 2018; Çetinkaya ve Bilir, 2019). Bu uygulamanın her ne kadar yetersiz olduğu ifade edilip, tartışılmalı da; fidanların kalite sınıfları hakkında genel bir kanı oluşturmak adına pratik ve halen kullanılan bir yöntemdir (Şimşek, 1987).

Bu çalışmada; aynı fidanlıkta dolayısıyla aynı ekolojik koşullarda yetiştirilmiş farklı popülasyonlara ait doğu kayını fidanlarının morfolojik ve fizyolojik fidan karakteristikleri mukayese edilmiştir.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmanın materyalini doğu kayının doğal yayılış sahasındaki yedi farklı popülasyondan temin edilen tohumlar ile bu tohumlardan yetiştirilen fidanlar oluşturmuştur. Farklı popülasyonlara ait tohumlar, doğu kayının doğal yayılış sahasının optimal alanı içerisindeki Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Gökçebey Orman Fidanlığındaki ekim yastıklarında 2015 sonbahar döneminde ekilerek yetiştirilmiştir (Şekil1). Tohumların toplandığı popülasyonlara ait ayrıntılı bilgi Çizelge 1'de ve Gökçebey orman fidanlığına ilişkin bazı bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışmada, morfolojik ve fizyolojik ölçümleri yapılan 2+0 yaşlı çıplak köklü yedi farklı popülasyona ait doğu kayını fidanlarının tamamı rutin fidanlık kültürel işlemlerine tabi tutulmuşlardır.



Şekil 1. Araştırmada kullanılan popülasyonlar ile Gökçebey Orman Fidanlığı lokasyonları

Çizelge1. Popülasyonlara ait bilgiler.

Orijin/Populasyon	Enlem	Boylam	Rakım (m)	Bakı
Bursa-İnegöl	39°53' 15"	29° 38' 16"	1000	Kuzey, Kuzey-Batı
Balıkesir-Dursunbey	39° 28' 11"	28° 82' 55"	1515	Kuzey, Kuzey-Batı
Sakarya-Akyazı	40° 30' 36"	30°32' 51"	1190	Kuzey, Kuzey-Batı
Kastamonu- Çatalzeytin	41° 89' 87"	34° 14' 37"	700	Kuzey, Kuzey-Batı
Zonguldak-Devrek-Tefen	41° 31' 09"	32° 30' 19"	750	Kuzey, Kuzey-Batı
Zonguldak-Devrek-Akçasu	41°10' 05"	32° 05' 29"	850	Kuzey, Kuzey-Batı
Bartın-Yenihan	41°35' 42"	32°31' 35"	510	Kuzey, Kuzey-Batı

Çizelge 2. Zonguldak-Gökçebeş Orman fidanlığına ait veriler (2007-2016)

İli	Zonguldak
İlçesi	Gökçebeş
Enlem	41°18'70"-41°19'30" Kuzey
Boylam	32°05'60"-32°06'30" Doğu
Rakım (m)	45
Genel Bakı	Batı
Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	13.5
Yıllık maksimum sıcaklık ort. (°C)	17.0
Yıllık minimum sıcaklık ort. (°C)	10.2
Yıllık maksimum sıcaklık (°C)	40.5
Yıllık minimum sıcaklık (°C)	-4
Yıllık yağış (mm)	1242.9
Yıllık ortalama bağıl nem (%)	75
pH	7.36-7.94
Tekstür	Balçık ve kumlu balçık
CaCO <sub>3</sub> (%)	2-3
Total Azot (%)	0.027-0.108
Tuzluluk (E.C.)	2.0 mikroohms/cm
Organik Madde (%)	0.548-3.240

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Morfolojik özellikler

Araştırmada 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 30, toplamda her bir popülasyon için 90 adet fidan üzerinde morfolojik verilere ilişkin ölçümler yapılmıştır. Zonguldak-Gökçebeş orman fidanlığında ekim yastıklarından titizlikle 2018 yılının ocak ayında sökülen 2+0 yaşlı fidanlar üzerinde kalan topraklar arındırıldıktan sonra, gövde dal sayıları (GDS) (gövde üzerinde 1 cm'den uzun dallar) belirlenip, hemen akabinde laboratuvara taşınması sağlanan fidanlar; kök boğazlarından kesilmiş ve 0,1 mm hassasiyetindeki kumpas yardımıyla kök boğazı çapları (KBÇ) ölçülmüştür. Kesilmiş olan boğaz kısmı üzerinden fidan boyu (FB) ölçülmüştür. Gövde (GTA) ve kök (KTA) taze ağırlıkları 0,001 gr hassasiyetindeki hassas teraziler yardımıyla tartılmıştır. Popülasyonlara ait fidanlar kök ve gövde olarak kurutma fırınına yerleştirilmiş 102±2°C de 24 saat kurutulmuş gövde (GKA) ve kök (KKA) kuru ağırlıkları yine hassas terazi yardımıyla ölçülmüştür (Ayan, 1999; 2002).

Ölçümü yapılan fidan morfolojik karakterlere ait veriler yardımıyla; fidan toplam taze ağırlığı (FTTA), fidan toplam kuru ağırlığı (FTKA), Gürbüzlük indisi (Gİ) katlılık indisi (Kİ), kuru kök yüzdesi (%KKök) ve Dickson kalite indisi (DKİ) değerleri hesaplanmıştır:

Gürbüzlük indisi (Gİ): Fidan boyunun (cm değeri mm'ye çevrilerek) kök boğazı çapına (mm) oranlanması ile elde edilir (Aphalo ve Rikala, 2003).

$$Gİ = \text{Fidan gövde boyu (mm)} / \text{Kök boğaz çapı (mm)}$$

Formül baz alınarak elde edilen Gİ değerleri için; Gİ<50 ise kaliteli fidan, 50<Gİ<60 ise orta kaliteli fidan, Gİ>60 ise düşük kaliteli fidan aralıklarına göre değerlendirme yapılmıştır (Yahyaoglu ve Genç, 2007).

Katlılık İndisi (Kİ): Ölçülen fidan gövde kuru ağırlığının, kök kuru ağırlığına oranlanması ile elde edilen değerdir (Ayan, 2002).

$$Kİ = \text{Gövde kuru ağırlığı} / \text{Kök kuru ağırlığı}$$

Kök yüzdesi (%KKök): Fidana ait kök kuru ağırlık değerinin fidana ait toplam kuru ağırlık değerine oranlanmasıyla bulunur ve yüzde olarak ifade edilir (Ayan, 1999).

$$\%KKök = \frac{\text{Kök kuru ağırlığı (gr)}}{\text{Fidan kuru ağırlığı (gr)}} \times 100$$

Dickson Kalite İndeksi (DKİ): Fidan kuru ağırlık değerinin, Gürbüzlük indisi ile katlılık değeri toplamına bölünmesi ile elde edilen değerdir (Ayan, 2002; Mohamed, 2013). DKİ aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Dickson vd., 1960).

$$Dickson Kalite İndisi (DKİ) = \frac{\text{Fidan Kuru Ağırlığı}}{\left( \frac{\text{Fidan Gövde Boyu}}{\text{Kök Boğaz Çapı}} \right) + \left( \frac{\text{Gövde Kuru Ağırlığı}}{\text{Kök Kuru Ağırlığı}} \right)} = \frac{(FKA)}{(Gİ) + (Kİ)}$$

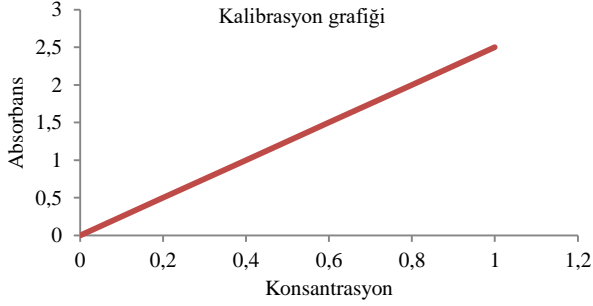
### 2.2.2. Fizyolojik özellikler

Araştırma kapsamında; 2. yıl vejetasyon sonu itibarıyla doğu kayını fidanlarının gerçek dormansi döneminde olduğu kasım ayı sonlarında sağlıklı kabul edilen yapraklar toplanmış; klorofil a ve b, toplam klorofil ve yapraktaki nispi nem yüzdesi (NNİ%) tayinleri yapılmaya başlanmıştır. Ocak-Şubat aylarında gerçekleştirilen söküm işlemlerinin ardından birikimli transpirasyon (S) tayini yapılmıştır.

Klorofil analizi tayini: Klorofil miktarları ölçülmesi istenen bitkinin yaprakları alınarak havanda ezilip ve etanol ile birlikte (1 gr saf klorofile 25 ml etanol) bir çözelti oluşturulup, fotoelektrokolorimetre (FEK-M) metodu kullanılarak oluşturulan bu çözeltideki klorofil miktarları tayin edilir (Dmitriyeva ve Kefeli, 1991). Bu yöntem, bitki içerisinde bulunan klorofil miktarının yoğunluğunu (optik sıklığı) tespit edebilmemizi sağlar. FEK-M iki farklı ışının elektriksel akım güçleri arasındaki farkı galvanometre yardımı ile ölçerek çözeltinin optik sıklığı tayin edilmektedir. Metot için kullanılan çözeltinin rengine göre dört farklı filtre arasından uygun filtre seçilir (Kırmızı filtre kullanılmıştır). Standart için galvanometre üzerinde okunan değerlere göre kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur (Çizelge 3). Çözeltinin konsantrasyonunun tayini için üç tekrarlı okuma yapılır. Galvanometre üzerinde okunan değerler, kalibrasyon eğrisi üzerinde bir dikme yardımıyla hesaplanır (Çizelge 3; Şekil 2). Yoğunluk miktarına göre klorofil miktarı elde edilmiş olur. Kullanılan çözeltinin kıyaslanabilmesi için "hetri" çözeltisi kullanılır (Dutton vd., 1943; Atik, 2008; Aydınoglu, 2014).

Çizelge 3. Klorofil miktarlarının tayini için oluşturulacak grafik değerlerine ilişkin örnek çizelge

X eksenini- konsantrasyonlar (mikrogram/mililitre)	Y eksenini- absorpsan değerleri
0,0	0,0
0,5	0,2
1,0	0,4
1,5	0,6
2,0	0,8



Şekil 2. Klorofil miktarlarının tayini için oluşturulacak değerlerin grafiksel gösterimi.

Birikimli transpirasyon (S): Her bir popülasyona ait her tekerrürden 5 adet fidan söküm işleminin ardından (yıkayıp temizlendikten sonra) laboratuvara getirilmiştir. Tekrar hassas bir temizleme işleminin ardından KBC seviyesinden kesilmiş fidan gövdesi, +4°C'deki saf suya bırakılarak 24 saat bekletilmiştir. Bu şekilde tam doymuş hale (TDH) ulaşmış fidanlar, bir kağıt havlu yardımı ile üzerindeki sudan arındırıldıktan sonra ağırlıkları ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Hemen ardından bu fidanlar (25 °C ortam sıcaklığında %60-65 bağıl nem ve 4000-4500 lüks ışık şiddeti altında) iklimlendirme dolabına alınmıştır. İlk etapta nem kaybının yüksek olması sebebi ile 15'er dk arayla ölçümler yapılmış kaydedilmiştir, daha sonra bu aralıklar 30, 45, 60 dk'lara kadar uzatılmış ve oransal artışla birlikte ağırlık ölçümleri yapılmış, 420 dakikaya kadar periyodik ölçümlerle bekletilmiştir. İklim dolabından alınan fidanlar Scholander cihazı yardımıyla basınçları ölçülmüş ve ağırlıkları belirlenmiştir (DDA). Scholander cihazı su basınç değerleri bütün popülasyonlar için 2-2,5 MPa olarak ölçülmüştür. Son olarak kurutma fırınında (104 °C de 24 saat) bekletilerek fırın kuru ağırlığı (KA) ölçülmüştür. Aşağıdaki formül yardımı ile birikimli transpirasyon belirlenmiştir (Dirik, 1994).

$$S = (TDH - DDA) / KA \times 100 \text{ gr(H}_2\text{O}/100 \text{ gr kuru ağırlık)}$$

Nisbi nem yüzdesi (NNİ%): Yaprak örnekleri belirli boyutlarda kesilerek (1 cm<sup>2</sup>) hassas teraziler yardımı ile kesilme işleminin hemen ardından tartılmış ve yaş ağırlıkları (YA) ölçülmüştür. Daha sonra yapraklar, saf suda 4 saat turgor haline gelinceye dek bekletilmiştir. Turgor basıncı doymuş hale gelen yapraklar tartılarak turgor ağırlıkları kaydedilmiştir (TA). Turgor halindeki yapraklar 102±3 °C sıcaklıkta 24 saat bekletilerek fırın kuru hale getirilmiş ve kuru ağırlıklar kaydedilmiştir (KA). Yaprak örneklerinde nispi nem aşağıdaki formül aracılığı ile belirlenmiştir (Dhanda ve Sethi, 1998).

$$NNİ (\%) = [(YA - KA) / (TA - KA)] \times 100$$

Çizelge 4. TSE 5624/Mart 1988'e göre çıplak köklü kayın fidanlarının kalite sınıfları

Tür	Sınıf	En az boy (cm)	Boylara göre en az kök boğaz çap değeri (mm)					
			20	30	40	50	75	100
Kayın	1.	30	-	4	5	6	7	8
	2.	20	2	3	4	5	6	7

### 2.3. Fidanların TSE kalite kriterlerine göre sınıflandırılması

Türk Standartları Enstitüsü tarafından TS 5624/Mart (1988)'e göre belirlenmiş sınıf aralıkları kullanılmış ve geniş yapraklı türlerden doğu kayını için; çap-boy kriterlerine göre sınıf aralıkları Çizelge 4'de verilmiştir. Elde edilen morfolojik veriler Çizelge 4'e göre sınıflandırılmış ve fidan kalitesi hakkında bilgi verilmiştir (TS 5624, 1988).

### 2.3. İstatistiki değerlendirmeler

Ölçülen ve hesaplanan bütün morfolojik ve fizyolojik karakterler üzerine popülasyon farklılığının etkisini ortaya koymak için varyans analizi ve popülasyonların değişkenlere göre işlem mukayesesi için de Duncan çoklu testi SPSS paket programı yardımıyla uygulanmıştır. Varyans analizi öncesi sayılarak ve yüzde olarak tespit edilen verilere gerekli transformasyonlar uygulandıktan sonra tek yönlü (one-way) varyans analizine tabi tutulmuştur.

## 3. Bulgular

### 3.1. Fidan morfolojik karakterleri

Doğu kayını fidanlarında; FB, KBC, GTA, KTA, GKA, KKA ve FDS karakterleri ölçülüp-tartılmış ayrıca, FTTA, FTKA, %KKök, DKİ, Kİ ve Gİ değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler üzerine popülasyon farklılığının etkisi varyans analizi ile ortaya konmuş, Kİ ve Gİ değerleri haricinde ölçülen ve hesaplanan bütün fidan morfolojik karakterler üzerinde popülasyon farklılığının önemli etkisi olduğu saptanmıştır (Çizelge 5).

### 3.2. Fidan fizyolojik karakterleri

Ölçülen fidan fizyolojik karakterler üzerinde popülasyon farklılığının etkisi Çizelge 6'da görülmektedir. Popülasyon farklılığının klorofil a, klorofil b ve birikimli transpirasyon değerleri üzerinde önemli bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir.

### 3.3. Fidan kalite sınıflarına

TSE standartlarına göre; Asgari FB ve KBC değerlerine göre farklı popülasyonlar bazındaki 1., 2. ve 3. sınıfta fidan oranları Çizelge 8'de verilmiştir. Popülasyonlar arasında %97,8 ile en yüksek 1. kalite sınıfı fidan oranına Zonguldak-Devrek-Akçasu popülasyonu sahiptir (Çizelge 7).

Çizelge 5. Populasyonlara ait morfolojik karakterlerin bazı istatistikleri

Morfolojik karakterler	Populasyon							Genel ortalama	F değeri- P önem
	Ortalama ve standart hata (X ± S <sub>x</sub> )								
	Bursa-İnegöl	Balıkesir-Dursunbey	Sakarya-Akyazı	Kastamonu-Catalzeytin	Zonguldak-Devrek-Tefen	Zonguldak-Devrek-Akçasu	Bartın-Yenihan		
FB (mm)	312,13±7,3 cd	299±7,1d	335,03±3,9 ab	303,67±9,1 cd	335,7±10,1ab	346±3,27 a	321,95±7,1 bc	321,92	6,047***
KBÇ (mm)	7,4333±0,2 c	7,2567±0,2 c	7,9933±0,14ab	7,5867±0,21 bc	7,9633±0,23 ab	8,2667±0,1 a	7,6433±0,21 bc	7,73	3,321***
GTA (gr)	7,6133±0,3c	6,8767±0,3 c	8,9633±0,3 ab	7,3533±0,3 c	9,7833±0,5 b	10,5467±0,3 a	8,9967±0,4 b	8,59	14,213***
KTA (gr)	5,4567±0,2 c	4,9333±0,2 c	6,1667±0,1 b	5,38±0,2 c	7,0167±0,2 a	6,9867±0,1 a	6,2600±0,2 b	6,02	16,766***
FTA (gr)	13,07±0,5 c	11,81±0,5 c	15,13±0,5b	12,73±0,6 c	16,80±0,7 a	17,53±0,3 a	15,256±0,55 b	14,61	16,229***
GKA (gr)	4,43±0,15 d	3,82±0,14 e	5,12±0,12 c	4,24±0,2 de	6,07±0,24 ab	6,52±0,12 a	5,95±0,2 b	5,16	34,633***
KKA (gr)	2,7100±0,14 c	2,3233±0,11 d	3,1033±0,13 a	2,4833±0,13 cd	4,27±0,17 a	4,073±0,10 ab	3,8133±0,14 b	3,25	32,972***
FKA (gr)	7,14±0,29 d	6,15±0,22 d	8,23±0,24 b	6,72±0,31 d	10,346±0,41 a	10,593±0,19 a	9,73±0,34 c	8,41	36,936***
FDS	2,1±0,12 cd	2,266±0,12 d	3,0±0,19 ab	2,633±0,17 cd	3,40±0,2 a	3,4±0,2 a	2,433±0,14 bc	2,74	9,603***
%KKök	37,42±0,8 b	37,62±1,07 b	37,37±0,65 b	36,79±0,58 b	41,31±0,43 a	38,41±0,51 b	38,98±0,62 b	38,27	4,710***
DKİ	0,1645±0,007 c	0,1437±0,006 c	0,1891±0,006 a	0,1610±0,007 c	0,2374±0,009 a	0,2440±0,005 a	0,2232±0,009 b	0,1947	27,420***
Kİ	1,7117±0,06 a	1,7301±0,08 a	1,7009±0,04 a	1,7379±0,04 a	1,7283±0,025 a	1,6173±0,03 a	1,6978±0,1 a	1,703	2,870 <sup>ns</sup>
Gİ	42,3075±0,66a	41,4911±0,52 a	42,1202±0,48 a	39,9392±0,37 a	42,1366±0,31 a	41,9119±0,30 a	42,4377±0,56 a	41,76	3,230 <sup>ns</sup>

FB: Fidan boyu, FKA: Fidan kuru ağırlığı, KTA: Kök taze ağırlığı, DKİ: Dickson kalite indisi, KBÇ: Kök boğaz çapı, FDS: Fidan dal sayısı, GKA: Gövde kuru ağırlığı, Gİ: Gürbüzlük indisi, KKA: Kök kuru ağırlığı, GTA: Gövde taze ağırlığı, %KKök: Kök yüzdesi, Kİ: Katlılık indisi, FTA: Fidan taze ağırlığı

Çizelge 6. Orijinlere ait fizyolojik verilerin ortalama değerleri

Populasyon	Klorofil a	Klorofil b	Toplam	Yaprak Nisbi Nemi %	Birikimli Transpirasyon
	mikrogr/mililitre	mikrogr/mililitre	Klorofil a+b mikrogr/mililitre		(H <sub>2</sub> O/100 gr)
	Ortalama ve standart hata (X ± S <sub>x</sub> )				
Bursa-İnegöl	6,48±0,11a	5,63±0,19a	12,11±0,28a	52,96±1,2bc	121,79±3,23a
Balıkesir-Dursunbey	5,84±0,11a	5,19±0,06a	12,23±0,16a	56,20±0,8a	111,83±2,97a
Sakarya-Akyazı	6,48±0,12a	5,79±0,08a	11,92±0,18a	51,91±0,2bc	119,70±2,54a
Kastamonu-Çatalzeytin	6,56±0,11a	5,69±0,1a	11,02±0,2 b	52,05±0,06b	113,68±3,12a
Zonguldak-Devrek-Tefen	6,48±0,17a	5,76±0,14a	12,61±0,3a	51,1±0,15bc	127,56±2,40a
Zonguldak-Devrek-Akçasu	6,62±0,14a	5,99±0,11a	12,24±0,24a	50,86±0,14c	130,65±3,18a
Bartın-Yenihan	6,23±0,12a	5,7±0,1a	12,27±0,22a	51,6±0,05bc	115,87±2,97a
F değeri-P önem	4,373	3,961	4,507**	9,110***	5,201*
Genel ortalama	6,38	5,67	12,06	52,38	120,17

Çizelge 7. TSE standartlarına göre orijinlerin fidan sınıfları

Orijinler	1. sınıf (Adet/%)	2. sınıf (Adet/%)	İskarta (Adet/%)
Bursa-İnegöl	79/87,77	8/8,88	3/3,33
Balıkesir-Dursunbey	68/75,6	13/14,4	9/10
Sakarya-Akyazı	78/86,7	7/7,7	5/5,6
Kastamonu-Çatalzeytin	76/84,5	8/8,8	6/6,7
Zonguldak-Devrek-Tefen	86/95,5	0/0	4/4,5
Zonguldak-Devrek-Akçasu	88/97,8	1/1,1	1/1,1
Bartın-Yenihan	77/85,6	8/8,9	5/5,5
Genel Ortalama	78,86/87,63	6,4/7,11	4,7/5,25

#### 4. Tartışma ve sonuç

Araştırmada; Zonguldak-Devrek-Akçasu ile Zonguldak-Devrek-Tefen populasyonlarına ait fidanların gerek morfolojik gerekse fizyolojik karakterler bakımından en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın Bursa-İnegöl, Balıkesir-Dursunbey ve Kastamonu-Çatalzeytin populasyonlarının ise özellikle morfolojik karakterler bakımından daha düşük değerler elde edilmiştir. Doğu kayını üzerine Selek (1995) ve Atik (2008) tarafından farklı fidanlıklarında ve değişik populasyonlar ile yürütülen çalışmalarda elde edilen FB ve KBÇ (25,6-28,6 cm ile 6,0-6,6 mm) değerlerine göre bu çalışmanın ortalama FB (Min:29,9 cm -Max:34,6 cm) ve KBÇ'lerinde (Min:7,26 mm-Max:8,27 mm) daha yüksek değerler elde edilmiştir. Populasyonların tamamından üretilen fidanlarda Kİ değeri 3'ün altında olduğu, bu ise fidan kök gelişimlerinin iyi olduğunu göstermektedir. Özpay ve Tosun (1993), doğu

kayını üzerinde dikim öncesi kriterleri tespit ettikleri çalışmalarında fidanlara ait boy, yaş ve dip çap gibi morfolojik karakterleri baz aldıkları çalışmada; 2+0 yaşlı doğu kayını fidanları için minimum boy değeri olarak 20-25 cm ve en az 5 mm çap değerine sahip olması gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca çalışmada; G/K oranı bakımından 1+0 yaşlı fidanlar için 4/10 ve 2+0 yaşlı fidanlar için ise 1/2 oranında olması gerektiğini vurgulamışlardır. Eyüboğlu ve Karadeniz (1987) doğu kayını üzerine yaptıkları bir çalışmada ise fidan boyunu sabit tutmak suretiyle çapları kalın olan, çapları sabit tutmak suretiyle boyları uzun olan fidanların daha sonraki yıllara göre daha başarılı olduklarını gözlemişlerdir.

Populasyon bazında en yüksek %KKök değeri; Zonguldak-Devrek-Tefen populasyonunda (%41,31) ve en düşük değer ise Kastamonu-Çatalzeytin (%36,79) populasyonunda saptanmıştır. Araştırmada dikkati çeken önemli bir husus; fidanlıkların ekolojilerine en yakın populasyonlardan elde edilen fidanların en yüksek fidan değerlerine sahip olduğudur. Bu populasyonlar; Zonguldak-Devrek-Akçasu ve Zonguldak-Devrek-Tefen populasyonlarıdır. Yetiştirme ortamı koşullarının benzerlik göstermesi fidanların gelişimini olumlu etkilemiştir. Bu tespiti teyid eden bir sonuç, Eyüboğlu vd. (1992) tarafından ifade edilmiştir. Eyüboğlu vd. (1992), Doğu Karadeniz'e en uygun doğu kayını orijini belirlemek amacı ile 12 farklı tohum meşceresinden temin ettikleri tohumları aynı fidanlıklarında geliştirmişlerdir. Çalışmada; 2 yıl fidanlıklarında 9 yıl ise arazide gözlemlenen fidanlardan dikim yapılan bölgeye en yakın orijinden temin edilen fidanların en iyi boy gelişim performansı gösterdiklerini belirtmişlerdir.



Aphalo ve Rikala (2003) ile Yahyaoglu ve Genç (2007)'e göre; fidan  $G\bar{I} < 50$  değerine sahip bütün orijinler "kaliteli fidan" kategorisinde değerlendirilmektedir. Bu ölçüte göre bu araştırmaya obje olan bütün popülasyonlara ait fidanların ortalama  $G\bar{I}$  değeri  $< 50$  olduğu için kaliteli olarak addedilebilir. Oysa, FB ve KBC değerleri bakımından durum farklıdır.

Sonuç olarak; Fidan fizyolojik karakterleri analizlerin yapıldığı dönem itibari ile vejetasyon dönemi içerisinde beklenen değerlerden biraz daha farklıdır (düşük). Nisbi nem yüzdesi ve birikimli transpirasyon değerleri dışında farklılık gözlenmemiştir. Çalışmanın yapıldığı dönemden yada analizler içerisindeki hata payları da bu değerler arasındaki farklılıklar açısından göz ardı edilmemelidir. Genel anlamda fizyolojik özellikler açısından orijinler arasında ekstrem bir farklılık görülmemektedir. Buna karşılık yapılan analizler ışığında fizyolojik özelliklerde gözlenen min. farklılık, morfolojik özelliklerle de aynı doğrultuda (aynı orijinlerin ilk grupta yer alması gibi) fakat morfolojik özellikler açısından daha belirgin farklılıklar olduğunu göstermiştir. Fidanlık ekolojik koşullarının homojen olması ve fidanların yetiştirme sürecinde aynı kültürel işlemlere tabi tutulması ve herhangi bir strese maruz kalmadan yetiştirilmeleri nedeniyle farklı popülasyonlara ait fidanların fizyolojik karakterlerinde ekstrem bir farklılık tespit edilmediği düşünülmektedir. Buna karşın, morfolojik karakterlerde tespit edilen varyasyonun temel nedeni farklı popülasyonlara ait kullanılan tohumların boyut farklılığı ile kalite özelliklerinin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Fidanların yetiştirildiği fidanlık ekolojik koşullar ile benzer yetiştirme ortamlarından toplanan popülasyonlara ait tohumlardan yetiştirilen fidanların fidan gelişim performansı birçok morfolojik karakter bakımından müspet olmuştur.

## Kaynaklar

Anşin, R., Özkan, Z.C., 1997. Tohumlu bitkiler. Odunsu Taksonlar. KTÜ Orman Fakültesi, Yayın no: 19. Trabzon.

Aphalo, P., Rikala, R., 2003. Field Performance of Silver-Birch Planting-Stock Grown at Different Spacing and in Containers of Different Volume, *New Forests* 25: 93-108, Kluwer Academic Publishers. Printed in The Netherlands.

Atik, H.A., 2008. Doğal maddelerin (Biyohumus ve Baykal Em1) doğu kayınında (*Fagus orientalis* Lipsky.) bazı morfolojik-fizyolojik proseslere etkisi. Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bil. Enst. Orm. Müh. Anabilim Dalı, Zonguldak.

Avanoğlu, B., Ayan, S., Demircioğlu, N., Sivacioğlu, A., 2005. The Evaluation of 2+0-year old Black pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe.) seedlings produced in Kastamonu-Taşköprü Forest Nursery according to the norms of Turkish Standards Institution, *SIGMA. Journal of Engineering and Science*, Yıldız Technical University, 2, 73-83.

Ayan, S., 1999. Tüplü Doğu ladini (*Picea orientalis* Lipsky.) fidanlarının yetiştirme ortamları özelliklerinin tespiti ve üretim tekniğinin belirlenmesi. Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bil. Enst. Orm. Müh. Anabilim Dalı, Trabzon.

Ayan, S., 2002. Determining the site condition features of Containerized-Oriental Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link.) seedlings; and setting the production Techniques, Ministry of Forests, the Institution of Eastern Black Sea Forestry Research, Ministry Publication number:179, Eastern Black Sea Forestry Studies (DKOA) Publication number:14, Technical Bulletin Publication number: 11, Trabzon.

Aydinoğlu, F., 2014. Moleküler Biyolojide Temel Teknikler: Kromatografi ve Spektrofotometri. [http://abl.gtu.edu.tr/hebe/AbIDrive/81791413/w/Storage/217\\_2011\\_1\\_113\\_81791413/Downloads/mbg113-h14kromatografispektrofotometri.pdf](http://abl.gtu.edu.tr/hebe/AbIDrive/81791413/w/Storage/217_2011_1_113_81791413/Downloads/mbg113-h14kromatografispektrofotometri.pdf), Erişim:01.08.2019

Bilir, N., 1997. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) orijin denemeleri fidanlık aşaması. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Bilir, N., Çetinkaya, D., 2018. Morphological characteristics in seed orchard and seed stand seedlings of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.). 2<sup>nd</sup> International Congress on Multi disciplinary, 4-5 May, Cukurova University, Adana, p. 57-62.

Çetinkaya, D., Bilir, N., 2019. Toros sediri'nde (*Cedrus libani* A. Rich.) fidan tipi x fidan morfolojisi etkileşimi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(1): 28-33.

Demircioğlu, N., Ayan, S., Avanoğlu, B., Sivacioğlu, A., 2004. The Evaluation of 2+0-year old Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings produced in Kastamonu-Taşköprü Forest Nursery according to the norms of Turkish Standards Institution. *Journal of Engineering, Faculty of Engineering, Pamukkale University*, 2 (10): 243-251.

Denk, T. H., 1999. The taxonomy of *Fagus* in Eurasia. 2: *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica*. *Feddes Repertorium* 11(5-6):381-412.

Dhanda, S.S., Sethi, G.S., 1998. Inheritance of excised-leaf water loss and relative water content in breadwheat (*Triticum sativum*). *Euphytica*, 104: 39-47.

Dickson, A., Leaf, A.L., Hosner, J.F., 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, 36(1):10-13.

Dirik, H., 1994. Üç yerli çam türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) kurak peryottaki transpirasyon tutumlarının ekofizyolojik analizi. İstanbul Üni. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 44 (1) 111-121.

Dmitriyeva, G.A., Kefeli, V., 1991. Bitki Fizyolojisi Yöntemleri. Sovyetler Birliği Millî Eğitim Bakanlığı, Moskova.

Dutton, H. J., Manning, W. M., Duggar, B. M., 1943. Chlorophyll Fluorescence and Energy Transfer in the Diatom *Nitzschia Closterium*. *The Journal of Physical Chemistry*, 47 (4): 308-313 <https://doi.org/10.1021/j150427a002>.

Eler, Ü., Keskin, S., Örtel, E., 1993. Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarında Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. *Ormançılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 240:81-105.

Ercanlı, I., Kahriman, A., Yavuz, H., 2014. Dynamic base-age invariant site index models based on generalize dalgebraic difference approach formixed Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands. *Turk J Agric For* 38: 134-147, DOI: <http://dx.doi.org/10.3906/tar-1212-67>.

Ertekin, M., Kırdar, E., Ayan, S., 2015. The effects of exposure, elevation and tree age on seed characteristics of *Fagus orientalis* Lipsky. *SEEFOR-South-east Eur For*, 6(1):15-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.15177/see-for.15-03>.

Eyüboğlu, A.K., Atasoy, H., Küçük, M., 1992. Doğu Karadeniz Bölgesinde Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) orijin denemelerinin 9 yıllık sonuçları. *Ormançılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten Serisi No: 237*, Ankara, s. 37-63.


Eyüboğlu, A.K., Karadeniz, A., 1987. Doğu kayınında (*Fagus orientalis* Lipsky.) dikim anındaki fidan boy ve çapı ile üç yıllık boy büyümesi arasındaki ilişkiler. *Ormançılık Araştırma Enstitüsü teknik bülten serisi*, No: 185, Ankara, 13 s.

Gurth, P., 1976. Forst pflanzen und Kulturerfolg-eine Literaturübersicht. *Allg. Forst.u.j.- Ztg.*, 147(12):240-246.

Kandemir, G.E., Tayanç, Y., Çengel, B., Velioğlu, E., 2016. Türkiye'de yayılış gösteren kayın (*Fagus*) popülasyonlarının moleküler filogenisi. *Ormançılık Araştırma Dergisi*, A, 1(4): 69-79.

- Kızmaz, M., 1993. Karaçam fidanlarının kalite sınıflarının belirlenmesi üzerine araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 238-241: 7-36.
- Mohamed, E.A., 2013. Growth performance and physiological characteristics of seedlings of six tropical dryland forest tree species in the Sudan. Journal of Natural Resources and Environmental Studies, 1(2): 25-33.
- Özel, H.B., 2007. Bartın ve Devrek Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ormanlarında meşcere kuruluşları ve grup gençleştirme uygulamalarının başarısını etkileyen faktörler. Doktora Tezi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın.
- Özpay, Z., Tosun, S., 1993. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) fidanlarının kalite sınıflarının belirlenmesi üzerine araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten, No: 241, Ankara, s. 107-13
- Puttonen, P., 1986. Carbohydrate reserves in *Pinus sylvestris* seedling needles as an attribute of seedling vigor. Scandinavian Journal of Forest Research. 1 (1-4): 181-193
- Ritchie, G.A., Shula, R.G., 1984. Seasonal changes of tissue-water relations in shoots and root systems of Douglas-fir seedlings. Forest Science, 30(2): 538-548.
- Saatçioğlu, F., 1976. Fidanlık Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 2188, Fakülte Yayın No: 223, İstanbul.
- Selek, N., 1995. Hendek fidanlığında yetiştirilen kayın, karaçam, sarıçam ve göknar fidanlarında temel morfolojik özelliklerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Şevik, H., Ayan, S., Demircioğlu, N., Sivacioğlu, A., 2003. The evaluation of bare-rooted and broad-leaved forest tree seedlings grown in Gököy forest nursery (province of Kastamonu) according to the norms of Turkish Standards Institution. Journal of Forestry Faculty of Gazi University, 3 (2): 233-245.
- Şimşek, Y., 1987. Ağaçlandırmalarda Kaliteli Fidan Kullanma Sorunları. Orman Araştırma Enstitüsü Dergisi, No:65, Ankara, 33(1):7-29,
- TS 5624, 1988. 5624/Mart Yapraklı orman ağacı fidanları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Üçler, A.Ö., Gülcü, S., Bilir, N., 2000. Anadolu karaçamı ve kızılçam'da tohum kaynağı-morfolojik fidan kalitesi ilişkileri. II. Ulusal Fidanlık Sempozyumu, 25-29 Eylül, Bildiri Özetleri Kitapçığı, s. 39., İzmir.
- Yahyaöğlu, Z., Genç, M., 2007. Kalite Sınıflaması Çalışmaları ve Türkiye İçin Öneriler, Fidan Standardizasyonu (Standart Fidan Yetiştirmenin Teknik ve Biyolojik Esasları), SDÜ Orman Fakültesi Yayın No: 75, Isparta.
- Yılmaz, C., Bilir, N., 2016. Effect of seedling type in morphology and quality of Brutian pine (*Pinus brutia* Ten.) seedlings. IJSRST, 2(5) 237-240.

## Boylu ardıç'ta (*Juniperus excelsa* Bieb.) bazı kozalak ve tohum özellikleri bakımından populasyonlar arası farklılıklar

Süleyman Gülcü<sup>a,\*</sup> , Süleyman Demir<sup>b</sup> , Samet Dirlik<sup>c</sup> 

**Özet:** Bu çalışmada, Boylu Ardıç'ta (*Juniperus excelsa* Bieb.) bazı kozalak ve tohum özellikleri bakımından populasyonlar arası farklılıkların belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında; Isparta, Burdur ve Antalya illerinde türün doğal yayılış alanlarından 30 farklı populasyondan kozalak toplanmıştır. Toplanan kozalakların eni ve ağırlığı ile bu kozalaklardan elde edilen tohum sayısı ayrıca, tohum eni, tohum boyu, bin tane ağırlığı, dolu tohum oranı ölçümler ve sayımları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler, SPSS paket programında değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, tohum ve kozalak özellikleri bakımından populasyonları karşılaştırmak amacıyla varyans analizi ve Duncan testi yapılmıştır. Ayrıca, bakı ve rakıma göre kozalak toplanan populasyonlar iki gruba ayırarak gölgeli ve güneşli bakılar ile alçak ve yüksek rakıma göre tohum eni ve tohum boyu bakımından kıyaslamak amacıyla da "t" testi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, hem kozalak eni ve tohum sayısı hem de tohum eni ve tohum boyu bakımından populasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Güneşli bakılarda ortalama tohum eni 2,52 mm, gölgeli bakılarda 2,41 mm; güneşli bakılarda ortalama tohum boyu 4,54 mm, gölgeli bakılarda ise 4,40 mm'dir. Yüksek rakımdaki (>1300 m) populasyonlarda ortalama tohum eni 2,46 mm; ortalama tohum boyu 4,42 mm iken, 1300 m'nin altındaki populasyonlarda ortalama tohum eni 2,48 mm; ortalama tohum boyu 4,54 mm olarak ölçülmüştür. Tohum eni ve tohum boyunun gerek güneşli bakılarda gerekse 1300 m'nin altındaki populasyonlarda daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan hareketle; Boylu ardıçta kozalak ve tohum özellikleri ile tohumların çimlenme kabiliyetleri, morfolojik ve fizyolojik fidan özellikleri bakımından populasyonlar arası ve populasyon içi farklılıkların belirlenebileceği araştırma çalışmaları tamamlanarak kozalak ve tohum hasat alanlarının belirlenmesi uygun olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Boylu Ardıç, *Juniperus excelsa* Bieb., Kozalak ve tohum özellikleri

## Variations in cone and seed traits of Crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.) populations

**Abstract:** In this study, the aim is to determine the differences between populations of Crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.) in terms of some cones and seed characteristics. In this study, cones from 30 different populations in Isparta, Burdur and Antalya provinces of natural distribution areas of the species were collected. Width and weight of the cones and the number of seeds from these cones, width and height of the seeds, one thousand seed weight and sound seed rate were measured. The data were evaluated in SPSS package program. In this respect, variance analysis and Duncan test were performed in an attempt to compare populations in terms of seed and cone characteristics. In addition, 't' test was performed to compare the populations, in terms of seed width and seed length, by dividing into two groups according to their altitudes and views: low and high altitudes and shaded and sunlit views. According to the results of the analysis, statistically significant differences were observed between the populations of both cone width and the number of seeds and seed width and length. While average seed width was 2.52 mm at the sunlit views, it was 2.41 mm at shaded views. The average seed length was 4.54 mm at sunlit views while it was 4.40 mm at the shaded views. While the average seed length was 4.42 mm and the average seed width was 2.46 mm in populations in high altitudes over 1300 meters, the average seed width was 2.48 mm and the average seed length was 4.54 mm in populations lower than 1300 meters. Seed width and height were found to be higher both at the sunlit views and in the populations below 1300 meters. Based on these results, it would be appropriate to determine the areas of conifer and seed harvest determining the differences in terms of seed characteristics, germination ability, morphological and physiological seedling characteristics of *Juniperus excelsa* within and between populations.

**Keywords:** Crimean Juniper, *Juniperus excelsa* Bieb., Cone and seed characteristics

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

<sup>b</sup> Orman Genel Müdürlüğü, Kaş Orman İşletme Müdürlüğü, Kaş, Antalya

<sup>c</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Yenişarbademli Meslek Yüksekokulu, Ormanlık ve Orman Ürünleri Programı, Yenişarbademli, Isparta

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): [suleymangulcu@isparta.edu.tr](mailto:suleymangulcu@isparta.edu.tr)

✓ **Received** (Geliş tarihi): 07.05.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 27.07.2019



**Citation** (Atıf): Gülcü, S., Demir, S., Dirlik, S., 2019. Boylu ardıç'ta (*Juniperus excelsa* Bieb.) bazı kozalak ve tohum özellikleri bakımından populasyonlar arası farklılıklar. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 187-194.  
DOI: [10.18182/tjf.561242](https://doi.org/10.18182/tjf.561242)

## 1. Giriş

Orman ürünlerine olan gereksinim, mevcut orman varlığından karşılanamaz hale gelmiştir. Bunun temel nedeni, insanların ihtiyaçlarını karşılamak için, orman ve verimli tarım alanlarının geri kazanılamaz derecede tahrip edilmesidir. Doğal kaynaklar sınırlı olduğundan, insan ihtiyaçlarının artan nüfus oranında karşılanabilmesi mümkün değildir. Bu nedenle, ihtiyaçların karşılanması için birim alandan alınan ürün miktarında artışın sağlanması zorunlu hale gelmiş ve bu da genetik-ıslah çalışmalarını günümüzün en önemli konularından biri haline getirmiştir.

Endüstriyel ağaçlandırmaların temel amacı kalite ve kantite bakımından en yüksek artımı sağlayan ormanların yetiştirilmesidir. Ancak mevcut durumda orman varlığımızın yaklaşık olarak %43'ünün verimsiz orman niteliğinde olduğu bilinmektedir (Üçler ve Turna, 2006; OGM, 2015). Bu nedenle genetik ıslah çalışmalarına daha fazla önem verilerek yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında ıslah edilmiş kaliteli tohum ve bu tohumlardan elde edilen kaliteli fidanların kullanılması gerekmektedir.

Orman ağaçları doğada çoğunlukla nesillerini tohumla devam ettirirler. Tohum, insan eliyle yapılan orman yetiştirme çalışmalarının en önemli unsurudur. Ekim veya dikim yoluyla gerçekleştirilen ağaçlandırmadaki başarı, öncelikle tohumun orijinine ve genetik niteliklerine bağlıdır (Yahyaoglu ve Ölmez, 2005; Üçler ve Turna, 2006). Başka bir ifadeyle yeni tesis edilecek plantasyonların biyolojik ve ekonomik başarısı, her şeyden önce tohumların veya bu tohumdan gelişecek olan fidanların morfolojik, fizyolojik ve genetik özellikleri bakımından kaliteli olmasına bağlıdır.

Ağaçlandırmaların başarısında en temelde yetiştirme ortamına uygun tohum orijinlerinin seçimi ve ıslah edilmiş tohum kullanımı çok büyük önem taşımaktadır. ıslah edilmiş tohumlarla yapılan araştırma çalışmalarında odun veriminin %40'a kadar artırılabilceği ifade edilmektedir (Üçler ve Turna, 2006).

Ağaç ıslahı, ekonominin isteklerini karşılayacak uygun kalitede orman ürünlerinin, mümkün olan en kısa zamanda ve en ucuz bir şekilde üretilmesi için silvikültürel uygulamalarla genetik prensiplerin kombine edilmesi ve orman genetiğinin uygulamaya aktarılmasıdır (Tunçtaner, 2007). Ağaç ıslahı çalışmalarında genetik kaynak olarak nitelikli ağaçlardan seçilen tohumlar kullanılmaktadır. (Tunçtaner, 2007). Bu nedenle ağaç ıslahı çalışmaları neticesinde birim alandan daha fazla miktarda odun hammaddesi elde etmek, üretilen odunun kalitesini artırmak ve türlerin biyotik ve abiyotik etkenlere karşı dayanıklılıklarını yükseltmek hedeflenmektedir (Ürgenç, 1982; Şimşek, 1993). Ayrıca tür bazında doğal meşcereler belirlenmekte bu meşcereler arasından, istenilen ürün ve bu ürünün yetiştirileceği yöreye uygun populasyonlar seçilmektedir (Işık vd., 2002).

Türkiye yüzölçümünün yaklaşık 1/3'ü (22,3 milyon ha) orman alanları ile kaplıdır. Bu alanlar içerisinde toplam 958,423 ha ardıç sahası bulunmaktadır (OGM, 2015). Türkiye'de doğal olarak yetişen yedi ardıç taksonu (*Juniperus oxycedrus* L., *J. communis* L., *J. excelsa* Bieb., *J. phoenicea* L., *J. foetidissima* Willd. ve *J. sabina* L., *J. drupacea* Labill.) içerisinde alan bakımından en büyük paya sahip Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) türüdür.

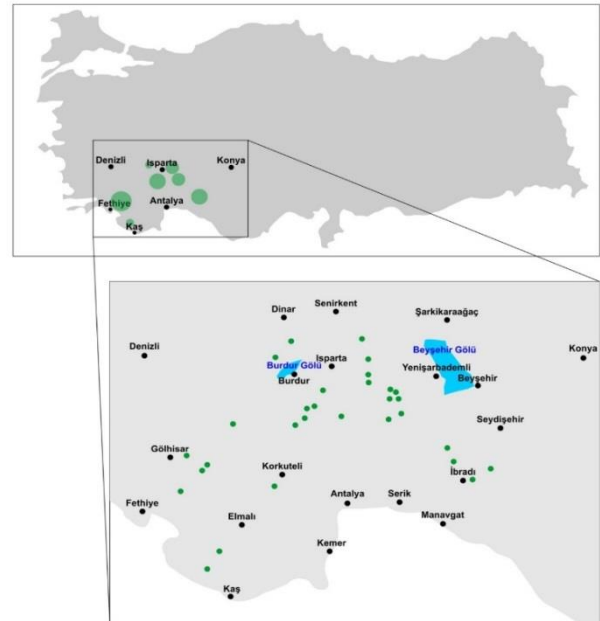
Türkiye ve dünya ormancılığında bugüne kadar ardıç türleriyle ilgili birçok bilimsel araştırma yapılmışsa da,

(Keskin, 1989; Ayan vd., 2004; Hojjati vd., 2009; Yücedağ vd., 2010; Douaihy vd., 2012) bu çalışmalar daha çok ardıç tohumunda bulunan fiziksel ve fizyolojik çimlenme engellerinin giderilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, yöresel ve dar kapsamlı olmak üzere, türün fidan üretim tekniği, hasılatının incelenmesi, kozalakların uçucu yağ bileşenleri, kozalak ve tohum özellikleri bakımından populasyonların karşılaştırılması gibi konularda da az sayıda çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada ise, Türkiye'de doğal olarak yayılış gösteren boylu ardıç'ın kozalak ve tohum özellikleri bakımından populasyonlar arasındaki farklılıkların belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Boylu ardıçın doğal olarak yayılış gösterdiği Batı Akdeniz bölgesinde (Isparta, Burdur ve Antalya) belirlenen 30 farklı doğal populasyondan toplanan kozalaklar ve bu kozalaklardan elde edilen tohumlar kullanılmıştır. Populasyonların seçiminde mümkün olduğunca az müdahale görmüş, normal veya normale yakın kapalılıkta, insan baskısından uzak, mantar ve böcek zararının olmadığı doğal meşcereler tercih edilmiştir. Tohum toplanan populasyonların yerleri Şekil 1'de, belirlenen populasyonların coğrafik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Kozalak toplamak amacıyla her populasyondan 10'ar ağaç olmak üzere toplam 300 ağaç belirlenmiştir. Çünkü orijin ve döl denemelerinde çalışılacak ağaç sayısının her orijin ya da populasyondan en az 5-10 ağaç ile temsil edilebileceği belirtilmektedir (Işık, 1980; Cotterill, 1990). Kozalak toplanacak ağaçlar seçilirken aralarında en az 100 m mesafenin bulunmasına, en alt rakımdaki ağaç ile en üst rakımdaki ağaç arasındaki yükselti farkının 300 m'yi geçmemesine ve yaşlarının birbirine yakın olmasına özen gösterilmiştir.



Şekil 1. Kozalak toplanan populasyonlar

Çizelge 1. Çalışmaya konu olan populasyonlara ait bilgiler

Populasyon no	Mevki	Bölge müdürlüğü	Enlem (38°25'-36°06')	Boylam (29°30'-32°34')	Rakım (m)	Bakı (°)
1	Keçiörlü- Kozluca	Isparta	256093	4199373	1249	160 (GD)
2	İbradı- Zeyve	Antalya	367665	4116775	1523	170 (GD)
3	İbradı-Üzümlüdere	Antalya	380267	4103998	602	60 (KD)
4	Eğirdir- Barla	Isparta	304274	4202473	957	80 (KD)
5	Bucak- Yüreğil	Isparta	260132	4140281	1515	230 (GB)
6	Elmalı -Akçay	Antalya	210222	4050028	1319	350 (KB)
7	Eğirdir- Y.Gökderede	Isparta	309014	4177337	1380	250 (GB)
8	Burdur -İlyas köy	Isparta	245793	4187859	1527	200 (GB)
9	Burdur- Karamanlı	Isparta	217599	4138779	1150	80 (KD)
10	Altınyayla- Boncuk Kulesi	Isparta	197564	4106286	1940	320 (KB)
11	Sütçüler -Sipahiler	Isparta	322985	4165700	1182	250 (GB)
12	Sütçüler -Tota	Isparta	329607	4160208	1524	260 (GB)
13	Bucak- Beşkonak	Isparta	291059	4146385	1209	120 (GD)
14	Bucak -Kuşbaba	Isparta	271066	4151023	1201	20 (KD)
15	Sütçüler -Kuzca	Isparta	327724	4163599	1448	350( KB)
16	Altınyayla- Ballık	Isparta	182506	4091174	1550	140 (GD)
17	Kaş -Sütleğen	Antalya	201389	4036274	1482	230 (GB)
18	Bucak -Kestel	Isparta	266390	4145283	1022	110 (GD)
19	Göhlisar- Böğürdelik	Isparta	185811	4116315	1636	110 (GD)
20	Ağlasun -Güvenli	Isparta	277375	4164458	1482	150 (GD)
21	Eğirdir -Balkırı	Isparta	308455	4186598	1216	10 (KD)
22	Korkuteli	Antalya	246560	4096681	1176	80 (KD)
23	Bucak- Bağsaray	Isparta	268193	4152718	1457	50 (KD)
24	İbradı -Kızılkırlık	Antalya	363254	4126175	1235	130(GD)
25	Sütçüler -Zengi	Isparta	323520	4160152	1319	350 (KB)
26	Göhlisar -Hisarardı	Isparta	199670	4108994	1228	50 (KD)
27	Sütçüler- Çobanisa	Isparta	331236	4149491	1357	130 (GD)
28	Akseki -Cevizli	Antalya	392620	4112227	1262	100 (GD)
29	Eğirdir -Çukurköy	Isparta	308930	4171512	1255	210 (GB)
30	Sütçüler -Sarımemetler	Isparta	323047	4144851	1305	290 (KB)

Kozalakların toplandığı ağaçların boyları 5-10 m, yaşları ise yaklaşık olarak 100-150 yıl arasında değişmektedir. Olgunlaşmış siyah renkli kozalaklar, ağaçların tepe tacının 1/3'lük orta kısmından, her ağaçtan eşit miktarda (30'ar adet) toplanmış ve kilitli poşetlerde karıştırılarak her populasyondan toplam 300 kozalak morfolojik ölçümlerin yapılacağı Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Laboratuvarına götürülmüştür.

Laboratuvar ortamında her bir populasyondan rastgele seçilen 20 adet kozalağın eni dijital kumpas yardımı ile (0.01 mm duyarlılıkta) ölçülmüştür. Daha sonra bu kozalaklardan tohumların çıkarılması amacıyla önce kozalakların etli kısımları elle ezilmiş ardından bu kozalaklar güneşte bekletilerek kuruması sağlanmış ve eleklerden geçirilerek tohumlar etli kısımlarından ayırarak populasyonlar karıştırmadan kilitli poşetlere koyulmuştur. Elde edilen her bir populasyondan rastgele seçilen 30 adet tohum eni ve boyu dijital kumpas (0.01mm duyarlılıkta) ile ölçülmüştür. Aynı şekilde populasyonlardan rastgele seçilen 30 adet tohumda kesme deneyi uygulanmış ve populasyonlara ait dolu tohum sayıları tespit edilmiştir. Ayrıca, her populasyondan 8x100 adet tohum örneği alınarak, bin tane ağırlıkları ve bir kozalaktaki dolu tohum oranı hesaplanmıştır.

Yapılan ölçümler sonucu elde edilen veriler SPSS 10.0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir (SPSS Inc., 2002). Analizlerden önce ölçülen her bir kozalak ve tohum özelliği için dağılımın normal olup olmadığı ve "sıradışı veriler" kontrol edilmiştir. Sıradışı veriler, hatalı ölçme, verilerin kaydı sırasında yanlış okuma ve yazma, değerlendirme gibi nedenlerle ortaya çıkmakta ve bu değerler verilerin normal dağılımdan sapmasına neden olmaktadır (Kalıpsız, 1981; Yıldız ve Bircan, 1991; 1994). Bu nedenle, ölçülen karakterlerin varyans analizleri

yapılmadan önce verilerin normallik denetimleri ve varyanslarının eşitlikleri kontrol edilmiştir. Varyans analizinde anlamlı bir farklılığın çıkması durumunda, gruplandırmalar Duncan testi ile gerçekleştirilmiş ve istatistiksel denetimler  $p < 0,05$  güven düzeyinde yapılmıştır. Ayrıca, çalışma kapsamında ölçülen karakterlerden tohum boyu ve eninin rakım ve bakıya göre nasıl bir değişim gösterdiklerini tespit etmek amacıyla kozalak toplanan populasyonlar buldukları rakıma göre 1300 metrenin altında ve üstünde olmak üzere; yine buldukları bakıya göre de gölgeli ve güneşli bakı olmak üzere ikiye farklı grupta toplanarak karşılaştırılmıştır. Bu amaçla "t testi" uygulanmıştır. Kozalak toplanan populasyonların 17'si güneşli, 13'ü gölgeli bakıda yer alırken; 14 populasyon 1300 metrenin altında, 16 populasyon ise 1300 üstünde yer almaktadır (Çizelge 1).

### 3. Bulgular

Elde edilen verilere uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre, hem kozalak eni ve tohum sayısı hem de tohum eni ve boyu bakımından populasyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır (Çizelge 2).

Populasyonlar kozalak eni bakımından karşılaştırıldığında, en yüksek (10,61 mm) ortalamanın 17 nolu (Kaş-Sütleğen) populasyonda görülürken, bunu sırasıyla 16 (Altınyayla-Ballık), 12 (Sütçüler-Tota), 30 (Sütçüler-Sarımemetler) nolu populasyonlar takip etmektedir. En düşük (8,11 mm) ortalaması ise 13 nolu (Bucak-Beşkonak) populasyonda görülmektedir. Duncan testi sonucuna göre kozalak eni bakımından populasyonlar 13 homojen gruba ayrılmıştır. Populasyonların ortalama kozalak eni 9,28 mm'dir. En yüksek ortalama kozalak enine

sahip 17 nolu (Kaş-Sütleğen) populasyonun genel ortalamasına göre yaklaşık %13, en düşük kozalak enine sahip 13 nolu (Bucak-Beşkonak) populasyona kıyasla yaklaşık %14 daha geniş olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Tohum sayısı bakımından en yüksek (7 adet) ortalama 27 ve 4 nolu populasyonlarda (Sütçüler-Çobanisa; Eğirdir-Barla), en düşük (4 adet) ortalama ise 14 nolu (Bucak-Kuşbaba) populasyonda belirlenmiştir. Tohum sayısı bakımından en yüksek ortalamaya sahip olan 27 ve 4 nolu populasyonları sırasıyla 3 (İbradı-Üzümlüdere), 22 (Korkuteli), 9 (Burdur-Karamanlı), ve 8 (Burdur-İlyas köy) nolu populasyonlar takip etmektedir. Tohum sayısı bakımından populasyonlar 8 homojen gruba ayrılmıştır. Populasyonların ortalama tohum sayısı 5 adet olarak bulunmuştur. En yüksek tohum sayısına sahip 4 ve 27 nolu (Eğirdir-Barla; Sütçüler-Çobanhisar) populasyonlar, en düşük tohum sayısına sahip 14 nolu (Bucak-Kuşbaba) populasyona kıyasla yaklaşık %42, genel ortalamaya göre yaklaşık %29 oranında daha fazla tohum sayısı belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Kozalak ve tohum özellikleri bakımından varyans analizi sonuçları

Özellik	VK	SD	KO	F	P
KE	Populasyon	29	8,041	14,261	0,000***
	Hata	570	0,564		
TS	Populasyon	29	7,582	4,057	0,000***
	Hata	570	1,869		
TE	Populasyon	60,237	2,077	12,618	0,000***
	Hata	143,217	0,165		
TB	Populasyon	88,563	3,054	12,864	0,000***
	Hata	206,544	2,37		

\*\*\*: 0,001 olasılık düzeyinde farklı, VK: Varyans Kaynağı, SD: Serbestlik Derecesi, KO: Kareler Ortalaması, F: İstatistik değeri, P: Önem Düzeyi, KE: Kozalak eni, TS: Tohum sayısı

Populasyonları tohum eni bakımından karşılaştırıldığında, en yüksek (2,92 mm) ortalamanın 17 nolu (Kaş-Sütleğen) populasyonda görülürken bunu sırasıyla 12 (Sütçüler-Tota), 5 (Bucak-Yüreğil), 22 (Korkuteli) nolu populasyonlar takip etmektedir. En düşük (2,06 mm) ortalama ise 23 (Bucak-Bağsaray) nolu populasyonda görülmektedir. Duncan testi sonucuna göre tohum eni bakımından populasyonlar 14 homojen gruba ayrılmıştır.

Populasyonların ortalama tohum eni 2,47 mm olarak bulunmuştur. En yüksek tohum enine sahip 17 nolu (Kaş-Sütleğen) populasyonun, en düşük tohum enine sahip 23 nolu (Bucak-Bağsaray) populasyona kıyasla yaklaşık %15, genel ortalamaya göre yaklaşık %15 oranında daha fazla tohum eni belirlenmiştir (Çizelge 4).

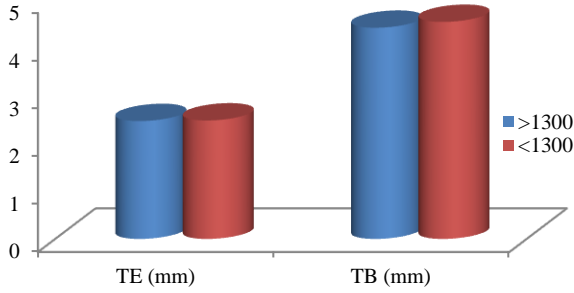
Duncan testi sonucuna göre, en yüksek (5,27 mm) ortalama tohum boyu 19 nolu (Göhlhisar-Böğürdelik) populasyonda, en düşük (3,72 mm) ortalama tohum boyu ise 23 nolu (Bucak-Bağsaray) populasyonda belirlenmiştir. Tohum boyu bakımından en yüksek ortalamaya sahip olan 19 nolu populasyonu sırasıyla 16 (Altınyayla-Ballık), 17 (Kaş-Sütleğen) ve 5 (Bucak-Yüreğil) nolu populasyonlar takip etmektedir. Tohum boyu bakımından populasyonlar 9 homojen gruba ayrılmıştır. Populasyonların ortalama tohum boyu 4,48 mm olarak tespit edilmiştir. En yüksek tohum boyuna sahip 19 nolu (Göhlhisar-Böğürdelik) populasyonun, en düşük tohum boyu sahip 23 nolu (Bucak-Bağsaray) populasyona kıyasla yaklaşık %29, genel ortalamaya göre yaklaşık %15 oranında daha fazla tohum boyu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Kozalak eni ve tohum sayısına ait Duncan testi sonuçları

Kozalak eni (mm)		Tohum sayısı (adet)	
Pop	Ort	Pop	Ort
Homojen gruplar			
13	8,11	14	4,15
14	8,38	1	4,50
24	8,44	7	4,60
7	8,59	10	4,60
10	8,62	13	4,70
3	8,67	16	4,80
2	8,70	5	4,85
1	8,85	21	4,85
20	8,85	26	4,85
11	8,87	19	4,90
28	8,91	11	4,95
23	8,96	15	4,95
26	8,98	6	5,00
15	9,22	12	5,10
6	9,27	17	5,25
5	9,30	24	5,25
18	9,42	28	5,25
19	9,47	23	5,30
4	9,50	20	5,35
21	9,54	29	5,40
8	9,64	18	5,45
22	9,68	25	5,45
9	9,69	30	5,50
29	9,72	2	5,60
27	9,74	8	5,85
25	10,01	9	5,95
30	10,09	22	6,20
12	10,27	3	6,40
16	10,44	4	6,60
17	10,61	27	6,60

T testi sonucuna göre, tohum eni bakımından 1300 m altı ve üstü rakımlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmezken, tohum boyu bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır (Çizelge 5).

Tohum eni ve boyunun alçak ve yüksek rakımlara göre populasyonları karşılaştırıldığında; 1300 metre rakımın üstündeki populasyonlarda ortalama tohum eni 2,46 mm; ortalama tohum boyu 4,42 mm iken 1300 metrenin altındaki populasyonlarda ortalama tohum eni 2,48 mm; ortalama tohum boyu 4,54 mm olarak bulunmuştur (Şekil 2). 1300 m'nin altındaki populasyonlarda ortalama tohum eni ve tohum boyunun yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Tohum eni ve boyu bakımından rakımların karşılaştırılması

### 3.1. Kozalak ağırlığı, dolu tohum oranı ve bin tane ağırlığına ait bulgular

Kozalak ağırlığı bakımından populasyonları karşılaştırdığımızda en yüksek (0,52 g) kozalak ağırlığı 12 nolu (Sütçüler- Tota-) populasyonda, en düşük (0,22 g) kozalak ağırlığı ise 13 nolu (Bucak-Beşkonak) populasyonda tespit edilmiştir. En yüksek kozalak ağırlığına sahip 12 nolu (Sütçüler-Kuzca) populasyonu sırasıyla 9 (Burdur-Karamanlı), 16 (Altınayla-Ballık), 25 (Sütçüler-Zengi) nolu populasyonlar izlemektedir (Şekil 3).

Dolu tohum oranı bakımından populasyonları karşılaştırdığımızda en yüksek (%76) dolu tohum oranı 15 nolu (Sütçüler-Kuzca) populasyonda, en düşük (%10) dolu tohum oranı ise 6 nolu (Elmalı-Akçay) populasyonda tespit edilmiştir. En yüksek dolu tohum oranına sahip 15 nolu populasyonu sırasıyla 11 (Sütçüler-Sipahiler), 25 (Sütçüler-Zengi), 1 (Keçiborlu-Kozluca) nolu populasyonlar izlemektedir (Şekil4).

Bin tane ağırlığı bakımından populasyonları karşılaştırdığımızda en yüksek (32,5 g) 17 nolu (Kaş-Sütleğen) populasyonda, en düşük (13,2 g) ise 26 nolu (Göhlisar-Hisarardı) populasyonda tespit edilmiştir. En yüksek bin tane ağırlığına sahip 17 nolu populasyonu sırasıyla 22 (Korkuteli), 2 (İbradı-Zeyve), 5 (Bucak-Yüreğil) nolu populasyonlar izlemektedir. Populasyonların ortalama bin tane ağırlığı 22,58 g olarak tespit edilmiştir (Şekil 5).

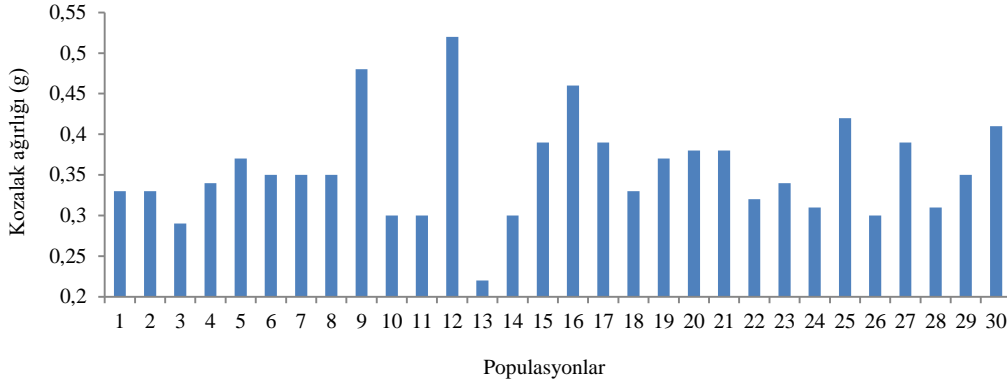
Çizelge 4. Tohum eni ve tohum boyuna ait Duncan testi sonuçları

Tohum Eni(mm)			Tohum Boyu(mm)		
Pop	Ort	Homojen Gruplar	Pop	Ort	Homojen Gruplar
23	2,06		23	3,72	
28	2,07		2	4,07	
16	2,13		3	4,09	
3	2,16		26	4,12	
4	2,18		28	4,12	
6	2,20		13	4,16	
1	2,20		20	4,28	
26	2,25		27	4,30	
15	2,31		11	4,36	
2	2,35		8	4,41	
8	2,35		10	4,42	
20	2,37		25	4,47	
30	2,38		9	4,48	
10	2,38		29	4,49	
24	2,39		7	4,49	
13	2,43		30	4,50	
25	2,44		4	4,51	
11	2,52		24	4,52	
7	2,58		15	4,53	
27	2,62		1	4,53	
18	2,63		21	4,54	
21	2,64		6	4,54	
29	2,66		14	4,61	
14	2,73		22	4,62	
19	2,81		12	4,69	
9	2,83		18	4,70	
22	2,83		5	4,76	
5	2,87		17	5,04	
12	2,88		16	5,14	
17	2,92		19	5,27	

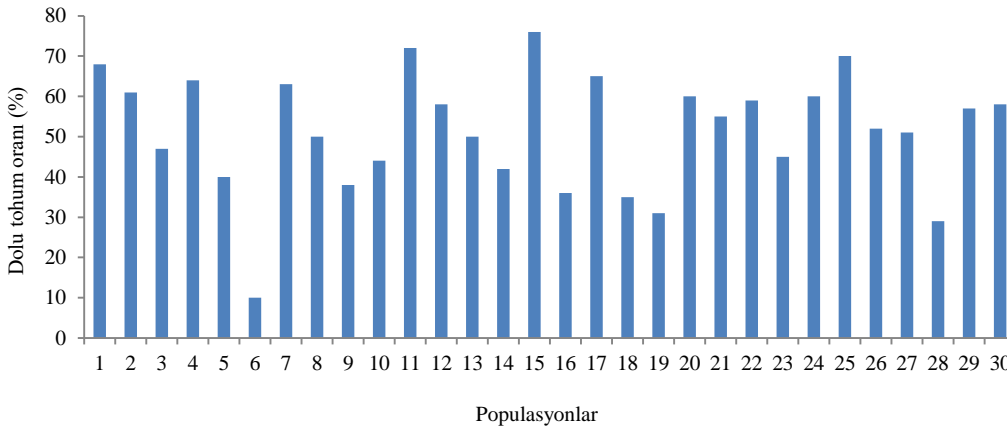
Çizelge 5. Tohum eni ve tohum boyu bakımından rakımlara ait t testi sonuçları

Özellik	Rakım	N	$\bar{X}$	SS	SD	t	P
TE	1300 üstü	420	2,4651	0,48574	898	-0,379	0,704ns
	1300 altı	480	2,4772	0,46722			
TB	1300 üstü	420	4,4169	0,54453	898	-3,199	0,001**
	1300 altı	480	4,5388	0,59141			

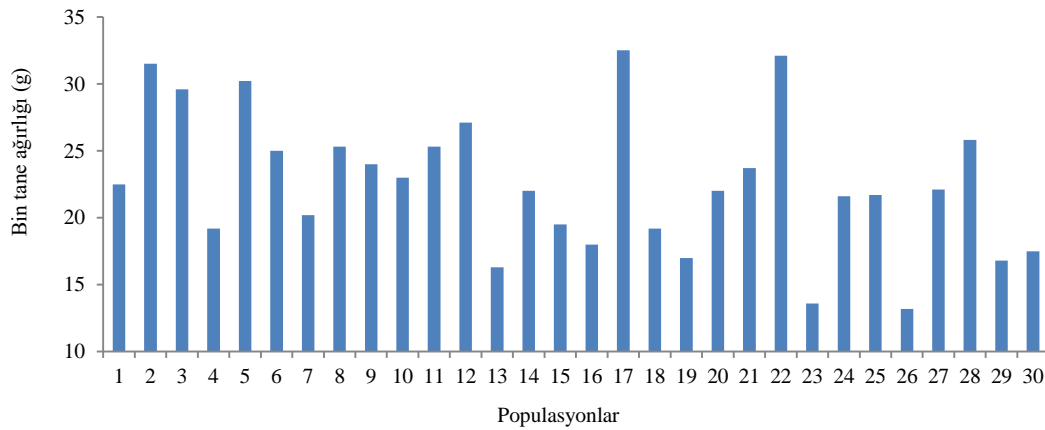
TE: Tohum eni; TB: Tohum boyu, \*p<0,05, \*\*: 0,01 olasılık düzeyinde farklı, N: veri sayısı,  $\bar{X}$ : genel ortalama, SD: serbestlik derecesi, SS: standart sapma.



Şekil 3. Kozalak ağırlığı bakımından populasyonların karşılaştırılması



Şekil 4. Dolu tohum oranı bakımından populasyonların karşılaştırılması



Şekil 5. Bin tane ağırlığı bakımından populasyonların karşılaştırılması



#### 4. Tartışma ve sonuç

Ağaçlandırma çalışmalarında biyolojik uyum ve ekonomik başarı, her şeyden önce bu alanlarda kaliteli tohum veya bu tohumlardan gelişecek kaliteli fidanların kullanılmasına bağlıdır. Bu nedenle; öncelikle tohum niteliklerinin belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu görüşten hareket edilerek bu çalışmada, endüstriyel ağaçlandırma alanları ile verimsiz alan ağaçlandırmalarında ilk akla gelen kullanılmaya aday türlerden olan Boylu ardıçta kozalak ve tohum özellikleri bakımından populasyonlar arası farklılıklar belirlenmeye çalışılmıştır.

Yapılan ölçümler sonucunda; araştırmaya konu olan 30 populasyonda genel ortalama tohum eni (2,47) mm; tohum boyu (4,48) mm; tohum sayısı (5 adet); kozalak eni (9,28 mm); kozalak ağırlığı (0,36 g); bin tane ağırlığı (22,58 g) ve dolu tohum oranı (%52) belirlenmiştir. Türün kozalak ve tohum özellikleri üzerine yapılan diğer bazı araştırmalarda da (Eliçin, 1977; Yaltrık, 1980; Gültekin, 2007; Yücedağ, 2008) benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Örneğin, bir kozalakten elde edilen ortalama tohum sayısının 6-7 arasında değiştiği belirtilmektedir (Avşar, 2004 ve Yücedağ, 2008).

Araştırma kapsamındaki populasyonlarda ölçülen karakterler bakımından karşılaştırmak amacıyla yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; hem kozalak eni ve tohum sayısı hem de tohum eni ve tohum boyu bakımından populasyonlar arasında gözlenen farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda populasyonlar arasında ortalama kozalak eni 8,11mm (13 nolu populasyon) ile 10,61 mm (17 nolu populasyon) arasında; ortalama tohum sayısı 4 adet (14 nolu populasyon) ile 7 adet (4 ve 27 nolu populasyon) arasında; ortalama tohum eni 2,06 mm (23 nolu populasyon) ile 2,92 mm (17 nolu populasyon) arasında; ortalama tohum boyu 3,72 mm (23 nolu populasyon) ile 5,27 mm (19 nolu populasyon) arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Öte yandan, kozalak toplanan populasyonları buldukları bakı ve rakıma göre iki gruba ayrılarak gölgeli ve güneşli bakılar ile alçak ve yüksek rakıma göre tohum eni ve tohum boyu bakımından kıyaslandığında; tohum eni bakımından alt ve üst rakımlar arasında gözlenen farkın istatistiksel olarak anlamsız, tohum boyu bakımından gözlenen farklılıkların ise anlamlı olduğu ortaya çıkmıştır. 1300 m rakımın üstündeki populasyonlarda ortalama tohum eni 2,46 mm; ortalama tohum boyu 4,42 mm iken, 1300 metrenin altındaki populasyonlarda ise ortalama tohum eni 2,48 mm; ortalama tohum boyu da 4,54 mm'dir. Değerler incelendiğinde; rakım yükseldikçe hem tohum eni, hem de tohum boyunda az da olsa düşüş olduğu görülmektedir. *Cedrus deodara*'da kozalak ve tohum özellikleri ile ilgili olarak gerçekleştirilen bir çalışmada (Mughal ve Thaplyal, 2012), kozalak çapı ve kozalak uzunluğunun rakımla negatif bir korelasyon gösterdiği, başka bir deyişle rakım arttıkça kozalak çapı ve kozalak uzunluğunun azaldığı bildirilmektedir. Yine Üçler ve Arpacı (2017) tarafından fıstıkçamında gerçekleştirilen araştırma sonuçlarına göre, en yüksek kozalak çaplarının alçak rakımlarda ölçüldüğü belirtilmektedir.

Gölgeli ve güneşli bakılar karşılaştırıldığında ise hem tohum eni, hem de tohum boyu bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. Buna göre, güneşli bakılarda ortalama tohum eni 2,52 mm, gölgeli bakılarda ise ortalama tohum eni 2,41 mm; güneşli bakılarda

ortalama tohum boyu 4,54 mm, gölgeli bakılarda ortalama tohum boyu 4,40 mm'dir. Sonuç olarak, gerek tohum boyu gerekse tohum eni bakımından güneşli bakıların gölgeli bakılara kıyasla daha yüksek ortalama değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bu durum güneşli bakılarda vejetasyon süresinin kısmen gölgeli bakılara göre daha uzun olması ve daha fazla güneşlenme durumundan kaynaklanıyor olabilir. Farklı orman ağacı türlerinde gerçekleştirilen bilimsel araştırma çalışmalarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin, Yerli (2012) tarafından Doğu İladininde yapılan çalışmada, en yüksek tohum eninin (2,76 mm) güney bakılarda, en düşük tohum eninin (2,52 mm) ise kuzey bakılarda olduğu ifade edilmektedir. Aynı çalışmada; tohum boyu bakımından da en yüksek değer (4,39 mm) güney bakılarda, en düşük ortalama değer (4,03 mm) ise kuzey bakılarda olduğu bildirilmektedir. Yine, Üçler ve Arpacı (2017) tarafından yapılan çalışmada da en yüksek kozalak çaplarının güneşli bakılarda olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, çalışma kapsamında; ölçülen kozalak ağırlığı, bin tane ağırlığı ve dolu tohum oranları bakımından da güneşli bakılar lehine bir durum söz konusudur. Keza güneşli bakılarda ortalama kozalak ağırlığı: 0,36 g; ortalama bin tane ağırlığı: 23,14 g; dolu tohum oranı: %52; Gölgeli bakılarda ise, ortalama kozalak ağırlığı: 0,35 g; ortalama bin tane ağırlığı: 21,85 g; dolu tohum oranı: %50 olarak ölçülmüştür. Rakım bakımından değerlendirildiğinde de, 1300 metre rakımın altındaki populasyonlarda ortalama kozalak ağırlığı: 0,32g; ortalama bin tane ağırlığı: 22,21 g; dolu tohum oranı: %52; 1300 metre rakımın üstünde bulunan populasyonlarda ise ortalama kozalak ağırlığı: 0,37 g; ortalama bin tane ağırlığı: 22,8 g; dolu tohum oranı: %50 bulunmuştur.

Ölçülen karakterler bakımından örneklenen populasyon ortalamalarına bakıldığında, en yüksek kozalak ağırlığı (0,52 mm) 12 nolu (Sütçüler-Tota) populasyonda, en düşük kozalak ağırlığı (0,22 mm) 13 nolu (Bucak-Beşkonak) populasyonda; en yüksek dolu tohum oranı (%76) 15 nolu (Sütçüler-Kuzca) populasyonda, en düşük dolu tohum oranı (%10) 6 nolu (Elmalı-Akçay) populasyonda; en yüksek bin tane ağırlığı (32,5 g) 17 nolu (Kaş-Sütleğen) populasyonda, en düşük bin tane ağırlığı (13,2 g) ise 26 nolu (Göhlhisar-Hisarardı) populasyonda tespit edilmiştir. Bu durumda, yeni araştırmalar yapılıncaya kadar populasyonların örneklendiği batı Akdeniz bölgesi ve göller yöresi fidan yetiştirme ve ağaçlandırma çalışmalarında tohum kaynağı olarak bin tane ağırlığı bakımından diğerlerine kıyasla daha düşük olan 26 ve 23 nolu populasyonlardan tohum ve genetik materyal kaynağı olarak yararlanılabilir. Zira boylu ardıç türünde yapılan çalışmada bin tane ağırlığı düşük olan tohumların çimlenme yüzdeleri ve fidan yüzdelerinin de yüksek olduğu belirtilmiştir (Gültekin vd., 2003). Bu çalışmada bin tane ağırlığı 17,12 g olan tohumların çimlenme yüzdesi: %51,3, iken ortalama bin tane ağırlığı 27,86 g olan tohumların çimlenme yüzdesi 17,12 g olduğu bildirilmektedir.

Boylu ardıç, diğer ardıç taksonlarına göre daha düzgün gövde geliştirmesi, ekstrem iklim ve toprak koşullarına dayanıklı olması, yaygın kök sistemi geliştirmesi ve yaban hayatı için barınma ve beslenme ortamı sağlamasından dolayı orman ekosistemi içerisinde büyük bir öneme sahiptir. Bu nedenle bu türde kozalak ve tohum özellikleri bakımından populasyonlar arasında gözlenen farklılıklar da dikkate alınarak mümkün olan en kısa sürede doğal ormanlarda kozalak ve tohum özellikleri ile tohum verimleri

araştırılmalı, ulaşılabilecek sonuçlara göre tohum hasat muntakaları tespit edilerek tohum meşcereleri ayrılmalı ve buralardan nitelikli tohumlar elde edilerek ağaçlandırma çalışmalarında bu tohumlardan yararlanılmalıdır.

### Açıklama

Bu çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda tamamlanan "Boylu Ardıç'ta (*Juniperus excelsa* Bieb.) Bazı Kozalak ve Tohum Özellikleri Bakımından Populasyonlar Arası Farklılıklar" konulu yüksek lisans tez çalışmasının bir özetidir. Çalışmada gerek verilerin toplanması, değerlendirilmesi ve gerekse teknik ve bilimsel katkılarından dolayı Prof. Dr. Nebi BİLİR ve Doç. Dr. Serkan GÜLSOY'a teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- Avşar, M.D., 2004. Kahramanmaraş-Tekir yöresindeki bir boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) meşceresinde kozalaklı tohum sayısı, dolu tohum sayısı ve oranının ağaçlara göre değişimi ve bu özellikler arasındaki ilişkiler. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 7(1): 53-58.
- Ayan, S., Küçük, M., Ulu, F., Gerçek, V., Şahin, A., Sıvacioğlu, A., 2004. Doğal bazı ardıç (*Juniper L.*) türlerinin çelikle üretim olanakları. G.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 4(1): 1-12.
- Cotterill, P.P., 1990. Short Note: Numbers of Families and Progeny Required for Provenance Testing. *Silvae Genetica*, 39-2: 82-83.
- Douaihy, B., Sobierajska, K., Jasińska, A.K., Boratyńska, K., Ok, T., Romo, A., Machon, N., Didukh, Y., Bou Dagher-Kharrat, M., Boratyński, A., 2012. Morphological versus molecular markers to describe variability in *Juniperus excelsa* subsp. *excelsa* (Cupressaceae). *Cilt:2012, Sayı:13 Syf: 1-14*.
- Eliçin, G., 1977. Türkiye Doğal Ardıç (*Juniperus L.*) Taksonlarının Yayılışları ile Önemli Morfolojik ve Anatomik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi. Yayın No: 232, İstanbul.
- Gültekin, H.C., Öztürk, H., Gülcü, S., Divrik, A., 2003. Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) ve küçük kozalaklı katran ardıcında (*Juniperus oxycedrus* L.) uygun ekim yöntemlerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. Cilt:7, Sayı:3, Syf:43-48, Isparta.
- Gültekin, H.C., 2007. Türkiye Ardıç (*Juniperus L.*) Türlerinin Ekolojisi ve Silvikültür Teknikleri. TMMOB Orman Mühendisleri Odası Yayın No: 27, Ankara.
- Hojjati, F., Zarre, S., Assadi, M., 2009. Isoenzyme diversity and cryptic speciation in *Juniperus excelsa* (Cupressaceae) complex in Iran. *Biochemical Systematics and Ecology*, 37(3): 193-200.
- Işık, K., 1980. Kızılçam'da (*Pinus brutia* Ten.) populasyonlar arası ve populasyonlar içi genetik çeşitliliğin araştırılması: I. tohum ve fidan karakterleri. ODTÜ Biyolojik Bilimler Bölümü, Doçentlik Tezi, Ankara.
- Işık, F., Keskin, S., Cengiz, Y., Genç, A., Doğan, B., Tosun, S., Özpaya, Z., Uğurlu, S., Örtel, E., Dağdaş, S., Karatay, H., Yoldağ, İ., 2002. Kızılçam Orijin Denemelerinin 10 Yıllık Sonuçları (Orijin-Çevre Etkileşimi ve Tohum Transferi Üzerinde Etkisi). Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:14, Antalya.
- Kalıpsız, A., 1981. İstatistik Yöntemler. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayını, Üniversite Yayın No: 2837, Fakülte Yayın No: 294, İstanbul.
- Keskin, S., 1989. Kokulu Ardıç (*J. foetidissima* Willd.), ve Boylu Ardıç (*J. excelsa* Bieb.) Çeliklerinin Köklendirilmesi Üzerine Çalışmalar. Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Raporlar Serisi, No: 36-39: 37-48, Ankara.
- Mughal, A.H., Thapliyal, R.C., 2012. Provenance variation in cone and seed characteristics of *Cedrus deodara* (D DON) G DON in Jammu and Kashmir. *Forestry Studies in China*, 14(3): 193-199.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı TC Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varli%C4%B1%C4%9F%C4%B1-2016-2017.pdf>Erişim: 30.11.2015.Şimşek, Y., 1993. Orman Islahına Giriş. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi No:65, Ankara.
- Tunçtaner, K., 2007. Orman Genetiği ve Ağaç Islahı. Türkiye Ormanlıklar Derneği, Eğitim Dizisi:4, Ankara.
- Üçler, A.Ö., Turna, İ., 2006. Ağaçlandırma Tekniği Ders Notu İkinci Baskı. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No:85, Trabzon.
- Üçler, A.Ö., Arpacı, M., 2017. Balıkesir-Burhaniye Yöresi Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) Ağaçlandırmalarında Bazı Fizyografik Etmenlerle Çap, Boy ve Kozalak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 18.2: 218-227.
- Ürgeç, S., 1982. Orman Ağaçları Islahı. İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Yayın No:2836, Orman Fakültesi Yayın No:293, İstanbul.
- Yaltırık, F., 1980. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematigi (Gymnospermae). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları No:2642/281, İstanbul.
- Yahyaoglu, Z., Ölmez, Z., 2005. Tohum Teknolojisi ve Fidanlık Tekniği. Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi, Kafkas Üniversitesi Yayın No:1, Artvin Yayın No:1, Artvin.
- Yerli, Z., 2012. Doğu Ladini'nin (*Picea orientalis* L. Link.) kozalak ve tohum özelliklerindeki coğrafi farklılıklar. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Yıldız, N., Bircan, H., 1991. Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 697, Ziraat Fakültesi No: 305, Ders Kitapları Serisi No: 57, Erzurum.
- Yıldız, N., Bircan, H., 1994. Uygulamalı İstatistik (IV. Baskı). Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 704, Ziraat Fakültesi No: 305, Ders Kitapları Serisi No: 60, Erzurum.
- Yücedağ, C., 2008. Türkiye-Göller bölgesi bazı boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) populasyonlarında tohum ve fidecik özelliklerinin genetik çeşitliliği üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Yücedağ, C., Gezer, A., Güzel, N., 2010. Variation of cone and seed characteristics of some natural Crimean juniper populations in Turkey, International Symposium on Biology of Rare and Endemic Plant Species-I (BIORARE-2010), 26-29 May 2010, Fethiye, Turkey, s. 85.

## Orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin üniversite gereksinimlerinin Kano modeli ile sınıflandırılması

Mehmet Korkmaz<sup>a,\*</sup> , Yasin Duman<sup>b</sup> 

**Özet:** Bu makalenin amacı, orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin eğitim sürecinde üniversitenin karşılamasını umdukları gereksinimlerinin belirlenmesidir. Çalışma kapsamında dersler, kariyer hedefleri, yabancı dil, akademisyenler, altyapı ve sosyal-kültürel etkinliklere yönelik olarak belirlenen 31 gereksinim Kano modeli ile değerlendirilmiştir. Bu gereksinimlerin 25'i beklenen/doğrusal gereksinim olarak belirlenmiştir. Yani bu gereksinimlerin giderilmesine yönelik çalışmaların yapılması öğrencilerin memnuniyet düzeyini arttıracak, yapılmaması durumunda ise öğrencilerde memnuniyetsizlik oluşacaktır. Dersler ile ilgili olan stajların denetimi, tasarım içerikli derslerin müfredatta yer alması, seçmeli derslerin sayısının artırılması ve bölüm dışı derslerin programda yer alması ise öğrenciler için önem arz etmemektedir. Yani bu gereksinimlerin giderilmesi ya da giderilmemesi durumunda memnuniyette bir değişiklik olmayacaktır. Öte yandan öğrenciler tarafından uygulamaların derslerde deneyimlerini paylaşmaları ve ikinci bir yabancı dilin programda yer alması heyecan verici gereksinimler olarak belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kalite, Kano modeli, Orman mühendisliği

## Classification of forest engineering department students' requirements from university by Kano's model

**Abstract:** The aim of this study is to determine the requirements of forest engineering students from the university during the education process. Within the scope of the study, 31 requirements determined for courses, career goals, foreign language, academicians, infrastructure and social-cultural activities were evaluated with Kano model. 25 of these requirements were determined as expected/linear requirements. This means that carrying out studies to meet these requirements will increase the level of satisfaction of students, and if not, dissatisfaction will occur. It is not important for the students to supervise the internships related to the courses, to include design courses in the curriculum, to increase the number of elective courses and to take non-departmental courses in the program. In other words, if these requirements are fulfilled or not, there will be no change in satisfaction. On the other hand, it is an attractive requirement for the students to share their experiences in the lessons and to have a second foreign language in the program.

**Keywords:** Kano model, Forest engineering, Quality

### 1. Giriş

İnsanları geliştirmek ve kalkınmaya hazır hale getirmek ve uygun davranışlar oluşturmak eğitim sayesinde olabildiği için eğitim, ülkelerin kalkınmasındaki en önemli araçtır (Gündüz, 2017). Üniversiteler en üst düzeyde eğitim veren kurumlardır. Verilen eğitimin kalitesi hem üniversite içi hem de üniversiteler arasında önemlidir. Son yıllarda üniversitelerin verdikleri eğitimin kalitesi dış denetime tabi tutulmakta ve akreditasyon yolu ile verdikleri eğitimin belgelenmesi sağlanmaktadır.

Yüksek Öğretim Kalite Kurulu da üniversitelerde kalite güvence sisteminin kurulması ve verilen hizmetlerin belirlenen standartlara göre gerçekleştirilmesine yönelik olarak her yıl üniversitelerden "kurum içi değerlendirme raporları" düzenlenmesini istemekte ve belirlenen hedeflere ulaşıp ulaşılmadığını "kurumsal dış değerlendirme" ile değerlendirmektedir (YOKAK, 2019). Kurum içi değerlendirme raporlarının içeriği incelendiğinde, eğitim ve

öğretim başlığı altında; programların tasarımı, öğrenci merkezilik, öğretimin değerlendirilmesi, öğrenme kaynakları, alt yapı ve sosyal-kültürel olanaklara yer verildiği görülmektedir. Yani üniversitelerde eğitim ve öğretimin kalitesinin artırılmasına yönelik çalışmalar son yıllarda daha fazla önem arz etmektedir. Bu bağlamda üniversitelerin en önemli ilgi gruplarından birisi olan öğrencilerin üniversitelerden beklentilerinin belirlenmesi, belirtilen çalışmaların başarısını arttıracak niteliktedir.

Üniversite öğrencilerinin beklentilerini ve gereksinim düzeylerini belirlemek üzere çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara Petruzzellis vd. (2006), Ekinci ve Burgaz (2007), Saydan (2008), Uca ve Menteş (2008), Abili vd. (2011), Şahin vd. (2011), Alkan (2013), Akyüz vd. (2013), Öztürk ve İlman (2015), Salehzadeh vd. (2015) ve Özdemir (2019) örnek olarak verilebilir.

Bu makalenin amacı; öğrencilerin daha iyi bir hizmet alabilmeleri için dersler, kariyer hedefleri, yabancı dil, akademisyenler, altyapı ve sosyal-kültürel ve sportif

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

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

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 02.08.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 24.09.2019



**Citation** (Atıf): Korkmaz, M., Duman, Y., 2019. Orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin üniversite gereksinimlerinin kano modeli ile sınıflandırılması. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 195-202. DOI: [10.18182/tjf.600691](https://doi.org/10.18182/tjf.600691)

etkinlikler bağlamında beklentilerinin KANO modeli ile belirlenmesidir. Çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü öğrencilerine yönelik olarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında yükseköğretim öğrencilerinin gereksinimlerinin belirlenmesi ile son yıllarda Yüksek Öğretim Kurulu tarafından başlatılan kalite çalışmalarında yapılan faaliyetlerin etkinliği ve yetkinliğinin belirlenmesinin yanında özellikle kurum iç değerlendirme raporlarına da yansıtılabilecek bilgi ve bulgulara ulaşmak hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve yöntem

Çalışma kapsamında öğrenci gereksinimleri Kano Modeli ile belirlenmiştir. Kano Modeli, işletmelerde müşterilerin istek ve ihtiyaçlarını kategorize etmek için geliştirilmiş bir yöntemdir (Sofyalıoğlu ve Tunail, 2012). Bu model, işletmelerin müşteri istek ve ihtiyaçlarını karşılayabilme derecesi ile müşteri memnuniyeti arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır (Löfgren ve Witell, 2005). Kano modeli grafiği kullanılarak, tüketicilerin mal ve hizmetlere olan istek ve ihtiyaçlarının bir sınıflandırması yapılabilmektedir (Şekil 1).

Şekil 1’de yatay eksen, mal veya hizmetlerin kalitesiyle ilgili özelliklerin, tüketici ihtiyaçlarını karşılama ile ilgili başarı düzeyini (fonksiyonel/fonksiyonel değil) göstermektedir. Bu eksen üzerinde, soldan sağa doğru ilerledikçe mal veya hizmet özelliklerinin müşteri ihtiyaçlarını daha fazla karşıladığı görülmektedir. Grafiğin dikey eksen ise, mal veya hizmetlerin kalitesine ilişkin özellikleri ile ilgili memnuniyet düzeyini göstermektedir. Dikey eksen boyunca yukarıya doğru hareket edildiğinde, memnuniyet düzeyinin yüksek, aşağıya doğru hareket edildiğinde ise memnuniyetsizliğin yüksek olduğu görülmektedir.

Kano modelinde memnuniyet derecesi ile ilgili üç farklı gereksinim grubu tanımlanmaktadır. Bunlar (Delice ve Güngör, 2008);

- Temel gereksinimler (M-Must be): Bu gereksinimler zaten ürün veya hizmette bulunması gereken ve bulunacağı varsayılan özelliklerdir. Bu özelliklerin var olması ürün veya hizmet ile ilgili düşük seviyede de olsa tatmine katkı sağlamaktadır. Bulunmaması ise tatminsizliğe yol açmaktadır. Ürünün temel bir işlevsel görevinin yerine getirilmemesi üründe sabit bir sorunun olduğunu göstermektedir. Faydalanıcılar temel gereksinimlerden nadiren söz ederler. Örneğin “yeni alınan bir otomobilin çalışır olması”, “süpermarketten alınan bir ürünün bozuk olmaması” bir garanti olarak görülmektedir. Bunlar ürünün veya sunulan hizmetin işlevi olup bir arıza olmaması durumunda bu temel kalite konularından söz edilmemektedir.
- Beklenen/doğrusal gereksinimler (O-OneDimension): Bireylere söz konusu “üründen veya hizmetten ne bekliyorsunuz?” sorusu sorulduğunda alınan cevap, beklenen gereksinimleri tanımlamaktadır. Ürün veya hizmetten beklenen temel performans, memnuniyet ile doğrudan ilişkilidir.
- Heyecan verici gereksinimler (A-Attractive): Bireylerin söz konusu gereksinimleri, ürün veya hizmet karşılandığında memnuniyetin çok fazla artacağı, ancak karşılanmaması durumunda ise memnuniyetsizliğe

neden olmayacağı ihtiyaçlar, heyecan verici gereksinimlerdir. Tontini (2007) tarafından verilen bir örnekte heyecan verici gereksinimler, “bir restoranda akşam yemeğinin sonunda sürpriz bir hediye verilmesi müşterileri memnun ederken, hediye sunulmaması memnuniyetsizliğe neden olmayacaktır” şeklinde örneklendirilmiştir.

Kano modelinde yukarıda açıklanan gereksinim gruplarına ek olarak aşağıda belirtilen gereksinimler de bulunmaktadır. Bunlar (Delice ve Güngör, 2008);

Fark yaratmayan gereksinimler (I-Indifferent): Bu gereksinim bir anlam ifade etmemektedir. Yani ürün veya hizmette bulunan bu tür bir özelliğin olup olmaması çok önemli değildir.

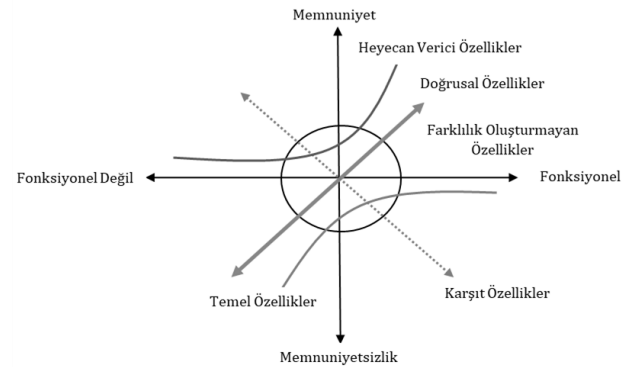
Zıt/Karşıt Gereksinimler (R-Reverse): Bu gereksinimler, bireylerin ürün veya hizmette olmasını istedikleri, ancak aynı zamanda da olmamasını bekledikleri gereksinimlerdir. Örneğin, “normal şartlarda büyük pencereleri olan ev istenirken, enerji tasarrufu için küçük pencereli ev de tercih edilebilmektedir”.

Soru İşareti Yaratan (Şüpheli) Gereksinimler (Q-Questionable): Bu tipte olan gereksinimler doğru bir şekilde anlaşılmadığı için soru işareti yaratan gereksinimler olarak sınıflandırılmaktadır.

Kano modeli çözümlenmeleri için öncelikle ürün veya hizmet ile ilgili, ürün veya hizmette bulunan veya bulunmayan özellikler belirlenerek, belirlenen özelliklerle ilgili deneklere önce olumlu, sonra da olumsuz sorular yöneltilmektedir. Olumlu sorular; belirlenen özelliğin ürün veya hizmette bulunmasının yaratacağı hissi belirlemek üzerine sorulan sorulardan oluşmaktadır. Olumsuz sorularda ise aynı özelliğin ürün veya hizmette bulunmamasının yaratacağı his belirlenmeye çalışılır. Her bir sorunun cevabı için;

- Hoşlanırım,
- Öyle olmalı,
- Fark etmez,
- Hoşlanmam ama katlanabilirim ve
- Hiç Hoşlanmam

şeklinde beş farklı seçenek sunulmaktadır.



Şekil 1. Kano modelinin genel çerçevesi (Meng vd., 2016)

Kano Modeli anketi uygulandıktan sonra anket sonuçlarını değerlendirmek için Kano değerlendirme tablosunda (Çizelge 1) her bir katılımcının ilgili gereksinim ile ilgili olumlu ve olumsuz sorulara verdikleri yanıtların kesişimleri belirlenmektedir. Daha sonra tüm katılımcılardan elde edilen yanıtların sonuçları birbiri üzerine eklenerek frekans tablosu oluşturulmaktadır (Sofyaloğlu, 2006).

Kano Modeli değerlendirme tablosu (Çizelge 1) incelendiğinde, olumlu ve olumsuz soru biçimlerinin her ikisine “hoşlanırım” ya da “hiç hoşlanmam” cevabının verilmesi durumunda bu gereksinimin "Q" harfiyle belirtilen soru işareti yaratan gereksinim olduğu görülmektedir.

Tüm katılımcıların gereksinimler için olumlu ve olumsuz sorulara verdikleri yanıtlar sınıflandırılarak, her sınıflandırmanın tekrarlanma sıklığı belirlenmektedir. Daha sonra, tekrarlanma sıklıkları yardımıyla memnuniyet (P) ve memnuniyetsizlik katsayıları (N) hesaplanmaktadır (Uca ve Menteş, 2008). Memnuniyet ve memnuniyetsizlik katsayılarının belirlenmesi, eşitlik (1) ve (2)'ye göre yapılmaktadır;

$$\text{Memnuniyet katsayısı (P)} = \frac{A+O}{(A+O+M+I)} \quad (1)$$

$$\text{Memnuniyetsizlik katsayısı (N)} = \frac{O+M}{(A+O+M+I)-1} \quad (2)$$

Memnuniyet katsayısı heyecan verici ve beklenen gereksinimlerin karşılanmasıyla artabilecek olan memnuniyet ortalamasıdır. Memnuniyetsizlik katsayısı ise, beklenen ve temel gereksinimlerin karşılanmadığı durumda azalacak olan memnuniyet ortalamasıdır (Sofyaloğlu, 2006). Memnuniyet değeri “0” ile “1” arasında yer alır ve 1'e yaklaşması gereksinimin memnuniyeti daha çok, 0'a yaklaşması daha az etkilediğini göstermektedir. Memnuniyetsizlik katsayısı “-1” ile “0” arasında olup -1'e yaklaşması gereksinimin karşılanmamasının memnuniyetsizliği daha fazla etkilediğini göstermektedir (İlter vd.,2007; Uca ve Menteş, 2008).

Memnuniyet ve memnuniyetsizlik katsayılarına göre gereksinimin hangi kategoride olduğu Çizelge 2'de gösterildiği şekilde belirlenmektedir. Örneğin bir gereksinim için hesaplanan memnuniyet katsayısı “0-0,49” aralığında, memnuniyetsizlik katsayısı da “0,5-1” aralığında ise bu gereksinim “temel gereksinim”dir. Ayrıca verilen yanıtlara göre en fazla tekrar eden seçenek (mod) ve bu seçeneğin tekrarlanma adedine (frekans) göre de gereksinimler sınıflandırılmaktadır.

Çalışma kapsamında veriler Kano modeline uygun olarak hazırlanan anket formu kullanarak toplanmıştır. Bu kapsamda öğrencilere yönelik uygulanacak anket formlarının hazırlanmasında Uca ve Menteş (2008) ve Akyüz vd. (2013)'ten de yararlanılmıştır. Anket formlarında yer alan öğrenci gereksinimleri Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Anket çalışmalarına Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği

Bölümünde 2018-2019 eğitim yılında eğitim gören 1.,2., 3., ve 4. sınıf öğrencileri katılmıştır. Bu dönemde ilgili bölümde toplam 405 öğrenci bulunmakta olup bu kapsamda belirlenecek örnek büyüklüğü için eşitlik 3'ten faydalanılmış ve örnek büyüklüğü 78 olarak hesaplanmıştır. Ancak çalışmanın güvenilirliğini arttırmak amacıyla 134 öğrenci ile anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Anket çalışmalarına katılan öğrencilerin özellikleri Çizelge 4'te gösterilmiştir. Tüm sınıflardan öğrenciler ankete katılım sağlamıştır. Bu açıdan katılımcı sayısı bakımından olabildiğince denge sağlanmış durumdadır. En yoğun katılım son sınıf öğrencilerindedir.

$$n = \frac{Z^2 Npq}{ND^2 + Z^2 pq} \quad (3)$$

Burada;

n= Örnek büyüklüğünü,

Z= Güven katsayısını (%95'lik güven düzeyi için Z=1.96),

N= Ana kütle büyüklüğünü

p ve q=ölçmek istenilen büyüklüğün ana kütlede bulunma olasılığını (0.5),

D= Kabul edilen örnekleme hatasını (%10) göstermektedir.

Çizelge 1. Kano Modeli değerlendirme tablosu

		Olumsuz soru				
		Hoşlanırım	Öyle olmalı	Fark etmez	Hoşlanmam ama katlanabilirim	Hiç hoşlanmam
Olumlu soru	Hoşlanırım	Q	A	A	A	O
	Öyle olmalı	R	I	I	I	M
	Fark etmez	R	I	I	I	M
	Hoşlanmam ama katlanabilirim	R	I	I	I	M
	Hiç hoşlanmam	R	R	R	R	Q

A: Heyecan verici (Attractive), M: Temel/Olması gereken (Must be), O: Beklenen/Doğrusal (OneDimension), I: Fark yaratmayan (Indifferent), Q: Soru işareti yaratan (Questionable), R: Zıt/Karşıt (Reverse)

Çizelge 2. Gereksinim kategorilerinin memnuniyet ve memnuniyetsizlik katsayılarına göre belirlenmesi (Demirbağ ve Çavdar, 2016)

(Memnuniyet katsayısı)- (Memnuniyetsizlik katsayısı)	Gereksinim kategorisi
(0,00-0,49)-(0,50 üstü-1,00)	M
(0,50 üstü-1,00)- (0,50 üstü-1,00)	O
(0,50 üstü-1,00)-(0,00-0,49)	A
(0,00-0,49)- (0,00-0,49)	I

Çizelge 3. Belirlenen öğrenci gereksinimleri

Dersler ile ilgili	Kariyer ile ilgili	Yabancı dil ile ilgili	Akademisyenler ile ilgili	Altyapı ile ilgili	Sosyal-kültürel ve sportif etkinlikler ile ilgili
Derslerin uygulamaya yönelik olması Öğrenci uygulamacı diyalogunun sağlanması	Mesleki bilgilendirme	İngilizceyi rahat konuşabilme ve kullanabilme	Öğretim üyelerinin derslerin işlenmesinde yardımcı ders materyali (sunu vb..) kullanması	Dersliklerin kullanım amacına uygun olarak düzenlenmesi	Üniversitede öğrenci şenliklerinin olması
Derslerin anlaşılabilir olması Yedinci ya da sekizinci yarıyılın iş başı eğitim şeklinde bir işletme veya kurumda geçirilmesi	Bölüm mezunlarının kariyer desteği	Müfredatınızda seçmeli ders olarak ikinci bir yabancı dil olması	Derslerde, dışsal bilgi ve tecrübelerin öğrencilere aktarılması	Laboratuvar ve atölyelerdeki teknik eleman ve ekipmanların yeterli olması	Sportif etkinlikler için yeterli alan ve tesislerin olması
Stajların öğretim elemanları tarafından staj yerlerinde denetlenmesi	Kariyer günlerinin yapılması	İngilizce seviyesini belgelendirmeye yarayan sınavlarla (YDS, TOEFL vb.) ilgili okul içinde bilgilendirme çalışmalarının yapılması	Öğretim üyelerinin öğrencilere karşı arkadaşça davranması	Mekânların iklimlendirilmesinin çalışmanın şartlarına uygun olması	Konser, tiyatro, sergi vb. sanatsal etkinliklerin düzenlenmesi
Tasarımla ilgili derslerin olması	Derslerin hedeflenen kariyer alanına uygun olması	Mesleğe ait İngilizce terimleri öğrenbilmek için çalışmalar yapılması	Öğretim üyelerinin öğrencilerle sürekli iletişim halinde olması	Birim web sayfalarının güncel olması	Üniversitenizde öğrenci kulüplerinin etkin şekilde görev yapması
Seçmeli derslerin artırılması Bölümünüz dışında üniversite ortak seçmelik derslerin müfredatta yer alması			Öğretim elemanlarının derslerde kılık kıyafet vb. kişisel bakımına özen göstermesi	Öğrenci Bilgi sisteminin kullanımının rahat olması	
Eğitiminizin son yılında teknik gezi düzenlenmesi					

Çizelge 4. Öğrencilerin bazı özellikleri

Cinsiyet	Sınıf				Toplam
	1	2	3	4	
Erkek	20 (%14,9)	24 (%17,9)	20 (%14,9)	27 (%20,1)	91 (%67,9)
Kadın	10 (%7,5)	12 (%9,0)	7 (%5,2)	14 (%10,4)	43 (%32,1)
Toplam	30 (%22,4)	36 (%26,9)	27 (%20,1)	41 (%30,6)	134 (%100)

### 3. Bulgular

#### 3.1. Dersler ile ilgili gereksinimler

Bu bölümde derslerle ilgili gereksinimlere ilişkin Kano Modeli bulguları sunulmuştur. Çizelge 5’de öğrencilerin gereksinimlere verdikleri yanıtlar ile verilen yanıtların karşılık geldiği gereksinim kategorileri sunulmuştur. Gereksinim kategorisi belirlenirken daha önce de belirtildiği üzere hem istatistiksel moda göre göre hem de memnuniyet ve memnuniyetsizlik katsayılarına göre belirlemeler yapılmıştır. İstatistiksel olarak mod değerlerine göre “Derslerin uygulamaya yönelik olması”, “Derslere uygulamadan kişiler getirilip öğrenci uygulamacı diyalogunun sağlanması”, “Derslerin anlaşılabilir olması”, “Yedinci ya da sekizinci yarıyılın iş başı eğitim şeklinde bir işletme veya kurumda geçirilmesi” ve “Eğitimin son yılında teknik gezi düzenlenmesi” gereksinimleri beklenen/doğrusal gereksinimlerdir. Yani bu gereksinimlerin karşılanması öğrencileri memnun etmekte, karşılanmaması ise öğrencilerde memnuniyetsizliğe neden olmaktadır. Memnuniyet ve memnuniyetsizlik katsayılarına göre ise “Derslerin uygulamaya yönelik olması”, “Derslerin

anlaşılabilir olması”, “Yedinci ya da sekizinci yarıyılın iş başı eğitim şeklinde bir işletme veya kurumda geçirilmesi” ve “Eğitimin son yılında teknik gezi düzenlenmesi” gereksinimleri beklenen gereksinimler, “Derslere uygulamadan kişiler getirilip öğrenci uygulamacı diyalogunun sağlanması” gereksinimi ise heyecan verici gereksinim olarak belirlenmiştir.

“Stajların öğretim elemanları tarafından staj yerlerinde denetlenmesi”, “Müfredatta tasarımla ilgili derslerin olması”, “Seçmeli derslerin sayısının artırılması” ve “Bölüm dışında üniversite ortak seçmelik derslerin müfredatta yer alması” ise hem moda göre hem de memnuniyet ve memnuniyetsizlik katsayılarına göre fark yaratmayan gereksinimler olarak sınıflandırılmıştır.

#### 3.2. Kariyer ile ilgili gereksinimler

Öğrenciler açısından kariyer hedefleri çok önemlidir. Eğitim sürecinde geçirilen zamanda, belirlenen kariyer hedeflerine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin kariyer hedeflerini belirlemelerine yönelik etkinlikler önem arz etmektedir. Kariyer ile ilgili gereksinimlere ilişkin Kano modeli bulguları Çizelge 6’da sunulmuştur. Bu gereksinimlerin tamamının beklenen/doğrusal gereksinimler olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Yani bu gereksinimlerin karşılanması öğrencilerde memnuniyeti arttıracak, karşılanmaması durumunda memnuniyetsizlik oluşacaktır.

### 3.3. Yabancı dil ile ilgili gereksinimler

Günümüzde üniversite mezunlarından en önemli beklentilerden birisi yabancı dil bilme ve konuşma yeteneğine sahip olmasıdır. Hatta yapılan değerlendirmelerde birden fazla yabancı dil bilgisine sahip olunması gerekliliği sıkça dile getirilmektedir. Öğrencilerin yabancı dil gereksinimleri ile ilgili değerlendirmeleri Çizelge 7’de gösterilmiştir.

“Müfredatınızda seçmeli ders olarak ikinci bir yabancı dil olması” gereksinimi dışındaki tüm gereksinimler beklenen/doğrusal gereksinimler olarak belirlenmiştir. Bu gereksinim ise mod değerlerine göre fark yaratmayan gereksinim, memnuniyet ve memnuniyetsizlik katsayılara göre ise heyecan verici gereksinim olarak sınıflandırılmıştır. Bu bulguya göre müfredatta ikinci bir yabancı dil eğitime yönelik dersin olmasının gerekliliği tartışılmalıdır. Çünkü öğrenciler böyle bir dersin olup olmasının önemli olmadığını ancak, olursa memnun olabileceklerini belirtmektedir.

### 3.4. Akademisyenler ile ilgili gereksinimler

Öğrencilerin akademisyenlerle ilgili gereksinimlerine Kano modeli uygulandığında, bu gereksinimlerin tamamının hem moda göre hem de memnuniyet ve memnuniyetsizlik katsayılarına göre beklenen/doğrusal gereksinimler olduğunu görülmektedir (Çizelge 8). Öğrencilerin bu gereksinimlerin karşılanması ve karşılanmaması durumunda memnuniyet ve memnuniyetsizlikleri doğru orantılıdır.

Örneğin Çizelge 8’de görüldüğü üzere öğretim elemanlarının öğrencilerle sürekli iletişim içinde olması öğrencileri memnun ederken, iletişimin olmaması öğrencileri memnun etmemektedir. Yine öğretim elemanlarının derslerde kılık kıyafet vb. kişisel bakımına özen göstermesi de beklenen ve memnuniyeti arttıran gereksinimlerdendir.

### 3.5. Altyapı ile ilgili gereksinimler

Altyapı ile ilgili gereksinimler derslikler, laboratuvar ve atölyeler, iklimlendirme (havalandırma) koşulları, birim web sayfalarının güncelliği ve öğrenci bilgi sisteminin kullanımıdır. Çizelge 9’da görüldüğü üzere öğrencilere göre alt yapı ile ilgili gereksinimlerin tamamı, beklenen/doğrusal gereksinimlerdir. Yani bu gereksinimlerin karşılanması öğrencileri memnun etmektedir.

### 3.6. Sosyal, sportif ve kültürel etkinlikler ile ilgili gereksinimler

Üniversitede öğrenci şenliklerinin düzenlenmesi, sportif etkinlikler için yeterli alan ve tesislerin olması, konser, tiyatro sergi vb. sanatsal etkinliklerin düzenlenmesi ve üniversitede öğrenci kulüplerinin etkin şekilde görev yapması olarak belirlenen sosyal, sportif ve kültürel etkinlikler ile ilgili gereksinimlerin tamamı beklenen/doğrusal gereksinimler olarak belirlenmiştir (Çizelge 10).

Çizelge 5. Dersler ile ilgili gereksinimler için Kano modeli sonuçları

Gereksinimler	A	M	O	I	Q	R	K <sub>1</sub>	P	N	K <sub>2</sub>
Derslerin uygulamaya yönelik olması	21	23	57	26	6	1	O	0.61	-0.63	O
Derslere uygulamadan kişiler getirilip öğrenci uygulamacı diyalogunun sağlanması	33	8	51	35	4	3	O	0.66	-0.46	A
Derslerin anlaşılabilir olması	20	27	67	15	3	2	O	0.67	-0.73	O
Yedinci ya da sekizinci yarıyılın iş başı eğitim şeklinde bir işletme veya kurumda geçirilmesi	35	24	48	19	7	1	O	0.66	-0.57	O
Stajların öğretim elemanları tarafından staj yerlerinde denetlenmesi	25	16	23	59	7	4	I	0.39	-0.32	I
Tasarımla ilgili derslerin olması	24	14	24	54	5	13	I	0.41	-0.33	I
Seçmeli derslerin artırılması	30	13	15	56	8	12	I	0.39	-0.25	I
Bölümünüz dışında üniversite ortak seçimli derslerin müfredatta yer alması	28	19	22	50	3	12	I	0.42	-0.34	I
Eğitiminizin son yılında teknik gezi düzenlenmesi	27	13	69	17	5	3	O	0.76	-0.65	O

A: Heyecan verici (Attractive), M: Temel/Olması gereken (Must be), O: Beklenen/Doğrusal (OneDimension), I: Fark yaratmayan (Indifferent), Q: Soru işareti yaratan (Questionable), R: Zıt/Karşıt (Reverse), K<sub>1</sub>: İstatistiksel olarak moda göre gereksinim kategorisi, P: Memnuniyet katsayısı, N: Memnuniyetsizlik katsayısı, K<sub>2</sub>: Memnuniyet ve memnuniyetsizlik katsayılarına göre gereksinim kategorisi

Çizelge 6. Kariyer ilgili gereksinimler için Kano modeli sonuçları

Gereksinimler	A	M	O	I	Q	R	K <sub>1</sub>	P	N	K <sub>2</sub>
Eğitim hayatınızda mesleki bilgilendirmeye yeterince yer verilmesi	17	21	80	12	2	2	O	0.75	-0.78	O
Bölüm mezunlarının öğrencilere kariyer yolunda destek olması	22	12	68	29	2	1	O	0.69	-0.61	O
Kariyer günlerinin yapılması	29	13	61	29	1	1	O	0.68	-0.56	O
Derslerin hedeflenen kariyer alanına uygun olması	14	21	76	16	4	3	O	0.71	-0.76	O

Çizelge 7. Yabancı dil ile ilgili gereksinimler için Kano modeli sonuçları

Gereksinimler	A	M	O	I	Q	R	K <sub>1</sub>	P	N	K <sub>2</sub>
Eğitim ve iş hayatınızda İngilizceyi rahat konuşabilme ve kullanabilme	24	20	62	25	1	2	O	0.66	-0.63	O
Müfredatınızda seçmeli ders olarak ikinci bir yabancı dil olması	25	9	39	50	7	4	I	0.52	-0.39	A
İngilizce seviyesini belgelendirmeye yarayan sınavlarla (YDS, TOEFL vb.) ilgili okul içinde bilgilendirme çalışmaları yapılması	27	19	50	32	3	3	O	0.60	-0.54	O
Bölümünüze (Mesleğinize) ait İngilizce terimleri öğrenebilmek için çalışmalar yapılması	20	20	60	29	1	4	O	0.62	-0.62	O

Çizelge 8. Akademisyenler ile ilgili gereksinimler için Kano modeli sonuçları

Gereksinimler	A	M	O	I	Q	R	K <sub>1</sub>	P	N	K <sub>2</sub>
Öğretim üyelerinin derslerin işlenmesinde yardımcı ders materyali (sunu vb.) kullanması	24	23	62	23	0	2	O	0.65	-0.64	O
Ders anlatımında kitabın çerçevesine fazla bağlı kalınmaması, dışsal bilgi ve tecrübelerin öğrencilere aktarılması	28	14	56	29	3	4	O	0.66	-0.55	O
Öğretim üyelerinin öğrencilere karşı arkadaşça davranması	33	15	62	21	2	1	O	0.73	-0.59	O
Öğretim üyelerinin öğrencilerle sürekli iletişim halinde olması	25	13	69	25	2	0	O	0.71	-0.62	O
Öğretim elemanlarının derslerde kılık kıyafet vb. kişisel bakımına özen göstermesi	28	18	48	38	1	1	O	0.58	-0.50	O

Çizelge 9. Altyapı ile ilgili gereksinimler için Kano modeli sonuçları

Gereksinimler	A	M	O	I	Q	R	K <sub>1</sub>	P	N	K <sub>2</sub>
Dersliklerin kullanım amacına uygun olarak düzenlenmesi	29	17	66	19	2	1	O	0.73	-0.63	O
Laboratuvar ve atölyelerdeki teknik eleman ve ekipmanların yeterli olması	25	19	62	26	1	1	O	0.66	-0.61	O
Mekânların iklimlendirilmesinin çalışma şartlarına uygun olması	33	16	60	23	2	0	O	0.70	-0.58	O
Birim web sayfalarının güncel olması	21	21	64	26	2	0	O	0.64	-0.64	O
Öğrenci Bilgi sisteminin kullanımının rahat olması	26	20	73	13	2	0	O	0.75	-0.70	O

Çizelge 10. Sosyal, sportif ve kültürel etkinlikler ile ilgili gereksinimler için Kano modeli sonuçları

Gereksinimler	A	M	O	I	Q	R	K <sub>1</sub>	P	N	K <sub>2</sub>
Üniversitede öğrenci şenliklerinin olması	28	15	61	25	2	3	O	0.69	-0.59	O
Sportif etkinlikler için yeterli alan ve tesislerin olması	20	17	75	18	2	2	O	0.73	-0.71	O
Konser, tiyatro, sergi vb. sanatsal etkinliklerin düzenlenmesi	23	15	62	28	4	2	O	0.66	-0.60	O
Üniversitenizde öğrenci kulüplerinin etkin şekilde görev yapması	23	12	65	27	3	4	O	0.69	-0.61	O

#### 4. Tartışma ve sonuç

Üniversitelerde kalite güvence sisteminin geliştirilmesinin en önemli parametrelerinden birisi eğitim-öğretim sistemidir. Eğitim-öğretim sistemi, programların tasarımı ve onayından, öğrenci merkezli öğrenme ve öğrenme kaynaklarına erişilebilirlik düzeyine kadar birçok düzeyi kapsamaktadır. Eğitim-öğretim sisteminde kalite güvence sistemi oluşturmak için üniversitelerde bu konuda en önemli ilgi grubu olan öğrencilerin gereksinimlerinin belirlenmesi ve sınıflandırılması önemli konular arasındadır.

Bu çalışma ile Kano modeli kullanılarak orman mühendisliği öğrencilerinin üniversitelerden beklentileri sınıflandırılmıştır. Kano modeli bulgularına göre; öğrenciler tarafından beklenen olarak sınıflandırılan gereksinimler özetle Çizelge 11'de gösterilmiştir. Dersler ile ilgili belirlenen 9 gereksinimden 4'ü beklenen/doğrusal gereksinimdir. Bunlar, ders uygulamalarının daha fazla olması, derslerin anlaşılabilir olması, 7+1 işbaşı eğitim ve iş yeri uygulamalarının hayata geçirilmesi ve son sınıf teknik gezilerinin düzenlenmesidir. Uca ve Menteş (2008) tarafından yapılan çalışmada da; derslerin uygulamaya yönelik ve anlaşılabilir olması gereksinimleri beklenen/doğrusal gereksinimler olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde orman endüstri mühendisliği bölümü öğrencilerine yönelik yapılan bir çalışmada da derslerin uygulamalı ve anlaşılabilir olması beklenen/doğrusal gereksinimler olarak sınıflandırılmıştır (Akyüz vd., 2013). Daşdemir ve Atmış (2008) tarafından yapılan bir çalışmada Türkiye'deki orman mühendisliği bölümleri arasında arazi uygulamalarının yeterliliği konusunda en iyi durumda olan bölümün, bu çalışmanın yapıldığı bölüm olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu noktada 7+1 uygulamalı eğitim modeli ayrıca değerlendirilmelidir. Son yıllarda ülkemizde bazı üniversitelerin lisans programlarında uygulamaya konulan 7+1 uygulamalı eğitim modeli, öğrencilerin sekiz yarıllı olan eğitim sürecinin bir yarıyılı belirlenen bir işyerinde işbaşı eğitimi ve iş yeri uygulaması şeklinde yapılmasını ön görmektedir. Özellikle uygulamalı eğitim olarak

öğrencilerin mesleki uygulama becerilerinin bizzat görüp yaparak artırılması amacını taşıyan 7+1 modeli, bu çalışmaya katılan öğrenciler tarafından da olumlu bir uygulama olarak görülmekte olup bu uygulamanın müfredatta yer alması öğrencilerin memnuniyet düzeyini arttıracaktır.

Yine orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin eğitim sürecinin son yarıyılında gerçekleştirilen teknik gezilerin ilerleyen yıllarda da devam etmesi öğrenci memnuniyet düzeyinin artırılması açısından önem arz etmektedir. Korkmaz vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada da benzer olarak bu çalışmanın gerçekleştirildiği bölümün öğrencilerinin, "arazi uygulamaları"nın yeterli olduğu ve devam etmesi görüşünde olduğu belirlenmiştir.

Kariyer ile ilgili belirlenen gereksinimlerin tamamı beklenen/doğrusal gereksinimlerdir (Çizelge 11). Yani kariyer ile ilgili çalışmaların yapılması memnuniyet düzeyini artırırken, yapılmaması durumunda ise memnuniyetsizlik oluşmaktadır. Akyüz vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada ve işletme bölümü öğrencilerine yönelik bir çalışmada da benzer olarak yeterli düzeyde mesleki bilgilendirme yapılması ve öğrencilerin kariyer hedeflerini belirlemede destek olunması beklenen gereksinimler olarak belirlenmiştir (Uca ve Menteş, 2008). Bu bağlamda kariyer günlerinin düzenlenmesi, öğrencilerin kariyer hedeflerini belirlemelerinde destek olunması, mesleki bilgilendirmelerin artırılması ve ders müfredatının oluşturulmasında kariyer alanlarının da dikkate alınması önem arz etmektedir.

Yabancı dil eğitimi ile ilgili gereksinimler arasından İngilizceyi rahat bir şekilde konuşma ve kullanma, YDS, TOEFL gibi sınavlara yönelik bilgilendirmelerin yapılması ve mesleki İngilizce eğitimine yönelik gereksinimler beklenen/doğrusal gereksinimlerdir (Çizelge 11). Akyüz vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Bu noktada çalışmanın gerçekleştirildiği orman mühendisliği bölümünün ders müfredatında "Mesleki İngilizce I-II" adında derslerin yer aldığını belirtmek gerekir.



Çizelge 11. Öğrenciler tarafından üniversiteden beklenen/doğrusal gereksinimler

Ana gruplar	Gereksinimler
Derslerle ilgili gereksinimler	Derslerin uygulamaya yönelik olması Derslerin anlaşılabilir olması Yedinci ya da sekizinci yarıyılın iş başı eğitim şeklinde bir işletme veya kurumda geçirilmesi Eğitiminizin son yılında teknik gezi düzenlenmesi
Kariyer ile ilgili gereksinimler	Eğitim hayatınızda mesleki bilgilendirmeye yeterince yer verilmesi Bölüm mezunlarının öğrencilere kariyer yolunda destek olması Kariyer günlerinin yapılması Derslerin hedeflenen kariyer alanına uygun olması
Yabancı dil ile ilgili gereksinimler	Eğitim ve iş hayatınızda İngilizceyi rahat konuşabilme ve kullanabilme İngilizce seviyesini belgelendirmeye yarayan sınavlarla (YDS, TOEFL vb.) ilgili okul içinde bilgilendirme çalışmaları yapılması Bölümünüzü (Mesleğinize) ait İngilizce terimleri öğrenebilmek için çalışmalar yapılması
Akademisyenler ile ilgili gereksinimler	Öğretim üyelerinin derslerin işlenmesinde yardımcı ders materyali (sunu vb..) kullanması Ders anlatımında kitabın çerçevesine fazla bağlı kalınmaması, dışsal bilgi ve tecrübelerin öğrencilere aktarılması Öğretim üyelerinin öğrencilere karşı arkadaşça davranması Öğretim üyelerinin öğrencilerle sürekli iletişim halinde olması Öğretim elemanlarının derslerde kılık kıyafet vb. kişisel bakımına özen göstermesi
Altyapı ile ilgili gereksinimler	Dersliklerin kullanım amacına uygun olarak düzenlenmesi Laboratuvar ve atölyelerdeki teknik eleman ve ekipmanların yeterli olması Mekânların iklimlendirilmesinin çalışma şartlarına uygun olması Birim web sayfalarının güncel olması Öğrenci Bilgi sisteminin kullanımının rahat olması
Sosyal-kültürel ve sportif etkinlikler ile ilgili gereksinimler	Üniversitede öğrenci şenliklerinin olması Sportif etkinlikler için yeterli alan ve tesislerin olması Konser, tiyatro, sergi vb. sanatsal etkinliklerin düzenlenmesi Üniversitenizde öğrenci kulüplerinin etkin şekilde görev yapması

Akademisyenler, altyapı ve sosyal-kültürel ve sportif etkinlikler ile ilgili gereksinimlerin tamamı beklenen gereksinimler kategorisindedir (Çizelge 11). Yani bu gereksinimler öğrenciler tarafından talep edilmektedir. Korkmaz vd. (2008) tarafından bu çalışmanın gerçekleştirildiği bölüm öğrencilerine yönelik yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre de akademisyenler ve alt yapı ile ilgili değerlendirmeler olumlu yöndedir. Ayrıca tüm Türkiye'deki orman mühendisliği bölümlerine yönelik yapılan bir çalışmaya göre de laboratuvar olanaklarının en iyi olduğu bölüm, bu çalışmanın gerçekleştirildiği bölüm olarak belirlenmiştir (Daşdemir ve Atmış, 2008).

Gereksinim kategorileri arasında fark yaratmayan yani olmasının ya da olmamasının memnuniyet düzeyine hiçbir katkısı olmadığı düşünülen gereksinimler; öğrencilerin staj

yerlerinde denetlenmesi, tasarımla ilgili derslerin müfredatta yer alması, seçmeli ders sayılarının artırılması ve bölüm dışında üniversitenin diğer bölümleri tarafından verilen bir seçmlik dersin alınmasıdır (Çizelge 12). Bu noktada tasarım ile ilgili bir dersten tam olarak neyin kastedildiğinin tam olarak anlaşılabilmesi için çıkarımı da yapılabilir. Akyüz vd. (2013)'te de seçmeli derslerin sayısının artırılması fark yaratmayan kategorisinde değerlendirilmiştir. Ancak aynı çalışmada tasarım ilke ve uygulamalarını içeren bir dersin müfredatta yer alması beklenen/doğrusal gereksinim olarak sınıflandırılmıştır (Akyüz vd., 2013).

Çizelge 13'e göre, derslere uygulamacıların getirilip mesleki tecrübelerin aktarılması mod değerine göre beklenen, katsayılara göre ise heyecan verici gereksinim olduğu ve bu uygulamaların yapılmasının öğrencilerde memnuniyet düzeyini arttıracığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum arazi uygulamalarındaki ortaya çıkan memnuniyet düzeyi ile değerlendirilmelidir.

Bir başka önemli konu öğrenciler tarafından müfredatta yer almasının fark yaratmayan ya da heyecan verici olarak değerlendirildiği ikinci yabancı dil konusudur (Çizelge 13). Öğrenciler, ikinci bir yabancı dil eğitiminin müfredatta yer almamasının memnuniyetsizliğe yol açmayacağını belirtmektedir. Orman endüstri mühendisliği bölümü öğrencilerine yönelik olarak Akyüz vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada da bu gereksinim fark yaratmayan kategorisindedir. Farklı olarak Uca ve Menteş (2008) tarafından yapılan çalışmada ise öğrenciler tarafından ikinci yabancı dil eğitimi, beklenen gereksinim olarak sınıflandırılmıştır. Bu bağlamda ikinci yabancı dilin mesleki yaşamda önemine ilişkin bilgi ve bilinçlendirme çalışmalarının yapılması önem arz etmektedir.

Çizelge 12. Öğrencilere göre fark yaratmayan gereksinimler

Grup	Gereksinimler
Dersler ile ilgili gereksinimler	Stajların öğretim elemanları tarafından staj yerlerinde denetlenmesi Tasarımla ilgili derslerin olması Seçmeli derslerin artırılması Bölümünüz dışında üniversite ortak seçmlik derslerin müfredatta yer alması

Çizelge 13. Mod değeri ve memnuniyet-memnuniyetsizlik katsayılarına göre farklılık arz eden gereksinimler

Grup	Gereksinimler	Mod	Katsayı
Dersler ile ilgili gereksinimler	Derslere uygulamadan kişiler getirilip öğrenci uygulamacı diyalogunun sağlanması	O	A
Yabancı dil ile gereksinimler	Müfredatımızda seçmeli ders olarak ikinci bir yabancı dil olması	I	A

## Açıklama

Bu makale, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanan “Orman Mühendisliği Bölümü Öğrencilerinin Gereksinimlerinin Kano Modeli İle Sınıflandırılması” isimli yüksek lisans tezinin bir bölümünün özetidir.

## Kaynaklar

- Abili, K., Thani, F.N., Mokhtarian F., Rashidi, M.M., 2011. Assessing quality gap of university services. *The Asian Journal on Quality*, 12(2):167-175.
- Akyüz, C.K., Balaban, Y., Yıldırım, İ., 2013. Orman endüstri mühendisliği bölümü öğrencilerinin gereksinimlerinin kano modeli yardımıyla sınıflandırılması. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2):258-267.
- Alkan, H., 2013. Ormancılık ve orman ürünleri programı öğrencilerine yönelik bir araştırma. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 14(2):88-94.
- Daşdemir, İ., Atmış, E., 2008. Orman fakültesi orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin orman mühendisliği eğitimini değerlendirmesi. III. Ulusal Ormancılık Kongresi, 20-22 Mart, Ankara, s. 53-75.
- Delice, K.E., Güngör, Z., 2008. Müşteri isteklerinin sınıflandırılmasında kano model uygulaması. *Akademik Bilişim 2008 Kongresi*, 30 Ocak - 01 Şubat, Çanakkale, 193-198.
- Demirbağ, Ş., Çavdar, E., 2016. Üniversite öğrencilerinin akıllı telefonlar ile ilgili gereksinimlerinin kano modeli ile analizi. *Çankır Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1):17-44.
- Ekinci, C.E., Burgaz, B., 2007. Hacettepe üniversitesi öğrencilerinin bazı akademik hizmetlere ilişkin beklenti ve memnuniyet düzeyleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33: 120-134.
- Gündüz, A.Y., 2017. Ülke kalkınmasında üniversitelerin rolü: Doğu ve Güneydoğu Anadolu üniversiteleri örneği. *Sakarya İktisat Dergisi*, 6(1):56-69.
- İlter, B., Özgen, Ö., Akyol, B.,(2007. Lise öğrencilerinin alışveriş merkezi gereksinimlerinin kano modeli ile sınıflandırılması: İzmir ili uygulaması. *İşletme Fakültesi Dergisi*, 8(2):141-162.
- Korkmaz, M., Alkan, H., Akyol, A., Tolunay, A., 2008. SDÜ orman fakültesi öğrencilerinin fakülte kültürünü algılamaları. 3. Ulusal Ormancılık Kongresi: 150. Yılında Türkiye’de Ormancılık Eğitimi, 20-22 Mart, Türkiye Ormancılar Derneği, Ankara, s. 85-94.

- Löfgren, M., Witell L., 2005. Kano’s theory of attractive quality and packaging. *Quality Management Journal*, 12(3):7-20.
- Meng, Q., Wei, X., Meng, W., 2016. A decision method to maximize service quality under budget constraints: The Kano study of a Chinese Machinery Manufacturer. *Scientific Programming*, ID: 7291582:1-12.
- Özdemir, S., 2019. Üniversite yaşamının niteliğine ilişkin öğrenci görüşleri: Ankara Üniversitesi iletişim fakültesi örneği. *ARTS: Artuklu Sanat ve Beşeri Bilimler Dergisi*, (1):31-41.
- Öztürk, Z., İlman, E., 2015. Sağlık Yönetimi ve İşletmeciliği bölümünde okuyan öğrencilerin bölümü tercih nedenleri ile beklenti ve motivasyon düzeyleri üzerine bir araştırma. *Hittit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8 (1):71-93.
- Petruzzellis, L., D’Uggeno A.m., Romanazzi, S., 2006. Student satisfaction and quality of service in Italian universities. *Managing Service Quality*, 16 (4):349-364.
- Salehzadeh, R., Shahin, A., Kazemi, A., Barzoki, A.S., 2015. Proposing a new approach for evaluating the situational leadership theory based on the Kano model: The case of university students. *International Journal of Public Leadership*, 11(1):4-21.
- Saydan, R., 2008. Üniversite öğrencilerinin öğretim elemanlarından kalite beklentileri: Yüzüncü Yıl Üniversitesi İİBF örneği. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10 (1):63-79.
- Sofyalıoğlu, Ç., 2006. Fonksiyon Göçerimi ve Gıda Sanayiinde Uygulanabilirliği: Kano Modeli İle Bütünleşik Bir Yaklaşım. Doktora tezi, Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.
- Sofyalıoğlu, Ç., Tunail, İ., 2012. Kano modelinin kalite fonksiyon göçerimi planlama matrisinde kullanımı. *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 12(1):125-135.
- Şahin, İ., Zoraloğlu, Y., Fırat, N., 2011. Üniversite öğrencilerinin yaşam amaçları, eğitsel hedefleri üniversite öğreniminden beklentileri ve memnuniyet durumları. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 3(3):429-452.
- Tontini, G., 2007. Integrating the Kano Model and QFD for Designing New Products. *Total Quality Management*, 18(6):599-612.
- Uca, M., Menteş, S., 2008. İşletme bölümü öğrencilerinin bölüm gereksinimlerinin kano modeli ile sınıflandırılması: Dokuz Eylül Üniversitesi, işletme fakültesi uygulaması. *İşletme Fakültesi Dergisi*, 9(1):73-91.
- YÖKAK, 2019. Kurum İç Değerlendirme Raporları. Yüksek Öğretim Kalite Kurulu, <http://yokak.gov.tr/sss>, Erişim:21.05.2019.

## Orman işletme şeflerinin performanslarına yönelik nitel bir çözümleme (Batı Akdeniz Bölgesi örneği)

Ersin Yılmaz<sup>a,\*</sup>, İsmet Daşdemir<sup>b</sup>, Mehmet Erpulat<sup>c</sup>, Süleyman Alkan<sup>c</sup>, Kader Hale Güler<sup>a</sup>

**Özet:** Bu çalışmanın amacı, Orman Genel Müdürlüğü'nün pek çok faaliyetinin gerçekleştirildiği ve odak noktası olan orman işletme şeflerinin hem yöneticisi hem de teknik elemanı olan orman işletme şeflerinin çalışma şartlarını ve yönetsel sorunlarını ortaya koymaktır. Araştırmanın nitel verileri odak grup görüşme tekniği kullanılarak toplanmış ve toplanan veriler içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Araştırmada yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve odak grup görüşmeleri sonucunda, orman işletme şeflerinin iş yükü ile doğrudan ve dolaylı ilgili yönetim, personel, özlük hakları ve eğitim konuları kapsamındaki sorunları ortaya konulmuş ve bu sorunlara yönelik görüşler ve çözüm önerileri geliştirilmiştir. Orman işletme şeflerinin iş yüklerini azaltıcı yeni düzenlemeler yapılması gerekmektedir. İşlerin yürütülmesi ve takibinde aksaklıklara yol açmamak açısından orman işletme şefliklerindeki personel yetersizliği sorunu çözümlenmelidir. Orman işletme şeflerinin çalışma saatlerinin ayarlanması, mesai saatleri dışında, hafta sonunda ve diğer resmi tatillerde orman işletme müdürlüğündeki tüm çalışanlar arasında nöbet esasına dayalı iş bölümü ve yardımlaşmayı içeren vardiya sistemine geçilmesi uygun olacaktır. Hizmet içi ve sürekli eğitimin kurumsallaştırılması, akademik ve araştırma çevreleriyle ortaklaşa çalışma yapılmak suretiyle programlanması ve uygulanmasına ait kalıcı bir düzenin oluşturulmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** İş yükü, İçerik analizi, Orman işletme şefleri, Ormancılık, Batı Akdeniz Bölgesi, Türkiye

## A qualitative analysis on the performance of forest rangers in Western Mediterranean Region

**Abstract:** This research aims to determine the working conditions and administrative problems of forest rangers who are administrator of the main and smallest unit of the General Directorate of Forestry. Research of the qualitative data using focus group discussions and the data collected were analyzed with content analysis. In the research, as a conclusion of conducted semi-structured interviews and focus group discussions, some issues of forest rangers have been addressed such as administration, personnel, personal rights and education being directly and indirectly related to job load. New regulations need to be made to reduce the workload of forest rangers. In order not to cause disruptions in the execution and follow-up of the works, the problem of lack of personnel in the forest management offices should be solved. It will be appropriate to adjust the working hours of forest rangers, and to shift to shift system including working division and solidarity among all employees in forest management directorate during working hours, on weekends and other public holidays. There is a need to establish a permanent order for the institutionalization of in-service and continuing education, programming and implementation through joint work with academic and research circles.

**Keywords:** Workload, Content analysis, Forest rangers, Forestry, West Mediterranean Region, Turkey

### 1. Giriş

Orman işletme şeflikleri Orman Genel Müdürlüğü (OGM)'nin taşra örgütü yapısındaki icracı, en nihai ve en küçük birimi olup, sınırları ve alanı belirlenmiş ormanlık alanda ormancılık sektörü ile ilgili ormancılık faaliyetlerinin neredeyse tümünün yapıldığı, ormancılığın merkezi durumunda ve birçok faaliyetin başlangıç ve hatta sona eriş noktası olan birimlerdir. Bir başka ifadeyle bu birimler, ormancılıkla ilgili bütün faaliyetlerin organize edildiği ve büro çalışmalarının yapıldığı en küçük birimler olarak da kabul edilmektedir (Yurdakul, 2003; Ulusoy, 1993; Yomralıoğlu, 1986). Dolayısıyla ormancılık faaliyetlerinin esas iş yükü orman işletme şeflikleri üzerindedir.

Orman işletme şeflikleri taşra örgütünde orman bölge müdürlüklerine bağlı orman işletme müdürlükleri altında görev yapmakta olup, hem üst hem de ast olarak ormancılık faaliyetlerini yürüten yönetim statüleri şeklinde dikkat çekmektedir. Her ne kadar orman işletme şefliklerine bağlı birim bulunmasa da, orman muhafaza memurları, şoförler, büro memurları (katip ve diğerleri), daimi, mevsimlik ve geçici işçiler, orman işletme şefliği bünyesinde çalışmaktadır. Orman işletme şefliklerinin yetkili işletmecisi ve yöneticisi ise orman işletme şefi olarak adlandırılan orman mühendisi teknik elemanlardır. Orman işletme şefleri, Devlet Orman İşletmesi Döner Sermaye Yönetmeliği gereğince kendine bağlı orman işletme şefliği içinde çalışan bütün çalışanların amiri ve mali işlemleri gerçekleştiren memurdur (OGM, 1952; 2015). Bu doğrultuda OGM'nin

✉ <sup>a</sup> Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya

<sup>b</sup> Bartın Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi, Bartın

<sup>c</sup> Emekli orman mühendisi

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): eyilmaz33@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 23.07.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 17.09.2019



**Citation** (Atıf): Yılmaz, E., Daşdemir, İ., Erpulat, M., Alkan, S., Güler, K.H., 2019. Orman işletme şeflerinin performanslarına yönelik nitel bir çözümleme (Batı Akdeniz bölgesi örneği). Turkish Journal of Forestry, 20(3): 203-212. DOI: [10.18182/tjf.595560](https://doi.org/10.18182/tjf.595560)

örgüt yapısındaki en uç uygulama birimi olan orman işletme şefliklerinin yöneticisi ve teknik elemanı olan orman işletme şefleri, bu araştırmanın hedef kitlesini oluşturmuştur.

Bu çalışmada orman işletme şeflerinin yönetim, personel, özlük hakları ve eğitim konularına ilişkin genel bakış açılarının belirlenmesi, uygulamadaki sorun ve aksaklıkların ortaya konulması ve çözüm önerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Zira bu konular orman işletme şeflerinin performansını, çalışma koşullarını, amaçları gerçekleştirme düzeyini, başarısını, etkinliğini ve verimliliğini olumlu veya olumsuz yönde etkilemektedir.

Orman işletme şeflerinin yapmakla yükümlü olduğu çalışmaları zamanında ve tekniğe uygun olarak yürütebilmesi ve üstün bir iş verimi gösterebilmesi için, sorunlarının ortaya konması ve bu sorunların çözümü için görüş ve öneriler geliştirip hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, çalışmada orman işletme şeflerinin iş yükü ile doğrudan ve dolaylı ilgili yönetim, personel, özlük hakları ve eğitim konuları kapsamındaki sorunları belirlenmiş ve bunlara yönelik görüşler ve çözüm önerileri geliştirilmiştir.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırmanın verileri, proje ekibi tarafından geliştirilmiş olan ve orman işletme şeflerinin yönetim, personel, özlük hakları ve eğitim konularına ilişkin görüşlerinin ve önerilerinin neler olduğunu belirlemeye yönelik hazırlanmış açık uçlu yarı yapılandırılmış görüşme formları ile elde edilmiştir. Bunun için öncelikle yerli ve yabancı literatür taranarak ve konuyla ilgili araştırmalardan faydalanılarak yarı yapılandırılmış görüşme formları geliştirilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme soruları, orman işletme şeflerinin açıklama yapmasını ve ayrıntılı konuşmasını veya not yazmasını sağlayacak şekilde, araştırmanın amaç ve alt amaçlarına cevap olabilecek açık uçlu sorulardan oluşmuştur.

Bu araştırmaya Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü sınırları içerisindeki Orman Bölge Müdürlüklerinde (Antalya, Isparta, Muğla ve Denizli) görevli orman işletme şefleri dahil olmuştur. Bu kapsamda Antalya ve Isparta Orman Bölge Müdürlüklerinin tüm Orman İşletme Müdürlükleri ile Muğla (Köyceğiz, Dalaman, Fethiye ve Kemer) ve Denizli (Tavas, Eskere, Acıpayam ve Çameli) Orman Bölge Müdürlüklerinin dörder Orman İşletme Müdürlüğünde görev yapan ve çalışma döneminde ulaşılabilen tüm orman işletme şefleri çalışmaya dahil edilmiştir. Böylece araştırmanın örnek büyüklüğü sayısı, 127 kişidir. Seçilen bu örnek popülasyon ile Kasım-Aralık 2015 ile Nisan 2016 ve Ekim 2016 tarihlerinde “*odak grup görüşmeleri*” gerçekleştirilmiştir.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1. Değerlendirme yöntemi

Bu araştırmada derinlemesine veri toplamak için nitel (tanımlayıcı) araştırmadan faydalanılmıştır. Nitel araştırma; gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına

yönelik nitel bir sürecin izlendiği bir araştırmadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Bu kapsamdaki görüşme tekniklerinden olan ve bu araştırmada uygulanan “*odak grup görüşmeleri*” ile hedeflenen, belirli bir konu hakkında katılımcıların bakış açılarına, tutum ve alışkanlıklarına dair derinlemesine ve çok boyutlu nitel bilgi edinmektir (Sezgin, 2009).

Görüşme ile elde edilen verilerin kaydedilmesinde; cihaz ile kaydetme ve not alma şeklinde iki temel yöntem bulunmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu araştırmada odak grup görüşme verilerinin kaydedilmesinde not alma yaklaşımı kullanılmıştır. Görüşmelerin başlangıcında araştırmanın amacı açıklanmış ve orman işletme şeflerinin kısaca kendilerini tanıtmalarıyla görüşmelere geçilmiştir. Görüşmeler sırasında katılımcılara, görüşme sırasında söylenenlerin doğru ve ayrıntılı olarak kaydedilmesi için not alınacağı, verilerin tümünün gizli tutulacağı ve proje ekibi dışında kimseye paylaşılmayacağı ve araştırma projesi sonuç raporunda gerçek isimlerin yerine kod isimler kullanılacağı belirtilmiştir.

Araştırmanın odak grup görüşmeleri proje ekibi tarafından yürütülmüştür. Odak grup görüşmeleri samimi bir havada gerçekleştiğinden orman işletme şefleri sıkılmadan süreci tamamlamışlardır. Ayrıca yine oluşan bu samimi hava dolayısıyla orman işletme şeflerinin düşüncelerini daha açık, içten ve doğal bir şekilde ifade ettikleri görülmüştür. Orman işletme şeflerinin görüşlerine etki etmemek ve yönlendirmemek için görüşmeyi yöneten proje ekibi olabildiğince pasif durmaya ve müdahil olmamaya çalışmıştır. Ancak konuşmalar amaçtan uzaklaşması durumunda, proje ekibi orman işletme şeflerini yeniden amaca yönlendirmiştir. Ayrıca orman işletme şeflerinin konuşmalarının net olarak anlaşılmadığı durumlarda, proje ekibi tarafından orman işletme şeflerinin ifade ettiği görüşler bazı zamanlar teyit edilmiştir. Görüşmede yapılan tartışmalara yönelik veriler, ya orman işletme şeflerinin notlarından yada proje ekibi tarafından kayıt altına alınan ifadelerden elde edilmiştir.

Bu araştırmanın nitel çözümlemeleri kapsamında elde edilen verilerin çözümlemesinde “*içerik analizi*” yaklaşımından faydalanılmıştır. İçerik analizi, toplanan verilerin derinlemesine analiz edilmesini gerektirir ve önceden belirgin olmayan temaların ve boyutların ortaya çıkarılmasına olanak tanır. Bu amaçla toplanan verilerin önce kavramsallaştırılması, daha sonra da ortaya çıkan kavramlara göre mantıklı bir biçimde düzenlenmesi ve buna göre veriyi açıklayan temaların saptanması gerekmektedir. İçerik analizinde temelde yapılan işlem, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayabileceği bir biçimde düzenleyerek yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). İçerik analizi (Daşdemir, 2016a), toplanan verilerin derinlemesine analiz edilmesini gerektirdiği ve böylece önceden belirgin olmayan temaların ve boyutların ortaya çıkarılmasına olanak tanıdığı için, bu araştırmada kullanılan yaklaşım olmuştur.

Nitel araştırmalarda veri analizinde genel temayül, verinin anlamlı bölümlere ayrılması ve elde edilen bölümlerin veri içeriğini en iyi tanımlayacak şekilde isimlendirilmesi yolu ile kodlar, temalar, kategoriler ve alt kategoriler altında toplanmasıdır (Creswell vd., 2003; Creswell, 2007; Elçiçek, 2016). Bu araştırmanın veri analizinde de benzer bir yol takip edilmiştir. Veriler ilk olarak görüşme formunda yer alan sorular ışığında

temalandırılmıştır. Odak grup görüşmelerinde ise temalar yine belirlenen görüşme formatına göre şekillenmekle beraber bazı temalar verilere göre şekillenmiştir. Daha sonra verilerin kodlanmasıyla kategoriler ve alt kategoriler ortaya çıkmıştır. Daha sonra her tema ve kategoriye ilişkin değerlendirme ve yorumlar yapılarak orman işletme şeflerinin ifadelerinden doğrudan alıntılar yapılmıştır.

### 2.2.2. Güvenilirlik

127 orman işletme şefiyle yapılan odak grup görüşmeleri ile elde edilen kodlamalar, temalar ile birlikte proje ekibi tarafından incelenmiş ve “görüş birliği” ve “görüş ayrılığı” olan konular belirlenerek gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Araştırmanın nitel çözümlenmesi kapsamındaki güvenilirlik hesaplaması için Miles ve Huberman (1994) tarafından belirtilen aşağıdaki uyuşum yüzdesi formülü kullanılmıştır.

$$\text{Güvenilirlik} = \frac{\text{Görüş birliği}}{\text{Görüş birliği} + \text{Görüş ayrılığı}}$$

Odak grup görüşmeleri doğrultusunda oluşturulan temaların tümünde görüş birliğine varılmıştır. Alt temaların oluşturulmasında orman işletme şefleriyle yapılan odak grup görüşmeleri için 17 alt temada farklılık oluşmuştur. Buna karşın görüş birliğine ulaşılan alt tema sayısı 547'dir. Bu doğrultuda yukarıda verilen uyuşum yüzdesi formülü ile yapılan hesaplamada, orman işletme şefleriyle yapılan odak grup görüşme sonuçlarının güvenilirliği %96,98 olarak ortaya çıkmıştır.

Öte yandan araştırmanın güvenilirliğini (tutarlılığını) arttırmak için bazı tedbirler de alınmıştır. Bunlar araştırma sürecinin detaylı anlatılması ve veri toplama ile analiz yöntemlerinin ayrıntılı olarak açıklanmasıdır. Öte yandan veri çözümlenmelerinin açıklandığı Bulgular bölümünde, orman işletme şeflerinin görüşlerinden doğrudan alıntılar yapılarak da güvenilirlik artırılmaya çalışılmıştır.

## 3. Bulgular

### 3.1. Yönetim kapsamındaki sorunlar ve görüşler

Orman işletme şeflerinin aşırı ve farklı görevler yüklendiği ve dolayısıyla yoğun iş yükü altında çalışıldığını belirten katılımcılardan ŞEF123 düşüncesini şu şekilde ifade etmiştir:

ŞEF123: “2011 yılında işe başladım. 2012 yılından beri işletme şeflerinin iş yoğunluğundan bahsedilerek bu iş yoğunluğunun azaltılacağı söylenmektedir. Piramidin ters döndüğünden bahsedilmektedir. Fakat yapılan her konuşma ve değerlendirmede azaltmak yerine iş yoğunluğu artmaktadır.”

Yoğun iş yükü altında çalıştığı anlaşılan ŞEF60'ın görüşleri ise şu şekildedir:

ŞEF60: “O kadar yoğun ki, ne diyeceğimi bilemedim. Bu çalışmayı yaparken bile aklımda binbir türlü ivedi, acele, çok ivedi yazılar var.”

Orman işletme şeflikleri, Orman Bölge Müdürlüğündeki tüm şube müdürlüklerinin emirlerini yerine getirmek durumundadır. Bu emirleri uygularken zorlandıklarını belirten ŞEF107, görüşlerini şu şekilde dile getirmişlerdir:

ŞEF107: “Yaptığımız işlerin ve iş kalemlerinin çok olması, her şubenin kendi işinin tam olarak yapılmasını beklemesi, ama gerek iş gücü gerek zaman olarak titizlikle takibinin yapılamayışı ve bunun yaşattığı iş ve psikolojik yükünün fazlalığı.”

Orman işletme şefliklerinde düzenlenen cetvel, evrak ve yazışmaların çok sayıda olması, kırtasiyeciliği arttırarak bürokrasi ve formalite yoğunluğuna neden olduğu ve orman işletme şeflerinin iş yükünün önemli bir kısmını oluşturduğu sıklıkla dile getirilen bir husustur. Nitekim araştırma katılımcılarından ŞEF14 bu konudaki görüşlerini aşağıdaki şekilde ifade etmiştir:

ŞEF14: “Büro faaliyetleri konusunda, özellikle cetvel konusu üzerinde zaman almasıdır. Cetvel sayısında azalma talebi, bürosal faaliyeti rahatlatacaktır. Aksi takdirde orman mühendisinin adı cetvel mühendisi olacaktır. Arazi faaliyetinin denetimi, kontrolü aksıyor ve olumsuz işler doğuruyor.”

OGM tarafından istenen birçok cetvel ve resmi yazının cevabı daha önceden orman işletme şefliklerince şube müdürlüklerine gönderilmesine rağmen, yeniden orman işletme şefliklerine gönderilerek cevap istenmesinin iş yükünü gereksiz yere arttırdığından söz eden ŞEF15'in görüşleri şu şekildedir:

ŞEF15: “Doldurulan cetvelleri, bölge müdürlüğündeki mühendisler arşivlemiyorlar ve önceki bilgileri tekrar isteyerek iş yükünü arttırıyorlar.”

Orman işletme şefliklerinden istenen cetvel ve resmi yazıların saatlik ve günlük olarak istenmesinin yoğun bir iş yükü olduğunu dile getiren ŞEF19 bu konuyla ilgili düşüncelerini aşağıdaki şekilde paylaşmıştır:

ŞEF19: “Genel müdürlüğümüzden sürekli ve ivedi olarak saatlik, dakikalık cetveller, bilgi notları istenmektedir. Şube müdürlüğünden gece yarısı bile e-posta geliyor, bilgi istiyorlar, sabah hazır olsun şeklinde.”

Araştırmaya katılan orman işletme şeflerinden ŞEF16, büro çalışmalarının ve idari işlerin yoğunluğundan dolayı teknik-sosyoekonomik konuları kapsayan ormancılığa yeterince zaman ayıramadıkları konusundan bahsetmiştir:

ŞEF16: “Teknoloji geliştikçe (örneğin EBYS uygulandığından beri) iş yükümüz daha da arttı. Bürodan dışarı araziye çıkamıyoruz.”

Uzmanlıkları dışında işler yapmak durumunda kaldıklarını belirten ŞEF104, bu konuyla ilgili düşüncelerini aşağıdaki şekilde ifade etmiştir:

ŞEF104: “Hukuki-adli işlerin, kadastro işlerinin, tapulu kesim, ORKÖY ve odun dışı ürün işlerinin işletme şefleri görev ve sorumluluklarından ayrılması gerekmektedir. Zira bu işler bizi hem enerji hem de psikolojik bakımdan yıpratmaktadır.”

Orman işletme müdürlüklerinde, uzmanlık gerektiren konular için yeni birimlerin açılmasını isteyen ŞEF2'nin bu konudaki görüşleri aşağıda sunulmuştur:

ŞEF2: “Her işletmede ağaçlandırma, izin-irtifak ve kadastro-mülkiyet şeflikleri açılmalı.”

Görüşmeler katılan orman işletme şeflerinden ŞEF76, Orman Teşkilatından alınarak diğer kurumlara devredilmesi gereken faaliyetleri aşağıdaki şekillerde ifade etmiştir:

ŞEF76: “Yangın konusu İtfaiye Teşkilatına, koruma konusu Jandarmaya ve harita-kadaastro konusu ise Kadaastro Genel Müdürlüğüne verilmelidir.”

Orman bölge müdürlüğü şube müdürlüklerindeki mühendislerin büyük kısmının ormancılık faaliyetlerinde

yeterince aktif olarak kullanılmadığı yönünde ŞEF16 tarafından dile getirilen ifadeler aşağıdadır:

ŞEF16: "*Bölge müdürlüğü şubelerindeki mühendisler, işletmelerdeki arazi çalışmalarına yardım etmek yerine cetvel takibi yapıyorlar.*"

Görüşmeler katılan orman işletme şeflerinden ŞEF14, OGM teşkilat yapısının ters piramit şeklinde yapılandığından aşağıdaki ifadeleri kullanarak şikayet etmiştir:

ŞEF14: "*OGM yönetici piramidinde en altta bulunan işletme şeflerine gereken önem verilmiyor. İş yükü oldukça fazla olan işletme şefleri her işten sorumlu tutuluyor ve ceza da kaçınılmaz oluyor. Bu durumda OGM piramidinin şekli değiştirilmelidir. Sorumluluklar paylaştırılmalıdır ve mühendis-şef dağılımı gözden geçirilmelidir.*"

Örgüt yapısı değişikliği kapsamında mevcut orman işletme şeflikleri ölçeklerinin küçültülmesi ve/veya sayılarının artırılması, orman işletme şeflerince dile getirilen bir alternatif olmuştur. Nitekim ŞEF18, orman işletme şefliklerinin sınırlarının çok geniş olduğunu aşağıdaki cümlelerle paylaşmıştır:

ŞEF18: "*En büyük sorun, şeflik alanlarının (hektar bazında) çok olmasıdır.*"

Buna karşın yeni örgütlenme biçimi kapsamında orman işletme şeflerince en fazla dile getirilen ve savunulan alternatif, uzmanlığa ve işbölümüne dayalı örgüt biçimi olmuştur. Nitekim görüşmelere katılan ŞEF74, orman işletme şefliklerinin alan büyüklüğü yerine konu temeline dayalı işbölümüne gitmesi düşüncelerini aşağıdaki şekillerde ifade etmiştir:

ŞEF74: "*Şeflikler, uzmanlık-işbölümüne dayalı yapılmalıdır. İş yüküne göre uzmanlığa dayalı şeflikler (silvikültür, işletme-pazarlama, ODOÜ şeflikleri gibi). Belki diğer işletme şeflikleri de olabilir. Mevcut durumda şefler, her konuda yarım yamalak bilgi sahibi oluyor.*"

Buna karşın orman işletme şeflerinden ŞEF24, OGM'nin örgüt yapısı kapsamında pilot orman işletme müdürlükleri kurulması gerektiğine yönelik düşüncesini aşağıdaki şekilde ifade etmiştir:

ŞEF24: "*Pilot işletme müdürlükleri kurulmalı, bilgi-eğitim-donanım ocağı olmalı ve deneyim kazandıkça başka yere atanmalı. Buradaki işletme müdürü de donanımlı olmalı ve amir inisiyatif alabilmeli.*"

Bir diğer örgüt yapısı değişikliği alternatifi olarak, görüşmeye katılan ŞEF66 tarafından orman bölge müdürlüklerinin küçültülmesi önerisi yapılmıştır. Bu öneriyi ŞEF66 aşağıdaki cümle ile belirtmiştir:

ŞEF66: "*Bölge müdürlüğünün küçültülmesi, mühendislerin işletme müdürlüklerinde görevlendirilmesi. Böylece işletmelerin güçlendirilmesi gerekir.*"

Orman bölge müdürlüklerinin kapatılması şeklinde örgüt yapısı alternatifi ise görüşmelere katılan ŞEF35 tarafından aşağıdaki şekilde dile getirilmiştir:

ŞEF35: "*... İşletmelerde işin uzmanlarının bulunması gerekmektedir. Şu anki durumda bölge müdürlüklerinin kapatılıp işletmelerin güçlendirilmesi bile düşünülebilir.*"

Buna karşın görüşmelere katılan ŞEF109 tarafından ormancılık örgütlenme biçiminin mikrohavza bazında olabileceği savunulmuştur. Bu orman işletme şefi, düşüncesini aşağıdaki cümle ile paylaşmıştır:

ŞEF109: "*Mikrohavza bazında ormancılık çalışmaları yapılabilir.*"

Yeni örgütlenme biçimi kapsamında son alternatif olarak sunulan düşünce, ŞEF124 tarafından dile getirilmiştir. Bu

orman işletme şefine göre OGM merkez yapısının kaldırılarak orman işletme şefliklerinin Belediyelere bağlanması ve çalışma konusunun rekreasyon ağırlıklı olması gerekmektedir. ŞEF124'ün bu düşüncesini dile getirdiği cümle aşağıda sunulmuştur:

ŞEF124: "*Orman Genel Müdürlüğünün merkezi yönetiminin kaldırılması, işletme şefliklerinin Belediyelere bağlanması, üretimin sınırlandırılarak rekreatif bir ormancılığın yapılması (piknik, mesire, ağaçlandırma).*"

Orman işletme şefliklerindeki mevcut teknolojik imkanlardan (EBYS, E-İzin, Geoportal vb.) faydalanmada yaşanan sorunlar ve OGM'nin yeni teknolojileri kullanımındaki yetersizlikleri görüşmelere katılan ŞEF7 tarafından aşağıdaki cümlelerle dile getirilmiştir:

ŞEF7: "*Şeflik olarak düzgün çalışmayan bilgisayar programlarıyla (Geoportal ve E-İzin gibi) çalışmakta zorunlu tutulmak boşa küreke çekmek gibi geliyor bana. Genel Müdürlük olarak bilgi teknolojileri ve bilgisayar programlarında çok geriyiz.*"

### 3.2. Personel kapsamındaki sorunlar ve görüşler

Orman işletme şefliklerinin en büyük sorunlarından birisi olan çalışanların (teknik personel, idari personel, işçi) sayısal olarak yetersizliği ŞEF108 tarafından şu sözlerle ifade edilmiştir:

ŞEF108: "*Mevcut durumda bölge müdürlüğünde 17-18 adet şube müdürlüğünün yaptığı bütün işleri, işletme şefleri tek bir çatı altında, yetersiz memur ve işçiyle (sayı olarak) tek başına yapmaktadır.*"

Buna karşın katılımcılardan ŞEF6 ise özellikle katiplerin bilgi düzeylerinin düşüklüğünü belirterek, katiplerde bulunması gereken niteliklere yönelik görüşlerini aşağıdaki şekilde paylaşmıştır:

ŞEF6: "*Katip varsa da nitelikleri zayıf. 4c kapsamında diğer kurumlardan geliyorlar veya işçiler. katiplerin eğitimi olması, maliye-muhasebe-bilgisayar gibi konularda hizmet içi eğitimlere tabi tutulması gerekir. Yani nitelikli ara ve tali eleman ihtiyacı var. Nitelikli olan katipler de, işletmelerin muhasebe birimlerinde işlendiriliyor.*"

Orman işletme müdürlüklerindeki kadaströ-mülkiyet çalışmalarında işlendirilmek üzere harita mühendisi veya teknikerine ihtiyaç olduğunu belirten ŞEF75 düşüncesini şu cümlelerle ifade etmiştir:

ŞEF75: "*İşletmelerde harita mühendisi veya teknikeri görev almalı ve kadaströ işlerinde onlarla çalışılmalıdır.*"

Katılımcılardan ŞEF18, görevde yükseltmelerde adaletli olunmasına dair düşüncesini aşağıdaki şekillerde ifade etmiştir:

ŞEF18: "*Görevlendirmelerde liyakata uyulmuyor, haksızlıklar yapılıyor. Görevde yükseltmelerde yazılı sınav olmalı, ancak mülakat kalkmalıdır.*"

Rotasyonda orman işletme şefleri için uygulanan 5 yıllık sürenin çok kısa olduğu, bunun 7 yıla çıkarılması gerektiğini savunan ŞEF34'ün görüşleri aşağıdaki gibidir:

ŞEF34: "*Rotasyonda 5 yıl süre çok az süre, 7 yıl gibi olabilir. Şu anda 3 yıl bitti, rotasyonu düşünmeye başladım. İster istemez kafayı meşgul ediyor. Bu süre 7 yıla uzatılmalı.*"

Görüşmelere katılan orman işletme şeflerinden ŞEF8, üst yönetim tarafından çeşitli şekillerde tehditkâr davranışlara uğradıklarına ve bunun moral ve

motivasyonlarını olumsuz olarak etkilediğine yönelik düşüncelerini şu cümlelerle açıklamıştır:

ŞEF8: “Üst yöneticiler, şeflere karşı karıcı ve tehditkâr davranmamalıdır.”

Siyasetin teşkilat ve orman işletme şefleri üzerindeki baskısı konusunda, görüşmeye katılan ŞEF61’in düşünceleri aşağıdaki gibidir:

ŞEF61: “Diğer kurumlarda olmadığı kadar, bizim kurumumuzda siyaset her konuda etkin bir şekilde rol oynamaktadır.”

ŞEF42 göreve yeni başlayan orman mühendislerinin belirli bir süre (2 yıl) orman işletme şeflerinin yanında refik olarak çalıştırılması, böylece hem orman işletme şeflerinin iş yüklerinin azaltılması hem de yeni mühendislerin eğitiminin sağlanmasına yönelik düşüncelerini aşağıdaki şekilde dile getirmiştir:

ŞEF42: “Yeni başlayan orman işletme şeflerine en az 2 yıl refik olarak çalıştırılması. Böylece hem şeflerin iş yükleri azaltılsın hem de yeni başlayan şeflerin eğitimi sağlansın.”

Araştırmadaki görüşmelere katılan orman işletme şeflerinden ŞEF42, iş güvenliği konusundaki çekince ve endişelerine aşağıdaki cümlelerle değinmiştir:

ŞEF42: “Diğer kanunların (İş Güvenliği Kanununun) şeflik işlerimizde uygulanabilirliğinin olmaması, bu tür kanunlar ile uygulamada sorunlar yaşıyoruz.”

### 3.3. Özlük hakları kapsamındaki sorunlar ve görüşler

Araştırmanın katılımcılarında ŞEF98, fazla mesai konusundaki görüşlerini aşağıdaki sözlerle paylaşmıştır:

ŞEF98: “Çalışma hayatımda başlıca sorunlar, çalışma zamanının belirsizliği, 24 saat işten kurtulamayıp günlük stresten kurtulamama durumu.”

Öte yandan orman işletme şeflerinin yukarıda açıklanan resmi çalışma saatleri dışındaki çalışmaları için fazla mesai ücreti alması gerektiğini belirten ŞEF3’ün görüşleri aşağıdaki şekildedir:

ŞEF3: “İşçiler fazla çalıştığında, çalıştığı her fazla saat için ücret alırken, memurların almaması. Memurlar da fazla mesai ücreti almali.”

Orman işletme müdürlüklerindeki teknik personel sayısındaki yetersizliğin bir sonucu olarak birçok orman işletme şefi, diğer orman işletme şefliklerindeki veya müdür yardımcılığındaki çalışmaları da yapmak üzere vekaleten görevlendirilmektedir. Bu durum zaten kendi iş yükleri yoğun olan orman işletme şeflerinin, daha da zorlanmasına ve verimliliklerinin düşmesine neden olmaktadır. Görüşmelere katılan orman işletme şeflerinden ŞEF78, vekalet görevlerine ilişkin düşüncelerini aşağıdaki cümlelerle ifade etmiştir:

ŞEF78: “İşletme şefliği görevine ilave olarak yapılan, tayin olmuş şefliklerin vekaleten görevini yapmak önemli bir iş yükü oluşturmaktadır.”

Görüşmelere katılan ŞEF62 ise orman işletme şeflerinin zor arazi koşullarında çalışması, yangınla mücadele çalışması yürütmesi, korumalarda kolluk görevine sahip olması gibi olumsuz şartlarda çalışmalar yapması nedeniyle, orman işletme şeflerine yıpranma tazminatı verilmesi gerektiğine yönelik düşüncesini şu şekilde paylaşmıştır:

ŞEF62: “Meslekte yıpranma hakkımızın olduğunu düşünüyorum. 7/24 mesai kavramıyla çalışıp, yangın gibi ağır şartlarda çalışıp manen ciddi anlamda ve de sağlık olarak yıpranıyorsak, yıpranma payımızın olduğunu düşünüyorum.”

Görüşmelere katılan ŞEF101, orman işletme şefliklerinin iş, görev ve sorumluluk tanımlarının yapılmasına ve bunun OGM web sayfasına konularak gerektiğinde güncellenmesine yönelik düşüncelerini aşağıdaki sözlerle açıklamıştır:

ŞEF101: “İşletme Şeflerinin görev (iş) tanımlarını gösteren başucu kitabı şeklinde yetkileri-sorumlulukları, hangi işleri nasıl yapacağını gösteren, sorunlarını nasıl çözeceğini açıklayan, ne tür faaliyetler yaptığını belirten bir kitabın internete konulması ve güncellenmesi.”

Araştırmanın katılımcılarından ŞEF39 ise performans kriterlerinin belirlenerek ölçülmesini, buna göre döner sermayeden primli ücretlendirme sistemine geçilmesini şu şekilde dile getirmiştir:

ŞEF39: “Çalışanla-çalışmayan, sorumlu olanla-olmayan, başarılı olanla-başarısız olan ayrılısın. Şeflik itibarıyla başarı (performans) kriterleri belirlensin, ölçülsün. Buna göre ödül, teşvik ve döner sermayeden primli ücretlendirme sistemine geçilsin.”

Araştırmadaki görüşmelere katılan ŞEF55, özellikle yazın yangın sezonunda resmi yıllık izinlerini kullanamadıklarına ve bunun özel hayatlarını olumsuz etkilediğine yönelik düşüncelerini aşağıdaki şekilde aktarmıştır:

ŞEF55: “İşletme müdürlüklerinde özellikle yangın bölgelerinde yıl 12 ay iş olmasından dolayı izin planlaması yapılmamakta, bu da aile hayatını olumsuz etkilemektedir.”

Görüşmelere katılan ŞEF90, orman işletme şeflerinin mesai dışı ve hafta sonlarında serbest olamadıklarına ve özel hayatlarına ayıracak yeterli zamanı bulamadıklarına ilişkin görüşlerini aşağıdaki şekilde paylaşmıştır:

ŞEF90: “Mesai saatleri içinde veya fazla mesai yapılan veya nöbetçi olduğumuz zamanlar dışında bile devamlı işletme merkezinde bulunulmasını isteme. Seyahat özgürlüğünün kısıtlanması, aile hayatının unutulması (mesai kavramı).”

### 3.4. Eğitim kapsamındaki sorunlar ve görüşler

Görüşmeye katılan orman işletme şeflerinden ŞEF77, aşağıdaki cümleyle Orman Fakültelerindeki eğitimin uygulamadan uzak olduğuna vurgu yapmıştır:

ŞEF77: “Şefler, yeni göreve başladığında, soracakları-danışacakları kimse olmuyor. Özellikle müstakil şefliklerde. Fakültedeki eğitim, bir evrakın nasıl havale edileceğini bile göstermiyor, uygulamadan uzak bir eğitim.”

Araştırmanın katılımcılarından ŞEF116, hizmet içi eğitimlerin önemine aşağıdaki şekilde değinmiştir:

ŞEF116: “Personelin düzenli aralıklarla hem motivasyon hem de bilgilendirme amaçlı hizmet içi eğitimlerin ihtiyaca göre düzenlenmesi.”

Araştırmaya katılan orman işletme şeflerinden ŞEF55, ara eleman eğitiminin OGM tarafından yapılmamasına yönelik eleştirisini şu şekilde ifade etmiştir:

ŞEF55: “Ara eleman eğitimi OGM tarafından yapılmadığı için, yaptığı iş ile ilgili bilgisi olmuyor. Bu da işlerin büyük çoğunluğunun şefler tarafından yapılmasına sebep oluyor.”

Orman işletme şeflerinden ŞEF18 ise orman işletme şeflerinin uygulamaları yerinde görmesinin ve öğrenmesinin daha etkili olacağını, bu nedenle daha çok teknik gezi düzenlenmesine ilişkin görüşünü aşağıdaki cümleyle açıklamıştır:

ŞEF18: “İşletme şefleri daha çok teknik geziye katılmalıdır. Uygulamada öğrenilen unutulmamaktadır.”

#### 4. Tartışma, sonuçlar ve öneriler

##### 4.1. Yönetim kapsamındaki tartışma, sonuçlar ve öneriler

Orman işletme şeflerinin aşırı ve farklı görevler yüklendiği ve sorumluluklarının ne kadar geniş olduğu, yapmakla yükümlü oldukları iş çeşitlerinin sayıca ne kadar fazla olduğu ile anlaşılmaktadır. Nitekim Şafak vd. (2015) Denizli Orman İşletme Müdürlüğünde gerçekleştirdikleri iş analizi çalışmasında, bu müdürlük için potansiyel 2263 iş çeşidi saptamış ve bunların 2189'unun bu müdürlükte yapıldığını belirtmiştir. Bu kadar iş çeşitliliği altında orman işletme şeflerinin iş yükleri çok ağırlaşmakta, sorumlulukları genişlemekte, çalışma koşulları ağırlaşmakta ve kendilerinde yoğun stres oluşturmaktadır. Bu nedenle orman işletme şeflerinin iş yüklerini azaltıcı yeni düzenlemeler yapılması gerekmektedir.

İş yükünün bir diğer önemli nedenlerinden birisi, orman işletme şefliklerindeki kırtasiyeciliğin, bürokrasini ve formalitenin yoğunluğudur. Halen orman işletme şefliği ile ilgisi olmayan resmi yazılar yazıldığından, hızla cevaplar istendiğinden ve bu durumun Elektronik Belge Yönetim Sistemi (EBYS) ortamına geçilmesiyle arttığından şikayet edilmektedir. Orman işletme şefliklerinde kırtasiyeciliğin, bürokrasi ve formalitenin önüne geçilerek cetvel, evrak ve yazışma yoğunluğu azaltılmalıdır. Bu kapsamda özellikle orman bölge müdürlüklerindeki şube müdürlüklerinden istenen cetveller ve bilgi notları yeniden sınıflandırılarak sayı ve çeşitliliği azaltılmalıdır.

Araştırmaya katılan orman işletme şeflerinin birçoğu tarafından ormancılık faaliyetleriyle doğrudan ilgisi olmadığı düşünülen, daha çok diğer kurumların görev alanına giren ve bu kurumlarca daha etkin şekilde yönetileceği düşünülen işlerin (mesire yerleri, ekoturizm, orman içi sular, harita-kadastro vb.), ilgili kurumlara aktarılması savunulmuştur. Öte yandan ORKÖY (Orman ve Köy İlişkileri) faaliyetlerinin orman köylülerinin desteklenmesi açısından önemli çalışmalardan olması nedeniyle, her orman işletme müdürlüğünde birer ORKÖY şefliğinin kurulması önerilmektedir.

Çalışmaya katılan orman işletme şefleri, orman bölge müdürlüklerinde bulunan şube müdürleri ve şube mühendislerinin mevcut yapılarıyla orman işletme şeflerinin iş yüklerini azaltmada etkisiz ve yetersiz olduklarını, sorumlulukları paylaşmadıklarını ve ormancılık faaliyetlerine aktif, doğrudan ve etkin olarak katılmadıklarını vurgulamışlardır. Orman bölge müdürlüklerindeki şube müdürleri ve şubelerdeki mühendislerin orman işletme şeflerine iş yüklerini hafifletmede yeterli katkıyı vermesi, çalışmalara aktif katılım sağlaması, sorumlulukları paylaşması ve iş yükünü azaltması gerekmektedir. Bu doğrultuda orman bölge müdürlükleri ve dolayısıyla şube müdürlükleri hiyerarşik ve bürokratik bir makam olmaktan çıkarılarak mevcut yapının değiştirilmesi ve uygulamaya etkin katılan birimler haline dönüştürülmesi gerekmektedir.

Orman Bölge Müdürlüklerindeki personel dağılımı incelendiğinde, personelin genelde il merkezlerinde yığıldığı görülmektedir. Buna karşın OGM'deki norm kadro sayılarına göre özellikle mahrumiyet bölgelerindeki orman işletme şefliklerinde çalışanların sayısı oldukça azdır. Zira

orman işletme şefliklerinin çalışma koşulları, görev ve sorumluluklarının fazla olması, idareci ve siyasetçi baskılarına maruz kalmaları, mesai saatlerinin belirli olmaması ve yaşadıkları diğer sorunlar, orman mühendislerinin aktif orman mühendisliği görevlerini bırakarak orman bölge müdürlüklerinde atıl konuma geçmelerine neden olmaktadır. Bu nedenle motive edici tedbirlerle orman işletme şefliklerindeki mühendis açığının giderilmesi ve mühendis-şef dağılımının yeniden değerlendirmeye alınması gerekmektedir.

Her ne kadar ormanlık alan dışında yer alan alanların da büyük bir orana ulaştığı yerler bulunsa da, araştırmaya katılan orman işletme şefleri şeflik sınırlarının çok geniş olduğunu sıkça dile getirmiştir. Orman işletme şefleri böylesi geniş alanlarda biyolojik, teknik, sosyoekonomik ve yönetsel faaliyetleri bir uyum içerisinde yürütmekle sorumludur. Bu kadar çeşitlilik gösteren faaliyetlerin bir bütün olarak büyük alanlarda uygulanmanın ve devamlılığını sağlamanın güç bir görev olduğu açıktır. Bunun sonucu olarak orman işletme şefleri çok fazla iş yüküne sahip olmakta ve çok çeşitli görevlerinin olmasıyla yönetimde güçlükler yaşamaktadır. Bu nedenle orman işletme şeflerinin sorumlu oldukları alan sınırlarının azaltılması (ölçeklerinin küçültülmesi ve/veya sayılarının arttırılması) yoluyla ormancılık çalışmalarının daha etkin bir şekilde yürütülmesi sağlanmalıdır.

OGM'nin merkez teşkilatı zaman zaman farklı yapılanmalara gitse de, taşra teşkilatı olan Orman İşletme Müdürlüklerinin örgüt yapıları 1945 yılından günümüze kadar ciddi anlamda bir değişikliğe uğramamıştır (Eratilla, 2013). Araştırmaya katılan orman işletme şeflerince orman işletme müdürlüklerinin örgüt yapısında değişiklik yapılması gündeme getirilmiş ve en çok savunulan yeni örgüt biçimi olarak orman işletme şefliklerinin alan temeline göre iş bölümü yapması yerine konu temeline göre yapılanması, farklı orman mühendisleri arasında aktif ormancılığın yapıldığı orman işletme müdürlükleri ölçeğinde iş bölümüne gidilmesi, yani uzmanlığa ve iş bölümüne dayalı örgüt biçimi belirtilmiştir. Bilginin, uzmanlığın, iş bölümünün, araştırmanın öne çıkması ve ödüllendirilmesi de, uygulayıcı birimlerin araştırmaya ve bilime talepçi kuruluşlar haline getirilmesi, araştırma-uygulama işbirliğinin sağlanması ve araştırma sonuçlarının uygulamaya aktarılmasını sağlayacaktır (Daşdemir, 1996; 2012; 2016b). Bu kapsamda bir başka alternatif olarak orman bölge müdürlüğünde bulunan şube müdürlüklerinin karşılıklarının orman işletme müdürlüğünde şeflik veya mühendislik olarak bulunması ve bu teknik elemanların uzmanlaşmasının sağlanması belirtilebilir. Bu durumda iş yoğunluğu az olan birimlerin, birkaç orman işletme müdürlüğünde görevlendirilmesi de düşünülebilecektir.

Ancak bu noktada orman fakültelerinin belli disiplinler ve uzmanlıklar itibarıyla aralarında iş bölümüne gitmeleri ve buna göre seçenekli eğitim programları oluşturmak suretiyle Orman Teşkilatındaki konu temeline iş bölümüne ortam hazırlamaları gerekmektedir. Her ne kadar halen seçimlik ders gruplarıyla eğitimde uzmanlaşma eğilimleri başlamış olsa da, orman fakülteleri eğitiminde uzmanlaşmanın daha da geliştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu kapsamda ilk iki yıl tüm ormancılık bölümlerinde temel ormancılık eğitimi verildikten sonra, daha sonraki son iki yılda öğrencinin seçimine dayalı olarak istenilen bölümün dersleri alınarak mezun verilebilir. Ya da Daşdemir (2007)'de önerildiği şekilde, en azından, V. yarıyıldan itibaren



seçimlik dersler, biyolojik-ekolojik, sosyal-ekonomik, teknik vb. şeklinde gruplandırılarak, herhangi bir grubun blok halinde seçilmesi ve böylece uzmanlaşma sağlanabilir. Ancak bu noktada ormancılığın dar kapsamlı bir etkinlik olarak algılanmaması, özellikle sosyal ve ekonomik boyuta da önem verilmesi ve bu konularda gerekli eğitimin verilmesi, öğrencide vizyon ve misyon oluşturulması gerekmektedir (Daşdemir ve Atmış, 2008). Öte yandan orman mühendislerinin istihdam edilme durumları dikkate alındığında, yeni orman fakültelerinin açılmaması, eğitim-öğretim kalitesinin artırılması bakımından mevcut öğrenci kontenjanlarının makul seviyelerde tutulması ve kimi orman fakültelerinde açık olan ikinci öğretimlerin de kapatılması gerekmektedir (Daşdemir, 2013; 2014).

Öte yandan hangi orman işletme müdürlüklerinde, ismi şeflik, başmühendislik vb. her ne olursa olsun, hangi birimlerin (sorumluluk alanlarının) bulunması gerektiği ve dolayısıyla sayılarının ne olacağı şeklindeki soruların da cevap bulması gerekmektedir. Bu kapsamda ilgili orman işletme müdürlüğündeki mevcut orman kaynaklarına yönelik işlevler (odun hammaddesi, otlatma, su üretimi, odun dışı ürünler vb.) ve bu orman işlevlerinin önem ve öncelikleri, her bir orman işletme müdürlüğündeki birim kurma kararlarına kılavuzluk yapabilecektir. Bu kapsamda İzmir (Geray vd., 2007), Mersin (Yılmaz vd., 2010), Bartın (Güngör, 2010), Adana (Yılmaz vd., 2015) ve Antalya (Yılmaz, 2015) orman işletmeleri için, farklı metodolojiler kullanılarak “işlev önceliklerinin belirlenmesi” çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Ancak çok daha basit ve hızlı değerlendirmeler yaparak genel bir kanı edinmeye imkan veren birçok yaklaşımın mevcut olduğunu da belirtmek gerekir.

Her ne kadar ormancılık bilim ve uygulamalarına katkı sağlayabilecek teknolojik gelişmeler hızla yaşansa da, araştırmaya katılan orman işletme şefleri bu olanaklardan ve gelişmelerden ormancılık sektörünün yeterince faydalanmadığını düşünmektedir. Halen kullanılan EBYS, E-İzin ve Geoportal gibi teknolojik sistemlerin orman işletme şeflerinin iş yüklerini azaltması beklenirken, aksine yavaş işlemleri nedeniyle işleri zorlaştırdıkları ve anlamsız buldukları dile getirilmiştir. Yine bu teknolojik sistemler nedeniyle orman işletme şefleri zamanlarının büyük kısmını arazide ve orman içerisinde geçirmesi gerekirken, büroda geçirmek zorunda kaldıklarına inanmaktadır. Öte yandan Ünal (2016) tarafından Orman Teşkilatında teknik altyapı sorunu (teknolojinin hızla değişmesi, gerekli olan donanım ve yazılımın güncellenme sorunu) bulunduğu belirtilmektedir. Tüm bu nedenlerle gelişen iletişim ve teknolojik imkanlardan ileri ölçüde faydalanma yoluna gidilerek orman işletme şeflerinin iş yükleri azaltılmalı ve çalışmaların kısa zamanda ve az emek harcayacak şekilde etkin ve verimli olarak yürütülmesi sağlanmalıdır.

#### 4.2. Personel kapsamındaki tartışma, sonuçlar ve öneriler

Araştırmaya katılan orman işletme şeflerinin çoğu, orman işletme şefliklerinde başta teknik personel olmak üzere tüm personel sınıflarında görev yapan personelin yetersiz olduğunu dile getirmiştir. O halde orman işletme şefliklerinin en önemli sorunlarından birisi olarak, personel yetersizliğini belirtmek mümkündür. Bu durum orman işletme şefliklerindeki ormancılık çalışmalarının verimli ve etkin bir şekilde yerine getirilmesini engellemekte, çalışma şartlarını olumsuz yönde etkilemekte, mevcut personelin iş

yükünü daha da arttırmakta, personel verimliliğini düşürmekte ve çözülmesi gereken önemli bir sorun olarak dikkat çekmektedir. İşlerin yürütülmesi ve takibinde aksaklıklara yol açmamak açısından orman işletme şefliklerindeki personel yetersizliği sorunu çözümlenmelidir.

Orman işletme şefliklerine diğer kurumlardan ormancılık konusunda hiçbir bilgi ve deneyime sahip olmayan kişilerin personel (özellikle katip) olarak atanması, orman işletme şefliklerindeki çalışmalarını daha da zorlaştırmaktadır. Zira orman işletme şefleri, mevcut işlerine ek olarak bu personeli eğitmek için sürekli çaba harcayarak iş yüklerini arttırmakta ve istenilen verimliliğe ulaşamamaktadır. Bu nedenle katiplerin yükseköğretim mezunu, maliye-muhasebe-bilgisayar gibi konularda eğitilmiş ve yüksek nitelikli kişiler arasından seçim yapılarak atanması gerekmektedir.

Orman işletme müdürlüklerindeki tekniker, teknisyen gibi ara elemanların sayısı geçmişe göre oldukça azalmıştır. Dolayısıyla orman işletme şefliklerindeki çalışmaların da eldeki sayıca az ve niteliği sınırlı personelle yürütülmeye çalışılması, çalışma şartlarını ve verimliliği düşürmektedir. Araştırmadaki görüşmelere katılan orman işletme şefleri, özellikle kadaströ-mülkiyet konularındaki bilgilerinin yetersizliğinden bahsetmiş ve bu çalışmaların orman işletme müdürlüklerinde sözleşmeli veya kadrolu çalıştırılacak harita mühendisi veya teknikerlerince yürütülmesini talep etmiştir. O halde orman işletme şefliklerindeki kadaströ-mülkiyet ve haritacılık gibi ihtiyaç duyulan konularda eğitim kurumlarından mezun nitelikli uzman personelin istihdam edilmesi, orman işletme şefinin iş yükünü ve verimliliğini arttıracaktır. Ancak bu uzman personelin orman işletme şefi olarak çalıştırılmaması önem taşımaktadır.

Araştırmaya katılan orman işletme şefleri, işlerindeki yükselme ve ilerleme kriterleri olarak nesnel kriterlerin değil, siyasi nedenler, kişisel yakınlık ve kayırma kriterlerinin önde geldiğini, yükselme ve ilerlemede adaletli davranılmadığını, liyakate dayalı yükselme ve ilerleme sisteminin olmadığını ve bu konuda OGM’de geçerli kriterlere uyulmadığını düşünmektedir. Dolayısıyla orman işletme şefleri, Orman Teşkilatında yükselme ve ilerleme olanaklarını yetersiz görmekte, bu durum ise performans düşüşüne ve gelecek beklentilerinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Bu nedenle personel yükseltme ilerletmelerinde, OGM’nin ilgili yönetmeliğinde belirtildiği gibi uzmanlığa, kıdem ve liyakat sistemine titizlikle uyulması, bu sistemin eşitlik içinde uygulanması ve yükseltme ve ilerletmelerin nesnel kriterlere bağlanarak orman işletme şeflerinin güvenlerinin sağlanması önem arz etmektedir.

Rotasyon (atama ve yer değiştirme) yönetmeliği kapsamında orman işletme şefinin aynı bölgede görev yapma süresi 5 yıl olarak düzenlenmiştir. Dolayısıyla bir bölgede 5 yıl kalan bir orman işletme şefi, daha sonra ormancılığın farklı konularının ağırlıkta olabileceği bir başka bölgeye tayin edilmektedir. Buna karşın ormancılığın verimli şekilde yapılabilmesi için, bölgedeki orman kaynaklarının ve toplumun her açıdan tam olarak bilinmesi gerekmektedir. Ancak rotasyon uygulamasındaki 5 yıl sınırlamasıyla bu durumun gerçekleşmeme olasılığı bulunmaktadır. Bir başka ifadeyle çalışma alanlarında biyolojik, teknik, sosyoekonomik, kültürel ve yönetsel faaliyetlerin çok çeşitlilik göstermesinden dolayı, orman işletme şeflerinin aynı bölgede uzunca bir süre görev

yapması önem taşımaktadır. Zira bu şekilde çalışma objesi olan ormanı ve toplumu tanıyabilecek ve daha verimli olarak çalışabilecektir. Bu nedenle ormancılık faaliyetlerinin başarılı bir biçimde uygulanması için, teknik personelin çalıştıkları bölgeyi tanımalarına fırsat vermeyecek şekilde çok sık görev yerinin değiştirilmemesi gerekmektedir.

Araştırmadaki görüşmelere katılan bazı orman işletme şefleri yöneticileriyle olan iletişimde sorunlar yaşadığını, amirleriyle etkili iletişim kuramadıklarını, işyerinde aşırı disiplin ve baskı yaşandığını, üst yönetimle birlik ve beraberlik ortamının hissedilemediğini, üst yönetimin orman işletme şefleri arasında gruplaşmalara neden olduğu ve böylece orman bölge ve işletme müdürlüğünün hiyerarşik yapısı içerisinde idareciler ile bunların astları olan orman işletme şefleri arasında mesafeli bir ilişki yaşandığını belirtmiştir. Bu orman işletme şefleri, idarecilerini bir baskı unsuru olarak görmektedir. Bu durum ast-üst konumunda çalışan teknik elemanlar arasında güvensiz bir çalışma ortamı oluşturmakta olup, özellikle iş yerinde stresi artırıcı bir ortama neden olabilmektedir. Öte yandan pek çok toplum kesimi, vatandaş veya Orman Teşkilatı çalışanı da siyasi bağlantıları sayesinde orman işletme şeflerine baskı yapabilmektedir. Tüm bu nedenlerle orman işletme şeflerinin her tür idareci ve siyasetçi baskısından kurtarılarak, idareci dayatmalarından ve partiler siyasasından korunmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

Araştırmaya katılan orman işletme şeflerince, eskiden olduğu gibi orman işletme şefi olarak atanacak deneyimsiz orman mühendislerinin atamaları yapılmadan önce, meslek öncesi eğitim ve ön bir staj olarak, uzman ve konusunda deneyimli ve profesyonel hale gelmiş bir orman işletme şefinin yanında belli bir süre refik olarak çalışmasının faydalı olacağı belirtilmiştir. Böylece hem orman işletme şeflerinin iş yüklerinin azaltılması hem de bilgi ve tecrübe açığı olan orman mühendislerinin eğitimlerinin sağlanması mümkün olabilecektir.

Araştırmadaki görüşmelere katılan orman işletme şeflerince de önerildiği gibi, iş güvenliği konusunda bir sigorta veya fon oluşturulması ve iş güvenliği kazaları konusunda herhangi bir dava söz konusu olduğunda bu sigorta veya fondan masrafların ve olası tazminatların karşılanması uygun olacaktır.

#### 4.3. Özlük hakları kapsamındaki tartışma, sonuçlar ve öneriler

Araştırmadaki görüşmelere katılan orman işletme şefleri çalışma tempolarının genel olarak yoğun olduğunu, hafta sonu ve mesai dışı çalışmaların sıklıkla yaşandığını, bu nedenle yapmakla yükümlü oldukları işleri yürütebilmeleri için normal mesai saatlerinin yetersiz olduğunu dile getirmiştir. Böylece orman işletme şeflerinin 7 gün 24 saat görevleri başında olmaları, yıpratıcı bir durum oluşturmaktadır. Bu nedenle orman işletme şeflerinin çalışma saatlerinin ayarlanması, mesai saatleri dışında, hafta sonunda ve diğer resmi tatillerde orman işletme müdürlüğündeki tüm çalışanlar arasında nöbet esasına dayalı iş bölümü ve yardımlaşmayı içeren vardiya sistemine geçilmesi uygun olacaktır.

Fazla mesai ücreti hakkı yasal güvence altına alınmış olsa da, araştırmaya katılan orman işletme şeflerinin çoğunluğu ormancılık faaliyetlerinden dolayı fazla mesai yapmak zorunda kaldıklarını, ancak yapmış oldukları fazla mesainin karşılığı olan fazla mesai ücretini alamadıklarını

dile getirmiştir. Bu nedenle orman işletme şeflerinin motivasyonlarını artırma yönünde, yasal hak olan resmi çalışma saatleri dışında kalan (özellikle yangın mevsimi dışındaki) çalışmalara yönelik fazla mesai ücretinin orman işletme şeflerine ödenmesi gerekmektedir.

Orman işletme müdürlüklerindeki teknik eleman sayısının yetersizliğinden dolayı birçok orman işletme şefi, diğer orman işletme şefliklerine veya müdür yardımcılığı görevlerine de vekalet etmek durumunda kalmaktadır. Bu durum zaten kendi çalışma alanları geniş ve iş çeşitliliği yoğun olan orman işletme şeflerinin iş yüklerini ve sorumluluklarını daha da arttırmakta ve verimliliklerinin düşmesine neden olmaktadır. Üstelik bu vekalet görevi herhangi bir ek ücret veya diğer bir sosyal hak alınmadan yapılmaktadır. Bu nedenle vekaleten bakılan orman işletme şeflikleri için yeni orman mühendislerinin işe alınması ve bu mümkün olmazsa motivasyon artırıcı bir önlem olarak vekaleten bakılan her bir görev için vekalet ücreti ödenmesi faydalı olacaktır.

Araştırmaya katılan orman işletme şefleri kendilerine yönelik iş, görev ve sorumluluk tanımlarının yapılmamasını şikayet etmiştir. Bu nedenle orman işletme müdürlüklerinde iş analizi çalışmalarıyla işlerin içerdiği görev, sorumluluk ve çalışma koşulları ile bu işleri yapacaklarda bulunması gereken nitelikler ortaya konmalı ve bunlara dayalı olarak iş tanımları oluşturulmalıdır. Böylece işlerin özellikleri, içerdiği görevleri ve ilgili kişilerin sorumlulukları açıkça tanımlanmalıdır. Ardından bu bilgiler OGM web sayfasına konularak ilan edilmeli ve gerektiğinde güncellenmelidir.

Orman Teşkilatında ödül ve teşvik konularında akılcı ve nesnel düzenlemelere gidilmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu kapsamda performans kriterlerinin belirlenmesi ve başarı ölçümlemesine dayanan yeni bir ödül, teşvik ve ücretlendirme (primli ücret) sisteminin kurulması ve Orman Teşkilatına kazandırılması gerekmektedir. Böylesi bir anlayışa bu araştırmaya katılan orman işletme şefleri değindiği gibi, daha önce ormancı yönetici ve mühendis çalışanlarla (Daşdemir, 1996; 1998; 1999; Yaman, 2010) ve araştırmacılarla (Daşdemir, 2012) yapılan bazı araştırmalarla da ulaşılmıştır.

Olağanüstü durumlar çıkabileceğinden ötürü orman işletme şefliği çalışmalarının önceden programlandığı şekilde yürütülmesi zordur. Bu durum orman işletme şeflerinin zaman yönetiminde sorun oluşturmakta, istedikleri zamanda ve tam olarak yıllık izinlerini kullanma hakkını ortadan kaldırmakta ve özel hayatlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu kapsamda araştırmaya katılan orman işletme şefleri özellikle yangın sezonunda resmi yıllık izinlerini kullanamadıklarından şikayet etmiştir. Bu nedenle en azından yazın vardiya sistemine geçilerek orman işletme şeflerinin 10-15 gün de olsa yıllık izinlerinin kullanılmasını faydalı olacaktır.

Her kademedeki çalışan için olduğu gibi orman işletme şefleri için de, çalışma hayatları dışında kendilerine ve ailelerine zaman ayırma ihtiyacının karşılanması önemli bir konudur. Bu doğrultuda resmi çalışma saatlerine uygun olan ve hafta sonu çalışma ihtiyaçlarını ortadan kaldıracak vardiya sistemi gibi düzenlemeler yapılarak, fazla mesai yapma zorunluluğunun azaltılması ve özel hayata ayrılan zamanın artırılması gerekmektedir.

#### 4.4. Eğitim kapsamındaki tartışma, sonuçlar ve öneriler

Hem hizmete başlamadan önceki üniversite düzeyinde eğitim hem de kurum tarafından verilen hizmet içi eğitim önem taşımaktadır. Bu konu biyolojik, teknik, sosyoekonomik, kültürel ve yönetsel boyutları olan çalışmalar yapan ve kendilerini sürekli geliştirmesi ve yenilemesi gereken orman işletme şefleri için daha büyük önem taşımaktadır.

Orman Teşkilatı, orman işletme şefliğinin eğitim eksikliklerini gidermek, ormancılık sorunlarını yönetmede ve çözüme yaşadıkları sorunları gidermek ve yeterli bilgilerle donatmak üzere hizmet içi eğitim programları düzenlemektedir. Ancak görüşme yapılan orman işletme şefleri arasında fakülteedeki eğitimin ve hizmet içi eğitimlerin yeterli görülme oranı düşük kalmıştır. Nitekim orman işletme şefleri fakülteedeki eğitimin uygulamadan uzak olduğundan ve hizmet içi eğitimin sürekli olmadığından şikayet etmiş ve yaptıkları veya yapacakları işlere yönelik hizmet içi ve sürekli eğitime ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır.

Tüm bu açıklamalara göre hizmet içi ve sürekli eğitimin birikim ve eğitimdeki yetersizlikleri giderecek şekilde kurumsallaştırılması, değişen görelilikler ve bilgi-beceri boşluklar dikkate alınarak yeniden ve akademik ve araştırma çevreleriyle ortaklaşa çalışma yapılmak suretiyle programlanması ve uygulanmasına ait kalıcı bir düzenin orman işletme şeflikleri için oluşturulmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

#### Açıklama

Bu makale, 2014-2017 yıllarında T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne gerçekleştirilen ve OGM Araştırma İhtisas Grupları Toplantısında yayınlanması yönünde karar verilen 19.7712/2014-2017 nolu Araştırma Projesinin Sonuç Raporunun bir bölümünün özetidir.

#### Kaynakça

Creswell, J.W., 2007. Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing among Five Approaches. Sage Publication, USA.

Creswell, J.W., Pland Clark, V.L., Gutmann, M.L., Hanson, W.E., 2003. Advanced Mixed Methods Research Design. In Tashakkari and Teddlie (Eds.), Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research, pp: 209-240.

Daşdemir, İ., 1996. Orman işletmelerinin başarı düzeylerinin belirlenmesi (Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesi örneği). Orman Bakanlığı, Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten Yayın No: 1, ISSN 1300-9478, Erzurum.

Daşdemir, İ., 1998: Devlet orman işletmelerinin yönetsel ve örgütsel boyutlarının belirlenmesi. Orman Bakanlığı, Doğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Rapor Yayın No:3, ISSN 1300-9486, Erzurum.

Daşdemir, İ., 1999. Çağdaş ormancılık anlayışı ve örgüt yapısı. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 1(2): 25-47.

Daşdemir, İ., 2007. Türkiye’de orman mühendisliği eğitiminin yeniden yapılandırılması konusunda bazı değerlendirmeler. Orman ve Av Dergisi, 5:6-12.

Daşdemir, İ., 2012. Türkiye ormancılığında araştırma-uygulama işbirliğinin geliştirilmesi ve araştırma sonuçlarının uygulamaya aktarılması üzerine düşünceler. Kuruluşunun 60. Yılında Ormancılık Araştırma Enstitüleri Dünü, Bugünü ve Geleceği Sempozyumu, 7-9 Kasım, Bolu, s. 114-126.

Daşdemir, İ., 2013. Türkiye’de ve Bartın orman fakültesinde orman mühendisliği eğitimi. 1857’den Günümüze Ormancılık Eğitim-Öğretim Çalıştayı, Bildiriler Kitabı, 17-19 Kasım, İstanbul, s.187-203.

Daşdemir, İ., 2014. Türkiye’de ve Bartın orman fakültesinde orman mühendisliği eğitimi. Orman Mühendisliği Dergisi, 51(10-11-12): 32-41.

Daşdemir, İ., 2016a. Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Nobel Akademik Yayıncılık, 1. Basım, ISBN 978-605-320-442-8, İstanbul.

Daşdemir, İ., 2016b. Türkiye Ormancılığında Çağdaş Yönetim Anlayışı ve Örgütlenme Modeli. Türkiye’nin Ormancılık Serüveni, Örgütlenmesi ve Ormancılıkta Kadının Yeri Paneli Kitabı, s.95-111, ISBN: 978-605-64482-5-6, Türkiye Ormancılar Derneği Yayını, Ankara.

Daşdemir, İ., Atmış, E., 2008. Orman fakültesi orman mühendisliği bölümü öğrencilerinin orman mühendisliği eğitimini değerlendirmesi. III. Ulusal Ormancılık Kongresi, 20-22 Mart, Ankara, TOD Bildiriler Kitabı, ISBN 978-9944-0048-2-4, s.53-75.

Elçiçek, Z., 2016. Öğretmenlerin mesleki gelişimine ilişkin bir model geliştirme çalışması. Doktora tezi, Gaziantep Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.

Eratilla, M., 2013. Orman genel müdürlüğü taşra teşkilatının yeniden yapılandırılması için model önerisi. Yüksek lisans tezi, Düzce Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Düzce.

Geray, U., Şafak, İ., Yılmaz, E., Kiracioğlu, Ö., Başar, H., 2007. İzmir ilinde orman kaynaklarına ilişkin işlev önceliklerinin belirlenmesi. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ege Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 300, Müdürlük Yayın No: 46, Teknik Bülten No: 35, İzmir.

Güngör, E., 2010. Orman kaynaklarının bütünlük işlevsel yönetim planlaması. Doktora tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.

Miles, M.B., Huberman, A.M., 1994. An Expanded Sourcebook Qualitative Data Analysis. Second Edition, Sage Publication, California.

OGM, 1952. Devlet Orman İşletmesi Döner Sermayesi Yönetmeliği. 07.05.1952 Tarih ve 8103 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.

OGM, 2015. Orman Genel Müdürlüğü Döner Sermaye İşletmesi Yönetmeliği. 22.03.2015 Tarih ve 29303 Sayılı Resmi Gazete, Ankara.

Sezgin, M., 2009. İş Tatmini Üzerine Bir Odak Grup Çalışması. Yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.

Şafak, İ., Göksu, E., Gültekin, G., Arslan, A., Cabaroğlu, T., 2015. Denizli orman işletme müdürlüğü iş analizi. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu, Proje No: 15.5603, İzmir.

Ulusoy, L., 1993. Teşkilatlanma. 1. Ormancılık Şurası Tebliğler ve Ön Çalışma Grubu Raporları, Cilt: 2, Ankara.

Ünal, E., 2016. Orman genel müdürlüğü çalışanlarının geoportal bilgi sistemi üzerine bakış açıları. Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Yaman, F., 2010. Ormancılıkta örgütsel ve yönetsel başarıyı etkileyen faktörler. Yüksek lisans tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.

Yıldırım, A., Şimşek, H., 2008. Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Seçkin Yayıncılık, Ankara.

- Yılmaz, E., 2015. Akdeniz Orman Alanlarının İşlevsel Yönetimi Kapsamında Katılımcı Yaklaşımlar - Akdeniz Orman Ekosistemlerinin Ürün ve Hizmet Üretiminin Küresel Değişiklikler Bağlamında Optimizasyonu. FFEM (French Facility for Global Environment) Project: Optimizing the Production of Goods and Services by Mediterranean Woodlands Ecosystems in a Context of Global Change”, “Component 3 - Improve Modes of Governance for Mediterranean Forest Ecosystems through the Implementation of Participatory Approaches”, Environment and Development in the Mediterranean (Plan Bleu) sonuç raporu, Antalya.
- Yılmaz, E., Keleş, H., Koçak, Z., 2010. Mersin ilinde orman kaynaklarına ilişkin işlev önceliklerinin belirlenmesi. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 431, DOA Yayın No: 57, Teknik Bülten No: 35, Tarsus.
- Yılmaz, E., Abbak, A., Kırış, R., Sayın, M.A., 2015. Orman amenajman planlamasının sosyal boyutu: Pozantı orman işletme şefliğinde örnek uygulama. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu, Proje Numarası: 20.5315/2014–2015, Tarsus.
- Yomralıoğlu, Ş., 1986. Orman işletme müdür adaylarının geliştirilmesi. Orman ve Av Dergisi, 2: 8-13.
- Yurdakul, S., 2003. Ormancılıkta personel yönetimi sorunları ve sonuçları (örnek olaylarla irdeleme). Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

## Tüketicilerin odun dışı orman ürünlerine yönelik satın alma tercihlerini etkileyen faktörler

Mehmet Korkmaz<sup>a,\*</sup>, Nurgül Dündar<sup>b</sup>

**Özet:** Bu makalenin amacı, odun dışı orman ürünlerine yönelik tüketicilerin satın alma tercihlerini etkileyen faktörleri belirlemektir. Çalışma Burdur ilinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veriler anket yöntemiyle elde edilmiştir. Çalışmada verilerin analizi için yüzde, frekans ve sosyo-demografik özelliklere göre farklılıkların belirlenmesinde ki-kare testi kullanılmıştır. Satın alma tercihleri, bulanık eşli karşılaştırma yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; (a) Ürünler büyük oranda aktarlardan temin edilmektedir, (b) Tüketicilerin satın alma tercihlerinde en önemli faktörler; ürünlerin doğal ve güvenilir olması, sağlık ve besin değerleridir, (c) Tüketiciler arasında odun dışı orman ürünlerini doğadan toplama ile temin etme oranı çok yüksektir. Bu teminin tercih edilmesindeki en önemli neden, ürünlerin doğal olanlarını tüketme isteğidir.

**Anahtar kelimeler:** Bulanık eşli karşılaştırma, Burdur, Odun dışı orman ürünleri, Tüketici tercihleri

## Factors affecting consumers' purchasing preferences for non-wood forest products

**Abstract:** The aim of this article is to determine the factors affecting the purchasing preferences of consumers for non-wood forest products. The study was conducted in Burdur province. The data were obtained by survey method. Percentage and frequencies were used for data analysis and chi-square test was used to determine differences according to socio-demographic characteristics. Purchasing preferences were determined by fuzzy paired comparison method. According to the results of the study; (a) Products are mainly supplied from seller of medicinal herbs, (b) The most important factors in consumers' purchasing preferences are natural and reliable products, health and nutritional values, (c) Among consumers, the rate of obtaining non-wood forest products by collecting from nature is very high. The most important reason for choosing this supply is the desire to consume the natural ones.

**Keywords:** Burdur, Consumer preferences, Fuzzy pairwise comparison, Non-wood forest products

### 1. Giriş

Geçmişte orman kaynaklarından üretilen en önemli ürün odun hammaddesi olarak görülmekteydi. Bu nedenle odun kaynaklı ürünlere birincil (asli) ürün tanımlamaları yapılmaktaydı. Ancak günümüzde toplumun orman kaynaklarından beklentileri çeşitlenmiş ve odun ürünlerinin yanında bitkisel, hayvansal ve mineral kaynaklı ürünler ile erozyonu önleme, iklim değişikliği ile mücadele, karbon tutumu gibi hizmetler oldukça yüksek oranlarda talep edilmeye başlanmıştır. Örneğin “İzmir İlinde Orman Kaynaklarına İlişkin İşlev Önceliklerinin Belirlenmesi” başlıklı çalışmada çevresel, su üretimi ve odun dışı orman ürünleri işlevlerinin öne çıktığı ifade edilmektedir (Geray vd., 2007).

Bu makalede odun dışı orman ürünleri (ODOÜ) arasından bitkisel ürünler kapsam olarak seçilmiştir. Ülkemizde tıbbi amaçlarla kullanılan bitki türü sayısı 500 civarındadır. Doğadan toplanarak ticarete konu olan bitki türü sayısı 346, ihraç edilen tür sayısı da 112'dir (Balci, 2011). Bu ürünler tıbbi amaçların (Faydaoğlu ve

Sürücüoğlu, 2011) yanında kozmetik (Göksu ve Adanacioğlu, 2018) ve süsleme (Ok vd., 2014) gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Son yıllarda odun dışı bitkisel ürünlerin etnobotanik amaçlarla kullanımına yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalara, Fakir vd. (2009), Kendir ve Güvenç, (2010), Polat ve Satıl (2012), Polat vd. (2012), Fakir vd. (2016), Paksoy vd. (2016) ve Sargın ve Büyükcengiz (2019) örnek olarak verilebilir.

Bir diğer araştırma alanı özellikle kentlerdeki nihai tüketicilere yöneliktir. Bu araştırmalarda bitkisel kökenli odun dışı orman ürünlerinin kullanım amaçları, biçimleri, temin şekilleri ve benzeri konular ele alınmıştır (Korkmaz ve Fakir, 2009; Faydaoğlu ve Sürücüoğlu, 2011; Korkmaz vd., 2011; Arslan, 2015, Arslan vd., 2016; Akyol vd., 2017; Alkan vd., 2018). Bu araştırmalar ile nihai tüketicilerin özellikleri ile kullanım amaçları karşılaştırılarak hem pazarlama, hem de üretim süreçlerini geliştirmeye yönelik bilgiler elde edilmiştir. Bu makalede, Burdur ilinde yaşayan tüketicilerin odun dışı bitkisel ürünlere yönelik satın alma tercihlerini etkileyen faktörler belirlenmiştir.

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

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

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): xxxxx, **Accepted** (Kabul tarihi): xxxxx



**Citation** (Atıf): Korkmaz, M., Dündar, N., 2019. Tüketicilerin odun dışı orman ürünlerine yönelik satın alma tercihlerini etkileyen faktörler. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 213-220.

DOI: [10.18182/tjf.600641](https://doi.org/10.18182/tjf.600641)

## 2. Materyal ve yöntem

Çalışma Burdur Kent Merkezinde yaşayan ve ODOÜ'yü kullanan tüketicilerin satın alma tercihleri ile tercihlerini etkileyen faktörleri belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında veriler anket çalışmaları ile toplanmıştır. Anket formlarının tasarımı Aslan (2015) ve Korkmaz vd. (2011) tarafından yapılan çalışmalardan da yararlanılmıştır. Anket formlarında yer verilen sorular ve cevap şıkları ile öğrenilmesi istenilen temel konular: satın alma/almama kararlarını etkileyen faktörler ve ürünlerin satın alma tercihlerinde etkili olan ölçütlerin önceliklerinin (önem düzeyinin) belirlenmesine yönelik değerlendirmeler şeklindedir. Ürünlerin satın alınması sırasında dikkate alınan ölçütler;

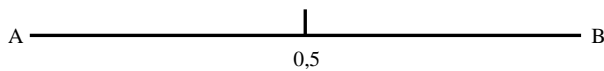
- Fiyat,
- Sağlık ve besin değeri,
- Marka,
- Doğal ve güvenilir ürün ve
- Ambalaj şeklinde belirlenmiştir.

Ankette yer alan sorulara verilen yanıtların tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri itibarıyla farklılık arz edip etmediğini belirlemek için anket formuna tüketicilerin demografik ve sosyo-ekonomik yapısını belirleyici sorular eklenmiştir. Anket uygulaması sırasında deneklerin anket sorularını bir etki altında kalmadan yanıtlamasını sağlamak amacıyla anket formlarını yalnız başına cevaplandırmaları tercih edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bilgilerin doğruluğunu arttırmak, kapsamını genişletmek ve katılımı sağlamak amacıyla anketlerin uygulanması sırasında öncelikle çalışmanın amacı konusunda bilgilendirmeler yapılmıştır.

Çalışma kapsamında 104 tüketici ile anket yapılmış, ancak 6 anket veri eksiklikleri nedeniyle iptal edilerek 98 anket değerlendirilmeye alınmıştır. Anket sorularının değerlendirmesinde öncelikle frekanslar, tanımlayıcı istatistikler ve çapraz tablolar elde edilmiştir. Verilen yanıtlarda tüketicilerin sosyo-demografik özelliklerine göre farklılık olup olmadığı ki-kare testi ile belirlenmiştir. İstatistik analizlerde güven düzeyi %95 olarak alınmıştır.

Tüketicilerin ODOÜ'nün satın alma tercihlerini etkileyen ölçütlerin önem düzeyinin (önceliklerinin) belirlenmesi bulanık eşli karşılaştırma yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bulanık eşli karşılaştırma yöntemi, basit eşli karşılaştırma yöntemi ile benzer özelliklere sahiptir. Klasik bir kümede kümenin elemanı 1, diğer durumda 0 değerini alırken, bulanık kümede elemanlar 0-1 aralığında bulunurlar. Bundan dolayı kümenin her bir elemanına 0 ve 1 arasında bir değer verilmektedir. Bulanık eşli karşılaştırma yönteminin aşamaları aşağıda gösterilmiştir (Günden ve Miran, 2007; Arslan, vd., 2016; Uzman ve Çınar, 2016).

**Aşama 1. Veri toplama:** Veri toplamada kullanılan diyagram Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Bulanık eşli karşılaştırmada kullanılan diyagram

Belirlenen amaçlardan ikisi bu diyagramın uçlarına yerleştirilir. Bireylerden iki amaç arasında tercihini belirtmek için çizgi üzerine işaret koyması istenir. Amaçlar karşılaştırılırken çizgi üzerine konulan işaret hangi amaca daha yakın ise o amacın, diğerine tercih edildiği görülmektedir. B'ye göre A'nın tercih derecesi  $R_{AB}$ , işaretten A'ya olan uzaklıkla (1) ölçülmektedir. A-B arası toplam mesafe 1'dir.

$$\begin{aligned} \text{Eğer } R_{AB} < 0,5 \text{ ise } B > A \\ \text{Eğer } R_{AB} = 0,5 \text{ ise } A \approx B \\ \text{Eğer } R_{AB} > 0,5 \text{ ise } A > B \end{aligned} \quad (1)$$

Bir amaç diğerine göre mutlak olarak tercih edilmesi veya tercih edilmemesi durumunda sırasıyla  $R_{AB}=1$  veya  $R_{AB}=0$  değerini almaktadır. Amaçlara ilişkin eşli karşılaştırma sayısı  $K=n*(n-1)/2$  eşitliği ile belirlenmektedir. Burada n; amaç sayısını ifade etmektedir. Bu makalede 5 ölçüt belirlendiği için toplam ikili karşılaştırma sayısı 10'dur. Her bir eşli karşılaştırma için  $R_{ij}(i \neq j)$  elde edilir. İ'ye göre j'nin tercih derecesinin ölçümü  $R_{ji}=1-R_{ij}$  eşitliği ile belirlenmektedir.

**Aşama 2. Bulanık tercih matrisinin oluşturulması:** Bulanık tercih matrisi aşağıda gösterildiği gibi (2) aynı amaçlar için 0, diğer karşılaştırmalar için yukarıda belirtilen ölçüm sonuçları yer alacak şekilde oluşturulur.

$$\begin{pmatrix} 0 & \text{eğer } i = j \forall i, j = 1, \dots, n \\ r_{ij} & \text{eğer } i \neq j \forall i, j = 1, \dots, n \end{pmatrix} \quad (2)$$

Yöntem  $ixj$  boyutlu bulanık tercih matrisi ( $R_{ij}$ ) ile açıklanabilir (3).

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} 0 & r_{12} & \dots & r_{1j} \\ r_{21} & 0 & \dots & r_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{i1} & r_{i2} & \dots & r_{ij-1} \end{bmatrix} \quad (3)$$

**Aşama 3. Bulanık ağırlıkların ölçümü:** Bulanık ağırlıklar aşağıda verilen eşitlik (4) kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu eşitliğe göre tüm amaçların ağırlıkları (önem/öncelikleri) ayrı ayrı belirlenmektedir.

$$I_j = 1 - \left[ \frac{\sum_{i=1}^n R_{ij}^2}{(n-1)} \right]^{1/2} \quad (4)$$

**Aşama 4. Amaçların sıralanması:**  $I_j$  değerleri 0-1 arasında değişmektedir. Değerler 1'e ne kadar yakın ise söz konusu amacın tercih yoğunluğu yüksektir.  $I_j$ 'ler hesaplandıktan sonra, bu değerler büyükten küçüğe sıralanarak amaçların tercih önceliği belirlenmektedir.

Bulanık eşli karşılaştırma yöntemi sonuçlarına göre amaçların öncelikleri belirlendikten sonra amaçların öncelikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olup olmadığını belirlemek için Friedman testi ve Kendall's W testi, bu testlerin sonucundaki farklılıkların hangi amaçlar arasındaki farklılıklardan kaynaklandığını belirlemek için Wilcoxon testi yapılmıştır. Friedman Testi ile bir bloktaki amaçların eşit önemli olup olmadıkları belirlenmektedir. Burada her blok, bir tüketicinin tercihlerine göre ölçütlerin sıralamasıdır. Bu çalışmada beş

ölçüt dikkate alınmıştır. Her satır beş değer içermektedir ve bunlar bir tüketiciden alınan bilgilerle belirlenen beş ölçütün öncelikleridir. Friedman testinin hipotezleri aşağıda belirtilmiştir;

H0: Tüketicilerin ölçütler üzerindeki tercihlerinde fark yoktur.

H1: Tüketiciler en az bir ölçütü diğerlerine tercih etmektedirler.

Kendall's W istatistiği, Friedman testinin uygulandığı durumlarda kullanılabilir. Kendall's W testinin temel amacı, blok içerisinde sıralamadaki uyumu ölçmektir. Bu test, Friedman testinin basit bir değişikliğe uğramış halidir. Kendall's W testinin aldığı 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9 değerlerine bakılarak uyumun sırasıyla, çok zayıf, zayıf, orta düzeyde, güçlü ve kesinlikle güçlü olduğunu söylemek mümkündür (Günden ve Miran, 2007; Tümer, vd., 2010).

### 3. Bulgular ve tartışma

#### 3.1. Katılımcıların Sosyo-demografik Özellikleri

Burdur şehir merkezinde yapılan anket çalışmalarına katılan tüketicilerin %46,9'unu erkekler, %53,1'ini kadınlar oluşturmaktadır. Tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri Çizelge 1 ve 2'de gösterilmiştir.

Ankete katılan tüketiciler arasında 26-45 yaş grubu (%61,2) ağırlıktadır. 46-65 yaş grubu ile birlikte değerlendirildiğinde (%85,7), ankete katılanların büyük bir bölümünün orta yaş grubunda olduğu görülmektedir. Tüketicilerin büyük bölümü üniversite mezunu kişilerden oluşmaktadır. Katılımcılar arasında evli olanlar ağırlıktadır. Gelir düzeyleri üç grup altında incelenmiştir. Anket çalışmalarının yapıldığı 2017 yılında asgari ücret yaklaşık 1400 TL düzeyinde olduğu için en alt grup asgari ücret düzeyi değerlendirilerek belirlenmiştir. Katılımcıların büyük bir bölümü orta gelir düzeyindedir. Gelirler açısından tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde en düşük gelir düzeyi 1000 TL, en yüksek gelir düzeyi 10000 TL, ortalama 3662,75 TL ve standart sapma 2058,75 TL'dir.

Meslek grupları açısından değerlendirildiğinde, tüketicilerin %80,7'si bir meslek sahibidir. %3,1'i öğrenci, %16,3'ünün ise ev hanımı olduğu görülmektedir. Meslek sahibi olanların büyük çoğunluğu işçi ve memur grubundadır (Çizelge 2).

#### 3.2. ODOÜ'nün satın alınmasına ilişkin değerlendirmeler

Tüketiciler ODOÜ'yü birçok yerden temin etmektedirler. En fazla tercih edilen temin yeri, aktarlardır. Bunu semt pazarlarındaki satıcılar izlemektedir. Ürünlerin internet yoluyla çevrimiçi (online) satış mağazalarından temini, tüketiciler tarafından büyük oranda tercih edilmemektedir (Çizelge 3). İzmir iline yönelik yapılan bir çalışmada da benzer olarak aktarlar, en önemli temin yeri olarak belirlenmişken, ikinci sırada süpermarketler yer almıştır (Arslan, 2015). Bu farklılığın nedeni, İzmir'in büyükşehir olması ve büyük marketlerin sayısının fazla olması ile açıklanabilir.

Tüketicilerin %63,3'ü bitkileri doğadan kendileri de toplayarak temin etmektedir. Bu şekilde temin edilen ürünler; adaçayı, ıhlamur, papatya, kekik, nane, biberiye şeklinde sıralanmaktadır. Tabii ki bu temin biçimi her ne kadar düşük miktarlarda da olsa izinsiz yani yasal olmayan yollarla yapılmaktadır. Yapılan ki-kare testi sonuçlarına

göre ankete katılan katılımcıların yaş ( $\chi^2=1,699$ ,  $sd=3$ ,  $p=0,637$ ), cinsiyet ( $\chi^2=2,966$ ,  $sd=1$ ,  $p=0,085$ ), medeni hal ( $\chi^2=3,210$ ,  $sd=3$ ,  $p=0,360$ ) ve eğitim düzeyleri ( $\chi^2=3,945$ ,  $sd=3$ ,  $p=0,267$ ) bakımından doğadan toplayıcılık yapıp yapmamaları istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar içermemektedir ( $p>0,05$ ). Korkmaz ve Fakir (2009) tarafından yapılan çalışmada doğadan toplama yapanların oranı %12 düzeyinde bulunmuştur.

Tüketicilerin %51'i ürünlerin doğrudan doğal olanını, %8,2'si hazır hale getirilmiş olanını, %40,8'i ise her iki şekilde de kullanımı tercih etmektedir. Arslan (2015) tarafından yapılan çalışmada, ürünlerin hem doğal hem de işlenmiş halinin tüketiminin daha ağırlıkta olduğu belirlenmiştir. Yukarıda belirtilen açıklamalarla birlikte değerlendirildiğinde ürünlerin büyük oranda doğadan toplanmış halleri yani herhangi bir işleme tabi tutulmamış hallerinin tercih edildiği anlaşılmaktadır. Yapılan kıkare testi sonuçlarına göre ankete katılan katılımcıların yaş ( $\chi^2=7,671$ ,  $sd=6$ ,  $p=0,263$ ), medeni hal ( $\chi^2=1,844$ ,  $sd=6$ ,  $p=0,934$ ) ve eğitim düzeyleri ( $\chi^2=10,535$ ,  $sd=6$ ,  $p=0,104$ ) bakımından tüketim tercihleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamakta ( $p>0,05$ ), ancak cinsiyet açısından anlamlı farklılıklar bulunmaktadır ( $\chi^2=6,738$ ,  $sd=2$ ,  $p=0,034$ ). Düşük düzeyde de olsa işlenerek hazır hale getirilmiş ürünleri tercih edenlerin tamamına yakını erkeklerdir.

Çizelge 1. Tüketicilerin yaşı, öğrenim durumu, gelir düzeyi ve medeni hali

Cinsiyet	Sayı	%
Erkek	46	46,9
Kadın	52	53,1
Toplam	98	100,0
Yaş grupları	Sayı	%
18-25	9	9,2
26-45	60	61,2
46-65	24	24,5
>65	5	5,1
Toplam	98	100,0
Eğitim durumu	Sayı	%
İlkokul	11	11,2
Ortaokul	3	3,1
Lise	21	21,4
Üniversite	63	64,3
Toplam	98	100,0
Gelir düzeyi	Sayı	%
≤1400	2	2,0
1401-5000	73	74,5
>5000	23	23,5
Toplam	98	100,0
Medeni hal	Sayı	%
Evli	68	69,4
Bekar	24	24,5
Eşi vefat etmiş	3	3,1
Eşinden ayrı	3	3,1
Toplam	98	100,0

Çizelge 2. Tüketicilerin meslek gruplarına göre dağılımı

Meslek grubu	Sayı	%
Serbest meslek	8	8,2
Memur	20	20,3
Öğretmen	4	4,1
Mühendis	19	19,4
İşçi	28	28,6
Ev hanımı	16	16,3
Öğrenci	3	3,1
Toplam	98	100,0

Katılımcıların ürünleri satın aldıkları firmalar konusunda müşteri sadakatleri de bu çalışmayla belirlenmeye çalışılmıştır. Ankete katılan tüketicilerin %65,9'unun aradığı bitkiyi nereden bulursa oradan aldığı, yani bu bağlamda firma konusunda bir bağımlılığın olmadığı anlaşılmaktadır. Tüketicilerin %43,9'u bitkileri aldığı yerden bilgi aldığını belirtirken, %35,7'si bazı bitkiler için bilgi aldığını, %12,2'si bilgi almadığını hatta kendisinin bildiğini, %1'i ise aldığı yerdeki çalışanların bilgi düzeyinin yetersiz olduğunu ifade etmektedir.

Ankete katılan tüketiciler tarafından, ambalajlı ürünleri satın almadan önce ürün üzerinde bulunan etiket üzerinde yer alan ve en fazla önem verilen bilgilere ilişkin değerlendirmeler Çizelge 4'de görülmektedir.

Çizelgeye 4'e göre etikette yer alan bilgiler arasında en fazla önem verilen, yani etiket üzerinde aranan ve değerlendirilen en önemli bilgi, ürünlerin üretim ve son kullanma tarihleridir. Arslan (2015)'te de benzer bulgulara ulaşılmıştır. Bunu kullanım talimatı ve sağlıkla ilgili bilgiler bölümleri izlemektedir. Net miktar, besin değeri ve sertifika bilgileri büyük oranda dikkat edilmeyen etiket bilgileri

olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca ürünü üreten firmanın gıda güvence belgesine sahip olup olmadığı da çok fazla dikkat edilen bilgiler arasında değildir.

Ankete katılanlara ODOÜ satın almalarında hangi faktörlerin daha etkili olduğu sorulmuş ve verilen yanıtlar ile değerlendirme kolaylığı sağlaması bakımından yanıtların ortalama değerleri Çizelge 5'de gösterilmiştir. Buna göre, ODOÜ satın almada en etkili faktörler;

- Sağlığa yararlı olması,
- Katkı maddesi içermemesi, doğal ürünler olması,
- İçerisinde vitamin ve mineral miktarının fazla olması ve
- Bireylerin kendini iyi hissetmesine yardımcı olmasıdır.

Arslan (2015) tarafından yapılan çalışmada ise, (a) doğal ürünler olması ve katkı maddesi içermemesi, (b) lezzetli gıdalar olması ve (c) sağlığa yararlı olması ODOÜ'nün en önemli tercih nedenleridir. Görüldüğü üzere bu çalışmada ODOÜ'nün vitamin ve mineral içeriği lezzetin yerini almıştır.

Çizelge 3. ODOÜ'yü satın alma yerleri

Seçenekler	Hiç		Nadiren		Bazen		Sık sık		Daima	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Aktar	12	12,2	11	11,2	25	25,5	27	27,6	21	21,4
Eczane	46	46,9	15	15,3	26	26,5	5	5,1	4	4,1
Süpermarket	45	45,9	16	16,3	23	23,5	11	11,2	1	1,0
Toptancı	75	76,5	12	12,2	7	7,1	2	2,0	-	-
Semt pazarı	37	37,8	22	22,4	19	19,4	16	16,3	2	2,0
İnternet	81	82,7	4	4,1	9	9,2	1	1,0	1	1,0

Çizelge 4. Etiketle yer alan bilgilere yönelik değerlendirmeler

Etiket Bilgileri	Hiç		Nadiren		Bazen		Sık sık		Daima		Ortalama
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	
İçindekiler listesi	13	13,3	19	19,4	8	8,2	20	20,4	29	29,6	3,4
Üretim yeri	21	21,4	17	17,3	12	12,2	16	16,3	22	22,4	3,0
Üretim ve son kullanma tarihi	10	10,2	2	2,0	4	4,1	18	18,4	54	55,1	4,2
Saklama koşulları	13	13,3	8	8,2	13	13,3	23	23,5	30	30,6	3,6
Sağlıkla ilgili bilgiler	9	9,2	7	7,1	15	15,3	25	25,5	32	32,7	3,7
Kullanım talimatı	9	9,2	6	6,1	18	18,4	15	15,3	40	40,8	3,8
Net miktar	24	24,5	27	27,6	7	7,1	11	11,2	18	18,4	2,7
Besin değeri	17	17,3	26	26,5	16	16,3	14	14,3	14	14,3	2,8
Gıda güvence belgelerinin olup olmadığı (HACCP,TSE,ISO vb.)	23	23,5	17	17,3	11	11,2	12	12,2	24	24,5	3,0
Sertifikalı olup olmadığı	22	22,4	15	15,3	19	19,4	7	7,1	24	24,5	3,0

Çizelge 5. ODOÜ'nün satın alınma nedenleri

Tercih nedenleri	Önemsiz		Az önemli		Kararsız		Önemli		Çok önemli		Ortalama
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	
Sağlığa yararlı olması	-	-	1	1,0	1	1,0	38	38,8	51	52,0	4,5
İçerisinde vitamin ve mineral miktarının fazla olması	3	3,1	4	4,1	5	5,1	50	51,0	27	27,6	4,1
Dinlenmemde yardımcı olması	4	4,1	7	7,1	8	8,2	49	50,0	22	22,4	3,9
Lezzetli gıdalar olması	11	11,2	15	15,3	7	7,1	41	41,8	15	15,3	3,4
Besin içeriğinin yüksek olması	4	4,1	15	15,3	6	6,1	42	42,9	22	22,4	3,7
Fiyatının uygun olması	23	23,5	17	17,3	12	12,2	24	24,5	13	13,3	2,9
Kolay hazırlanabilir/kullanılabilir olması	11	11,2	14	14,3	11	11,2	35	35,7	19	19,4	3,4
Katkı maddesi içermemesi, doğal ürünler olması	4	4,1	3	3,1	4	4,1	35	35,7	43	43,9	4,2
Komşu, arkadaş tavsiyesinin olması	17	17,3	22	22,4	13	13,3	26	26,5	11	11,2	2,9
Aışkanlıklar	17	17,3	27	27,6	17	17,3	21	21,4	7	7,1	2,7
Cildim/dişim/saçım/tırnaklarım vb. için faydalı olması	7	7,1	8	8,2	13	13,3	39	39,8	23	23,5	3,7
Stresle başa çıkmamda yardımcı olması	8	8,2	10	10,2	11	11,2	38	38,8	22	22,4	3,6
Güzel kokması	15	15,3	19	19,4	12	12,2	31	31,6	12	12,2	3,1
Kendimi iyi hissetmemi sağlaması	4	4,1	2	2,0	8	8,2	39	39,8	36	36,7	4,1

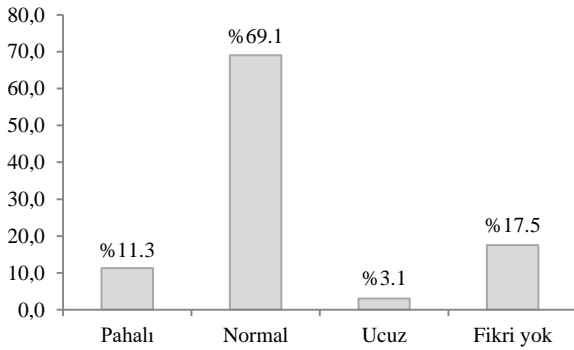


Bunun yanında ODOÜ kapsamında bir ürünün satın alınmama kararında etkili olan nedenler ve etki dereceleri konusu da araştırma kapsamında ele alınmış ve bu bağlamda sorulan soruya verilen yanıtlar ile yanıtların ortalama değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelgeye göre en önemli satın almama nedenleri;

- Katkı maddesi içermesi,
- Sağlık açısından zararlı olduğuna inanmak,
- Kalitesiz ürünler olduğuna inanmak şeklindedir.

Çizelge 5 ve 6'da görüldüğü üzere, doğal ve katkı maddesi içermeyen ürünler tüketiciler tarafından tercih edilmektedir. Bu ürünlerin sağlıklı ürünler olduğu, içerdiği vitamin ve mineral miktarının da sağlık açısından faydalı olduğu görüşü ortaya çıkmıştır. Arslan (2015) tarafından yapılan çalışmada farklı olarak en önemli tercih edilmeme nedenleri; ürünlerin güvenilirliğinden emin olunmaması, bu ürünlerin menşinin bilinmemesi ve yan etkisi olan maddeler içermesi olarak belirlenmiştir.

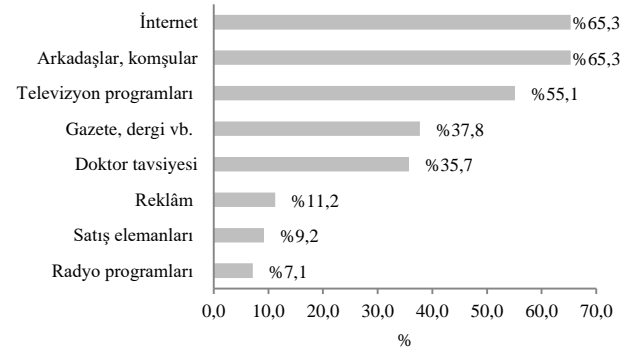
Tüketicilerin büyük bir bölümü (%69,1) satın aldıkları ürünlerin fiyatlarının normal düzeyde olduğunu belirtirken, %11,3'lük kısmı fiyatları pahalı bulmaktadır (Şekil 2). Arslan (2015), Korkmaz ve Fakir (2009), Korkmaz vd. (2011)'de de benzer bulgulara ulaşılmıştır. Yani ODOÜ satış fiyatları tüketiciler tarafından uygun fiyatlı ürünler olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 2. ODOÜ fiyatları ile ilgili düşünceler

### 3.3. ODOÜ'nün kullanılmasına yönelik bilgi kaynakları

Tüketicilerin ODOÜ'yu nasıl kullanmaya başladıkları önemli bir konudur. Çünkü farklı faktörler devreye girmektedir. Şekil 3'de görüldüğü gibi ankete katılanların büyük bir çoğunluğu internet (özellikle sosyal medya) ve yakın çevrenin (arkadaş, komşu) tavsiyelerinin etkili olduğunu belirtmiştir. Bunu televizyon programları izlemektedir. Arslan (2015) ve Korkmaz vd. (2011) tarafından yapılan çalışmalarda da benzer olarak alışkanlık ve geçmiş deneyimlerin paylaşımı ile ilgili olarak yakın çevre, görsel ve yazılı materyaller ile internet en etkili faktörler olarak bulunmuştur. Görüldüğü üzere geçmişten gelen deneyimler ve oluşan alışkanlık ile internet ve görsel ve yazılı medya araçları bu konuda önemlidir. Tüketicilerin %94,6'sı kullanıp memnun kaldığı ürünleri yakın çevresine tavsiye ettiğini belirterek bu durumu desteklemektedir. Yapılan kıkare testi sonuçlarına göre de ankete katılan katılımcıların yaş ( $\chi^2=7,697$ ,  $sd=3$ ,  $p=0,053$ ), cinsiyet ( $\chi^2=0,102$ ,  $sd=1$ ,  $p=0,750$ ), medeni hal ( $\chi^2=0,907$ ,  $sd=3$ ,  $p=0,824$ ) ve eğitim düzeyleri ( $\chi^2=1,854$ ,  $sd=3$ ,  $p=0,603$ ) bakımından yakın çevrelerine tavsiye edip etmemeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmamaktadır ( $p>0,05$ ).



Şekil 3. ODOÜ'nün kullanılmasına yönelik bilgi kaynakları (Birden fazla seçenek işaretlenmiştir.)

Çizelge 6. ODOÜ'nün satın almama kararında etkili olan nedenler ve etki dereceleri

Etkili olan nedenler	Etkisiz		Biraz		Orta derecede		Oldukça		Çok		Ortalama
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	
Besin içeriğinin düşük olması	17	17,3	14	14,3	12	12,2	30	30,6	18	18,4	3.2
Katkı maddeleri içermesi	5	5,1	4	4,1	12	12,2	35	35,7	35	35,7	4.0
Lezzetli olmaması	18	18,4	18	18,4	20	20,4	24	24,5	11	11,2	2.9
Pahalı olması	20	20,4	22	22,4	19	19,4	13	13,3	18	18,4	2.9
Nereden geldiğinin belli olmaması	8	8,2	10	10,2	10	10,2	27	27,6	37	37,8	3.8
Kaliteli ürünler olduğuna inanmamak	2	2,0	9	9,2	15	15,3	36	36,7	30	30,6	3.9
Sağlık açısından zararlı olduğuna inanmak	5	5,1	8	8,2	6	6,1	34	34,7	39	39,8	4.0
Bu ürünlerle ilgili yeterince bilgi sahibi olmamak	9	9,2	17	17,3	21	21,4	25	25,5	20	20,4	3.3
Aile fertleri tarafından sevilmemesi	22	22,4	15	15,3	27	27,6	18	18,4	10	10,2	2.8
Bu ürünlerin güvenilirliğinden emin olunmaması	6	6,1	10	10,2	15	15,3	30	30,6	31	31,6	3.8
Alışkanlıklarının olmaması	17	17,3	22	22,4	21	21,4	22	22,4	9	9,2	2.8

### 3.4. ODOÜ'nün satın alma tercihlerinde etkili olan ölçütlerin önem düzeyleri

ODOÜ'nün satın alınması sırasında tüketicilerin tercihlerini etkileyebilecek olan beş ölçütün önem (öncelik) düzeyleri daha önce de belirtildiği üzere bulanık (fuzzy) eşli karşılaştırma yöntemi ile belirlenmiştir. Önem düzeyleri belirlenen ölçütler;

- Fiyat,
- Sağlık ve besin değeri,
- Marka,
- Doğal ve güvenilir ürün,
- Ambalaj şeklindedir.

Ölçütlere ilişkin tanımlayıcı istatistiklere göre (Çizelge 7), en önemli ölçüt “doğal ve güvenilir ürün” ölçütüdür. Fiyat belirlenen beş ölçüt içerisinde en geride yer alan ölçüttür. Daha önce de söz edildiği gibi tüketicilerin büyük bir bölümü doğal ürünleri tercih etmekte ve ürünlerin fiyatlarının normal düzeyde olduklarını belirtmektedir. Arslan (2015) tarafından yapılan çalışmada ise fiyat en önemli ölçüt bulunmuştur. Bunu marka izlemiştir. Görüldüğü üzere iki çalışma arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bunun en önemli nedeni, iki farklı ilde yaşayan tüketicilerin ürün tercihlerindeki farklılıklardır. Yani İzmir ilindeki tüketicilerin büyük bir bölümü hem doğal hem de işlenmiş ürünleri tercih ederken, Burdur'da doğal ürünlerin tercihi daha ağırlıktadır.

Friedman ve Kendall's W testinin sonuçlarına göre (Çizelge 7), ölçütlere verilen önem düzeyleri istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani en az iki ölçütün önem düzeyi birbirinden farklıdır. Bu farklılığın kaynağını tespit etmek amacıyla yapılan Wilcoxon testi sonuçları Çizelge 8'de verilmiştir. Ölçütlerin ikili değerlendirilmesi sonucunda, “doğal ve güvenilir ürün-sağlık ve besin değeri” ve “fiyat-ambalaj” ölçütleri dışında tüm ölçütlerin önem düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar bulunmaktadır ( $p < 0,05$ ).

Çizelge 9'da bulanık eşli karşılaştırma sonuçları, tüketicilerin sosyo-demografik özellikleri itibarıyla gösterilmiştir. Çizelge incelendiğinde, satın almalarda en önemli ölçütlerin “doğal ve güvenilir olma” ve “sağlık ve besin değeri” olduğu görülmektedir. Cinsiyet açısından değerlendirildiğinde kadınlara göre “doğal ve güvenilir olma” ölçütü ilk sıradayken, erkekler “sağlık ve besin değeri” ölçütünü ilk sırada değerlendirmiştir. Benzer bir farklılık yaş grupları arasında da bulunmaktadır. 65 yaş üzeri katılımcılara göre diğer yaş gruplarından farklı olarak “sağlık ve besin değeri” ölçütü en önemli ölçüttür. Yine ilkokul mezunları da diğer eğitim seviyesine sahip tüketicilerden farklı olarak “sağlık ve besin değerini” ilk öncelikli ölçüt olarak değerlendirmiştir.

Çizelge 7. Ölçütlere İlişkin tanımlayıcı istatistikler ile Friedman testi ve Kendall's W testi sonuçları

Ölçütler	En düşük	En yüksek	Ortalama	Stand. sapma
Doğal ve Güvenilir ürün	0,33	0,90	0,6458	0,13385
Sağlık ve Besin Değeri	0,30	0,90	0,6138	0,13249
Marka	0,10	0,68	0,3824	0,10854
Ambalaj	0,10	0,80	0,3522	0,14677
Fiyat	0,12	0,59	0,3255	0,11968

Kendall's W= 0,507- Friedman testi: Ki-kare ( $\chi^2$ )= 152,111, sd=4, p=0,000

Çizelge 8. Wilcoxon testi sonuçları

Ölçütler	Fiyat	Sağlık ve besin değeri	Marka	Doğal ve güvenilir ürün	Ambalaj
Fiyat	-	-	-	-	-
Sağlık ve besin değeri	Z=-7,100 p=0,000	-	-	-	-
Marka	Z=-3,632 p=0,000	Z=6,538 p=0,000	-	-	-
Doğal ve güvenilir ürün	-7,034 p=0,000	Z=-1,347 p=0,178	Z=-6,709 p=0,000	-	-
Ambalaj	0,990 p=0,322	Z=-6,122 p=0,000	Z=-2,244 p=0,025	Z=-6,602 p=0,000	-

Çizelge 9. Bazı sosyo-demografik özelliklere göre ölçütlerin değerleri

Özellikler	Fiyat	Sağlık ve besin değeri	Marka	Doğal ve güvenilir ürün	Ambalaj	
Cinsiyet	Erkek	0,334	0,631	0,408	0,614	0,362
	Kadın	0,318	0,599	0,360	0,674	0,343
Yaş	18-25	0,396	0,592	0,373	0,624	0,352
	26-45	0,313	0,613	0,369	0,676	0,332
	46-65	0,329	0,591	0,426	0,599	0,404
	>65	0,255	0,814	0,306	0,596	0,290
Medeni hal	Evli	0,334	0,602	0,391	0,631	0,373
	Bekar	0,310	0,642	0,353	0,684	0,300
	Eşi vefat etmiş	0,253	0,648	0,431	0,605	0,344
	Eşinden ayrı	0,314	0,611	0,394	0,716	0,304
Eğitim	İlkokul	0,293	0,710	0,343	0,636	0,322
	Ortaokul	0,378	0,527	0,456	0,563	0,338
	Lise	0,342	0,581	0,390	0,674	0,352
	Üniversite	0,324	0,610	0,383	0,645	0,359
Gelir	≤1400	0,174	0,511	0,344	0,636	0,608
	1401-5000	0,330	0,632	0,377	0,638	0,339
	>5000	0,328	0,572	0,401	0,668	0,364

## 5. Sonuç ve öneriler

Burdur ilinde yaşayan ODOÜ tüketicilerinin tükettiği ürünlerin en fazla temin edildiği satın alma noktası aktardır. İnternette bu ürünlerin teminini yapan tüketici oranı düşük düzeydedir. Önemli oranda bir bölüm tüketici ürünleri bizzat doğadan toplamaktadır. Bu temin biçiminin yüksek oranda tercih edilmesinin en önemli nedeni, tüketicilerin doğal ürün kullanma isteğidir. Sosyo-demografik özelliklere göre doğadan toplama konusunda istatistiksel farklılık çıkmaması bu durumu açıklamaktadır.

Ambalajlı ürünleri satın alma aşamasında ürün etiketi üzerinde incelenen ve satın alma kararında etkili olan en önemli bilgiler; üretim ve son kullanma tarihleri, kullanım talimatı ve sağlıkla ilgili bilgilerdir. En az önem verilen bilgi ise net miktardır.

Tüketicilerin ODOÜ'yü satın almalarını etkileyen en önemli faktörler; sağlık için yararlı olması, doğal ürünler olması, vitamin ve mineral içeriğinin yüksek olması ve tüketicilerin kendilerini iyi hissetmelerine yardımcı olmasıdır. Satın almama kararlarında etkili olan faktörler ise; katkı maddesi içermesi, zararlı olduğuna yönelik inancın varlığı ve ürünlerin kalitesizliğidir. Görüldüğü üzere tüketicilerin satın alma veya almama kararında etkili olan en önemli faktör, ürünlerin doğal olup olmamasıdır.

Tüketiciler piyasada satılan ürünlerin fiyatlarının normal düzeyde olduğunu belirtmektedir. ODOÜ'nün satın alma tercihlerinde etkili olan ölçütler; doğal ve güvenilir olma ve sağlık-besin değeridir. Ürünlerin fiyatı, satın alma tercihlerinde çok önemli değildir. Keza tüketiciler bu ürünlerin fiyatlarını satın alınabilir düzeyde bulmaktadır.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar ışığında öneriler aşağıda sunulmuştur;

- Odun dışı orman ürünlerine yönelik tüketici tercihlerini dikkate alan pazarlama araştırmalarının yapılması ve bu araştırmaların sonuçları ile pazarlama yaklaşımlarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu araştırmalar üretim-pazarlama süreçlerinin sürdürülebilirliğini sağlayabilecektir.
- Tüketici tercihleri çoğunlukla ürünlerin doğal halini kullanım şeklinde olduğu için, doğadan toplama aşamaları türlerin ekolojik koşulları dikkate alınarak yapılmalıdır.
- Çalışma alanında tüketiciler tarafından izinsiz şekilde ODOÜ'lerin toplandığı belirlendiği için bu usulsüz toplamaların önüne geçilmelidir.
- Ürünleri gerek kullanım alanları gerekse kullanılacak dozaj konusunda tüketicilerin bilgi-bilinç düzeyini arttıracak çalışmalar yapılmalıdır. Bu konuda internet, özellikle de sosyal medya ve yazılı-görsel medya araçları etkin olarak kullanılmalıdır.
- Ürünlerin tedarik edildiği en önemli kaynak aktarlar ve semt pazarlarındaki perakendecilerdir. Bu nedenle satıcıların sertifikalı olarak bu ürünlerin satışını yapmaları konusunda düzenlemeler yapılmalıdır.

## Açıklama

Bu makale, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanan "Odun Dışı Orman Ürünlerine Yönelik Tüketici Tercihlerini Etkileyen Faktörler" isimli yüksek lisans tezinin bir bölümünün özetidir.

## Kaynaklar

- Akyol, A., Türkoğlu, T., Topcan, H.İ., Tolunay, A., 2017. Determination of consumer preferences and trends on non-wood forest products in Balıkesir Province scale. International Symposium on New Horizons in Forestry, 18-20 October 2017, Isparta-, Turkey, p.201.
- Alkan, H., Özen, M., Özçelik, R., 2018. The views and buying behaviours of consumers relating to honey. 6th International Mugla Beekeeping & Pine Honey Congress, 15-19 October, Turkey, pp.237-250.
- Arslan, H., 2015. İzmir ili kentsel kesiminde odun dışı bitkisel orman ürünlerine yönelik tüketici tutum ve davranışlarının analizi. Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Arslan, H., Engindeniz, S., Çınar, G., 2016. İzmir ili kentsel kesiminde odun dışı bitkisel orman ürünleri tüketiminin analizi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53 (3):251-257.
- Balci, Ö., 2011. Odun dışı bitkisel ürünler, <https://ormuh.org.tr/uploads/docs/Odun%20Disi%20Bitkisel%20Urunler.pdf>, Erişim: 30.05.2019.
- Fakir, H., Korkmaz, M., İçel, B., 2016. Medicinal plants traditionally used for pain alleviation in Antalya Province, Turkey. Ethno Med., 10(3): 314-324.
- Fakir, H., Korkmaz, M., Güller, B. 2009. Medicinal Plant Diversity of Western Mediterranean Region in Turkey. Journal of Applied Biological Sciences, 3(2):30-40.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M., 2011. Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 11(1):52-67.
- Geray, U., Şafak, İ., Yılmaz, E., Kiracioğlu, Ö., Başar, H., 2007. İzmir ilinde orman kaynaklarına ilişkin işlev önceliklerinin belirlenmesi. Ege Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 35, İzmir.
- Göksu, E., Adanacioğlu, H., 2018. Türkiye'de odun dışı orman ürünlerinde doğrudan pazarlama. Turkish Journal of Forestry, 19(2):210-218.
- Günden, C., Miran, B., 2007. Bulanık eşli karşılaştırma yöntemiyle çiftçilerin amaç hiyerarşisinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2):183-191.
- Kendir, G., Güvenç, A., 2010. Etnobotanik ve Türkiye'de yapılmış etnobotanik çalışmalara genel bir bakış. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 30(1):49-80.
- Korkmaz, M., Fakir, H., 2009. Odun Dışı Bitkisel Orman Ürünlerine İlişkin Nihai Tüketici Özelliklerinin Belirlenmesi Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(2):10-20.
- Korkmaz, M., Fakir, H., Güller, B., 2011. Consumer preferences for medicinal and aromatic plant products: Surveys of urban consumer and sellers in Western Mediterranean Region of Turkey. Journal of Medicinal Plants Research, 5(10):2054-2063.
- Ok, K., Alagöz, G.Ö., Atıcı, E., Çoban, S., Şenyurt, M., 2014. Süsleme Amaçlı Kullanılan Odun Dışı Orman Ürünlerinin Sürdürülebilir Yönetimi. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Paksoy, M.Y., Selvi, S., Savran, A., 2016. Ethnopharmacological survey of medicinal plants in Ulukışla (Niğde-Turkey). Journal of Herbal Medicine, 6(1):1-7.

- Polat, R., Çakılcıoğlu, U., Ertuğ, F., Satıl, F., 2012. An evaluation of ethnobotanical studies in Eastern Anatolia. *Biological Diversity and Conservation*, 5(2): 23-40.
- Polat, R., Satıl, F., 2012. An ethnobotanical survey of medicinal plants in Edremit Gulf (Balıkesir-Turkey). *Journal Ethnopharmacology*, 139:626-641.
- Sargin, S.A., Büyükcengiz, M., 2019. Plants used in ethnomedicinal practices in Gulnar district of Mersin,Turkey. *Journal of Herbal Medicine*, 15(100224):1-18.
- Tümer, E.İ., Miran, B., Birinci, A., 2010. Atatürk Üniversitesine kayıtlı öğrencilerin öğretim üyelerinden beklentilerini etkileyen faktörlerin analizi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2):129-135.
- Uzmay, A, Çınar, G. 2016. İzmir İlinde Süt Sığırcılığı Yetiştiricilerinin Destekleme Politikalarına Yönelik Tercih Hiyerarşisi; Bulanık Eşli Karşılaştırma. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22(2):59-67.

## AB Su Çerçeve Direktifinin Türkiye’de su kaynakları yönetimine etkisi

Merve Bulut<sup>a</sup>, Üstüner Birben<sup>a,\*</sup>

**Özet:** Türkiye’de su kaynakları politikası ve yönetimi; su ve gıda güvenliği, ekonomik ve sosyal kalkınma, AB ile tam üyelik müzakereleri ve bölgedeki gelişmelerin değerlendirilmesi ile oluşturulmaktadır ve bu konulardaki değişimlere göre de revize edilmektedir. Türkiye’nin AB adaylık sürecinde AB mevzuatı ve ilgili mevzuatları etkin bir şekilde uyumlaştırma ve mevcut mevzuatı kendi iç hukukuna yansıtma zorunluluğu vardır. Bu süreçte, uyumlaştırmanın önemli olduğu alanlardan birisi de çevredir. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi (SÇD) de çevre konusunda; AB ile uyum süreci için en önemli yasal konulardan birisidir. Böylece, bu çalışmanın amacı, SÇD’nin Türkiye’deki su kaynakları yönetimine olan etkilerinin hukuki, örgütsel ve politik açılarından incelenerek bir değerlendirmesinin yapılmasıdır. Bu değerlendirmelerin yapılmasında SÇD’nin sekiz ana amacı, kriter olarak kullanılmıştır. Türkiye’de AB mevzuatına uyum sürecinde birçok yasal düzenleme yapılmıştır. Buna karşın, Türkiye’de AB SÇD standartlarına uygun bir su kanununun olmayışının, suyun etkin bir şekilde yönetimini ve kurumlar arası koordinasyonunu olumsuz şekilde etkilediği tespit edilmiştir. 2012 yılında hazırlanan “Su Kanunu Tasarısı” günümüz şartları ve AB SÇD ile uyumlu olacak şekilde güncellenerek yürürlüğe konulması, su yönetimi açısından politik, örgütsel ve hukuki bütünlüğü sağlayabilecektir.

**Anahtar kelimeler:** Su Çerçeve Direktifi, Su hukuku, Su politikası, Kaynak yönetimi

## Effect of the EU Water Framework Directive on water resources management in Turkey

**Abstract:** In Turkey, the policy and management of water resources is constituted with the food security, economic and social development, full membership negotiations with EU and evaluation of regional developments and it has been continuously revised in accordance with the changes in these subjects. Therefore, Turkey should harmonize the EU legislation and related other regulations to its current domestic law in the EU accession process effectively. One of the areas where alignment is important in this process is the environment. The European Union Water Framework Directive (WFD) is one of the legal regulations for the harmonization process in the EU accession process on the topic of the environment. Thus, the purpose of this article is to assess the effects of the WFD on water resources management in Turkey by investigating the legal, organizational and political aspects. The eight main objectives of the WFD were used as criteria for making these assessments. Many legislative arrangements have been made in the process of harmonization with EU legislation. However, the lack of proper water law to EU WFD standards in Turkey affects water management and inter-agency coordination has been found to adversely affect. If the draft Water Law prepared in 2012 is to be updated by following the current conditions and the EU WFD, it will provide political, organizational and legal unity in terms of water management.

**Keywords:** Water framework directive, Water law, Water policy, Resource management

### 1. Giriş

Dünyada bulunan su kaynakları ve sahip oldukları potansiyelleri belirli bir dengededir. Tatlı suyun denizden elde edilmesi gibi oldukça maliyetli bir yöntem düşünülmediği takdirde kullanılabilir su miktarının artırılması ekonomik yollarla mümkün değildir. Fakat yapılacak etkin planlamalarla sürdürülebilir bir şekilde kullanılmaları, su kaynaklarının gelecek nesillere iyi bir şekilde aktarılmasına olanak sağlayabilmektedir (Çiçek, 2010; Köse, 2017). Bu noktada yapılacak planlamaların belirli bir düzende ve yasal bir çerçevede yürütülmesi, kaynak kullanımında ortaya çıkabilecek uyumsuzlukların daha başında önlenmesi açısından önemlidir. Böylece, yasama ve yürütme, su yönetiminin en önemli iki aracı haline gelmektedir. Türkiye’de su konusundaki yasa

çokluğu ve bu yasaların ihtiyaç halinde uyumsuz bir şekilde ortaya çıkması dikkat çekmektedir. Türkiye’de su kaynakları yönetimi ile ilgili yasa çokluğuna karşın bu yasaları tek bir çatı altında toplayabilecek geniş kapsamlı bir su yasası bulunmamaktadır (Çıvgın, 2013).

Avrupa Birliği (AB) adaylık sürecinde olan Türkiye, müzakere sürecinde etkin bir biçimde AB mevzuatı ve ilgili Türk mevzuatını uyumlaştırma çalışmaları yapmaktadır. Buna ek olarak bu mevzuatı iç hukukuna yansıtma zorundadır. Bu süreçte Türkiye’nin sürdürdüğü uyumlaştırma çalışmalarının önemli alanlarından biri de çevredir. AB’ye uyum programında çevre konusu için planlanan yasal düzenlemelerden biri de AB’nin 2000/60/AT sayılı Su Çerçeve Direktifi (SÇD) gereğince gerçekleştirilecek olan su mevzuatı çalışmalarıdır (Küçükçelebi, 2014).

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

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 09.05.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 11.09.2019



**Citation** (Atıf): Bulut, M., Birben, Ü., 2019. AB su çerçeve direktifinin Türkiye’de su kaynakları yönetimine etkisi. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 221-233.

DOI: [10.18182/tjf.562550](https://doi.org/10.18182/tjf.562550)

Türkiye’de su kaynakları yönetiminde karşılaşılan sorunlar, bu sorunların kaynakları, AB SÇD’nin mevcut mevzuat, yönetsel yapılanma ve su politikasına olan etkileri hakkında birçok çalışma yapılmıştır. Akkaya vd. (2006) yaptıkları çalışmada AB’nin su kaynakları ve su politikaları ile ilgili bilgi vermişlerdir. AB SÇD’ye yönelik olarak Türkiye’de yürütülen çalışmalar hakkında bilgi vermişlerdir. Ayrıca Türkiye’nin su yönetimi ile ilgili mevcut durum ve politikalar da dikkate alınarak SÇD’nin Türkiye’de uygulanabilirliği açısından değerlendirme yapmışlardır. Çiçek (2010) yapmış olduğu tez çalışmasında AB’nin yasal ve kurumsal yapısını, SÇD başta olmak üzere direktifler kapsamında incelemiş ve su kalitesinin korunmasına ilişkin gelişim evrelerini anlatmıştır. Ayrıca her bir su kalite direktifini adım adım işleyerek birbirleri ile bağlantılarını belirtmiştir. Daha sonra Türkiye’deki yasal ve kurumsal mevcut durumu inceleyerek AB üyelik sürecindeki gelişmelerden bahsetmiştir. Özellikle çerçeve direktif olan SÇD’nin esas aldığı Nehir Havzası Yönetim Planlarının nasıl hazırlanması gerektiğini ve diğer direktiflerle ne şekilde entegrasyonun sağlanması gerektiğini vurgulayarak Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planını irdelemiştir. Bu planla havzanın genel karakterizasyonunu yaparak, söz konusu havzada mevcut durum üzerindeki önemli su yönetimi konularını belirlemiş ve önlemler programı tanımlamıştır. Can (2015) yapmış olduğu uzmanlık tezinde entegre su yönetiminde yasal-kurumsal yapı ve işleyiş ele almıştır. Yapmış olduğu çalışmada entegre su yönetimi yaklaşımı çerçevesinde farklı ülkelerin yasal ve kurumsal anlamda yaşadığı değişimleri incelemiş ve Türkiye’deki su yönetimi ve kurumsal yapıya ilişkin incelemelerde bulunmuştur. Perçin (2014a) yapmış olduğu uzmanlık tezinde ABD, AB ve Türk Su Hukukları, yeraltı, yerüstü ve sınıraşan suları tarihsel açıdan değerlendirmiştir. Bu değerlendirmeyi yaparken de temel ilkeler, ilgili yargı kararları, yasal ve kurumsal yapıları esas alarak ana hatları itibarıyla açıklamıştır. Ayrıca Perçin (2014b) ve Güneş (2010) ayrı ayrı yaptıkları çalışmalarında SÇD’nin temel hükümlerini oluşturan kıstasları ele almışlar ve Türk Su Hukuku üzerindeki düzenlemeleri incelemişlerdir.

Bu çalışmanın amacı ise SÇD’nin Türkiye’deki su kaynakları yönetimine olan etkilerinin hukuki, örgütsel ve politik açılardan araştırılarak bir değerlendirmesinin yapılmasıdır. Ayrıca, çalışmada elde edilen bulguları somutlaştırmak adına Güneş (2010) ve Perçin (2014b) tarafından SÇD’nin ana amaçları dikkate alınarak belirlenen sekiz adet kriterden de yararlanılmıştır. Bu kriterler yardımıyla SÇD’den sonra ortaya konulan politikalar, örgütsel yapılanma ve mevzuat ayrı başlıklar altında analiz edilmiş ve bu başlıkların SÇD’nin ana amaç ve hedefleriyle ne ölçüde uyumlu olduğu/karşılandığı ortaya konulmuştur.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini; (a) AB SÇD, (b) Türkiye’de su kaynakları yönetimiyle ilgili çıkarılmış kanun, Cumhurbaşkanlığı kararnameleri, tüzük, yönetmelikler, (c) konuyla ilgili kurumların arşiv ve kütüphanelerinde bulunan plan, kitap, makale, yayın, dergi, rapor, bildiriler ve (d) ayrıca ulusal ve uluslararası çalışmalarla ortaya konulan güncel bilgiler oluşturmaktadır.

Çalışmanın kaynak temini için İstanbul Üniversitesi Merkez Kütüphanesi, İstanbul Baro Kütüphanesi ve İstanbul Su Enstitüsündeki ilgili kaynaklar taranmıştır. Bunlara ek olarak, İstanbul Su Enstitüsü’nde görev yapan mühendislerle ve T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı’nda (Eski T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı) konu ile ilgili uzman yardımcıları ile de görüşülerek gerekli dokümanlar temin edilmiştir.

### 2.2. Yöntem

Bu çalışma özü itibarı ile sözel analiz metoduna dayanmaktadır. Sözel analiz, ilişki kalıpları ve anlamlarının altında yatan nedenleri ortaya koymak amacı ile gözlemlerin sayısal olmayan şekilde incelenmesi ve yorumlanmasıyla yapılmaktadır (Babbie, 2007). Sözel analizler, sosyal olayların ve meydana getirdiği sonuçlarının nasıl ve ne şekilde meydana geldiğini kavramamızı sağlayan tekniklerdir. Ayrıca çalışmada nitel veri toplama yöntemlerinden biri olan belgesel tarama (doküman metodu) yönteminden de faydalanılmıştır. Belgesel tarama, hemen her araştırmacı için kaçınılmaz olan bir veri toplama tekniği olup belli bir amaca yönelik, kaynakları bulma, okuma, not alma ve değerlendirme işlemlerini kapsamaktadır (Karasar, 2014).

Çalışmada ayrıca elde edilen bulguları somutlaştırmak adına Güneş (2010) ve Perçin (2014b) tarafından SÇD’nin ana amaçları dikkate alınarak belirlenen sekiz adet kriterden yararlanılmıştır. Bu kriterler sırasıyla: Kriter 1-Havzaların belirlenmesi ve 26 nehir havza bölgelerinin oluşturulması, Kriter 2- Suların analizi ve izlenmesi, Kriter 3- Çevresel hedefler, Kriter 4- Önlemler programı, Kriter 5- Yönetim planları, Kriter 6- İdari tedbirler, Kriter 7-Maliyetin karşılanması, Kriter 8-Kamuoyunun katılımıdır. Bu kriterler yardımıyla SÇD’den sonra ortaya konulan politikalar, örgütsel yapılanma ve mevzuat ayrı başlıklar altında analiz edilmiş ve bu başlıklarının SÇD’nin ana amaç ve hedefleriyle ne ölçüde uyumlu olduğu/karşılandığı ortaya konulmuştur.

## 3. Bulgular

### 3.1. SÇD’nin Avrupa ve Türkiye’deki su politikalarına etkisi

AB su politikaları literatürde üç büyük dalga şeklinde gelişim göstermiştir. Birinci dalga, 1975-1980 yıllarını kapsamıştır. Birinci grupta belirli amaçlar için kullanılacak suların kalite standartlarını belirleyen “Çevresel Kalite Standartları”, ikinci grupta ise yüzeysel ve yeraltı sularının kirlenmesine neden olan zararlı maddelerin emisyon miktarını sınırlayan direktifler yani “Emisyon Limit Değerleri” yer almıştır (Çıvgın, 2013). İkinci dalga, 1980-1995 yıllarını kapsamıştır. Bu yıllarda Avrupa Tek Senedi yürürlüğe girmiş ve çevre koruma ile alakalı özel hükümler getirmiştir. 1991 yılında nitrat kirlenmesinin artırılma maliyetlerinin azaltılması ve ötrofikasyon oluşumunu en aza indirmek amacı ile “Kentsel Atıkların Ele Alınması Direktifi” ve “Nitratlar Direktifi” yayınlanmıştır (Perçin, 2014a). Bu iki direktif uygulamaya geçildikten sonra oluşan yüksek maliyetler sebebi ile üye devletlerin şikâyetlerine sebep olmuş ve yapılan tesislerin yüksek maliyetleri su sektöründe özelleştirme tartışmalarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Aküzüm vd., 2010). 1991 yılında “Kentsel Atıkların Ele Alınması Direktifi” ve “Nitratlar Direktifi”,

1996 yılında “Entegre Kirlenmenin Önlenmesinin Kontrolü İçin Direktif” ve 1998 yılında “İçme Suyu Direktifi” belirlenmiştir (Çiçek vd., 2008). Üçüncü dalga ise 1995 sonrası ve günümüzü kapsamaktadır. Üçüncü dalgada su politikalarının yeniden ele alınması gerektiği kanısına varılmıştır. 1995 yılında dağılık olan birçok direktifin tek bir direktif haline getirilmesi ve nehir havzalarını temel alan bir su yönetimi anlayışının benimsenmesi gerekliliği savunulmuştur. AB Komisyonu su politikalarında temel bir değişikliğe gitmeyi öngörmüştür. Daha katı ekolojik standartların getirilmesi ve ulus üstü AB organlarının yetkilerinin ve etkinliğinin artırılması gibi konuları içeren bir bildiri yayınlamıştır (Perçin, 2014a).

Nihayetinde 22 Kasım 2000 tarihinde 2000/60/EC SÇD yürürlüğe girmiştir (Çiçek vd., 2008). İsmi tam olarak “Avrupa Parlamentosu ve Konseyin Topluluğun Su Politikası Alanındaki Tedbirlerine Hukuki Bir Çerçeve Oluşturmaya Yönelik Direktif” olan SÇD çevre ile uyumlu sürdürülebilir su tüketimi, su kaynakları kullanımına bütüncül açıdan yaklaşan ve maliyetin karşılanması ilkesini benimseyen su politikasıdır (Perçin, 2014a). SÇD’nin ana amaçları şu şekilde sıralanabilir:

- Suların daha iyi duruma getirilmesi ve iyi durumda bulunan suların mevcut durumunun korunması,
- Suların korunmasına dair düzenlemelerin kıyı sularını da kapsayacak şekilde yerüstü ve yeraltı suları olarak bütün suları içermesi,
- Suların ileriye dönük sürdürülebilirlik politikasına uygun olarak bütüncül şekilde Avrupa Topluluğu politikasının oluşturulması,
- Salım sınır değerleri ve kirlilik kontrolü için ortak bir yaklaşım belirlenmesi,
- Nehir havzalarının sadece üye devletlerin sınırı içinde olması veya üye olmayan devletlerin de sınırları içerisinde bulunmasını da kapsayacak ilkelere sahip bir nehir havzalarına dayalı su yönetimi,
- Kirlenen öder ve maliyetlerin karşılanması ilkelerine bağlı kalınarak su kullanımı ile ilgili ücretlerin belirlenmesi,
- Vatandaşların su yönetimine katılımını sağlamak,
- Vatandaşları su hukuku hakkında bilgilendirmek,
- Mevzuatların toparlanıp düzenlenmesini sağlamak (Küçükçelebi, 2014).

SÇD’nin getirdiği yeni unsurlardan en önemlisi nehir havzası yönetimidir. Nehir havzalarının sınırları idari sınırlarla çoğunlukla çakışmadığından farklı bölge ve ülkeler için ortak çalışmalar gerektirmektedir. Nehir havzası yönetimine göre havza sınırları politik sınırlara göre değil doğal sınırlara göre ayrılarak yönetilecektir. Nehir havza bölgesinin sınırları iki veya daha fazla üye ülkeyi kapsamı durumunda, havzalar “uluslararası nehir havza bölgesi” olarak adlandırılarak her bölgeye ilişkin yetkililer atanacaktır. SÇD bu konuda planlamayı üç aşamalı olarak öngörmektedir. Bu aşamalar, her havza bölgesinin karakteristik özelliklerinin analiz edilmesi, koruma tedbirlerinin belirlenmesi ve Nehir Havzası Yönetim Planlarının oluşturulmasıdır (Kıbaroğlu vd., 2006; Coşkun, 2010).

SÇD’de tüm yüzey suları için geçerli iki hedef vardır: “İyi ekolojik duruma ulaşmak” ve “İyi kimyasal duruma ulaşmak”. İyi kimyasal duruma olmak SÇD maddelerinin ve ilgili Avrupa Birliği direktiflerinin çevresel kalite

standartlarının belirtilen sınır değerlerde olmasıdır. İyi ekolojik durumda olmak aşağıda belirtilen koruma alanlarının korunmasıyla mümkündür.

- İnsan tüketimi için günlük 10 m<sup>3</sup> den daha fazla su tüketilen bölgeler,
- Kabuklu sucul hayvanların bulunduğu sular,
- Yüzme amaçlı kullanılan yerler,
- Besin maddesine hassas bölgeler,
- Kuş ve Habitat Direktifi’nde geçen yerlerdir (Uğurelli, 2011).

Avrupa devletlerinde olduğu gibi su konusu son yıllarda Türkiye’de de gündemin üst sıralarında yer almaya başlamıştır. Suyun tüm dünyada giderek ilgi çekici bir hal almasının nedenleri arasında hızlı şehirleşme, nüfus artışı ve sanayileşmenin neden olduğu su ihtiyacı ve iklim değişikliği konuları bulunmaktadır. Yerine başka bir şeyin konması mümkün olmayan bu doğal kaynağın 21. yüzyılın stratejik kaynaklarından biri olacağı kabul edilmektedir (Dışişleri Bakanlığı, 2018). Türkiye’nin su kaynakları politikası, ekonomik ve sosyal kalkınması, su ve gıda güvenliği açısından önceliklerimiz, AB ile tam üyelik müzakereleri, bölgesel gelişmeler göz önünde bulundurularak oluşturulmakta ve değişen koşullara göre yenileme çalışmaları yapılmaktadır. Türkiye’nin sınır aşan su havzalarındaki hukuki durumu 24 Temmuz 1923 tarihinde imzalanan Lozan Barış Antlaşması’nın 10. maddesinde şu şekilde ele alınmıştır: “*Tersine hükümler olmadıkça, eğer yeni bir sınırın çizilmesi yüzünden bir devletin sularının düzeni (kanallar açılması, su baskınları, sulama, drenaj, ya da onların benzeri işler) öteki bir devletin toprağında yapılacak işlere bağlı bulunduğu, ya da bir devletin toprakları üzerinde, savaştan önceki yapılagelişler gereğince, öteki bir devletin topraklarından çıkan sular ya da hidrolik enerji kullanılıyorsa, ilgili devletler arasında her birinin çıkarlarını ve kazanılmış haklarını koruyacak nitelikte, bir anlaşma yapmaları gerekir.*” Bu maddeye dayanarak Türkiye sınır aşan suları komşu ülkeler arasında anlaşmazlık yerine işbirliği aracı olarak görmekte ve oluşabilecek sorunlara karşı çözüm yollarının aranması gerekliliğini savunmaktadır (Perçin, 2014a).

Türkiye’de su kaynakları yönetimine ilişkin temel politikalar; kalkınma planları, hükümet planları, eylem planları, strateji belgeleri ekseninde şekillendirilmekte ve uygulanmaktadır. Türkiye’de SÇD’nin yürürlüğe girdiği tarihten sonra üç adet kalkınma planı hazırlanmış ve uygulanmıştır. Bunlar: 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005), 9. Kalkınma Planı (2007-2013) ve 10. Kalkınma Planı (2014-2018)’dir. Güneş (2010) ve Perçin (2014b) tarafından yapılan çalışmalardan yola çıkılarak SÇD için belirlenen sekiz temel kriter ışığında bu üç kalkınma planı aşağıda irdelenmiştir:

8. Beş Yıllık Kalkınma Planının 1659. ve 1660. maddeleri<sup>2</sup> Kriter 3-Çevresel Hedefler koşulu sağlanmaktadır. Planın 1661. Maddesi “*Etkili su kullanımı, altyapı tesislerinin ve su kaynaklarının korunması konusunda toplum bilinçlendirilecek ve su israfını önleyici*

<sup>1</sup>Kalkınma planları ve ayrıntılı bilgi için <http://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/>

<sup>2</sup> Planın 1659. maddesi “*Yeterli ve sağlıklı içme suyu sağlanması için eksik olan atık su altyapısının tamamlanması esastır.*” 1660. maddesi “*Yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmeden önce korunması sağlanacak ve atık suların arıtıldıktan sonra tarım ve sanayide kullanılması özendirilecektir.*” şeklindedir.

egitim programlarının yazılı, sözlü ve görsel basında yer alması sağlanacaktır.” şeklindedir. Bu madde ile Kriter 8-Kamuyunun Katılımı koşulu sağlanmaktadır. Planın 1662., 1668. ve 1685. maddeleri<sup>3</sup> Kriter 7-Maliyetin Karşılama İlkesi koşulu sağlanmaktadır. Planın 1665. maddesinde “Belediyeler, doğal afetlerde altyapı şebekelerinde meydana gelecek hasarlara karşı kısa sürede içme suyu temini ve atıkların bertarafı için eylem planları geliştirecektir.” ifadesi yer almaktadır. Ayrıca 1671. maddesi “Su kaynaklarının geliştirilmesi, kullanılması ve korunması ile ilgili hukuki bir düzenleme yapılacaktır.” ve 1673. maddesi ise “167 sayılı Yeraltı Suları Yasası, yeraltı sularının korunması için kaçak kullanımlara karşı caydırıcı hükümler içerecek şekilde güncelleştirilecektir.” şeklindedir. Böylece Kriter 4- Önlemler Programı koşulu sağlanmış olmaktadır. Planın 1667. maddesi “Kaçak su kullanımının önlenmesi için etkin denetim yapılacak, şebeke kaçaklarının azaltılması amacıyla haritalar çıkartılacak, büyük şehirlerde Veri Toplama ve Gözetimli Denetim Sistemine geçilmesi sağlanacaktır.” ve 1672. maddesi “Su ve atık su standartları AB standartlarına göre yeniden belirlenecektir.” şeklindedir. Bu madde ile Kriter 2- Suların Analizi ve İzlenmesi koşulunu sağlamaktadır. Planda Kriter 6- İdari Tedbirler koşulunu 1663., 1670., 1674. ve 1675. madde<sup>4</sup> sağlamaktadır. 8. Beş yıllık kalkınma planında Kriter 1-Havzaların Belirlenmesi ve Nehir Havza Bölgelerinin Oluşturulması ve Kriter 5- Yönetim Planları koşulu sağlanamamaktadır.

9. Kalkınma Planı, SÇD'nin sekiz temel kriter ışığında incelendiğinde kriterlerin büyük oranda karşıladığı anlaşılmaktadır. Bu durum daha başta AB uyum süreci müzakereleri hedef alınarak bu planın hazırlanmış olmasından ileri gelmektedir. Planın Tarımsal Yapının Etkinleştirilmesi başlığı altında “Su kaynaklarının geliştirilmesine yönelik çalışmaların, öncelikle havza temelinde bütüncül bir yaklaşımla ve değişen tüketim taleplerini karşılamakta esneklik sağlayan bir şekilde planlamasını mümkün kılacak, ilgili kurumlar arasında güçlü ve yapısal bir eşgüdüm sağlayacak şekilde yeniden düzenlenmiş kapsamlı bir mekanizma çerçevesinde ve suyun tasarruflu kullanımı sayesinde su kaynaklarının etkin kullanımına önem ve öncelik verilecektir.” denilmektedir. SÇD'nin öngördüğü havza bazlı planlamanın dikkate alındığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, Kriter 1-Havzaların Belirlenmesi ve Nehir Havza Bölgelerinin Oluşturulması kriteri, Kriter 5- Yönetim Planları kriteri ve Kriter 6- İdari Tedbirler kriterini sağlamış olmaktadır. Planın 466. maddesi “Su, atık su, katı atık gibi çevre korumaya yönelik altyapı tesislerinin yapılmasında, bakımında ve işletilmesinde ülke şartlarına en uygun sistem ve teknolojiler tercih edilecektir.” denilmektedir. Bu madde SÇD'nin öngördüğü Kriter 2- Suların Analizi ve İzlenmesi kriterini

sağlamaktadır. Planın, Çevrenin Korunması ve Kentsel Altyapının Geliştirilmesi başlığı altında “455. Tüm sektörlerde yatırım, üretim ve tüketim aşamalarında kirleten ve kullanan öder ilkelerini dikkate alan araçlar etkili bir biçimde kullanılacaktır. AB'ye uyum kapsamında çevre standartları ve yönetimini belirleyen hukuki düzenlemeler güncelleştirilirken ülke koşulları ve kamu yönetiminde etkinlik gözetilecektir” denilmektedir. Dolayısıyla Kriter 7-Maliyetin Karşılama İlkesi karşılanmış olmaktadır. Planın 52. maddesi “Uyum amacıyla yapılan yasal düzenlemelerin etkili bir şekilde uygulanması için gerekli idari kapasite oluşturulacak, uygulamadan kaynaklanan aksaklıklar tespit edilerek giderilecektir.” denilmektedir. Bu madde ile SÇD'nin öngördüğü Kriter 4- Önlemler Programı kriteri sağlanmış olmaktadır. Planda 465., 467., 468. ve 469. maddeler<sup>5</sup> ile Kriter 3-Çevresel Hedefler koşulu sağlanmış bulunmaktadır. Plan içerisinde Kriter 8-Kamuyunun Katılımı noktasında doğrudan bir ifade bulunmamasına karşın, planın birçok yerinde katılımcı yaklaşıma vurgu yapılmıştır. Bu kriterle en yakın ifade “676. Sulama altyapısının işletme ve yönetiminin katılımcı mekanizmalarla gerçekleştirilmesi sağlanacak, toprak ve su kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımı için üreticilere yönelik programlar uygulamaya konulacaktır.” ifadesidir.

10. Kalkınma Planında; nüfus artışı, hızlı şehirleşme ve iklim değişikliğinin yağış rejiminde ortaya çıkardığı istikrarsızlık nedeniyle, güvenilir su kaynaklarına erişim ve tarıma elverişli alanların korunması daha fazla önem kazandığı ifade edilmektedir. Su kaynakları ile ilgili olarak oluşan kısıtlar ve artan talep baskısı, küresel ve bölgesel düzeyde yeni politika ve önlemler geliştirilmesi gerektiğine vurgu yapılmıştır. Planda “Toprak ve Su Kaynakları Yönetimi” başlığı altında 1043. madde<sup>6</sup> Kriter 1-Havzaların Belirlenmesi ve Nehir Havza Bölgelerinin Oluşturulması koşulu sağlanmaktadır. Devamındaki 1044. madde ise Kriter 5- Yönetim Planları koşulu sağlanmaktadır. Planın 1050. ve 1055. maddeler<sup>7</sup> Kriter 2- Suların Analizi ve İzlenmesi koşulunu sağlamaktadır. Planın 976. maddesi ve 1047. maddesi<sup>8</sup> Kriter 6- İdari Tedbirler koşulunu

<sup>5</sup> 465. madde “Ülke genelinde çevre korumaya yönelik kentsel altyapı ihtiyacının belirlenmesi için belediyelerin içme suyu, kanalizasyon, atıksu arıtma tesisi ve katı atık bertaraf tesisi gibi altyapı ihtiyaçlarını belirleyecek kentsel altyapı ana planı ve finansman stratejisi hazırlanacaktır.” 467. madde “Mevcut su sağlama tesislerinde kayıp ve kaçaklar azaltılarak ülke su kaynaklarının etkin kullanılması sağlanacaktır...” 468. madde “Ülkemizde su kaynaklarının tahsisi, kullanılması, geliştirilmesi ve kirlenmeye karşı korunmasıyla ilgili hukuki düzenleme ve idari yapı oluşturulmasına yönelik olarak başlatılmış çalışmalar tamamlanacaktır.” 469. madde “Yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlenmeden korunması sağlanacak ve atık suların arıtıldıktan sonra tarım ve sanayide kullanılması teşvik edilecektir.” ifadeleri yer alır.

<sup>6</sup> 1043. madde “Toprak ve su kaynaklarının etkin şekilde kullanımı yanında doğal kaynakların koruma-kullanma dengesinin havza bazında gözetilmesi öncelikli görülmektedir...su yönetim yapısı havza bazlı yaklaşımlarla geliştirilmeye başlanmıştır...” şeklindedir. 1044. madde “Su yönetiminde etkinliği sağlamak üzere havza bazında entegre koruma ve kontrollü kullanma ilkeleri ile kentsel, endüstriyel, tarımsal faaliyetlere bağlı olarak ortaya çıkan baskı ve etkilerin belirlendiği ve tedbirlerin ortaya konulduğu 26 havzanın tamamı için koruma eylem planları hazırlanmıştır.” Olarak düzenlenmiştir.

<sup>7</sup> 1050. madde “Yeraltı ve yerüstü su kalitesinin ve miktarının belirlenmesi, izlenmesi, bilgi sistemlerinin oluşturulması; su kaynaklarının korunması, iyileştirilmesi ile kirliliğinin önlenmesi ve kontrolü sağlanacaktır.” şeklindedir. 1055. madde “Sulamada sürdürülebilirliğin sağlanması açısından yeraltı su kaynaklarına yönelik miktar kısıtlaması, farklı fiyatlandırma gibi alternatifler geliştirilecektir.” şeklinde düzenlenmiştir.

<sup>8</sup> 976. madde “Nüfusun sağlıklı ve güvenilir içme ve kullanma suyuna erişiminin sağlanması; atıkların insan ve çevre sağlığına etkilerinin en aza indirilerek etkin yönetiminin gerçekleştirilmesi” şeklindedir. 1047. madde “Su ve toprak kaynaklarının miktarının ve kalitesinin korunması, geliştirilmesi ve talebin en yüksek olduğu tarım sektörü başta olmak üzere sürdürülebilir kullanımı

<sup>3</sup> Planın 1662. maddesi “İçme suyu hizmetlerinden yararlananların bu hizmetleri kesintisiz, yeterli ve kaliteli bir biçimde, bedeli ödemek koşuluyla sağlayabilmeleri güvence altına alınacak, tüketicinin korunmasına özen gösterilecektir.” 1668. maddesi “Modern işletmecilik esaslarına uygun tarife sistemi uygulanması sağlanacaktır.” 1685. maddesi “Çevre Temizlik Vergisi hizmetin gerçek maliyeti ile uygun olarak tespit edilecek ve verginin tahsil edilmesinde gerekli titizlik gösterilecektir.” şeklinde ifade edilmiştir.

<sup>4</sup> 1663. madde “Altyapı sektöründe görev yapan kuruluşlar arasında etkin koordinasyon sağlanacaktır.” 1670. madde “Su ve kanalizasyon işletmelerinin özelleştirilmeleri teşvik edilecek ve belediyelerin denetleme mekanizması haline getirilmesi sağlanacaktır.” 1674. madde “İller Bankası Genel Müdürlüğü yeniden yapılandırılacaktır” 1675. madde “Nüfusu 100 bini aşan belediyelerde su ve kanalizasyon idarelerinin kurulması yönünde düzenlemeler yapılacaktır.” şeklinde düzenlenmiştir.



karşılmaktadır. Planın 1051. maddesinde “Ülkemiz su potansiyelinin tamamının ihtiyaçlar doğrultusunda sürdürülebilir bir şekilde kullanılması ve kullanımın tarifelenmesi sağlanacaktır.” ifadesi yer almaktadır. Dolayısıyla Kriter 7- Maliyetin Karşılanması İlkesi koşulu sağlanmaktadır. Planın 362. maddesi “Kamuda stratejik yönetimin uygulama etkinliğinin artırılması ve hesap verebilirlik anlayışının, planlamadan izleme ve değerlendirmeye kadar yönetim döngüsünün tüm aşamalarında hayata geçirilmesi temel amaçtır. Bu amaç doğrultusunda kamu hizmetlerinin hız ve kalitesinin artırılması ile katılımcılık, şeffaflık ve vatandaş memnuniyetinin sağlanması temel ilkelerdir.” şeklindedir bu tüm kamu yönetimi etkilediğinden, Kriter 8-Kamuoyunun Katılımı kriterini dolaylı da olsa karşılamaktadır. Planın 1034. maddesi “Sürdürülebilir şehirler yaklaşımına uygun olarak şehirlerde atık ve emisyon azaltma, enerji, su ve kaynak verimliliği, geri kazanım, gürültü ve görüntü kirliliğinin önlenmesi, çevre dostu malzeme kullanımı gibi uygulamalarla çevre duyarlılığı ve yaşam kalitesi artırılacaktır.” şeklinde olup, Kriter 3-Çevresel Hedefler koşulunu sağlamaktadır. Planın 1048., 1049., 1050. ve 1056. Maddeleri<sup>9</sup> ile buna ek olarak Planın üçüncü bölümünde “Öncelikli Dönüşüm Programları” başlığı altında “Tarımda Su Kullanımının Etkinleştirilmesi Programı” başlığına yer verilmiştir. Bu program ile tarımda su kullanımının etkinleştirilmesinden başlanarak ülke çapında ve havza bazında iklim şartları, yanlış ve aşırı su kullanımından kaynaklanan veya kaynaklanması beklenen sorunların çözümü amaçlandığı ifade edilmiştir. Sayılan bu dört madde Kriter 4- Önlemler Programı koşulunu yerine getirmektedir. Bu açıklamalar ışığında 10. Kalınma Planının Kriter 8-Kamuoyunun Katılımına ilişkin koşul dışarda bırakıldığında SÇD için belirlenen sekiz kriterden yedisinin sağlandığı anlaşılmaktadır.

Türkiye’de SÇD’nin yürürlüğe girdiği tarihten sonra beş adet hükümet programı hazırlanmış ve uygulanmıştır. Neziroğlu ve Yılmaz (2013) tarafından hazırlanan “Hükümetler, Programları ve Genel Kurul Görüşmeleri” adlı eser esas alınarak, SÇD için belirlenen sekiz kriter sırasıyla: 57. (V. Ecevit) Hükümet (28.05.1999-18.11.2002), 58. (Gül) Hükümet (18.11.2002-14.03.2003), 59. (I. Erdoğan) Hükümet (14.03.2003-29.08.2007), 60. (II. Erdoğan) Hükümet (29.08.2007-06.07.2011) ve 61. (III. Erdoğan) Hükümet (06.07.2011-....) olmak üzere beş ayrı hükümet programı için değerlendirilmiş ve şu sonuçlar elde edilmiştir: 57. (V. Ecevit) Hükümet programında “çevre sorunları, doğanın dengesini bozacak duruma gelmiştir. Hükümetimiz, kalkınma yolunda yapılan atımlarda doğa dengesinin ve çevre sağlığının korunmasına özen gösterecektir. Sanayi ve ev atıklarının arıtılmadan doğaya bırakılmasının nehir ve göllerimizde yarattığı çevre kirliliği

önlenecektir. Büyük kentlerimizin kanalizasyonlarının arıtılmalarına özel bir önem verilecektir.” ifadelerine yer verilmektedir. SÇD için belirlenen sekiz kriterden genel bir kabul ile yalnızca Kriter 2- Suların Analizi ve İzlenmesi, Kriter 3-Çevresel Hedefler, Kriter 4- Önlemler Programı koşullarının sağlandığı kabul etmek mümkündür.

58. (Gül) Hükümet programında çevreye duyarlılık ve çevreyle ilgili hizmetlerde işbirliğine dayanan modeller geliştirileceğinden bahsedilmiş, su kaynakları ve yönetimi noktasında bu hükümet programında bir bulguya rastlanılmamıştır.

59. (I. Erdoğan) Hükümet programında “...Çevrenin sermaye stoku olarak ele alınması gereken hava, ısı, su, mineral ve diğerleri, tüm ekonomik birimlerin faaliyetlerinin yapı ve kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu konuda duyarlılık artırılacak ve söz konusu stokta değişim yaratan çevresel yapıda kötüye gidiş, gürültü, kirlenme ve değişim maliyetlerini belirlemek amacıyla sosyal refah ağırlıklı gelişim, yaklaşım geliştirilecektir... Türkiye’nin Avrupa Birliği’ne tam üyeliği, hükümetimizin hedeflerinin başında gelmektedir... Bu çerçevede, Türkiye Büyük Millet Meclisi tarafından gerçekleştirilmiş olan uyum yasalarının güçlendirilmesi...” ifadelerine rastlanmaktadır. Dolayısı ile SÇD için belirlenen sekiz kriterden genel bir kabul ile Kriter 3-Çevresel Hedefler, Kriter 4- Önlemler Programı, Kriter 6- İdari Tedbirler ve Kriter 7-Maliyetin Karşılanması koşullarının sağlandığı kabul etmek mümkündür.

60. (II. Erdoğan) Hükümet programında “...Anayasamızda ifadesini bulan “sağlıklı ve dengeli çevrede yaşama hakkı”, çevre politikamızın temelini oluşturmaktadır... Su kaynaklarımızın çok daha verimli bir şekilde kullanılmasına yönelik çalışmalarımız artarak devam edecektir.... Bu çerçevede, atık su, katı atık, tehlikeli atık gibi çevre korumaya yönelik tesislerin yaygınlaşmasını sağlayacağız... Avrupa Birliği müktesebatını tarama çalışmaları, ülkemizde pek çok alanda gerçekleştireceğimiz yapısal dönüşümün altyapısını hazırlamıştır...” ifadelerine yer verilmiştir. Böylece SÇD için belirlenen sekiz kriterden genel bir kabul ile Kriter 3-Çevresel Hedefler, Kriter 4- Önlemler Programı, Kriter 6- İdari Tedbirler koşullarının sağlandığı kabul etmek mümkündür.

61. (III. Erdoğan) Hükümet programında “...Bu çerçevede su kaynaklarının da etkin kullanımı ve korunması için bütüncül su kaynakları yönetimi modelini gerçekleştireceğiz. Bu çalışmaları yeni oluşturduğumuz Orman ve Su İşleri Bakanlığı ile daha etkin şekilde yürüteceğiz... Vatandaşlarımızın sağlıklı içme suyuna erişmelerine imkân veren ve çevre açısından önem arz eden atık su ve yağmur suyu sistemlerini kökten çözüyoruz... Bu amaçla SU ve Kanalizasyon Altyapı Projesi’ni başlattık, kısa adıyla SUKAP denilen projeyi başlattık... Şebekeli içme ve kullanma suyundan yararlanan belediye nüfusu oranını yüzde 100’e çıkaracağız. Susuz belde bırakmayacak ve ihtiyaç duyulan yerlerde içme suyu arıtma tesisleri yapacağız...” ifadelerine yer verilmiştir. SÇD için belirlenen sekiz kriterden genel bir kabul ile Kriter 2- Suların Analizi ve İzlenmesi, Kriter 3-Çevresel Hedefler, Kriter 4- Önlemler Programı, Kriter 6- İdari Tedbirler koşullarının sağlandığını söylemek mümkündür. SÇD sonrası kalkınma planlarının ve hükümet programlarının direktif kriterlerine göre irdelenmesi sırası ile Çizelge 1 ve Çizelge 2’de verilmiştir.

SÇD’nin yürürlüğe girdiği tarihten sonra, içerdiği hedef ve amaçların Türkiye’de su politikaları ve yönetimi açısından yeterli düzeyde ele alındığı ve ilgili dokümanlarda

sağlayacak bir yönetim sisteminin geliştirilmesi temel amaçtır.” şeklinde düzenlenmiştir.

<sup>9</sup> 1048. madde “Su yönetimine ilişkin mevzuattaki eksiklik ve belirsizlikler giderilerek kurumların görev, yetki ve sorumlulukları netleştirilecek, su yönetimiyle ilgili tüm kurum ve kuruluşlar arasında işbirliği ve koordinasyon geliştirilecektir” şeklindedir. 1049. madde “Ulusal havza sınıflama sistemi, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımına imkân verecek şekilde geliştirilecektir” şeklindedir. 1050. madde “Yeraltı ve yerüstü su kalitesinin ve miktarının belirlenmesi, izlenmesi, bilgi sistemlerinin oluşturulması; su kaynaklarının korunması, iyileştirilmesi ile kirliliğinin önlenmesi ve kontrolü sağlanacaktır.” ve 1056. madde “Sulama birliklerinin çalışma süreçleri gözden geçirilecek, sistemin daha etkin hale getirilmesi yönünde alternatifler oluşturulacaktır.” ifadelerini taşır.

açıklandığı anlaşılmaktadır. Ancak, politikaların uygulama araçları olan eylem planları, yönetim planları ve stratejiler noktasında istenilen düzeyde olmadığı 25 adet nehir havzasının sadece dördünün Nehir Havza Yönetim Planları yapılmasından anlaşılmaktadır.

### 3.2. SÇD'nin Türkiye Su Kaynakları Yönetiminde Örgütlenmeye Etkileri

*Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ):* Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne tam üyelik sürecine girmesi ve AB SÇD'nin de etkisi ile su yönetimi ile ilgili kurumlar arası görev karışıklığı ve koordinasyon eksikliğine çözüm getirmek için bazı çalışmalar başlatılmıştır. Yapılan bu çalışmaların büyük bir kısmı DSİ tarafından yapılmaktadır (Can, 2015). 18.12.1953 tarihinde kabul edilen ve 28.02.1954'te yürürlüğe giren 6200 sayılı kanunla daha çağdaş ve güçlü bir yapıya kavuşturularak "Bayındırlık Vekâleti" ne bağlı, katma bütçeli tüzel kişiliğe sahip DSİ, kurulduğu tarihten bu yana birçok bakanlık altında yer değiştirmiştir. DSİ 1 Mart 1954 tarihinde Bayındırlık Bakanlığı'na bağlı olarak faaliyetlerine tekrardan başlamış 1964 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bağlanmıştır. 1986 yılında idari ve teknik sorunların daha kolay ve hızlı çözülebilmesi adına Bayındırlık ve İskân Bakanlığı bünyesine alınmıştır. 1996 yılında enerji yatırımlarının ülke kalkınmasında önemli rol oynamasından dolayı tekrar Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bağlanmıştır. Merkezi idarenin yeniden düzenlenmesi çalışmalarından dolayı 31.08.2007 tarihinde Çevre ve Orman Bakanlığı'na bağlanmıştır. 662 sayılı Kanun Hükmünde Kararname'nin 58'inci maddesi ile özel bütçeli bir kuruluş haline gelen DSİ 2011 yılında Orman ve Su

İşleri Bakanlığı'na bağlanmıştır. 2018 yılında Cumhurbaşkanlığı Hükümet Sistemi'ne geçiş yapılması ile DSİ, Tarım ve Orman Bakanlığı bünyesinde Merkezi Yönetim Bütçesine tabii özel bütçeli yatırımcı bir kuruluş olarak konumlandırılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. DSİ'nin zaman içerisinde yer aldığı bakanlıklar

Çizelge 1. SÇD sonrası kalkınma planlarının direktif kriterlerine göre irdelenmesi

Kalkınma planları	Direktifin temel hükümleri							
	Havzaların belirlenmesi (NHBO)	Suların analizi ve izlenmesi	Çevresel hedefler	Önlemler programı	Yönetim planları	İdari tedbirler	Maliyetin karşılanması	Kamuoyunun katılımı
8. Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005)	-	+	+	+	-	+	+	+
9. Kalkınma Planı (2007-2013)	+	+	+	+	+	+	+	+
10. Kalkınma Planı (2014-2018)	+	+	+	+	+	+	+	-

+: Direktif kriterini sağlar, -: Direktif kriterini sağlamaz

Çizelge 2. SÇD sonrası hükümet programlarının direktif kriterlerine göre irdelenmesi

Hükümet programları	Direktifin temel hükümleri							
	Havzaların belirlenmesi (NHBO)	Suların analizi ve izlenmesi	Çevresel hedefler	Önlemler programı	Yönetim planları	İdari tedbirler	Maliyetin karşılanması	Kamuoyunun katılımı
57. (V. Ecevit) Hükümet (1999-2002)	-	+	+	+	-	-	-	-
58. (Gül) Hükümet (2002-2003)	-	-	-	-	-	-	-	-
59. (I. Erdoğan) Hükümet (2003-2007)	-	-	+	+	-	+	+	-
60. (II. Erdoğan) Hükümet (2007-2011)	-	-	+	+	-	+	-	-
61. (III. Erdoğan) Hükümet (2011-....)	-	+	+	+	-	+	-	-

+: Direktif kriterini sağlar, -: Direktif kriterini sağlamaz



*Türkiye Su Enstitüsü (SUEN)*: Türkiye Su Enstitüsü, 2 Kasım 2011 yılında 658 sayılı KHK ile kurulmuştur. SUEN'in amacı; su politikaları geliştirmek, bunun için araştırmalar yapmak, su yönetimi stratejisinin ve küresel su meselelerinin çözüme ulaşması amacı ile çalışmalar yapmaktır (Ochqun, 2015).

Türkiye'de 9 Temmuz 2018 tarihinde Parlamenter Sistem'den Cumhurbaşkanlığı Hükümet Sistemi'ne geçiş yapılmıştır. Bunu takip eden süreçte "Anayasada Yapılan Değişikliklere Uyum Sağlaması Amacıyla Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnemelerde Değişiklik Yapılması Hakkında 703 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname" ile birçok bakanlık yapısında değişikliğe gidilmiştir. Cumhurbaşkanlığı Hükümet Sistemi çerçevesinde 1 Numaralı Cumhurbaşkanlığı Teşkilatı Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı birleştirilerek Tarım ve Orman Bakanlığı kurulmuştur.

Tarım ve Orman Bakanlığı'nın birleşmesi ile Su Yönetimi Genel Müdürlüğü bakanlığın hizmet birimlerinden biri haline getirilmiştir. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü alt birimleri olarak Su Kalitesi Daire Başkanlığı, İzleme ve Su Bilgi Sistemi Daire Başkanlığı, Su Hukuku ve Politikası Daire Başkanlığı ayrıca dikkat çekmektedir. Bunun yanında Havza Yönetimi Daire Başkanlığı, Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı, Araştırma ve Değerlendirme Daire Başkanlığı ve Yönetim Hizmetleri Daire Başkanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün diğer alt birimleridir. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ve Türkiye Su Enstitüsü ise bakanlığa bağlı kuruluş olarak konumlandırılmıştır.

### 3.3. SÇD'nin Türkiye'deki Su Mevzuatına Etkisi

Türkiye'de hem kaynak suları olsun hem de yeraltı suları olsun bunların korunmasında, kullanılmasında ve yönetilmesinde Türk Medeni Kanunu suya yönelik birçok farklı hukuki düzenleme getirmiştir. Bu düzenlemelerde ihtiyaca göre ilerleyen zamanlarda farklı değişimler ve bunlara ek düzenlemeler yapılmıştır. Bu kanunlar kronolojik sıraya göre Çizelge 3'te verilmiştir (Küçükçelebi, 2014).

Türkiye'de suyun yönetimi ile alakalı daha detaylı hukuksal düzenlemeler 28.04.1926 tarihli ve 831 sayılı Sular Kanunu ile başlamıştır (Mevzuat, 2017). Çizelge 3'te ismi geçen diğer kanunlar suyun korunması ve yönetimine yönelik olup, bahse konu olan kurumların işleyişi ve yönetimi ile alakalı maddeler içermektedir. Çizelge 4'te verilen tüzük, yönetmelik ve tebliğler ise suyun yönetimi ile ilgili bir ibare taşımayıp, sadece ilgili olduğu kurumun işleyişine cevap vermek adına düzenlenmiştir.

Avrupa Birliği'nin 2009 yılındaki müzakerelerinde çevre konusunun geçmesiyle Türkiye, çevre ve su konusundaki çalışmalara hız kazandırmıştır. SÇD'nin en belirgin hedefi bütün suların iyi durumda olması ve bütüncül havza yönetimidir. 2000 yılında ortaya çıkan ve kabul edilen AB su mevzuatının en önemli yönergesi olan SÇD'ne bakış açısı Türkiye'de ilk etapta farklı olmuş ve çeşitli tartışmalara yol açmıştır fakat ilerleyen yıllarda uyum için gerekli çalışmaların tamamlanması için hedefler konulmuş, bunu takiben yasa altı yönetmelikler ve tebliğler kabul edilmiştir (Dikmen, 2012). Bu yönetmelik ve tebliğler Çizelge 5'te sunulmuştur. Bu yönetmelik ve tebliğlerde doğrudan suyun korunması, bütüncül şekilde kullanımı ve yönetimine ilişkin bir ibare bulunmamaktadır. Bahse konu olan bu düzenlemeler, suyu ileri vadede korumak yerine daha güncel durumlara çözüm aramak adına çıkarılmış ve ilgili olduğu kurumun işleyişine cevap aramak adına düzenlenmiştir (Mevzuat, 2017).

Çizelge 3. Kronolojik sıraya göre su ile ilgili kanunlar

Kanun	Yürürlüğe girdiği tarih	Kanun adı
831	10.05.1926	Sular Hakkında Kanun
927	30.06.1926	Sıcak ve Soğuk Maden Sularının İstismarı ile Kaplıcalar Tesisatı Hakkında Kanun
1593	06.05.1930	Umumi Hıfzıssıhha Kanunu
3039	23.06.1936	Çeltik Ekimi Kanunu
4373	21.01.1943	Taşkın Sulara ve Su Baskınlarına Karşı Korunma Kanunu
6200	25.12.1953	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünün Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun
7478	16.05.1960	Köy İçme Suları Hakkında Kanun
167	23.12.1960	Yeraltı Suları Hakkında Kanun
178	30.12.1960	Askeri Gazinoların İçme ve Kullanma Sularının Temini Hakkında Kanun
1053	16.07.1968	Belediye Teşkilatı Olan Yerleşim Yerlerine İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temini Hakkında Kanun
1380	04.04.1971	Su Ürünleri Kanunu
2560	23.11.1981	İSKİ Kanunu
2674	29.05.1982	Karasuları Kanunu
2692	13.07.1982	Sahil Güvenlik Komutanlığı Kanunu
2872	11.08.1983	Çevre Kanunu
3621	17.04.1990	Kıyı Kanunu
5216	23.07.2004	Büyükşehir Belediyesi Kanunu
5393	13.07.2005	Belediye Kanunu

Çizelge 4. SÇD'den önce çıkarılan su ile ilgili tüzük, yönetmelik ve tebliğler

Tüzük no.	Kabul tarihi	Tüzük adı
7044	12.08.1928	Sular Kanununun Uygulanışını Gösteren Tüzük
5/1465	20.07.1961	Yeraltı Suları Tüzüğü
Yönetmelik no.	Kabul Tarihi	Yönetmelik Adı
87/11594	11.03.1987	Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Atık Suların Kanalizasyon Şebekesine Deşarj Yönetmeliği
19919	04.09.1988	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
21374	13.10.1992	Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmelik
Tebliğ no.	Kabul Tarihi	Tebliğ Adı
20748	07.01.1991	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği

Çizelge 5. SÇD'den sonra çıkarılan yönetmelik ve tebliğler

Tarih	Yönetmelik
16.02.2017	Sulama Sistemlerinde Su Kullanımının Kontrolü ve Su Kayıplarının Azaltılmasına İlişkin Yönetmelik (1)
23.11.2016	Hassas Su Kütleleri İle Bu Kütleleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İyileştirilmesi Hakkında Yönetmelik (2)
10.08.2016	Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
12.05.2016	Taşkın Yönetim Planlarının Hazırlanması Uygulanması ve İzlenmesi Hakkında Yönetmelik (3)
22.05.2015	Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (4)
15.04.2015	Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik
08.05.2014	İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Hakkında Yönetmelik (5)
11.02.2014	Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik (6)
12.01.2014	Alabalık ve Sazan Türü Balıkların Yaşadığı Suların Korunması ve İyileştirilmesi Hakkında Yönetmelik (7)
30.11.2012	Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (8)
17.10.2012	Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik (9)
29.06.2012	İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik (10)
07.04.2012	Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik
31.03.2012	Ormançılık ve Su Şurası Yönetmeliği (11)
27.10.2010	Atıksu, Alt Yapı Ve Evsel Katı Atık Bertaraf Tesisleri Tarifelerinin Belirlenmesinde Uyulacak Usul Ve Esaslara İlişkin Yönetmelik (12)
09.01.2006	Yüzme Suyu Kalitesine İlişkin Yönetmelik (13)
08.01.2006	Kentsel Atık Suyun Arıtımı Yönetmeliği (14)
26.11.2005	Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği (15)
20.11.2005	İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik
17.02.2005	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (16)
31.12.2004	Su Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği (17)
18.02.2004	Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğini Karşı Suların Korunması Yönetmeliği (18)
Tarih	Tebliğ
16.07.2015	İçme Suyu Temin ve Dağıtım Sistemlerindeki Su Kayıplarının Kontrolü Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği (B)
26.02.2014	Durgun Yerüstü Kara İç Sularının Ötrofikasyona Karşı Korunmasına İlişkin Tebliğ (C)
16.01.2013	Çevre Kanununun 20'nci Maddesinin (k) Bendi Uyarınca Verilecek İdari Para Cezalarına İlişkin Tebliğ
18.06.2013	Havza Yönetim Heyetinin Teşekkülü Görevleri Çalışma Usul ve Esasları Hakkında Tebliğ
20.03.2010	Atık Su Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği
10.10.2009	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği
10.10.2009	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği İdari Usuller Tebliği
27.06.2009	Kentsel Atık Su Arıtımı Yönetmeliği Hassas ve Az Hassas Su Alanları Tebliği
02.06.2008	Kabuklu Su Ürünlerinin Yaşadığı Suların Kalitesi Hakkında Tebliği (A)

SÇD sonrası Türkiye'de AB uyum çalışmaları ile birlikte mevzuat uyumlaştırma çalışmalarına gidilmiştir. Çizelge 5'te SÇD'den sonra düzenlenen yönetmelik ve tebliğler yer almaktadır. Bu yönetmelik ve tebliğlerin SÇD'nin ana amaçlarına ne ölçüde uyum sağladığını görmek adına Güneş (2010) ve Perçin (2014b) çalışmalarından elde edilen sekiz temel kritere göre irdeleme yapılmaya çalışılmıştır. İrdelenenin anlaşılır olması amacı ile önemli olduğu düşünülen yönetmelik ismi yanına numara verilmiştir. Aynı şekilde tebliğler için ise harflendirme yapılmıştır. Çizelge 6'da SÇD sonrası mevzuatın direktif kriterlerine göre irdelenmesi yer almaktadır. Çizelge incelendiğinde 9 numaralı yönetmeliğin yani Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik tüm direktif kriterlerini sağladığı görülmektedir. Bu yönetmeliği ayrıca incelediğimizde yönetmeliğin amacı olan madde 1, yerüstü ve yeraltı su kütlelerinin, bütüncül bir yaklaşımla havza bazında, fizikokimyasal, kimyasal ve ekolojik kalite bileşenleri ile miktar açısından iyi su durumunda olanlarının mevcut haliyle korunması, bozulmuş olanlarının iyi su

durumuna getirilmesi ve ihtiyaç önceliklerine uygun şekilde tahsis yapılarak sürdürülebilir kullanımının sağlanması, ulusal su planı ve havza ölçekli yönetim planlarının hazırlanması, uygulanması ve takibinin yapılması şeklinde açıklanmıştır. Bu durum direktif kriteri "Havzaların Belirlenmesi ve Nehir Havza Bölgelerinin Oluşturulması" kriterini sağlamaktadır. Direktifin "Suların Analizi ve İzlenmesi" ve "Kamuoyunun Katılımı" kriterlerini madde 5 sağlamaktadır. Ayrıca madde 9'da havza yönetiminde katılımcı yaklaşım detaylı şekilde ele alınmıştır. Madde 5'te su kaynaklarının havza bazında kalite ve miktarının bütüncül yaklaşımla sürdürülebilir bir şekilde geliştirilmesi, iyileştirilmesi, korunması ve ihtiyaç önceliklerine uygun olarak kullanılmasının sağlanması esasları detaylı olarak ele alınmıştır. Madde 6 havzaların korunmasına karşı alınacak tedbirleri düzenlemiştir ve bu "Önlemler Programı" kriterini karşılar. Madde 5'te yer alan kullanan ve kirlüten öder ilkeleri uyarınca, havzadaki bütün su kullanıcılarının su kaynakları üzerindeki baskılarıyla orantılı olarak su hizmetlerine ait maliyetlerin karşılanmasına katkıda bulunması ibaresi "Maliyetin karşılanması" kriterini sağlar.



Tasarıda madde 9'da su kaynaklarının korunması ele alınmış ve bunlara ulaşmada çevresel hedeflerin belirlenmesi gerektiği, korunması gereken alanlara özel bir statü verilmesi gerektiği ayrıca suların korunması, sürdürülebilir kullanımının sağlanması, planlanmasına yer verilmiştir. Bu düzenleme direktif kriterlerinden “Önlemler Programı” ve “Suların Analizi ve İzlenmesi” kriterlerini karşıladığı söylenebilir. Madde 10 izleme, denetim, bilgi verme ve bildirim yükümlülüğü, madde 11 su yönetimi yüksek kurulunun kuruluşu, görev ve yetkilerini düzenlemiştir. Buradan yola çıkarak tasarının uygun idari düzenlemeleri hazırladığı, uygun yetkili birimleri tayin ettiği söylenebilir ve “İdari Tedbirler” kriterini sağlamaktadır. Su Kanun Tasarısı genel manada suyun korunması, doğru yönetimi, çevresel hedeflere ulaşmada yeraltı/yerüstü suların kötüleşmesini engellemeye çalışması, etkili ve sürdürülebilir su kullanımına teşviki yönünden direktif kriterleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ayrıca suyun korunması ve yönetiminin havza bazında yapılması gerektiği ve nehir havza yönetim planlarının hazırlanması gerektiğini düzenlemektedir. Etkili ve sürdürülebilir su kullanımı için kirleten öder prensibini ve tüm ilgili paydaşların katılımını savunduğu tasarıda görülmektedir. Tasarının genel manada direktif kriterlerini sağladığı düşünülmekte ancak bazı çevrelerce hukuki boşluklarının olduğu dile getirilmektedir. Havza bazında yönetimin sorumlunun kim olduğunun ve kararların kim tarafından verileceğinin detayı belirtmemiştir. Havza bazında yönetimle beraber Su Tahsis Planı konusuna değinen taslak, bu planların tam olarak içindeki uyumundan ve hiyerarşik ilişkisini tam olarak açıklamamıştır. SÇD'nin amaçlarından biri de suların iyi ekolojik duruma gelmesidir fakat tasarının izleme bölümünde izleme ağıının kim tarafından nasıl kurulacağı ve işletileceğine ilişkin bir düzenleme bulunmamaktadır (Anonim, 2012; Yıldırım ve Ayanoğlu, 2014). Taslakta bahsi geçen su bilgi sistemi isimli sanal erişim ağına nasıl erişileceği ve bu erişim sonunda elde edilen bilgilerin şeffaflığı konusu açık değildir. Suyun tüm alanlarda etkin ve verimli kullanılmasına ilişkin bir madde koymayan taslak, su kayıplarının fazla olduğu bölgelerde verimli su kullanımına yönelik yapılması gerekenler ve aksi durumda uygulanacak yaptırımlara yer vermemiştir (Yıldırım ve Ayanoğlu, 2014). Taslaktaki Havza Yönetim Planlarının nasıl hazırlanacağı Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik ile uyumamaktadır. Kanun yürürlüğe girdiği takdirde yönetmelikte değişikliğe gidilmesi gerekmektedir. Taslağın amaç kısmında “tek elden yönetim” vurgusu yapılmıştır fakat bakanlıklar, DSİ, belediyeler ve Su Yönetimi Genel Müdürlüğü arasındaki görev dağılımında çatışmalar yaşanmaktadır. Ayrıca taslakta Bakanlık adı altında eski Orman ve Su İşleri Bakanlığı'ndan bahsedilmiştir ancak bakanlık görev ve yetkileri detaylı olarak tanımlanmamıştır (Aytüre, 2016). Ayrıca bazı çevrelerce su kanun tasarısı suya erişim hakkını kısıtladığı ve suyu ticari bir meta haline getirdiği gerekçeleri ile hala tartışma konusudur. Tasarıda konusu geçen “Mücbir sebepler ve beklenmeyen hallerde su kaynağının korunması için gerekli olan her türlü müdahale gecikmeksizin yetkili idare tarafından yapılır veya yaptırılır” ifadesi özel şirketlere su kaynaklarına müdahale etme hakkını tanıdığı savunulmaktadır. Bununla birlikte “İhtiyaç olması ve potansiyelin de yeterli olması halinde havzalar arası su

aktarımı yapılabilir” ifadesi havzalar arası su aktarımına ve suyun metalaştırılmasına yasal zemin hazırladığı düşünülmektedir (Aytüre, 2016).

#### 4. Sonuç ve öneriler

21. yüzyılda küresel ısınmanın etkileri, kentleşme ve sanayileşmeden dolayı artan su kullanımı suyun önemini farklı bir boyuta taşımıştır. Yeryüzünün temiz su kaynakları hızlı bir şekilde kirlenmektedir. Doğal bir kaynak olan suyun yönetimi konusunda daha etkin planlamalara gidilmediği takdirde, gelecekte su kıtlığı çekileceği literatürde birçok araştırma ve tartışmalara konu olmuştur.

Türkiye’de SÇD ve AB uyum süreciyle birlikte “çevre” alanında yasal düzenlemeler hız kazanmıştır. 10.05.1926 tarihli 831 sayılı Sular Hakkında Kanun’dan günümüze kadar suyu kendine konu edinmiş 18 adet Kanun yürürlüğe girmiştir. Bu kanunlar Çizelge 3’te detaylı olarak verilmiştir. Bununla birlikte, SÇD sonrası 22 adet yönetmelik ve 9 adet tebliğ yürürlüğe konmuştur. Bu yasal düzenlemeler Çizelge 5’te verilmiştir. Doğrudan AB mevzuat listesinde bulunan ve direktiflere uyum amacı ile çıkarılmış yönetmelikler ise şu şekilde sıralanmaktadır:

- Su Havzalarının Korunması ve Yönetim Planlarının Hazırlanması Hakkında Yönetmelik (17.10.2012),
- Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (30.11.2012),
- İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik (29.06.2012),
- Atıksu, Alt Yapı ve Eysel Katı Atık Bertaraf Tesisleri Tarifelerinin Belirlenmesinde Uyulacak Usul ve Esaslara İlişkin Yönetmelik (27.10.2010),
- İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (17.02.2005),
- Tarımsal Kaynaklı Nitratın Neden Olduğu Kirliliğe Karşı Suların Korunması Yönetmeliği (18.02.2004),
- Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (07.04.2012),
- Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği (26.11.2005) ve ayrıca 30.03.2010 tarihinde Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği’nde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik,
- Yüzeysel Su Kalitesi Yönetmeliği (30.11.2012),
- Kabuklu Su Ürünlerinin Yaşadığı Suların Kalitesi Hakkında Tebliği (02.06.2008).

Türkiye’de “su yönetimi” üzerine yasal düzenleme yapma konusunda bir kısıt görülmemektedir. Buna karşın esas sorun yasal düzenlemelerin tek bir çatı altında toplanamamasıdır. Oluşturulan birçok hukuki düzenleme suyun etkin ve bütüncül bir şekilde kullanımına yönelik olmayıp, ilgili olduğu kurumun işleyişine cevap vermekle sınırlı kalmaktadır.

2012 yılında SÇD’ye uyum sağlamak amacıyla hazırlanan Su Kanun Tasarısının güncellenmesi gerekmektedir. Tasarı oldukça genel kapsamlı hazırlanmıştır ve dolayısı ile SÇD’ye tam anlamı ile cevap verememektedir.

Türkiye’de su yönetiminin bir diğer büyük problemi ise kurumlar arası işbirliği ve koordinasyon eksikliğidir. Su yönetiminin bütüncül bir şekilde uygulanması için görev ve yetkilerin bölge düzeyine aktarılması ve AB hedeflerine ulaşmak için kurumsal ve yasal düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. 4 Temmuz 2011 tarihinde kurulan Orman ve Su İşleri Bakanlığı bünyesinde, AB uyum çalışmaları ve SÇD etkisi ile “ana hizmet birimi” olarak Su Yönetimi Genel Müdürlüğüne (SYGM) yer verilmiştir. Su yönetiminin Orman ve Su İşleri Bakanlığı altında toplanması ile daha bütüncül ve koordineli bir yapılanma sağlanacağı düşünülmüştür. Bunun yanında 2 Kasım 2011 tarihinde kurulan Su Enstitüsü (SUEN) ile su politikaları geliştirmek, küresel anlamda su üzerine stratejiler ve araştırmalar yapılması amaçlanmıştır. SÇD’nin 3. maddenin 6. fıkrasında, üye devletlerin mevcut ulusal veya uluslararası birimlerini direktif hedeflerine ulaşılması amacı ile direktifin belirlediği şekilde yetkili birim olarak belirleyebileceği ifade edilmiştir. Bu durum, SUEN ve SYGM’nin oluşturulmasında SÇD etkisinin olduğu görülebilmektedir. Türkiye’nin 9 Temmuz 2018 tarihinde Parlamenter Sistem’den Cumhurbaşkanlığı Hükümet Sistemine geçiş yapması ile birçok devlet kurumunda yeniden yapılanmaya gidilmiştir. SYGM, yeni Tarım ve Orman Bakanlığı’na bağlı merkez birimi içerisinde “hizmet birimi” olarak konumlandırılmıştır. Eski Orman ve Su İşleri Bakanlığı’na bağlı yatırımcı bir kuruluş olarak görev yapan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ve SUEN kamu tüzel kişiliği olan bir kuruluş olarak Tarım ve Orman Bakanlığı’na bağlanmıştır. Teşkilatlanmadaki bu değişiklikler, kurumlar arasındaki yetki karmaşasını çözmek yerine daha da karmaşık bir hal almasına neden olabileceği düşünülmektedir. Bunda bir görevin birden çok kurum ve kuruluşun sorumluluğu altında olmasının payı olduğu düşünülmektedir. Türkiye’de su ile ilgili yasa ve kuruluşların çokluğundan dolayı suyun etkin bir şekilde yönetimi mümkün olamamaktadır. Çünkü her kurumun yasa ve yönetmeliği farklı şekilde işlemektedir. Kurumsal yapının güçlendirilerek sular üzerinde denetleme ve değerlendirme çalışmalarının yapılması faydalı olacaktır. Bu noktada EMWIS (Euro-Mediterranean Information System on Know-How in the Water Sector) çerçevesinde sürdürülen Ulusal Su Bilgi Sistemlerinin oluşturulma çabaları, su kaynaklarının etkin yönetimi ve kullanımı noktasında önemli bir adım niteliğindedir (Özçelik, 2008).

SÇD, suyun idari ve politik sınırlardan ziyade tamamen doğal ve hidrolojik olarak nehir havzası sınırlarına göre yönetilmesini savunmaktadır. Bunun yanında katılımcı yaklaşım, suyun fiyatlandırılmasını ve suyun denetlenerek “iyi duruma” getirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Türkiye’de SÇD’ye uyum sağlamak amacı ile 25 havza üzerinde Havza Koruma Eylem Planları hazırlanarak uygulamaya konulması hedeflenmiştir. Meriç-Ergene, Konya, Büyük Menderes ve Susurluk havzalarında Havza Koruma Eylem Planları tamamlanmıştır. Türkiye’nin SÇD yürürlüğe girdiği tarihten bu yana amaç ve hedeflerine uyum sağlamaya çalıştığı ancak uygulama noktasında yeterli düzeye gelemediğini, 25 havza üzerinde hazırlanan eylem planlarının sadece 4’ünü tamamlamasından anlaşılmaktadır.

Bu bağlamda, Türkiye, yaptığı Havza Koruma Eylem Planlarını diğer nehir havzalarında da uygulayarak AB uyum sürecindeki çalışmalarına hız vermelidir. Bu çalışmalar yapılırken tüm paydaş kurum ve kuruluşlardan

destek almalıdır. Bunun yanında suların uzun vadede korunma ve yönetimi için ulusal bir su politikası oluşturulmalıdır.

Yapılan bu çalışma kapsamında Türkiye’de SÇD’nin uygulanmasına yönelik önerileri şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Ülkeler arasında topoğrafik ve su kaynakları açısından farklılıklar olduğundan dolayı, farklı ülkeler tarafından kullanılan model direktifler bütün ülkelerde tam anlamı ile uyumlu olamamaktadır. Türkiye için de böyle bir durum söz konusudur. Gerek bulunduğu coğrafi konum ve gerekse barındırdığı su kaynakları itibari ile kendine özgü bir yapısı vardır. Bundan dolayıdır ki SÇD’yi doğrudan entegre etmemiz mümkün gözükmemektedir. Suyun hukuksal, örgütsel ve politik açıdan yönetimi için Türkiye’nin kendi şartlarına uyumlu su yönetim modeli geliştirerek uygulamasının daha avantajlı olacağı düşünülmektedir.
- SÇD’nin sınıraşan sular üzerinde ortak faydalanmayı amaçlayan maddelerinin Türkiye açısından bir risk oluşturacağı düşünülmektedir. SÇD’nin Türkiye’de doğrudan entegre edilmesi durumunda sınıraşan suların uluslararası bir isim alacağı ve bu sular üzerinde yapılması planlanan kalkınma atılımlarının gecikeceği veya engelleneceği riski göz ardı edilmemelidir.
- Türkiye’de su havzalarındaki kirliliğin büyük bir kısmı insan kaynaklıdır. Bunun için katılımcılık ilkesi ile sivil toplum kuruluşları, kamu kurumları ve özel sektör gibi paydaşların yardımı ile insanlar bilinçlendirilmeli ve farkındalık oluşturulmalıdır.
- Türkiye’de SÇD uyum amacı ile düzenlenen mevzuat çalışmalarının direktife uygunluğunu ya da uygulanış şekillerinin şeffaflığı yetkili idarelerce denetlenmektedir. Bu durumun Uluslararası ve AB standartlarına uygun hale getirilmesi gerekmektedir. AB’nin titizlikle üzerinde durduğu en önemli konu olan iç denetim sisteminin bağımsız bir şekilde işleyişi ülkemizde tam olarak etkin hale getirilememiştir. Bu durum 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu yardımı ile daha fonksiyonel hale getirilmeli, SÇD ile uyum çalışmalarına yansıtılmalıdır.
- Türkiye’de geçici koruma statüsündeki mülteci nüfusunun mevcut içme ve kullanma su potansiyeli üzerindeki baskısı dikkate alınmalı ve su temininde olası yaşanabilecek sorunlar için önemler programı oluşturulmalıdır.
- Üniversiteler, özel sektörler ve kamu kuruluşları arasındaki diyalog kopukluğu giderilmelidir. Özellikle halkın mevcut su kaynakları ve insan kaynaklı su kirliliği konusunda bilinçlendirilirken kitle iletişim araçlarının yanı sıra sosyal medyanın gücünden azami ölçüde faydalanılmalıdır.
- Üniversitelerde akademik anlamda lisans, yüksek lisans ve doktora programlarında “su yönetimi” ve “su kaynakları” konularına ağırlık verilmelidir.
- AB uyum sürecinde olan Türkiye’de su ile ilgili yeniliklerin her zaman güncel kalmasına önem verilmelidir. Bunun için yapılacak izleme ve denetleme çalışmaları hızlı ve etkin bir şekilde ilerlemelidir.
- Geçmiş oldukça eskiye dayanan DSİ gibi köklü bir kurumun tecrübelerinden faydalanılmalı ve bu tecrübeler



SUEN gibi AR-GE odaklı bir kurumun daha etkin bir yapıya kavuşturulması için kullanılmalıdır.

- DSI'nin enerji, tarım, hizmet ile çevre ve taşkın şeklindeki hizmet alanlarının bunlarla sınırlı kalmaması, Güneş (2010) ve Perçin (2014b) çalışmaları ile elde edilen direktifin sekiz temel hükmü ile uygunluk gösteren bir teşkilat yapılanmasının oluşturulması ŞÇD uyum süreci için yapılması gereken çalışmalar arasında gösterilebilir.

Son söz olarak, su, gelir elde edilebilecek bir meta olarak görülmemelidir. Su, insanoğlunun her zaman ihtiyaç duyacağı ve gelecek kuşaklara aktarılması gereken ortak bir değer, doğal bir kaynak olarak ele alınmalıdır.

## Açıklama

Bu makalenin hazırlanmasında Çankırı Karatekin Üniversitesi BAPK 2014-02 nolu proje ile desteklenen "AB Su Çerçeve Direktifi'nin Türkiye'de Su Kaynakları Yönetimine Etkisi" konu başlıklı yüksek lisans tezinden yararlanılmıştır.

## Kaynaklar

- Aküzüm, T., Çakmak, B., Gökalp, Z., 2010. Türkiye'de su kaynakları yönetiminin değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 3(1): 67-74.
- Anonim, 2012. Su Kanunu Tasarısı. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 24 s.
- Akkaya, C., Efeoğlu, A., Yeşil, N., 2006. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve Türkiye'de uygulanabilirliği. TMMOB Su Politikaları Kongresi, 21-23 Mart 2006, s.195-204.
- Aytüre, S., 2016. Su kanununun AB Su Çerçeve Direktifi kapsamında değerlendirilmesi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 9(1): 65-71.
- Babbie, R.E., 2007. The Basics of Social Research. Wadsworth Publishing; 4 edition, USA.
- Can, G., 2015. Entegre su yönetiminde yasal-kurumsal yapı ve işleyiş. Uzmanlık tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 227 s.
- Coşkun, A., 2010. AB Su Çerçeve Direktifi açısından Türk hukukunda nehir havza yönetim planlaması. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1):43-55.
- Çıvgın, M., 2013. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi kapsamında Türkiye'de Entegre Havza Yönetimi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Çiçek, N., 2010. Su Çerçeve Direktifi ve büyük menderes nehir havzası yönetim planı örneğinde AB ve Türkiye yaklaşımı. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Çiçek, N., Karaaslan, Y., Aslan, V., Yaman, C., Akça, L., 2008. Türkiye'de AB'ye uyumlu Su Havzası Yönetim Stratejisi ve Su Çerçeve Direktifi. III. Çevre Sorunları Kongresi, 15-19 Ekim 2008, Fatih Üniversitesi, İstanbul, s. 170-178.
- Dışişleri Bakanlığı, 2018. Türkiye'nin su politikaları, T.C. Dışişleri Bakanlığı, [http://www.mfa.gov.tr/turkiye\\_nin-su-politikasi.tr.mfa](http://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-su-politikasi.tr.mfa), Erişim: 19.03.2018
- Dikmen, F., 2012. Dünyadaki ve ülkemizdeki su yönetimi mevzuatı ve idari yapılanmasının kıyaslanarak idealize edilmesi. Yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- DSİ, 2019. 2019 yılı DSİ teşkilat şeması, <http://www.dsi.gov.tr/>, Erişim: 10.01.2019.
- Güneş, A., M. 2010. Avrupa Birliği Su Çerçeve Yönergesi ve Türk Su Hukuku, Yeditepe Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2(2): 167-190.
- Karasar, N., 2014. Bilimsel Araştırma Yöntemleri: Kavramlar İlkeler Teknikler. Nobel, Ankara.
- Kibaroglu, A., Sağsen, İ., Kaplan, Ö., Sümer, V., 2006. Türkiye'nin Su Kaynakları Politikasına kapsamlı bir bakış: Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve İspanya örneği. TMMOB Su Politikaları Kongresi, 21-23 Mart 2006, Bildiriler Kitabı, Cilt 1, Ankara, s.184-194.
- Köse, A., 2017. Su Çerçeve Direktifi kapsamında baskı ve etki analizi: Beyşehir Gölü örneği, Türkiye. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Küçükçelebi, C., 2014. Avrupa birliği uyum sürecinde Türkiye'nin su politikası, su hukuku ve su kaynakları yönetiminde yeniden yapılanmalar. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Mevzuat, 2017. Sular Hakkında Kanun, <http://www.mevzuat.gov.tr/Default.aspx>, Erişim: 05.07.2017.
- Neziroğlu, İ., Yılmaz T., 2013. Hükümetler, Programları ve Genel Kurul Görüşmeleri. Cilt 10, TBMM Basımevi, ISBN 978-605-4700-56-1, Ankara.
- Ochqun, M.H., 2015. Türkiye'de su yönetiminin kurumsal yapısına ilişkin tespitler – öneriler. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Özçelik, C., 2008. Türkiye'de su hizmetlerinin ve su hukukunun gelişimi. DSİ Teknik Bülteni, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Sayı: 103, s10-22.
- Perçin, S., 2014a. Genel hatları itibarıyla ABD, AB ve Türk su hukuku. Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.
- Perçin, S., 2014b. Uluslararası Su Hukuku, Su Politikası, Öne Çıkan Sözleşmeler ve Diğer Belgeler. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- Uğurelli, A., 2011. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve direktifin Türkiye'de uygulanması. Yüksek lisans tezi, Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Yıldırım, H., Ayanoğlu, S., 2014. Su kanun tasarısının hukuksal değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 64(1): 29-37.

## Muratdağı mikro havzasının doğal kaynak sorunları ve çözüme ilişkin değerlendirmeler üzerine bir araştırma

Nilüfer Yazıcı<sup>a,\*</sup> , İsmet Çelik<sup>b</sup> 

**Özet:** Bu çalışma, Ege Bölgesi Kütahya ili Gediz ilçesi yamaçlarında yer alan Muratdağı mikro havzasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; çeşitli kamu ve özel kuruluşların bu alanla ilgili yaptıkları çalışmalar veri toplamada kullanılmıştır. Buna ek olarak mikro havzada yaşayan insanların görüşlerine başvurulmuştur. 6 köy ve bir beldeyi kapsayan, Muratdağı mikro havzasındaki ekonomik problemler, göçe neden olan etmenler, tarım ve hayvancılık ile ilgili sorunlar sahada uygulanan anket (n=315) ve gözlemlerle ele alınmıştır. Elde edilen verilerle özellikle yerel halkın görüşleri doğrultusunda mikro havzada yer alan kırsal kalkınma ile ilgili problemler detaylı olarak incelenmiştir. Havza içinde yaşayan insanlar taşlılık ve yüksek eğimi, en önemli arazi kullanım sorunu olarak tanımlamışlardır. Yöre insanlarının kırsal fakirlik yaşadığı için % 67'sinin göç etmeyi tercih ettiği belirlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda yöre halkının görüşleri de alınarak tespit edilen problemler için çözüm önerileri oluşturulmaya çalışılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Havza planlama, Kırsal sorunlar, Göç, Türkiye

## A research on the natural resource problems and suggestions for resolving these problems in Muratdağı microwatershed

**Abstract:** This study was carried out in Muratdağı micro-catchment located in Gediz district of Kütahya. In study; various public and private organizations to collect data for the watershed was used in this study. In addition to information was obtained through interviews with people living in the area. This study was discussed versatile with survey (n=315) and observations on economic problem, reasons of outer immigration, agriculture and breeding in the Muratdağı micro watershed included a town and 6 villages. The people living in the basin had defined stoniness and high slope as the most important land use problem. It was determined that people prefer to migrate (% 67) because they live in rural poverty. As a result of the examinations, it was tried to create solutions for the problems determined by taking the opinions of the local people.

**Keywords:** Watershed planning, Rural problems, Migration, Turkey

### 1. Giriş

Kırsal kalkınma; kırsal alanda, sürdürülebilir doğal kaynak kullanımını esas alarak, bir taraftan kırsal kesimin gelir düzeyinin ve yaşam kalitesinin yükseltilmesi yoluyla gelişmişlik farklarının azaltılmasını amaçlayan, diğer taraftan çevresel ve kültürel değerlerin korunmasını ve geliştirilmesini gözetken, faaliyetler bütünü olarak kabul edilmektedir (DPT, 2006). Arazi ve iklim koşullarından kaynaklanan olumsuzlukların yaşam kalitesini etkilediği, doğal kaynaklara ve özellikle de ormanlara olan bağımlılığın fazla olduğu orman köylerinde, sürdürülebilir havza planlaması uygulamalarında sorunlar yaşanmaktadır.

Dünya genelinde yaşanan en önemli sosyo-ekonomik sorunlardan birisi gelir dağılımındaki eşitsizlik ve yoksulluktur. Bu amaçla ülkelerin hızlı kalkınma ve büyüme için doğal kaynakları kullanma konusunda çok istekli oldukları, çevre korumanın ihtiyaç değil bir lüks olarak algılandığı da söylenebilir. Ancak geçmişten günümüze doğru yapılan çalışmalar, uygulanan politikalar bu sorunun

çözümüne çare olamadığı gibi atılan adımların doğal kaynakların yok olmasına ve kirliliğin artmasına neden olduğu belirtilmektedir (Turan, 2002).

Dünyadaki hızlı nüfus artışı doğrultusunda insanların beklentileri artmış ve çeşitlilik göstermeye başlamıştır. İhtiyaçlardaki artış ve çeşitlilik doğal kaynakların kullanımı üzerinde etki oluşturmaktadır. Doğal kaynakların özensiz ve fazla kullanılması, ekolojik dengeleri bozmakta ve bu bozulmalar sellere ve taşkınlarla, seller ve taşkınlar da insanların ölmesine ve mal kayıplarına neden olmaktadır (Gürpınar, 2009). Bunlara ek olarak, doğal kaynakları içinde barındıran mikro havzalarda geçmişten günümüze gelen bir baskı bulunmaktadır. Kırsal fakirlik, ormanlar üzerindeki olumsuzluklar, mera ve tarım arazilerinin yanlış ve yoğun kullanımı, mikro havzaların tahribine neden olmuştur. Hala günümüzde pek çok havzada tahribatlar devam etmektedir. Nitekim Hızal vd. (2004); ülkemizde yağış havzalarının su üretimi, tarımsal üretim, hayvancılık, odun üretimi ve yerleşim gibi farklı amaçlarla kullanıldığını

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

<sup>b</sup> Orman Genel Müdürlüğü, Kütahya Orman Bölge Müdürlüğü, 43600, Kütahya

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 29.05.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 26.07.2019



**Citation** (Atf): Yazıcı, N., Çelik, İ., 2019. Muratdağı mikro havzasının doğal kaynak sorunları ve çözüme ilişkin değerlendirmeler üzerine bir araştırma. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 234-242. DOI: [10.18182/tjf.571359](https://doi.org/10.18182/tjf.571359)



## 2.2. Yöntem

Bu çalışma; büro, arazi ve sonuçların değerlendirilmesi olmak üzere üç aşamada yürütülmüştür. Çalışmanın büro aşamasında, araştırma alanıyla ilgili bilgileri edinebilmek için çeşitli kamu ve özel kuruluşların sahaya ilgili yapmış oldukları çalışmalar taranmıştır. Arazi aşamasında, mikro havza içinde kalan köylerde yaşayan insanların yaşadıkları sosyo-ekonomik sorunlar anket çalışmasıyla tespit edilmeye çalışılmıştır. Anket soruları hazırlanmadan önce alanda var olan problemlerle ilgili arazide bazı tespitler yapılmıştır. Yapılan tespitler ve yörede yaşayan insanların konuyla ilgili katılımlarından faydalanılarak çalışmanın 30 soruluk anket formları hazırlanmıştır. Uygulanan anket çalışmalarıyla deneklerin kişisel özellikleri, mikro havzanın doğal kaynakları, sorunları, kişilerin bu sorunlar üzerindeki farkındalığı belirlenmeye çalışılmıştır. Örnek büyüklüğü, çalışma alanının nüfusu dikkate alınarak belirlenmiş; mikro havzada yer alan köylerin 2012 TÜİK verilerine göre toplam nüfusu 5806 olup, bu sayı doğrultusunda 315 adet anket (2016-2017 yıllarında) yapılmıştır. Verilerin toplanmasında, sorulara objektif ve doğru cevaplar alabilmek için kişilerle gruplardan ayrı olarak yüz yüze görüşme tekniği kullanılmıştır. Ankete kaç denek katılacağını belirlemek için aşağıdaki istatistik formülü kullanılmıştır.

$$n = N \times t^2 \times p \times q / d^2 \times (N-1) + t^2 \times p \times q$$

Burada n örnekleme alınacak birey sayısı, N hedef kitledeki birey sayısı, t belirli bir anlamlılık düzeyinde "t" tablosuna göre bulunan teorik değer, p incelenen olayın görülüş sıklığı, q incelenen olayın görülmemiş sıklığı, d olayın görülüş sıklığında kabul edilen  $\mp$  örnekleme hatasıdır (Özdamar, 2003).

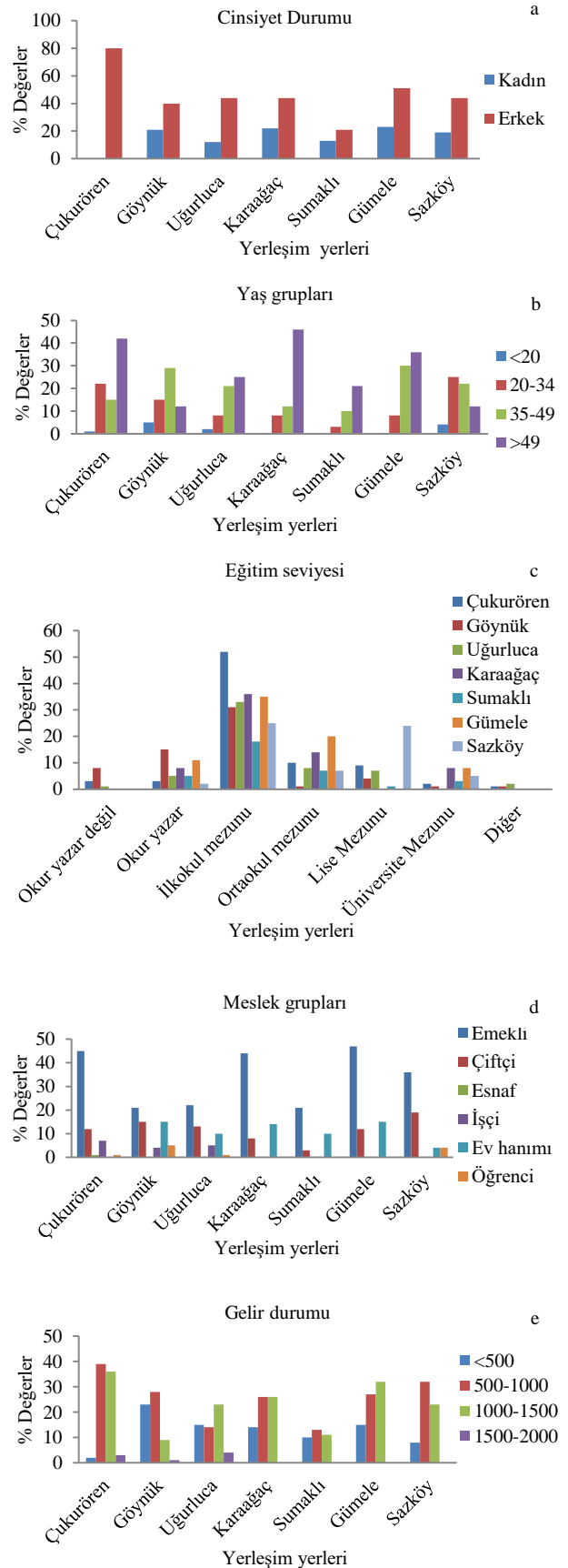
Araştırmanın son aşamasında ise, anket çalışması sonucu elde edilen veriler bilgisayar ortamında SPSS 22 programında çözümlenmiştir (SPSS Guide, 2013). Verilerin değerlendirilmesinde yüzdelik hesaplamalar kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar ışığında Muratdağı mikro havzası sorunlarının çözümlenmesi ve planlanmasına yönelik öneriler ortaya konmaya çalışılmıştır.

## 3. Bulgular ve tartışma

Yapılan anket çalışmasında sınırları belli bir alan içerisinde yaşayan insanların cinsiyet, yaş, eğitim, meslek ve gelir durumlarıyla beraber mikro havzada doğal kaynakların kullanımı ile karşılaştıkları ve yaşadıkları kırsal sorunlar belirlenmeye çalışılmıştır. Hazırlanan anket çalışması bölgede yaşayan yerel halkla yüz yüze yapılmıştır. Belirlenen sorunların çözümlenebilmesi için öneriler getirilmiştir.

### 3.1. Demografik özellikler

Yapılan anket sonucunda elde edilen verilere göre havzada yaşayan insanların (6 köy, bir beldenin toplamı) profili şu şekilde sıralanabilir; %53'ü erkek (Şekil 3a), yaş grubu olarak >49 (Şekil 3b), eğitim durumu ilköğretim (Şekil 3c), meslek emekli (Şekil 3d), aylık ortalama geliri 500-1000 tl (Şekil 3e) arasında çoğunlukta çıkmıştır.



Şekil 3. Demografik özellikler a) Cinsiyet durumu, b) Yaş grupları, c) Eğitim seviyesi, d) Meslek grupları, e) Gelir durumu

### 3.2. Mikro havzada belirlenen sorunlar

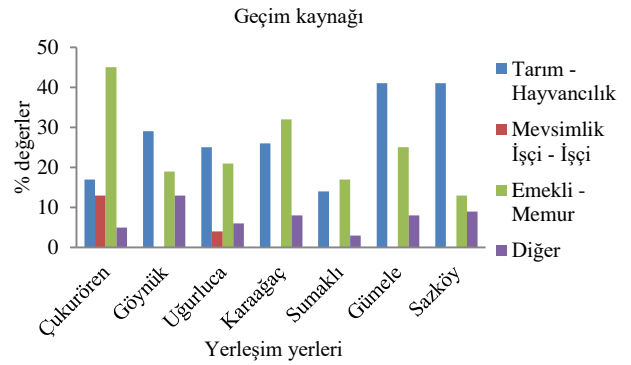
Mikro havzada yaşayan halkın geçim kaynağını oluşturan kalemler Şekil 4'te belirtilmiştir. Mikro havzada yaşayan halkın büyük bölümün gelirini tarım ve hayvancılık oluşturmaktadır. Ancak bazı köylerde özellikle Çukurören köyünde emekli - memur sayısı daha fazladır, bunun sebebi ise köyde yaşayan erkek nüfusun daha fazla olmasıdır. Yine Çukurören ve Uğurluca köylerinde yaşayan kadınlar mevsimlik işçi olarak çalıştıkları için bu durumdan gelir elde etmektedirler.

Çamlıhemşin ilçesinde yapılan çalışmada; kırsal yerleşmelerde halkın temel geçim kaynağını hayvancılık, çay tarımı, arıcılık, ormancılık, su ürünleri yetiştiriciliği gibi ham madde üretimine dayalı birincil faaliyetler oluşturmaktadır (Özçağlar vd., 2006).

Araştırma alanında yaşayan halkın % 70'i tarım alanlarının yetersiz olduğunu belirtmiştir. Çünkü hem alanın eğim derecesinin yüksek olması (ortalama eğim derecesi % 38) hem de taşlılık problemlerinin olması tarıma müsait alan miktarını kısıtlamıştır. Çünkü sahanın yaklaşık % 80'lik kısmı çok eğimli ile çok sarp arasında değişim göstermektedir (Şekil 5).

Tarım arazilerin mülkiyetinin % 50 si köylülere aittir (Şekil 6). Sazköydeki arazi kullanımı durumundan dolayı ve yaşayan nüfus miktarı doğrultusunda tarım arazileri yeterli gelmektedir. Ayrıca bu köyde orman arazilerinden açmacılık yapıldığı için yeni tarım arazileri elde edilmektedir. Beypazarı'nda yapılan bir çalışmada; havza toprak yapısı itibariyle tarıma müsait olmadığından halkın % 67'si tarımsal arazinin yetersiz olduğunu belirtmiştir

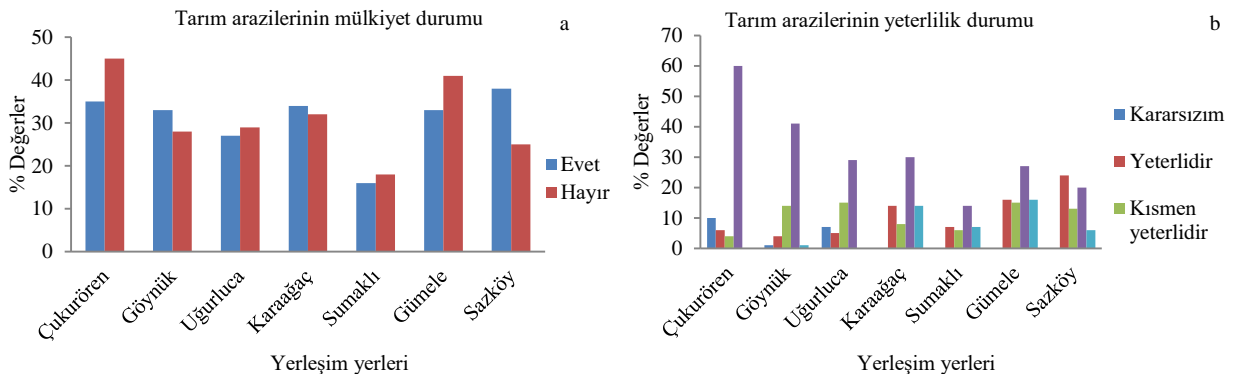
(Özsan, 2011). Çamlıhemşin ilçesinde yapılan çalışmada; tarım arazilerinin küçük ve parçalı bir yapıya sahip olması, göç sonucu tarımda çalışan genç nüfusun giderek azalması, uzun ömürlü bir tarım ve hayvancılık planlamasının olmaması gibi sorunların tarım ve hayvancılığın gelişmesini engellediği belirtilmiştir (Özçağlar vd., 2006). Eskişehir'e bağlı Kavagözü köyünde yapılan çalışmada da; % 29 tarım arazileri yetersiz bulunmuştur (Arslan, 2003). Bolu ilinde yer alan Alpağut Köyünde tarım yapılabilecek alanların sınırlı olması, sulama suyunun yetersizliği, hayvan varlığının sayısal artış bakımından durağan olması ve çayır-mera alanlarının kısıtlı olmasının da etkisiyle inceleme alanında işsizlik sorunu giderek artmıştır (Cengiz ve Çelem, 2005).



Şekil 4. Gelir kaynakları dağılımı



Şekil 5. Çalışma alanında yer alan köylerden görünüm (Köylerimiz.info, 2019)



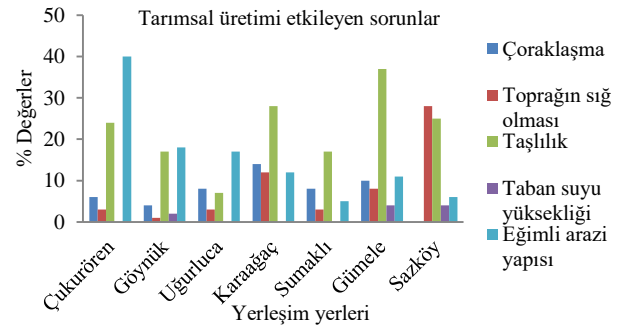
Şekil 6. Tarım arazilerinin a) Mülkiyet, b) Yeterlilik durumu

Halkın arazi kullanımı ile ilgili en önemli sorunu arazi eğiminin fazla olması ve taşlılık problemi olarak ifade edilmiştir (Şekil 7). Bununla birlikte yanlış tarım uygulamalarından dolayı çoraklaşma problemi de yaşandığı belirtilmiştir. Beypazarı'nda yapılan bir çalışmadan elde edilen sonuçlar da; arazilerde aşırı taşlılık olduğunu bu nedenle toprak işlenemediğinden tarım arazilerinin otlak olarak kullanıldığını ortaya koymuştur (Özsan, 2011).

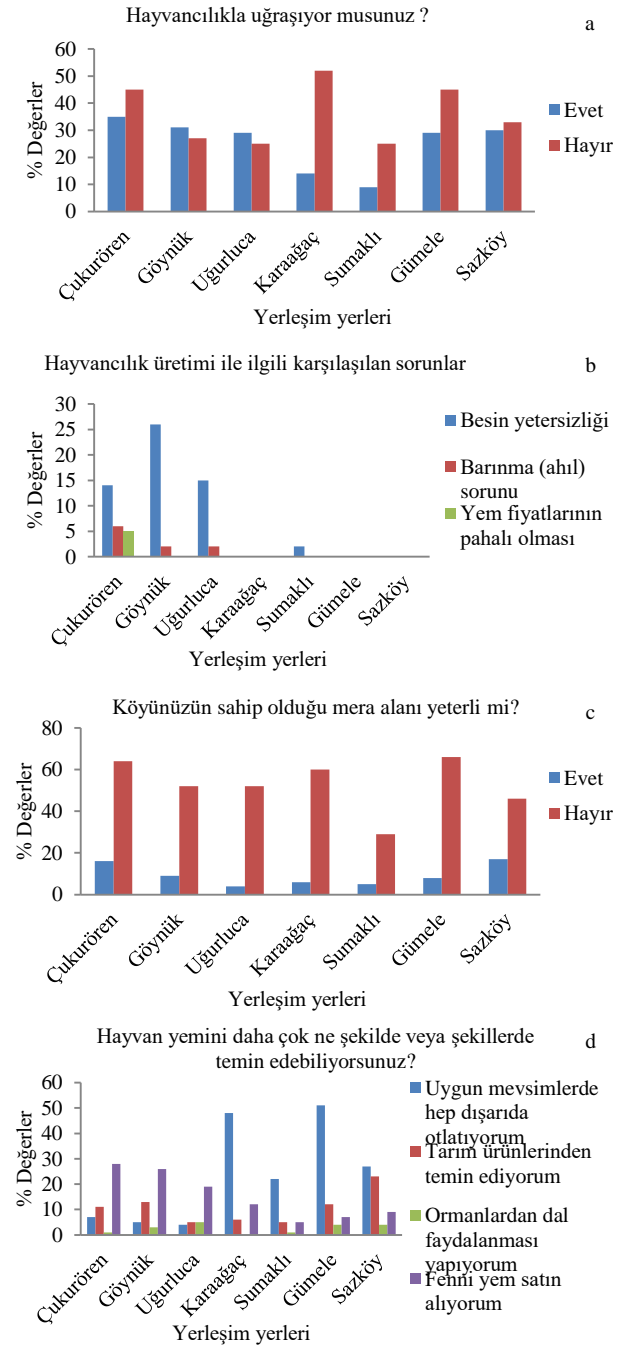
Mikro havzada yaşayan halkın % 58'i hayvancılıkla uğraşmadığı belirlenmiştir (Şekil 8a). Çünkü insanların gelir kaynağı olarak devletten almış oldukları çeşitli maaşlar söz konusudur. Beypazarı'nda yapılan çalışmada, havzadaki halkın % 66'sı geçimini tamamen hayvansal varlıktan karşılamaktadır. Aynı çalışmada hayvancılıkla hiç uğraşmayan % 34' lük kesimin hayvana bakamayacak durumda olan yaşlı ya da emekli insanlar olduğu belirtilmiştir (Özsan, 2011). Muratdağı mikro havzasında hayvancılık ile uğraşanlar hayvanlarını beslemek için kullanacakları yemin (besinin) yetersizliğinden şikâyetçi olmuştur (Şekil 8b). Hayvanları otlatabilecekleri mera alanının mevcut olduğu belirlenmiştir. Ancak mevcut mera alanı hayvancılıkla uğraşanlar için yeterli bulunmamaktadır (Şekil 8c). Bundan dolayı hayvanların beslenme gereksinimlerini uygun mevsimlerde dışarda otlatarak sağlamaktadırlar (Şekil 8d). Köylülerin ve Orman işletme yetkililerinin ifadelerine göre yasak olmasına rağmen ormandan dal ve otlatma yararlanması olmaktadır. Havzada yer alan köylerde yaşayan insanların yaklaşık olarak % 77'si tarımsal ve hayvansal üretimden memnun olmadığını dile getirmiştir.

Aksu havzasında yapılan çalışmada; yeterli mera alanı olmadığından hayvancılık maliyetlerinin günden güne arttığı belirlenmiştir (İlhan, 2011). Beypazarı'nda hayvan otlatmaya uygun alanlar yetersiz olduğundan, otlatmanın genellikle ormanlık alanlarda yapıldığı tespit edilmiştir (Özsan, 2011). Kavaközü köyünde (Eskişehir) yapılan çalışmada da yöre insanı hayvancılık üretimi için kullanabilecekleri yeterli mera arazisi olmadığını söylemiştir. Var olan mera arazisinin de tahrip olduğunu ve yeterli miktarda yem ve su kaynaklarını barındırmadığını dile getirmişlerdir (Arslan, 2003).

Havzada bulunan köylerin hemen hepsi ormana yakın yerde kurulmuştur (Şekil 9a) ve bu köylerde yaşayanlar ormanlardan yakacak odun elde etmek şeklinde faydalanmaktadır. Ayrıca köylüler ormanlık alanlardan yan ürünler (kekik, adaçayı, kediotu, ıhlamur, sumak, mantar vb.) toplamak biçiminde de yararlanmakta ve bu yan ürünlerden gelir elde etmektedir (Şekil 9b). Yine Çukurören ve Uğurluca köylerindeki insanların hayvanlarını otlatmak amacıyla ormandan yararlandığı tespit edilmiştir (Şekil 9c). Özsan (2011) tarafından yapılan çalışmada da; havza içinde veya civarındaki halkın, ormandan yapacak ve yakacak odun elde etmek amacıyla faydalandığı tespit edilmiştir. Alkan (2014) yaptığı çalışmada; yöre halkının % 98,4'ünün ormandan yakacak odun elde etmek amacıyla faydalandığını belirlemiştir. Yapılan çalışmalardan görüldüğü gibi köylülerin büyük çoğunluğu ormanlardan yakacak odun elde etmek amacıyla yararlanmaktadır.



Şekil 7. Tarımsal üretimi etkileyen sorunlar



Şekil 8. Hayvancılıkla ilgili a) Durum, b) Sorunlar, c) Mera alanı, d) Hayvan yemi temini

Köyler orman alanlarına yakın olarak kurulmasına rağmen yaşayanların orman arazilerinde açmacılık yapmadığı belirlenmiştir (Şekil 9d). Ancak Sazköy % 56, Göynük ve Çukuroren köylerinde ise % 5 oranında açmacılık yapıldığı belirlenmiştir. Açmacılık; yeterli tarım arazi ve mera alanları olmadığı için yeni tarlalar ve mera alanları elde etmek için yapılmaktadır. Beypazarı'nda yapılan çalışmada havza içinde yaşayan insanların kaçak kesim, açmacılık vs. gibi ormana zarar veren faaliyetlerde bulunmadığı belirlenmiştir (Özsan, 2011). Kastamonu'nun Pınarbaşı ilçesinde yapılan çalışmada yörede yaşayan insanların % 96'sının orman arazisi üzerinde açmacılık yapmadığı belirlenmiştir (Eker ve Nazik, 2010). Son dönemlerde açmacılık fiilinin azalma göstermesi köy nüfuslarının azalması ve dolayısıyla orman kaynaklarına olan baskının şiddetinin hafiflemesiyle açıklanabilir. Önceden açmacılığa konu alanlar ise terk edilerek otlak halini almıştır.

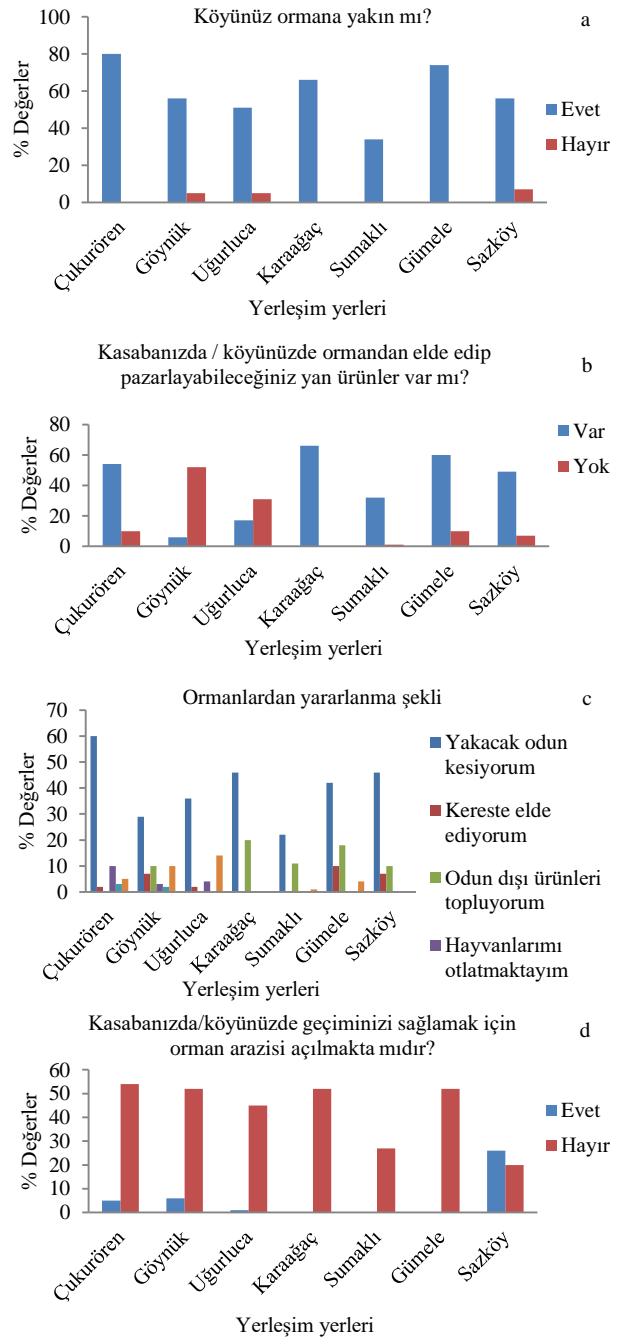
Havzada bulunan köylerde yaşayan insanların % 66'sı arazilerini sulamak için kaynak suyunu kullanmaktadır (Şekil 10a). Ancak % 44'ü sulama suyunu yeterli bulmamaktadır (Şekil 10b). Sulama suyunun yetersizliğini de arazilerde su kanallarının bulunmamasına ve sahip oldukları arazilerin çok fazla eğimli olmasına bağlamıştır (Şekil 10d). Ayrıca köylüler arasında suyun dağılımı esnasında anlaşmazlıklar ve problemler çıkmaktadır (Şekil 10c). Kavaközü köyünde yapılan çalışmada köyde yaşayanların % 37'si sulama suyu yokluğundan ve yetersizliğinden şikayetçi olmuştur (Arslan, 2003). Çalışmalardan anlaşıldığı gibi köylerde sulama suyu yetersizliği önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

Mikro havza içinde kuraklık problemi en önemli doğal sıkıntılar içinde yer almıştır. Alanın ortalama eğiminin yüksek olmasından dolayı yağmur suları sel zararına neden olmaktadır. Bunun haricinde bölgede yaşayanlar yaşama alanlarında herhangi bir doğal sıkıntının bulunmadığını ifade etmiştir (Şekil 11). Yöre insanının % 57'si çevresel kirlilik olarak çöpleri görmektedir. Bundan dolayı tüm köylerin ortak problemi çöp (katı atık) sorunu olarak belirlenmiştir. Köylerde düzenli çöp depolama alanları bulunmamakta ve bu atıklar kötü kokuya, görsel kirliliğe; sonuçta çevre kirliliğine neden olmaktadır.

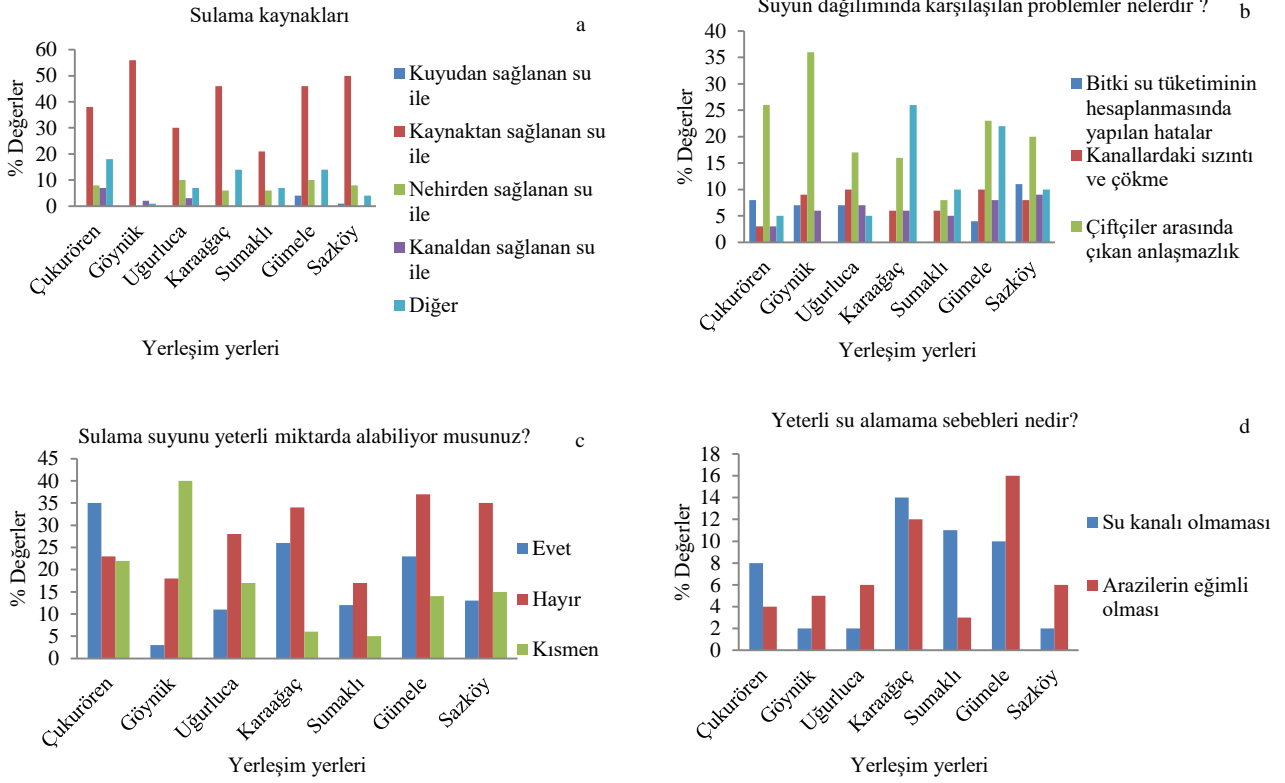
Geçim sıkıntısı ve istihdam yetersizliği nedeniyle (yetersiz hayvan ve tarım üretiminin olması) mikro havza içinde yer alan köylerde % 67 oranında göç problemi yaşandığı tespit edilmiştir (Şekil 12). Bunun yanında, köylerde yaşamaya devam eden nüfus da bir yönüyle göç etmeyi planlamaktadır. Göç etmeyi düşünen insanlar çocukları için daha iyi bir eğitim ortamı hazırlamak, kendilerine daha iyi bir iş ve daha iyi gelir oluşturmak için bu düşünceye sahip olduklarını belirtmiştir. Tarımsal üretimin yeterli olmaması ve göçün artması sosyo-ekonomik sorunların başlıca nedeni olarak görülmektedir. İlhan (2011) tarafından Aksu havzasında yapılan çalışmada da; yöre halkının göçün önlenmesi ve istihdam sağlanmasını istediği ifade edilmiştir. Özsan (2011) tarafından yapılan çalışmada ise; havzada yaşayan insanların yaklaşık % 40 kısmının orman işlerinde çalışmak için mevsimlik göç ettiği belirlenmiştir. Trabzon ili orman köylerinde yapılan çalışmada göç probleminin çok fazla yaşandığı belirlenmiştir. Genç nüfusun köy koşullarında yaşamak istemediği tespit edilmiştir (Alkan, 2014). Yapılan çalışmalardan da anlaşıldığı gibi göçün sebeplerini; daha iyi iş bulmak, daha iyi eğitim olanaklarına sahip olmak, yaşam

standartlarını yükseltmek, gençlerin köylerde yaşamak istememesi gibi faktörler oluşturmaktadır.

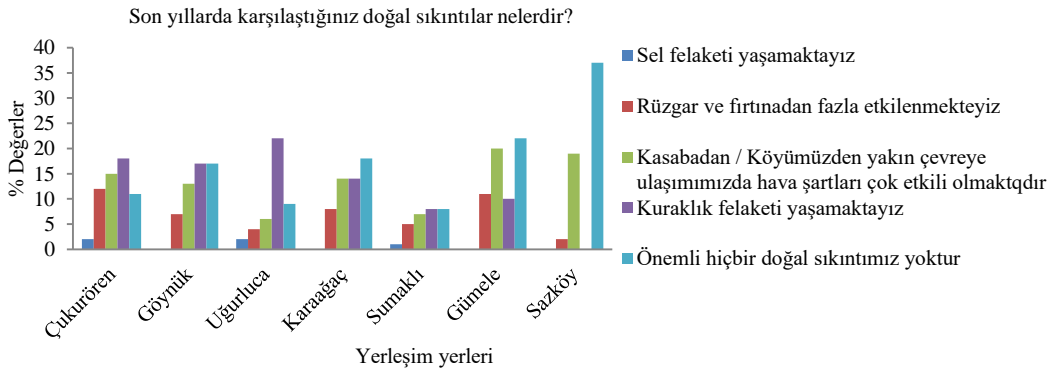
Yöre halkı yaşadıkları mikro havzada değerlendirilebilecek potansiyel kaynak olarak orman alanlarını görmektedir (Şekil 13). Aynı zamanda Muratdağı'nda bulunan sıcak su kaplıcaları yoğun ilgi görmektedir. Bununla birlikte köylerin yakın çevresinde bulunan maden ocaklarını değerlendirebilecek kaynak olarak görmektedir. Bundan dolayı yöre halkı, işsizlik sorununun ve geçim sıkıntısının az da olsa ortadan kaldırılabilmesi için maden ocaklarının işletilmesini talep etmektedir. Yine Beypazarı'nda yapılan çalışmada; ankete katılanların % 55'lik kısmı doğal kaynak zenginliği olarak ormanları belirtmiştir (Özsan, 2011).



Şekil 9. Ormanlarla ilgili, a) Yakınlık derecesi, b) Yan ürünler, c) Yararlanma şekli, d) Açmacılık

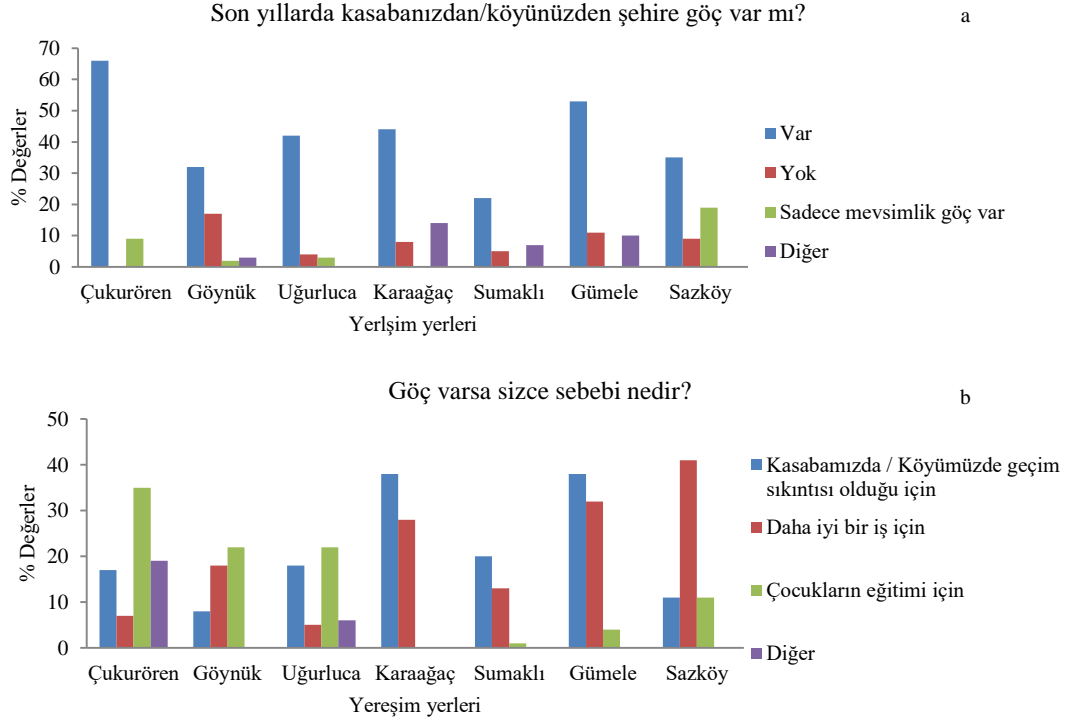


Şekil 10. Sulama ile ilgili a) Kaynaklar, b) Problemler, c) Su miktarı, d) Su yetersizliği

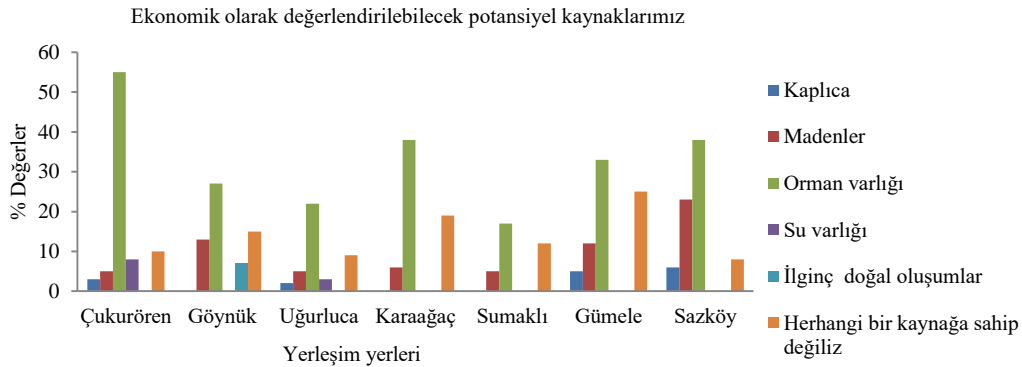


Şekil 11. Mikrohavzada karşılaşılan doğal problemler





Şekil 12. Mikrohavzadaki a) Göç sorunu, b) Göç sebebi



Şekil 13. Ekonomik olarak değerlendirebilecek potansiyel kaynaklar

#### 4. Sonuç ve öneriler

Mikro havzada yer alan ve kırsal kesim tarafından kullanılan kaynaklar; orman kaynakları, mera alanları, su kaynakları, tarım alanları ve mevcut hayvan varlığı olarak belirlenmiştir. Havzada geçmişten günümüze kadar devam eden bir baskı bulunmaktadır. Bu baskıyı ise; kırsal fakirlik, işsizlik, yakacak olarak sadece odun kullanılması, bilinçsiz yapılan otlatmalar, tarım arazilerindeki yanlış uygulamalar oluşturmaktadır. Bu baskının sonucunda da toprak bozulması, erozyon problemi, mera ve orman arazilerinde bozulmalar meydana gelmiştir.

Yapmış olduğumuz çalışma kapsamında, genç nüfusun göç ettiği belirlenmiştir. Köylerde yaşayanların gelir kaynaklarını tarım ve hayvancılık, mevsimlik işçilik (orman işçiliği) ve devletten alınan çeşitli maaşlar oluşturmaktadır. Özellikle orman işçiliği ve hayvancılık en önemli geçim kaynağıdır. Bu da doğal olarak ormanlara ve meralara baskı yapmaktadır ve doğal kaynaklar üzerinde bozulmalara sebep olmaktadır. Köylerde yaşayan yaklaşık % 70'lik kısmın yeterli tarım arazisi bulunmamaktadır. Bunun sebebi ise;

alanın ortalama eğiminin (% 38) çok yüksek olması ve arazilerde taşlılık problemin bulunmasıdır. Var olan tarım topraklarında ise toprağın bilinçsiz işlenmesinden dolayı arazilerde toprak erozyonu oluşmaktadır. Bundan dolayı verim düşmektedir. Havzada yaklaşık % 42'lik kesim hayvancılıkla uğraşmaktadır. Yalnız yeterli mera arazisi bulunmamaktadır. Köylülerin yaptıkları bilinçsiz otlamadan dolayı mera alanlarında hayvan baskısı açıkça görülmektedir. Baskıdan dolayı yem bitkisi kalitesi düşüktür. Bitki örtüsü tahribatı bulunmaktadır. Yeterli tarım arazisi ve mera alanına sahip olmayan bazı köylerde açmacılığın yapıldığı belirlenmiştir. Yöre halkının % 44'lük kesimi sulama suyunu yetersiz bulmuştur. Ayrıca köylüler arasında suyun dağılımı ile ilgili sorunlar yaşanmaktadır. Sulama alt yapısı yetersiz olduğu için, köylüler ürünlerini cazibeli olarak gelen su ile sulamaktadır. Tüm köylerde düzenli çöp depolama alanları olmadığı için çöp (katı atık) sorunu bulunmaktadır.

Çevresel dengeyi bozan sonuçlar (orman alanlarının azalması, mera alanlarının verimliliğinin düşmesi, erozyon, tarımsal üretimde verim düşüklüğü vb.) bugüne kadar

süregelen kaynak kullanımının yanlış olduğunu göstermektedir. Yanlış kaynak kullanımı insanlara; gelir düşüklüğü, yapacak ve yakacak odun kıtlığı, ot verimliliğinin azlığı vb. olumsuz sonuçlar getirmektedir. Doğal kaynakların korunma, devamlılığını sağlama ve kırsal kesimde yaşayanların geçim şartlarının iyileştirilmesi zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.


Mikro havzada ki doğal kaynakların tahrip edilmesini durdurmak için başta orman işletmesi olmak üzere kaymakamlık birimleri, tarım ilçe müdürlüğü ve halk eğitim merkezi ile ortaklaşa çalışarak çeşitli eğitim programları ve arazi çalışmaları yapılmalıdır. Yanlış kullanımın önüne geçmek için uygun teknolojileri sosyal kurumlar aracılığı ile orman köylüsüne götürmek gerekmektedir. Bundan dolayı havzadaki köylerde gelir getirici türler ile köy ormanı sahaları tesis edilebilir. Dikilecek olan fidanlar belirli bir gelişimi sağladıktan sonra, köylülere dağıtımını sağlanabilir. Bu konuda talebi olan her bir köylü vatandaşın ağacı olur ve bu ağacın getirisinden faydalanabilir. Mikro havzada, tesis edilebilecek olan köy ormanlarının dışında, talebi olan köylülere, kendi arazilerinde dikmeleri için ceviz fidanları dağıtılabilir. Mikro havzada yaşayan köylülere gerekli eğitim verildiğinde hayvancılıktaki ıslah teknikleri ve bilgi eksiklikleri giderildiğinde gelirin artma ve fakirliğin azalma ihtimali vardır. Bunun sonucu olarak ta kırsal fakirlik azalabilir ve göç olayının önüne geçilebilir. Yani yöre koşullarına uygun olarak modern hayvancılık ve hayvancılığın Orkney kredileriyle desteklenmesi sayesinde yöre halkının gelirlerinin artırılarak yaşam koşullarının iyileştirilmesi, böylece köy hayatının sürdürülebilir kalitede devam ederek mevcut havzadan azami derecede yararlanmaları sağlanabilir. Mikro havzada yaşayan köylülere hem yan gelir sağlamak hem de iş olanağı sağlamak için kekik yetiştiriciliğine yönlendirme yapılabilir. Mera alanlarında yapılacak olan ıslah çalışmaları (taş temizliği, sınav tesislerinin yapımı, yem kalitesinin artırılması, tohumlama vb.) ile meralar daha iyi duruma getirilebilir. Sulama ile ilgili problemlerin giderilmesi için yeterli su kanallarının yapılması sağlanmalıdır. Bununla birlikte köyler arasında su dağılımının adil olacak bir şekilde planlanması gerekmektedir. Ayrıca tarımda aşırı su tüketiminin azaltılmasına yönelik; damla sulama, yağmurlama, nemölçer, gece sulaması vb. az su tüketen sulama yöntemlerine geçilmesi sağlanmalıdır. Mevcut altyapıdaki su kayıpları azaltılmalı ve etkin su kullanımı konusunda çiftçiler bilinçlendirilmelidir. Ayrıca köylerde çöp sorununun çözülmesi için ortak bir düzenli çöp depolama alanının planlanarak yapılması gerekmektedir.

Mikro havzada yapılacak olan doğru çalışmalarla doğal kaynakların (su-toprak gibi) korunması, rehabilitasyonu ve sürdürülebilir yönetiminin sağlanması ile bu faaliyetlerden etkilenen kırsal kesimde yaşayanların geçim şartlarının iyileştirilme imkanı sağlanabilir. Sonuç olarak; sahanın topografyasının koşullarına göre gelir getiren türlerin uygulanması, hayvancılık için insanların eğitilmesi, bilinçli mera kullanımının sağlanması, köy kooperatiflerinin daha bilinçli ve aktif kullanılması, yöredeki eğitim problemlerinin giderilmesi ve doğal kaynakların doğru kullanılması gibi çalışmalar havzanın iyileştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Konuya ilişkin yörede araştırmalar devam etmekte olup detaylı sonuç ve önerilere önümüzdeki dönemlerde ulaşılması planlanmaktadır.

## Kaynaklar

- Alkan, S., 2014. Kırsal nüfus değişiminin, ormanlar ve ormancılık üzerine etkileri (Trabzon ili örneği). Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14 (1):69-78.
- Arslan, D.A., 2003. Bir köy sosyolojisi çalışması: Kavaközü köyü'nün sosyo-ekonomik yapısı ve sorunları. Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 4(1):1-26.
- Baycan, T., Yavuz, F., 2017. Havza Yönetiminde Halk Katılımlı Strateji Belirleme: Beyşehir Gölü Havzası Örneği. <http://www.skb.gov.tr/havza-yonetiminde-halk-katilimli-strateji-belirleme-beysehir-golu-havzasi-orneği-s21981k/> erişim tarihi: 10.03.2019.
- Cengiz, T., Çelem, H., 2005. Hızlı kırsal değerlendirme yöntemi: Alpağut köyü örneği (Seben, Bolu). Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi 6(1-2):161-170.
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMG), 2018. Gediz Meteoroloji İstasyonu İklim Verileri. Ankara.
- DPT, 2006. Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi. Devlet Planlama Teşkilatı, <http://ekutup.dpt.gov.tr>, Erişim Tarihi:18.11.2018.
- Eker, Ö., Nazik, S., 2017. Orman kaynaklarının yoksulluk yönetimi ve kırsal kalkınma üzerine sosyo-ekonomik etkileri: Kastamonu-Pınarbaşı ilçesi örneği. Turkish Journal of Forest Science, 1(1): 44-58.
- Gökbulak, F., 2004. Havza amenajmanının gelişimi ve doğal kaynak sorunlarıyla ilişkisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 54(1): 83-89.
- Gürpınar, İ., 2009. Isparta-Darıdere mikrohavzasının tanıtımı ve sorunlarına ilişkin çözüm önerileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Hızal, A., Gökbulak, F., Serengil, Y., 2004. Havza amenajmanı tekniği açısından havza kullanım ilkeleri. Su Çalıştayı-TEMA, 18 Aralık, Ankara.
- İlhan, Ş., 2011. Aksu mikrohavzası envanteri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans tezi, Isparta.
- Karadağ, A., 2007. Katılımcı mikrohavza yönetim modelinin oluşturulması: Kovada gölü örneği. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Köylerimiz.info, 2019. Gediz Köylerinin resimleri. [http://www.koylerimiz.info/resim\\_detay.asp?id=104986&koy\\_id=16426](http://www.koylerimiz.info/resim_detay.asp?id=104986&koy_id=16426). Erişim Tarihi: 21.07.2019.
- OGM, 2013. Muratdağı Mikrohavza Planı. Orman Genel Müdürlüğü Toprak Muhafaza ve Mikrohavza Islahı Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Özdamar, K., 2003. Modern Bilimsel Araştırma Yöntemleri. Nisan Kitabevi Yayınları, Eskişehir.
- Özsan, M., 2011. Beypazarı orman köylerinde kırsal kalkınma araştırmaları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Özçağlar, A., Özgür, E.M., Somuncu, M., Bayar, R., Yılmaz, M., Yücesahin, M.M., Yavan, N., Akpınar, N., Karadeniz, N., 2006. Çamlıhemşin ilçesinde doğal ve beşeri kaynak tespitine bağlı olarak geliştirilen arazi kullanım kararları. Coğrafi Bilimler Dergisi, 4(1): 1-27.
- Sezgin, İ.H., 2007. Başdere mikrohavzası kırsalının kalkınma potansiyelleri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- SPSS Guide, 2013. IBM SPSS Amos 22 User's Guide, Amos Development Corporation, USA.
- Turan, F., 2002. Çevre Krizi ve Az Gelişmişlik. Kırsal Çevre Yıllığı, Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunlarını Araştırma Derneği, ISBN: 975-97075-2-7.s.7- 19, Ankara.
- Yüksek, T., Yüksek, F., Kurdoğlu, O., 2017. Fırtına mikrohavzası doğal kaynak sorunları ve çözüme ilişkin değerlendirmeler. Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi, 2(1):1-6.

## Türkiye'de leylek (*Ciconia ciconia* Linnaeus, 1758) dağılımının iklim değişikliğine göre kestirimi

Halil Süel<sup>a</sup> 

**Özet:** Türkiye sahip olduğu konumu ve coğrafi özellikleri dolayısıyla kuş türleri için farklı habitatları barındırmakta ve aynı zamanda da kuşların göç yolu üzerinde bulunmaktadır. Leylek (*Ciconia ciconia*) Türkiye'ye ilkbaharda gelip son baharda ayrılan bir yaz göçmeni olmasına rağmen sürekli olarak görülebilmektedir. Anadolu kültüründe de önemli bir yeri olan leyleğin Türkiye'deki dağılımının günümüz ve gelecekteki durumunu ortaya konmuştur. Bu çalışmada Global Biodiversity Information Facility (www.gbif.org) sitesinden çalışma alanına ait leylek verilerinin 2000-2018 yılları arasındaki kayıtları indirilmiştir. Bu veriler ilkbahar için 472, yaz için 457, sonbahar için 159 ve kış için 62 nokta da var verisi şeklinde sınıflandırılmıştır. Altlık olarak Yükselti, Eğim, Engebellik indeksi, Topoğrafik Pozisyon indeksi ve iklim değişkenleri ArcMap 10.2. yazılımı ile hazırlanmıştır. Modellemede maksimum entropi yöntemi ve gelecek içinde 2050 ve 2070 yıllarına HadGEM2 RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları kullanılmıştır. MaxEnt yazılımı ile elde edilen modellerde veriler % 75 eğitim ve % 25 test verisi olarak ayrılarak çapraz geçerlilik testi yapılmıştır. İlkbahar, Yaz, Sonbahar ve Kış mevsimleri için elde edilen modellerin günümüz ve gelecek potansiyel haritaları elde edilmiştir. Modellere en fazla katkıyı iklim değişkenlerin yaptığı onları eğim, engebellik indeksi ve topoğrafik pozisyon indeksinin takip ettiği belirlenmiştir. Sonuç olarak Türkiye'de leylek için mevsimler itibarıyla gelecek iklim senaryolarında olası bir tehdit görülmemektedir. Özellikle de 2070 yılı RCP 8.5 senaryosu göre tüm mevsimlerde potansiyelin daha iyi olacaktır. Gelecek yıllarda özellikle kuşların Göç Yolu üzerinde bulunan İstanbul Boğazı'nın daha çok kullanılacağı görülmektedir. Bu duruma gelecekteki sıcaklığın artması ve yağışların azalmasının etki edeceği öngörülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** HadGEM2, RCP 4.5 ve 8.5, Maksimum entropi, Modelleme, Kuşlar

## Predicting distribution of white stork (*Ciconia ciconia* Linnaeus, 1758) under climate change in Turkey

**Abstract:** Turkey has different habitats for bird species because of its location and geographical characteristics and also its location is used by birds as a migratory route. Although the white stork (*Ciconia ciconia*) is a summer immigrant coming in spring and leaving in autumn, it can be seen in Turkey continuously. In this study, it is aimed to determine the present and future situation of the white stork which is seen as a significant bird in Anatolian culture. For this purpose, white stork data recorded in Turkey between the years 2000-2018 were downloaded from Global Biodiversity Information Facility (www.gbif.org) website. These presence data were classified as 472 for spring, 457 for summer, 159 for autumn and 62 for winter. Elevation, slope, ruggedness index, topographic position index and climate variables were prepared using ArcMap 10.2 software. In order to determine the future status of the target species, the scenarios HadGEM2 RCP 4.5 and RCP 8.5 of 2050 and 2070 were used. Models obtained with MaxEnt software, the data were divided into 75% training and 25% test data and cross validation test was performed. Spring, summer, autumn and winter seasons of the models created for today and future potential maps were obtained. It was determined that climate variables made the most contribution to the models and slope, ruggedness index and topographic position index were the following variables having important contributions. As a result, there is no potential threat in the future climate scenarios for white storks in Turkey. In particular, according to the 2070 RCP 8.5 scenario, the potential is predicted to ameliorate in all seasons. In the coming years, it is expected that the Bosphorus, which is located on the migration road of birds, will be used more frequently. Furthermore, it is foreseen that the increase in the future temperature and the decrease in precipitation will affect this situation.

**Keywords:** HadGEM2, RCP 4.5 & 8.5, Maximum entropy, Modelling, Birds

### 1. Giriş

Canlılar iklimsel farklılıklar ve besine bağlı olarak bazı reaksiyonlar göstermektedir. Bu reaksiyonlar bazen farklı bölgelere gitmek şeklinde olmaktadır. Yani hayvan türleri kendileri için besin, sıcaklık gibi faktörlerin daha iyi olduğu alanlara göç edebilmektedir (Bildstein vd., 2007). Günümüzdeki göç faaliyetlerinin son buzul evresinden sonra buzulların çekilmesiyle ortaya çıktığı söylenmektedir.

Yer kürede ki hareketlerin özellikle buzul hareketliliklerinin iklimsel farklılıkları meydana getirdiği ve bu farklılıkların göç hareketlerini ortaya çıkardığı söylenmektedir (Barış, 2003; Erciyas, 2005).

Ciconiiformes takımının, Ciconiidae familyasının, *Ciconia* cinsine ait bir tür olan leylek (*Ciconia ciconia* Linnaeus, 1758), su ve karasal ekosistemler de yaşayan bir canlıdır (Tütüncü vd., 2012). Göçmen bir tür olan leylek Türkiye'de Güney Doğu Anadolu'da düşük yoğunlukta ve

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

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 14.05.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 25.09.2019



**Citation** (Atıf): Süel, H., 2019. Türkiye'de leylek (*Ciconia ciconia*) dağılımının iklim değişikliğine göre kestirimi. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 243-249.  
DOI: [10.18182/tjf.565284](https://doi.org/10.18182/tjf.565284)

Karadeniz’de belli lokasyonlar da olmasına rağmen geri kalan bölgelerimizde geniş bir yayılışa sahiptir ve aynı zamanda da üreme faaliyeti gerçekleştirmektedir (Kasperek ve Kılıç 1989; Kirwan vd., 2008). Türkiye’ye ilkbahar mevsiminde gelmekte ve sonbahar mevsiminde ayrılmaktadır. Afrika-Avrupa kıtaları arasındaki göçü sırasında Türkiye’yi başta İstanbul Boğazı ve Hatay Belen Geçidi olmak üzere kullanmaktadır (Hall vd., 1987). Türkiye’de yerli olarak herhangi bir sebeple göç edemeyen leylek bireylerine rastlanmaktadır.

Dünya koruma birliğine göre LC kategorisinde (IUCN, 2019) olan leylek açık alanlarda, soğuk olmayan genel olarak ılıman bölgeler ya da geniş düzlükler, orman ve sazlık ve ormanlık alanlarda yaşayabilir (Del Hoyo vd., 1992; Hancock vd., 1992). Yine leyleğin nemli, yarı kurak, kurak gibi farklı iklimlere göre çok farklı habitatlar yaşadığı da bilinmektedir (Si Bachir, 2013; Chenchouni, 2017). Leylek Türkiye de çok farklı bölgelerde görülmekte ve Kızıroğlu’na (2008) göre de tehdit durumu bakımından azalan kategorisinde yer almaktadır.

İklim değişikliğinin karasal canlıların yeryüzündeki dağılımını etkilediği ve giderek bu durumda daha fazla olacağı söylenmektedir (Parmesan vd., 1999; Pounds vd., 1999; Walther vd., 2002). İklim değişikliğinin etkileri iklim senaryolarını içine alan modelleme yöntemleriyle tahmin edilebilmekte ve herhangi bir tür için yeni dağılım alanları belirlenebilmektedir (Reif vd., 2010). Leyleklerin yoğunluğunu ve dağılımını iklim ve çevresel faktörlerin etkilediği bilinmektedir (Carrascal vd., 1993). Ayrıca iklim değişikliğinden kaynaklı olası ekstrem aşırı yağışlar gibi değişimlerin leyleklerin üreme potansiyellerini azaltacağı da söylenmektedir (Tobolka vd., 2015). Başka bir çalışmada da leyleklerin ölüm oranında büyük sebep olarak üreme dönemlerindeki yağışların olduğu ve gelecek iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklık artışı ve yağıştaki azalmanın olumlu bir etkisi olacağı belirtilmektedir (Jovani ve Tella, 2004).

Bu çalışmanın amacı; Türkiye de genel olarak yaygın bir tür olan leyleğin topoğrafik ve iklim değişkenleri ile Maksimum Entropi (MaxEnt) yöntemini kullanarak günümüz ve 2050-2070 yıllarına HadGEM2 RCP 4.5- RCP 8.5 senaryolarını kullanarak modellemek ve potansiyel dağılım haritalarını elde etmektir.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı 36° - 42° Kuzey paralelleri ile 26° 45° Doğu meridyenleri arasında yer alan Türkiye sınırlarını kapsamaktadır. Bu alan fauna açısından zengin olan Paleartik Zoocoğrafya bölgesi içerisinde kalmaktadır. Türlerin coğrafi dağılımını etkileyen en önemli faktör farklı yaşam alanlarının mevcut olmasıdır (Avcı, 2000). İklim tipleri Karasal İklim, Akdeniz İklimi, Marmara (geçiş) İklimi ve Karadeniz iklimi şeklinde sınıflandırılmaktadır (Atalay, 1997). Türkiye’de 0,64 °C / 100 Yıl şeklinde bir sıcaklık artışı, 29 mm / 100 yıl gibi bir yağış azalış eğilimi vardır (Sensoy, vd., 2008).

#### 2.1.2. Verilerin elde edilmesi

Modellemede kullanılan MaxEnt yöntemi için sadece var verisi yeterlidir. Bu yüzden kuş gözlemcilerinin verilerini girdiği, çeşitli kuruluşlarca denetlenen gbif.org sitesi incelenmiştir. Leylek verileri Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2018) sitesinden CC BY 4.0 lisansı ile Türkiye ölçeğinde koordinatlı olarak 2000 yılından 2018 yılına kadar her ayı kapsayan veriler sitenin formatında hazırlanarak indirilmiştir. Bu verilere daha sonra kış, ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarına göre sınıflandırılmıştır. Ayrılan verilerde tekrar eden nokta verileri ve koordinatı uygun olmayan veriler çıkarılmıştır. İlkbahar için 472, yaz için 457, sonbahar için 159 ve kış için 62 noktada var verisi elde edilmiştir.

#### 2.1.3. Çevresel değişkenlerin elde edilmesi

Çevresel değişken olarak yükselti, eğim, topoğrafik pozisyon indeksi, engebellik indeksi ve iklim değişkenleri kullanılmıştır. ArcMap 10.2 yazılımında çalışma alanının sayısal yükseklik modelinden eğim ve yükselti haritaları oluşturulmuştur. Aynı yazılımda “Topography Tools” eklentisi ile Topografik Pozisyon İndeksi (Jenness, 2006), *Terrain Tools* eklentisiyle de Engebellik İndeksi elde edilmiştir (Riley vd., 1999). İklim verisi <http://www.worldclim.org> web sitesinden indirilerek çalışma alanı ölçeğinde kesilerek 19 adet bioiklim verisi hazırlanmıştır (Hijmans vd., 2005). Biyoiklim ile yükselti değişkenleri tüm mevsimleri kapsayan var verileri ile faktör analizi yapılmıştır (Mert and Kıraç, 2017; Süel vd., 2018). Faktör analizi sonucunda dört temsilci değişken çıkmıştır. Temsilci değişkenlerin birincisi Bio1 (Yıllık ortalama sıcaklık), ikincisi Bio17 (En kuru ilk üç ayın yağışı), üçüncüsü Bio12 (Yıllık ortalama yağış), dördüncüsü Bio 8 (En nemli ilk üç ayın ortalama sıcaklığı) ve bu değişkenlerin korelasyon katsayıları sırasıyla, 0.947, 0.828, 0.551 ve 0.391’dir.

### 2.2. Yöntem

Habitat uygunluk modellemesi için maksimum entropi (MaxEnt) yaklaşımı kullanılmıştır. Bu yöntem türün var olduğu alanlardaki olasılıkların diğer alanlardaki durumuna göre potansiyeli tahmin ederek çalışmaktadır (Baldwin, 2009). Veri sayısına bağlı olmaksızın tek tip verilerle çalışan diğer modelleme yöntemleriyle kıyaslandığında MaxEnt’in daha iyi modeller ortaya koyduğu bilinmektedir (Hernandez vd., 2006; Phillips vd., 2006; Wisz vd., 2008; Baldwin, 2009; Elith vd., 2006).

Habitat uygunluk modellemesi için MaxEnt 3.4.1k versiyonu kullanılmış, modellerin doğrulaması için leylek verilerinin % 75’i eğitim ve % 25 test verisi olarak ayrılmıştır. Çalışmada MaxEnt modelinin başarısı eğitim-test verilerinin ROC (Receiver Operating Characteristic) değerleri ile ortaya konmuştur (Phillips vd., 2006; Baldwin, 2009; Monterroso vd., 2009). MaxEnt ile oluşturulan modellerin 0-1 arasında değişen sonuç dosyaları ArcMap 10.2 yazılımında potansiyel dağılım haritası halinde görselleştirilmiştir (Özkan vd., 2015)

### 3. Bulgular

Çevresel ve iklim değişkenleriyle leylek 'in mevsimsel verileri günümüz, 2050 ve 2070 (HadGEM2 RCP 4.5 ve RCP 8.5) yılları itibariyle modellenmiş ve 4 model elde edilmiştir. Mevsimlere ait modellerin geçerliliği için eğitim ve test verilerinin ROC (Çizelge 1) değerlerine bakılmıştır. Her mevsim için elde edilen modellerin ROC değerlerine göre başarılı oldukları görülmektedir Ward, 2007; Anderson ve Gonzalez, 2011; Boria vd., 2014).

Modelleme için seçilen değişkenlerin katkı yüzdeleri mevsimler itibariyle katkı oranlarına belirlenmiştir (Çizelge 2). Genel olarak iklim değişkenlerinin büyük oranda modelleri şekillendirdiği görülmektedir. İklim değişkenlerinden sonra en yüksek katkıyı eğimin yaptığı görülmektedir. Topoğrafik pozisyon indeksi ve Engebellelik indeksi katkı oranları ise düşük çıkmıştır.

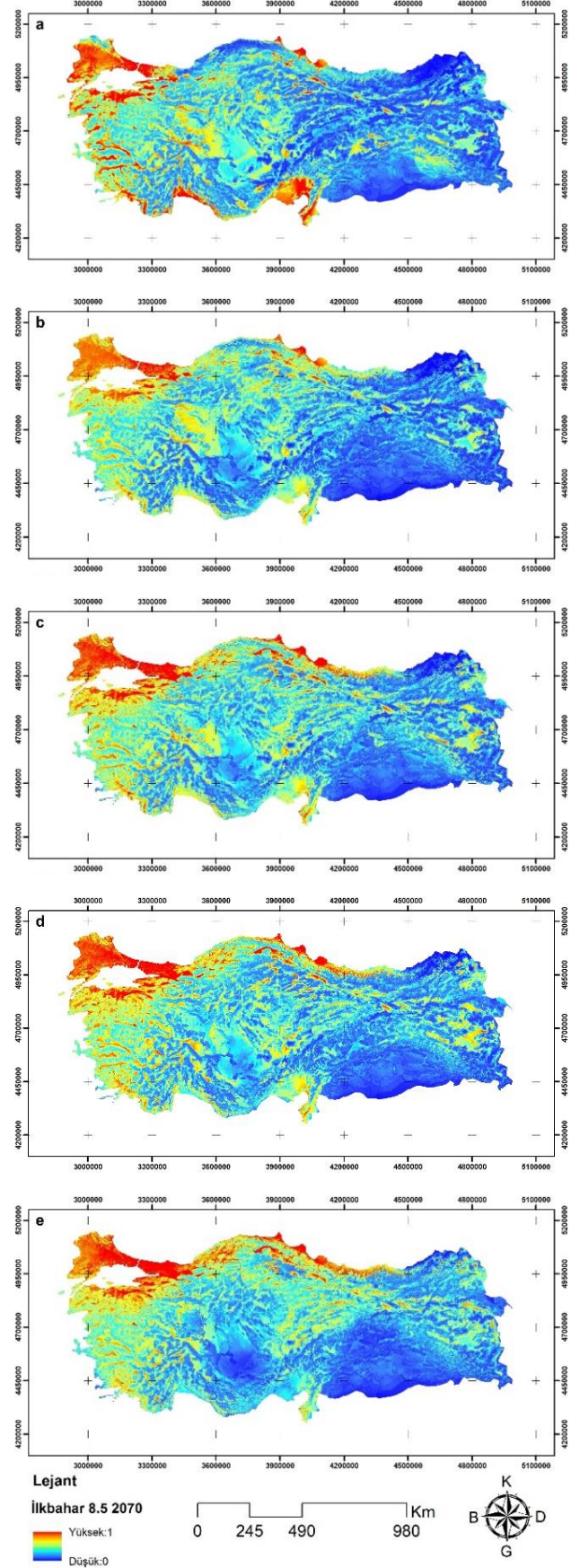
İlkbahar mevsimi için elde edilen modelin haritasına (Şekil 1a) bakıldığında Adana ve İskenderun körfezi arasında, Antalya körfezinde, İstanbul Boğazında, Marmara denizi çevresinde, Sinop-Ünye arasındaki sahilde ve Marmaris-Fethiye arasında en yoğun olarak dağılımı görülmektedir. İlkbahar için HadGEM2 RCP 4.5 2050 (Şekil 1b) ve 2070 (Şekil 1c) yıllarına dağılım haritalarında benzerlik söz konusudur. Her iki gelecek dağılım haritasında yoğunluğu güney sahillerinde azaldığı Karadeniz bölgesinden dağılımını azda olsa artırarak koruduğu ve Trakya kesiminde de yoğunluğun arttığı görülmektedir HadGEM2 RCP 8.5 2050 (Şekil 1d) yılında HadGEM2 RCP 4.5 2050 ve 2070 yıllarına ait dağılıma benzerlik göstermektedir. HadGEM2 RCP 8.5 2070 (Şekil 1e) yılına bakıldığında Karadeniz ve Trakya kesimlerinde dağılımın daha yüksek olması yanı sıra Anadolu'da bir potansiyel artış eğiliminin olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Elde edilen modellerin eğitim ve test verilerine ait ROC değerleri

Model	Eğitim	Test
İlkbahar	0,851	0,795
Yaz	0,810	0,788
Sonbahar	0,883	0,822
Kış	0,941	0,884

Çizelge 2. Modelleri oluşturan değişkenlerin katkı yüzdeleri

Değişkenler / Modeller	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Yıllık ortalama sıcaklık (Bio1)	24,9	17,7	20,9	21,1
En Nemli İlk Üç Ayın Ortalama Sıcaklığı (Bio8)	5,5	4,7	6,5	5,6
Yıllık Ortalama Yağış (Bio12)	4,2	2,3	3	12,7
En Kuru İlk Üç Ayın Yağışı (Bio17)	39,0	43,6	36,8	20,8
Topoğrafik Pozisyon indeksi	2,8	8,9	4,9	1,1
Engebellelik İndeksi	7,7	5,6	8,2	3,5
Eğim	15,9	17,3	19,7	35,3

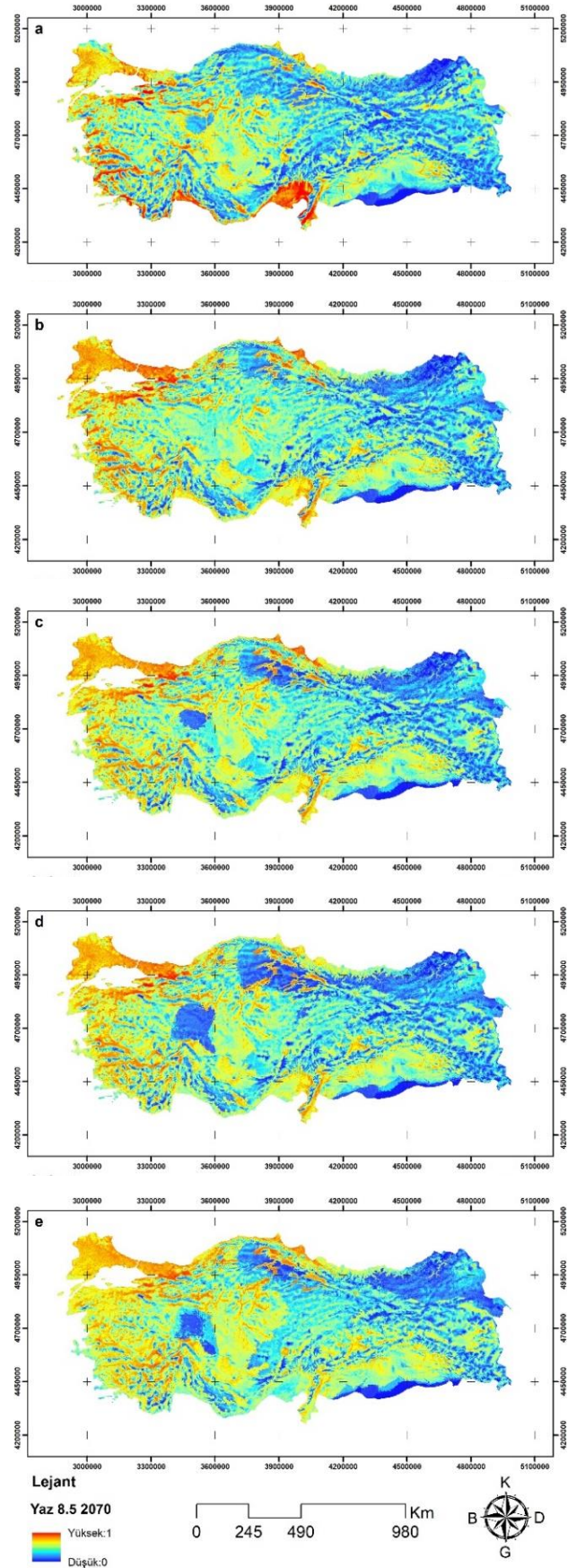


Şekil 1. İlkbahar mevsimi için (a) günümüz ile (b)HadGEM2 RCP 4.5 2050, (c) HadGEM2 RCP 4.5 2070 (d) HadGEM2 RCP 8.5 2050, (e) HadGEM2 RCP 8.5 2070 senaryolarına göre leylek dağılım haritası

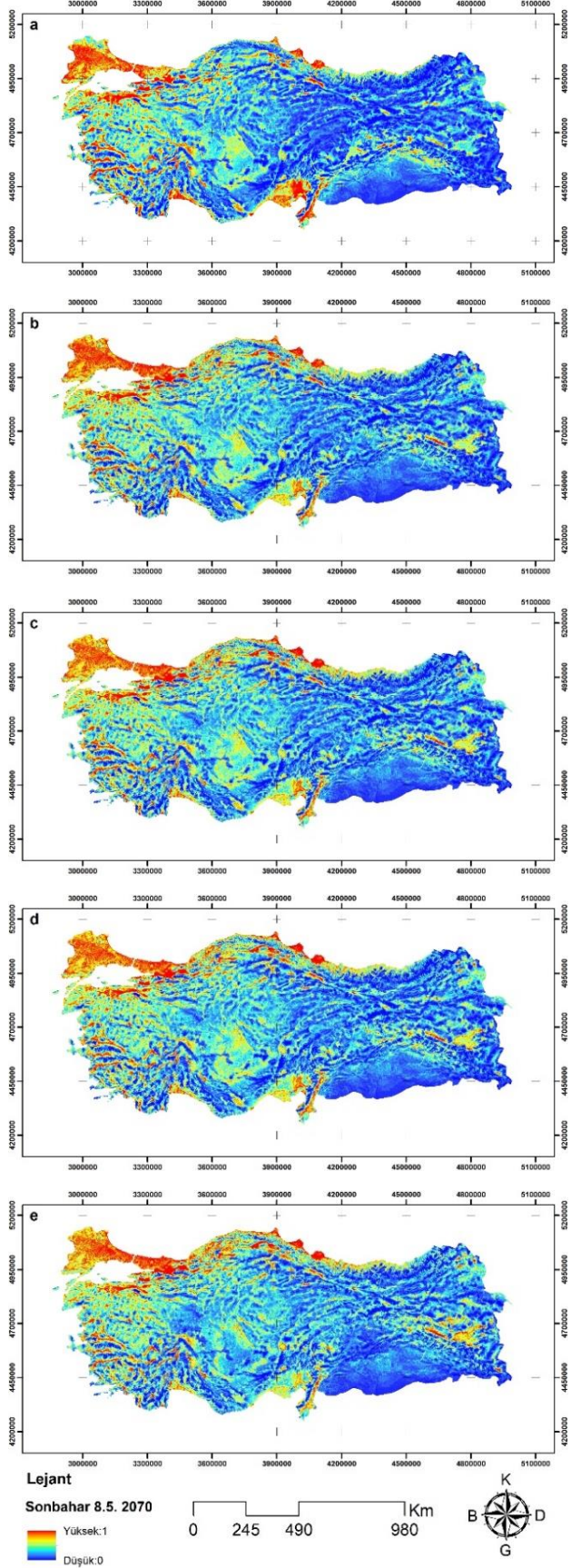
Yaz mevsimi için elde edilen modelin haritasına (Şekil 2a) bakıldığında en yoğun Adana ve İskenderun körfezi arasında kısmında olmakla birlikte ülkemizin Güney sahilleri ile Ege ve Marmara bölgelerinde de yüksek bir dağılım görülmektedir. HadGEM2 RCP 4.5 2050 (Şekil 2b) ve HadGEM2 RCP 8.5 2050 (Şekil 2d) yılı haritalarında benzerlik görülmektedir. Her iki haritada Karadeniz sahilleri ile batı Akdeniz ve ardı kesimlerinde bir dağılım artışı göze çarpmaktadır. HadGEM2 RCP 4.5 2070 (Şekil 2c) ve HadGEM2 RCP 8.5 2070 (Şekil 2e) yılları haritalarında bir birine benzemekle birlikte HadGEM2 RCP 8.5 2070 (Şekil 2e) yılı haritasında ülkemiz genelinde daha fazla dağılım göstereceği anlaşılmaktadır. Gelecek için elde edilen dört haritada dikkat çeken husus İstanbul Boğazı ve Trakya'da dağılımın artmasıdır.

Sonbahar mevsimi için elde edilen günümüz (Şekil 3a) ve HadGEM2 RCP 4.5 2050 (Şekil 3b), 2070 (Şekil 3c), HadGEM2 RCP 8.5. 2050 (Şekil 3d) ve 2070 (Şekil 3e) yıllarına ait haritaların arasında çok fazla fark olmadığı görülmektedir. Burada dikkat çeken husus Antalya ve İskenderun körfezleri ve etrafındaki dağılımın gelecek yıllarda azalıyor olmasıdır.

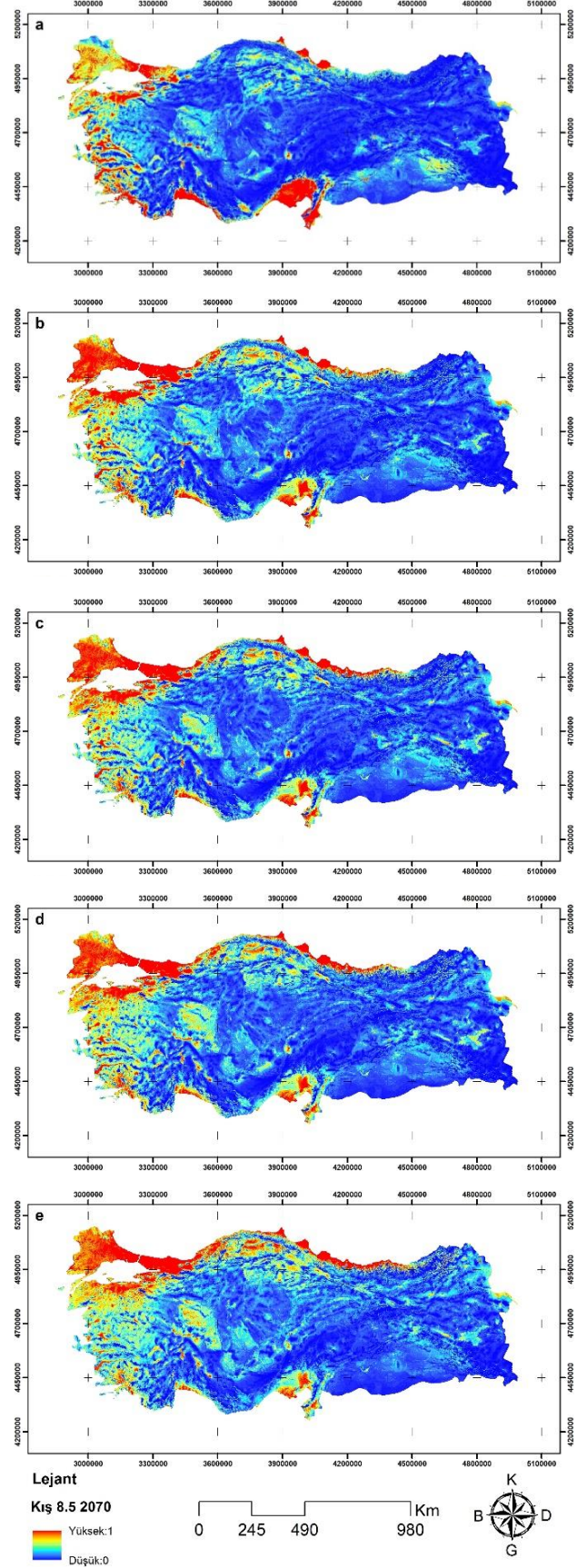
Kış mevsimi için elde edilen günümüz (Şekil 4a) haritasında leylek az dağılım göstermektedir. En yoğun olarak Akdeniz ve Adana-İskenderun körfezi arasında kalan bölgede olduğu görülmektedir. HadGEM2 RCP 4.5 2050 (Şekil 4b), 2070 (Şekil 4c), HadGEM2 RCP 8.5. 2050 (Şekil 4d) ve 2070 (Şekil 4e) yıllarına ait haritalarında ise güney kesimlerde azalış Karadeniz ve Trakya kesimlerinde potansiyel bir artış söz konusudur.



Şekil 2. Yaz mevsimi için (a) günümüz ile (b) HadGEM2 RCP 4.5 2050, (c) HadGEM2 RCP 4.5 2070 (d) HadGEM2 RCP 8.5 2050, (e) HadGEM2 RCP 8.5 2070 senaryolarına göre leylek dağılım haritası



Şekil 3. Sonbahar mevsimi için (a) günümüz ile (b)HadGEM2 RCP 4.5 2050, (c) HadGEM2 RCP 4.5 2070 (d) HadGEM2 RCP 8.5 2050, (e) HadGEM2 RCP 8.5 2070 senaryolarına göre leylek dağılım haritası



Şekil 4. Kış mevsimi için (a) günümüz ile (b)HadGEM2 RCP 4.5 2050, (c) HadGEM2 RCP 4.5 2070 (d) HadGEM2 RCP 8.5 2050, (e) HadGEM2 RCP 8.5 2070 senaryolarına göre leylek dağılım haritası

#### 4. Tartışma ve sonuç

Türkiye'ye leylek ilkbahar mevsiminde gelir yaz aylarını burada geçirir ve son baharda tekrar göç eder (Bozyurt ve Bahadır, 2013). Kış aylarında da göç edemeyen yaşlı ya da sakat bireyler görülmektedir. Dolayısıyla ülkemiz için göçmen olan leyleğe her mevsim rastlanabilmektedir. Bu yüzden leyleğin her mevsime ait günümüz ile gelecek 2050 ve 2070 (HadGEM2 RCP 4.5 ve RCP 8.5) yılları için sadece var verilerine dayanan maksimum entropi yöntemiyle iklim, engebelilik, eğim ve topoğrafik pozisyon indeksi değişkenleriyle modeller elde edilmiş ve haritalanmıştır. Her mevsimin günümüz ve gelecekteki durumları incelenmiş ve kıyaslanmıştır.

Türkiye için HadGEM2 RCP 4.5 ve 8.5 senaryoları incelendiğinde 2050 ve 2070 yıllarını kapsayan periyotta sıcaklıkta bir artış olduğu, yağışta ise artış- azalışların olacağı öngörülmektedir. Yağış için özellikle HadGEM2 RCP 8.5 senaryosu için artışın olacağı bu artışın sıcaklığa bağlı buharlaşmadan kaynaklandığı söylenmektedir (Demircan vd., 2015). İklim değişikliğinin ülkemizde doğal ekosistemler üzerinde olumsuz etki yapacağı türlerin bu değişime farklı tepki vereceği söylenmektedir (Öztürk, 2002). İklim değişim hızına canlıların uyum sağlayabilmesinin mümkün olmadığı yani birçok canlı türünün bu değişimde olumsuz etkileyeceği belirtilmektedir (Aksay vd., 2005). Bu durumlar dikkate alındığında iklim değişiminin gelecekte canlıları nasıl etkileyeceğine dair tahminlerin ortaya konması büyük önem arz etmektedir.

Leyleğin dağılımı etkileyen birçok faktörün yanında iklimde önemli rol oynamaktadır. İklimdeki olası değişimler sonucunda leylek popülasyon yoğunlukları değişmekte ve üreme potansiyeli düşmektedir. Bu durumda da leylek için planlama yapılması gerektiği ve bu planın başında yerleştirme çalışması için uygun alanların belirlenmesinin ne kadar önemli olduğu söylenmektedir (Carrascal vd., 1993). Çalışma da hem günümüz hem de 2050 ve 2070 yılları için ülkemizdeki potansiyel leylek dağılımı alanları ortaya konulmuştur.

Leylek Avrupa, Orta Doğu ve Afrika arasında göçü sırasında İstanbul Boğazını ve Hatay Belen geçidini kullanmaktadır (Hall vd., 1987). Dört mevsim günümüz haritaları incelendiğinde Hatay Belen geçidi ile İstanbul Boğazının potansiyelin en yüksek olduğu alanlar olarak görülmektedir. Gelecek 2050 ve 2070 yılları itibarıyla bakıldığında ise İstanbul boğazının daha yoğun olarak kullanılacağı Hatay Belen geçidinin daha az kullanılacağı öngörülmektedir. Bu durumda leyleklerin olası sıcaklık artışından dolayı Afrika kıtasına olan göçün azalacak mı? sorusunun araştırılması gerekmektedir.

Leylek habitatların farklı iklim koşullarında yarı nemli, yarı kurak ve kurak alanlar gibi farklı alanlarda olduğu ve bu alanlarda benzer besin diyetine sahip oldukları belirtilmektedir (Chenchouni, 2017). Bazı leylek kolonileri için yapılan modelleme çalışmalarında düşük yağış, yüksek sıcaklık, yerleşim az olduğu kurak alanlarda yaşayabileceği sonucu elde edilmiştir (Si Bachir, 2013). Leylek ölümlerinin büyük oranda genç bireyler de olduğu bu durumu etkileyen faktörün yağış olduğunu belirtilmektedir ve iklim değişimine bağlı olarak yağışın azalması ve sıcaklığın artmasının leylekler için olumsuz olacağı söylenmektedir (Jovani ve Tella, 2004). Bu araştırmalara bakıldığında bizim çalışma sonucunda ülkemizde tüm mevsimlere göre gelecek 2050 ve 2070 yıllarında leylek popülasyonları için uygun

alanların daha fazla olacağı öngörülmektedir. Türkiye'deki leylek yoğunluğunda iklim değişim senaryolarına göre gelecek yıllarda bir azalma görülmemektedir.

Sonuç olarak Türkiye'de iklim değişimine bağlı olarak leylek popülasyonlarının iklim ve diğer çevresel değişkenlere göre gelecekte daha fazla uygun alan olacağı görülmektedir. Ancak bu çalışmada leyleğin besin diyetine giren canlıların gelecekte iklim değişiminde nasıl etkileneceğinin, bu etkilenmenin leylekleri nasıl etkileyeceği sorularının cevapları bulunmamaktadır. Öneri olarak leyleğin besin diyeti çıkarılarak elde edilen sonuçların gelecek için modellenmesi gerekmektedir. Ayrıca da tüm yaban hayvanları için modelleme ve potansiyel dağılım haritalarının yapılması türlerin neslinin devamı açısından büyük önem arz etmektedir.

#### Kaynaklar

- Aksay, C.S., Ketenoğlu, O., Kurt, L., 2005. Küresel ısınma ve iklim değişikliği. Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 1(25): 29-42.
- Anderson, R. P., Gonzalez J. I., 2011. Species-specific tuning increases robustness to sampling bias in models of species distributions: An implementation with maxent. Ecological Modelling, 222(15): 2796-2811.
- Atalay, İ., 1997. Türkiye Coğrafyası, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Avcı, M., 2000. Yeryüzünün zoocoğrafya bölgeleri ve Türkiye'nin yeri. Coğrafya Dergisi, 8:157-200.
- Baldwin, R.A., 2009. Use of Maximum entropy modeling in wildlife research. Entropy, 11(4):854-866.
- Barış, Y. S., 2003. Kuşlarda Göç ve Türkiye'nin Göç Açısından Önemi, Halklamaya Giriş. Kursu Ders Notları, Kuş Araştırmaları Derneği, Ankara.
- Bildstein, K.L., Smith, J.P., Yosef, R., 2007. Migration counts and monitoring. In: Eds, Bird, D.M. and Bildstein, K.L., Raptor research and management techniques, Hancock House, Surrey, UK.
- Boria, R.A., Olson, L.E., Goodman, S.M., Anderson, R.P., 2014. Spatial filtering to reduce sampling bias can improve the performance of ecological niche models. Ecological Modelling, 275:73-77.
- Bozyurt, O., Bahadır, M., 2013. Leyleklerin mevsimsel göçleri ile iklimsel parametreler arasındaki ilişkilerin istatistiksel analizi. Coğrafi Bilimler Dergisi, CBD 11(1):1-11.
- Carrascal, L.M., Bautista, L.M., Lázaro, E., 1993. Geographical variation in the density of the White Stork *Ciconia ciconia* in Spain: Influence of habitat structure and climate. Biological conservation, 65(1): 83-87.
- Chenchouni, H., 2017. Variation in White Stork (*Ciconia ciconia*) diet along a climatic gradient and across rural-to-urban landscapes in North Africa. International journal of biometeorology, 61(3):549-564.
- Del Hoyo, J., Elliot, A., Sargatal, J., 1992. Handbook of the Birds of the World. vol. 1: Ostrich to Ducks. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Yazıcı, B., Gürkan, H., Tuvan, A., Akçakaya, A., 2015. Türkiye'de yeni senaryolara göre iklim değişikliği projeksiyonları. [http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/sem8\\_13.pdf](http://tucaum.ankara.edu.tr/wp-content/uploads/sites/280/2015/08/sem8_13.pdf) Erişim: 11.03.2019
- Elith J., Graham, C.H., Anderson, R.P., Dudik, M., Ferrier, S., Guisan, A., 2006. Lehmann A. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. Ecography, 29:129-151.
- Erciyas, K., 2005. Kuşlarda oriyantasyon. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- GBIF (2018). GBIF Occurrence Data. <https://doi.org/10.15468/dl.kuxauc>. Erişim: 25 Aralık 2018



- Hall, M.R., Gwinner, E., Bloesch, M., 1987. Annual cycles in moult, body mass, luteinizing hormone, prolactin and gonadal steroids during the development of sexual maturity in the White Stork *Ciconia ciconia*. J. Zool., 211: 467-486.
- Hancock, J.A., Kushlan, J.A., Kahl, M.P., 1992. Storks, Ibises And Spoonbills Of The World. Academic Press, London.
- Hernandez, P.A., Graham, C.H., Master, L.L., Albert, D.L., 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. Ecography, 29(5):773-785.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G., Jarvis, A., 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, 25(15):1965-1978.
- IUCN, 2019. BirdLife International 2016. *Ciconia ciconia*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22697691A86248677, <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22697691A86248677.en> Erişim: 21.01.2019
- Jenness, J., 2006. Topographic Position Index (tpi\_jen. avx) Extension for ArcView 3. x version 1.2. Jenness Enterprises, Flagstaff, AZ.
- Jovani, R., Tella, J.L., 2004. Age-related environmental sensitivity and weather mediated nestling mortality in White Storks *Ciconia ciconia*. Ecography, 27(5): 611-618.
- Kasperek, M., Kılıç A., 1989. Brutverbreitung und Bestandsentwicklung des Weißstorches (*Ciconia ciconia*) in der Türkei. [https://www.researchgate.net/publication/287465097\\_Brutverbreitung\\_und\\_Bestandsentwicklung\\_des\\_Weisstorches\\_Ciconia\\_ciconia\\_in\\_der\\_Turkei/stats](https://www.researchgate.net/publication/287465097_Brutverbreitung_und_Bestandsentwicklung_des_Weisstorches_Ciconia_ciconia_in_der_Turkei/stats). Erişim: 12.03.2019
- Kirwan, G.M., Boyla, K.A., Castell, P., Demirci, B., Özen, M., Welch, H., Marlow T., 2008. The Birds of Turkey: The distribution, taxonomy and breeding of Turkish Birds. Publisher: Christopher Helm. London.
- Kızıroğlu, İ., 2008. Türkiye Kuşları Kırmızı Listesi. Desen Matbaası, Ankara.
- Mert, A., Kıracı, A., 2017. Habitat suitability mapping of *Anatololacerta danfordi* (Günther, 1876) in Isparta-Sütçüler District. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1(1):16-22.
- Monterroso, P., Brito, J.C., Ferreras, P., Alves, P.C., 2009. Spatial ecology of the European wildcat in a Mediterranean ecosystem: dealing with small radio-tracking datasets in species conservation. J. Zool., 279: 27-35.
- Özkan, K., Sentürk, Ö., Mert, A., Negiz, M.G., 2015. Modeling and mapping potential distribution of Crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.) using correlative approaches. Journal of Environmental Biology, 36(1):9.
- Öztürk, K., 2002. Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22(1):47-65.
- Parmesan, C., Ryrholm, N., Stefanescu, C., Hill, J. K., Thomas, C. D., Descimon, H., Huntley, B., Kaila, L., Kullberg, J., Tammaru, T., Tennent, W. J., Thomas, J. A., Warren, M., 1999. Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. Nature, 399(6736):579-583.
- Phillips S.J., Anderson R.P., Schapire R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190:231-259.
- Pounds, J.A., Fogden, M.P.L., Campbell, J.H., 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. Nature 398:611-615.
- Reif, J., Št'astný, K., Bejček, V., 2010. Contrasting effects of climatic and habitat changes on birds with northern range limits in central Europe as revealed by an analysis of breeding bird distribution in the Czech Republic. Acta Ornithologica, 45(1):83-90.
- Riley, S.J., DeGloria, S.D., Elliot, R., 1999. A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity. Intermountain Journal of Sciences, 5(1-4):23-27.
- Sensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, U., Balta, I., 2008. Türkiye iklimi. Turkish State Meteorological Service (DMİ), Ankara.
- Si Bachir, A., Chenchouni, H., Djeddou, N., Barbraud, C., Céréghino, R., Santoul, F., 2013. Using self-organizing maps to investigate environmental factors regulating colony size and breeding success of the White Stork (*Ciconia ciconia*). J Ornithol, 154:481-489.
- Süel, H., Mert, A., Yalcinkaya, B., 2018. Changing potential distribution of gray wolf under climate change in lake district, Turkey. Applied Ecology and Environmental Research, 16(5):7129-7137.
- Tobolka, M., Zolnierowicz, K.M., Reeve, N.F., 2015. The effect of extreme weather events on breeding parameters of the White Stork *Ciconia ciconia*. Bird Study, 62(3): 377-385.
- Tütüncü, Ş., Onuk, B., Kabak, M., 2012. Leylek (*Ciconia ciconia*) dili üzerine morfolojik bir çalışma. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 18 (2012):623-626.
- Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin J-M., Hoegh-Guldberg, O., Bairlein, F., 2002. Ecological responses to recent climate change. Nature, 416(6879):389-395.
- Ward, D.F., 2007. Modelling the potential geographic distribution of invasive ant species in New Zealand. Biological Invasions, 9(6):723-735.
- Wisn, M.S., Hijmans, R., Li, J., Peterson, A.T., Graham, C., Guisan, A., 2008. Effects of sample size on the performance of species distribution models. Diversity and Distributions, 14(5):763-773.

## Production of paper from rose wastes

Fatma Bekdaş<sup>a</sup>, Mustafa Karaboyacı<sup>b,\*</sup>

**Abstract:** The main ingredient of paper production is cellulose fibers. Usually produced from wood fibers and annual plants. In this study it was investigated usability of waste rose pulps (*Rosa Damascena* Mill.) which have environmental risk in Isparta province as a source of cellulose for paper production. Oily rose flower grows only in Isparta and its vicinity and around 7000 tons of rose flowers are grown annually. After oil extraction, rose flowers lose their economic value and are left to rot as garbage. Rose pulp which is an herbal waste therefore contains cellulose. At the Scope of study, cellulose content of rose pulp was determined and paper pulp was obtained by applying soda-NaBH<sub>4</sub> and chlorite methods. The obtained paper pulp was mixed with waste paper in different ratio and paper production was provided. Thus, rose wastes which evaluating as rubbish, was recycled and go into the production cycle.

**Keywords:** Rose waste, Soda method, Chlorite, Paper, Pulp

## Gül posasından kağıt üretimi

**Özet:** Kağıt üretiminin ana maddesi selüloz liflerdir. Genellikle ağaç lifleri ve yıllık bitkilerden üretilir. Bu çalışmada Isparta ilinde çevresel risk taşıyan atık gül posaları (*Rosa Damascena* Mill.) kağıt üretimi için selüloz kaynağı olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Yağlı gül çiçeği sadece Isparta ve çevresinde yetişmekte olup yıllık yaklaşık 7000 ton civarında gül çiçeği yetiştirilmektedir. Yağı alındıktan sonra gül çiçekleri ekonomik değerini yitirmekte ve çöp olarak çürümeye terk edilmektedir. Bitkisel bir atık olan gül posaları dolayısıyla selüloz içermektedir. Çalışma kapsamında, gül posasının selüloz içeriği belirlenmiş ve soda-sodyum borhidrür ve klorit yöntemleri uygulanarak kağıt hamuru elde edilmiştir. Elde edilen kağıt hamurları farklı oranda atık kağıtlar ile karıştırılarak kağıt üretimi sağlanmıştır. Böylece çöp niteliğindeki gül posaları geri dönüştürülerek üretim döngüsü içine katılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Gül posası, Soda yöntemi, Klorit, kağıt, Kağıt hamuru

### 1. Introduction

Recycling can be defined as the wastes that have re-evaluation possibility can be reintegration into the production process after various processes in order to prevent resource depletion and waste minimization. With the increasing environmental concerns and the realization that oil resources are limited, the production of polymer materials from renewable sources has been gaining momentum for the last two decades.

Paper is one of the most important necessities of humanity with its place in cultural and industrial field. In the paper industry, cellulose and wood pulp are produced from cellulose-containing plants and waste paper raw materials. These intermediates are then converted into paper by various mechanical and chemical processes. That is to say, the main raw material of paper production is cellulose, a natural polymer. Cellulose, which forms the basic structure of plants and trees, is the most abundant polymer in nature and has found many uses since it is a polymeric product other than the main uses such as paper and cardboard.

The main raw material of the paper and cardboard industry is wood. Annual paper consumption has reached

350 million tons in the world. While the paper and cardboard production in Europe was 51.0 million tons in 2000, it will be 83.7 million tons in 2020 and consumption will increase from 47.7 million tons to 79.8 million tons annually (Odabaş and Gümüşkaya, 2006). The increase in the use of wood and the decrease in forest resources in the forest products industry led the paper industry to different alternative raw materials. One of them is the use of annual plants and their wastes in pulp and paper production. In this context, many studies have been carried out and are continuing (Tutus et al., 2015).

Rapid increase in volume and types of solid and hazardous waste because of continuous economic growth, urbanization and industrialization, is becoming a burgeoning problem for national and local governments to ensure effective and sustainable management of waste. It is further estimated that between 2007 and 2011, global generation of municipal waste will rise by 37.3%, equivalent to roughly 8% increase per year (Manual, 2009).

Isparta area, production of essential oils has major commercial importance. According to the Turkish Republic Ministry of Industry and Trade report in the year 2011, agricultural production of rose flowers in the Isparta area

✉ <sup>a</sup> Qualchem Dış Tic. A.Ş. Atatürk Mahallesi, Gazi Cad., No: 18/1, Esenyurt/İstanbul

<sup>b</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 19.08.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 26.09.2019



**Citation** (Atıf): Bekdaş, F., Karaboyacı, M., 2019. Production of paper from rose wastes. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 250-253. DOI: [10.18182/tjf.606686](https://doi.org/10.18182/tjf.606686)

yielded over 7000 tons per year. After extraction, the flowers lose their value and become waste. There are no ways to destroy these waste flowers. (Karaboyacı, 2014). Agricultural wastes are lignocellulosic materials containing three basic structural components as hemicellulose, cellulose and lignin. Besides these, they also contain some extractive components (Karaboyacı et al., 2017). As an alternative to wood-based raw materials, annual plants and agricultural wastes are the most important raw material resources for pulp and paper production (Tutuş et al., 2015).

In this study, the use of lignocellulosic wastes from rose oil industry in paper production was investigated. Paper pulp was obtained from rose pulps by delignification with sodium chloride and soda method. The stratification properties of the obtained pulps were investigated.

**2. Material and methods**

*2.1. Chemical composition analysis of the rose wastes*

Waste rose pulp was subjected to chemical analyzes given below to illuminate its chemical composition. All analysis procedures are calculated by establishing a proportion on the basis of dry matter. The dried samples were ground and dried according to the TAPPI T 257om-85 standard method. Drying was carried out at  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  in accordance with the standard. Waste rose pulp was subjected to chemical analyzes given below to illuminate its chemical composition.

- Cellulose content: Kurschner and Hoffer 1969
- Holocellulose content: Wise 1962
- Alpha cellulose content: TAPPI T203 os-712
- Lignin content: TAPPI T222 om-88
- Ash content: TAPPI T211 om-85
- Extractives: ASTM D1107-96

*2.2. Pulp production with NaClO<sub>2</sub>*

A method similar to Wise's method was used in the preparation of pulp by NaClO<sub>2</sub> (Sigma %100)

delignification. Alcohol extracted 50 g of air dried rose pulp was refluxed with 600 ml of purified water, 15 g of sodium chlorite (NaClO<sub>2</sub>) and 5 ml of glacial acetic acid (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>) at 80°C for 1 hour at 100 rpm. At the end of each hour, 15 g of sodium chloride and 5 ml of glacial acetic acid were added again, which was repeated three times. The resulting pulp was washed with acetone dilute NaOH and purified water.

*2.3. Pulp production by soda- sodium borohydride method*

Experiments were carried out in the production of pulp according to the soda method with a ratio of 15% NaOH, 0.5% sodium borohydride, 2 hours and liquor ratio is 5 to 1 (water:pulp).

*2.4. Paper production from pulp*

Pulp obtained from rose waste was gradually beaten in Hollander Beater up to  $50 \pm 5$  SR degree. The moisture content of the beaten pulp was determined and Test papers were produced with in semi-automatic Regmed RK-21 Sheet former in a weight range of 70-75 gr/m<sup>2</sup>. Three replicate test papers were produced on Rapid Köthen paper machine according to ISO 5269/2 standard at 70 (g/m<sup>2</sup>) weight from each mixing ratio. Physical properties of the papers such as breaking, the breaking length test (TAPPI T494 om-11) and burst index test (TAPPI T403 om-15) were performed according to relevant standards. Its optical properties were determined according to the standards of brightness (ISO 2469: 2014), whiteness (ISO 2469: 2014), yellowness (ASTM E313) and opacity (TAPPI T519 om-02).

**3. Results and discussion**

Table 1 shows the chemical contents of rose pulp and various plants obtained by other researchers. As seen from the table rose wastes includes %36 cellulose and high enough to be used in pulp production.

**Table 1. Chemical composition of rose waste and other annual plant and wood species**

Annual plant and wood species	Chemical components					Solubility				References
	Holocellulose (%)	Cellulose (%)	Alfa Seltuloz (%)	Lignin (%)	Ash (%)	Alcohol-benzene (%)	%1 NaOH	Hot water (%)	Cold water (%)	
Rose waste	65	36	-	20	5	10	-	-	-	Identified
Cocklebur	80.9	49.4	40.9	21.1	2.3	0.74	23.2	4.5	3.7	Özdemir et al., 2018
Astragalus	76.7	36.7	38.2	23.6	5.5	-	29.4	8.5	7.2	Tutuş et al., 2014
Poppy Stalk	79.8	40.9	51.7	19.2	4.7	-	30.4	10.4	5.1	Tutuş et al., 2011
Cotton Stalk	75.6	45.5	39.8	18.2	2.5	6.1	30.9	14.3	11.65	Ezici, 2010
Cotton Stalk	72.2	-	41.6	19.3	2.4	6.1	42.9	17.8	16.7	Akgül, 2007
Wheat stalk	77.1	52.3	39.6	18.3	7.1	5.5	40.9	12.3	7.65	Tutuş, 2003
Rye stalk	74.1	51.5	44.4	15.4	3.2	9.2	39.2	13.0	10.2	Usta and Eroğlu, 1987
Corn stalk	64.8	45.6	35.6	17.4	7.5	9.5	47.1	14.8	-	Eroğlu et al., 1992
Tobacco Stalk	67.6	-	37.5	19.5	7.3	6.5	42.9	19.1	15.8	Tank et al., 1985
Cane	77.9	50.3	47.5	18.7	3.9	4.0	28.3	3.8	3.30	Kırcı, 1996
Kenaf	81.2	54.4	37.4	14.5	4.1	5.0	34.9	12.8	11.7	Doğan, 1994
Coniferous Trees	63-74	55-61	-	25-32	0.2-0.5	1-5.8	8-10	1-5	0.5-4	Kırcı, 2006
Leafy Trees	72-82	38-55	-	18-26	0.2-0.7	1-6.2	12-25	1-8	0.2-4	Kırcı, 2006

Figure 1 indicates that the pulp obtained from rose wastes with sodium chlorite method. The pulp obtained with  $\text{NaClO}_2$  has the desired degree of whiteness. However, the intense chemical effect that expose to rose pulp during bleaching caused degradation of cellulose fibers. Therefore, drainage problems were experienced during paper production and no stratification was observed.

Figure 2 shows the paper produced from 100% rose pulp obtained with soda method. As seen from the picture pure rose pulp is not suitable for paper production. Because of the problem of filtration and drainage during the production of paper from 100% waste, smooth layers could not be obtained. Therefore, pulp obtained from rose pulp was mixed with waste paper in different ratios and paper production was tried.

In Figure 3, papers are seen obtained by mixing rose pulps with different amount of waste paper pulp. When a proper paper could not obtain from 100% waste rose pulp, then rose pulp was mixed with 50-60-70-80-90% waste paper pulp and new papers were produced. The mechanical and optical test results of the papers are shown in Table 2.

When Table 2 was examined, it was found that the breaking length and burst index values of the papers are increased by the addition of rose pulp. The best breaking length value was obtained from the addition of 20% and 30% rose waste pulp, while the highest burst index value was obtained with 50% rose waste pulp. According to Table 2, the optical properties of the paper were negatively affected by the addition of rose pulp.

It is considered that 30% rose pulp and 70% waste paper pulp blend is more suitable if economic, physical and optical properties are taken into consideration in the evaluation of rose waste in pulp and paper production. Compared to the paper produced from this blend control example, ie, 100% waste pulp, the breaking length and burst index increased by 37.9% and 32.6%, respectively. Whiteness and brightness values decreased by 5.93% and 12.8%, respectively. These reductions in optical properties can be prevented by single-stage bleaching of pulp obtained from rose wastes.

Tutuş et al. (2015) produced papers by mixing tea wastes pulps with Turkish pine pulps. These researchers have similar results like this study. According to their results, burst index is  $2.92 \text{ kPa m}^2/\text{g}$  and breaking length is 4.52 km in the mixture of %50 tea waste %50 pine pulp. In this study, burst index is  $2 \text{ kPa m}^2/\text{g}$  and breaking length is 3.44 km. Idarraga et al. (1999) performed a study about pulp and paper from blue agave waste from tequila production. They used conventional and two organosolv systems to pulp the agave waste. Their best burst index is  $1.47 \text{ kPa m}^2/\text{g}$ . Given these results, we can say that the rose industry wastes can be used in paper production.



Figure 1. Paper pulp obtained with  $\text{NaClO}_2$  method



Figure 2. Paper obtained from 100% rose pulp



Figure 3. Paper obtained from 50% rose pulp 50% waste paper on left. Paper obtained from 30% rose pulp 70% waste paper on right

Table 2. Physical and optical properties of papers obtained from rose pulp and waste paper pulp

	Waste paper (%)	Rose pulp (%)	Breaking Length (m)	Burst Index (kPa.m <sup>2</sup> /g)	Whiteness (ISO)	Brightness (ISO)	Yellowness (E313)	Opacity (ISO)
1	100	0	2495	1.44	34.53	24.44	43.51	99.52
2	90	10	3288	1.79	34.85	24.25	44.83	99.46
3	80	20	3449	1.78	33.96	23.13	46.59	99.61
4	70	30	3440	1.91	32.48	21.30	50.00	99.36
5	60	40	3241	1.97	31.54	20.16	52.17	98.98
6	50	50	2953	2.00	29.74	18.35	55.22	98.13

#### 4. Conclusion

In this study, in order to investigate the usability of rose wastes in paper production, pulp was produced from waste rose flowers by only two methods. Chlorite method yielded sufficient whiteness of pulp, but due to its intense chemical effect, cellulose fibers were hydrolyzed by degradation. Although pulp was obtained in the soda process, however, paper formation could not be obtained due to drainage problem from pure rose pulp. It can be said here that sodium hydroxide, used at a rate of 15%, damages the cellulose fibers in fine rose flowers. The study showed that rose pulp can be used in paper production. However the processes that we use must be optimized to avoid damaging the fibers.

#### Acknowledgment

We would like to thank TÜBİTAK, 2209-B Industry-Oriented Undergraduate Graduation Thesis Support Program for supporting the realization of the study.

#### References

- Akgül, M., 2007. Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Saplarından Soda-Alkol, Soda-AQ, Soda-Alkol-AQ Yöntemleriyle Kağıt Hamuru Ve Kağıt Üretim Koşullarının Belirlenmesi. Düzce Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı, BAP Proje Kod No: 2005.05.03.221, Düzce.
- ASTM D1107-96, 1998. Standard test method for ethanol-toluene solubility of wood. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM E313 2015. Standard Practice for Calculating Yellowness and Whiteness Indices from Instrumentally Measured Color Coordinates, ASTM International (ASTM).
- Eroğlu, H., Usta, M., Kırıcı, H., 1992. A Review of Oxygen Pulping Conditions of Some Non-Wood Plant Growing in Turkey, Tappi Pulping Conference, 215-22.
- Ezici, A.C., 2010. Pamuk saplarından (*Gossypium hirsutum* L.) Kraft -NaBH<sub>4</sub> yöntemiyle kağıt hamuru ve kağıt üretim koşullarının belirlenmesi. K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Idarraga, G., Ramos, J., Zuñiga, V., Sahin, T., Young, R.A., 1999. Pulp and paper from blue agave waste from tequila production. Journal of agricultural and food chemistry, 47(10): 4450-4455
- ISO 2469: 2014. "Paper board and pulps. Measurement of diffuse radiance factor (diffuse reflectance factor)" International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 5269-2, 2004. Pulp – Preparation of laboratory sheets for physical testing, Part 2: Rapid Köthen method. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Karaboyacı, M., Tama, B., Şencan, A., Kılıç, M., 2017. Recycling of rose wastes to activated carbon with ecological precursor. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1(1):1-8.
- Karaboyacı, M., 2014. Recycling of rose wastes for use in natural plant dye and industrial applications. The Journal of The Textile Institute, 105(11):1160-1166.
- Kırıcı, H., 1996. Soda-Oksijen Yöntemiyle Göl Kamışından (*Phragmites communis* L.) Kağıt Hamuru Üretim Koşullarının Belirlenmesi, KTÜ Araştırma Fonu, No: 95.113.002.6, Trabzon.
- Kırıcı, H., 2006. Kağıt Hamuru Endüstrisi Ders Notları. KTÜ Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:86, Trabzon.
- Manual, T. 2009. Developing integrated solid Waste Management Plan. Prepared by United Nations Environ Program volume 3. UNEP Osaka/Shiga, Japan
- Odabaş Serin, Z., Gümüşkaya, E. 2006. Kağıt ve karton endüstrisinde odun dışı lignoselülozik liflerin kullanımı. I. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Kasım, Trabzon/Türkiye, s. 645-654.
- Özdemir, A., Tutuş, A., Çiçekler, M., 2018. Pıtrak (*Xanthium strumarium* L.) bitkisinin kağıt hamuru ve kağıt endüstrisinde kullanılabilirliği. Uluslararası Artvin Sempozyumu, pp: 949-961, 18-20 Ekim, Artvin/Turkey.
- TAPPI test methods, 1998-1999. Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Atlanta, Ga. TAPPI Press, 1998.
- Tank, T., Bostancı, Ş., Eroğlu, H., Enercan, S., 1985. Tütün saplarının kağıt yapımında değerlendirilmesi. Doğa Bilimleri Dergisi, D2(9):3-9....
- Tutuş, A., Eroğlu, H., 2003. A practical solution to silica problem in straw pulping. APPITA Journal, 56(2): 111-115.
- Tutuş, A., Çiçekler, M., Karataş, B., 2011. Pulp and paper production by kraft-sodium borohydride method from poppy stems. II. International Non-Wood Forest Products Symposium, pp.183-190, 8-10 September, Isparta/Turkey.
- Tutuş, A., Çiçekler, M., Özdemir, A., Altaş, A., 2014. Geven otunun (*Astragalus Membranaceus*) kağıt hamuru ve kağıt üretiminde değerlendirilmesi. III. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu, 8-10 Mayıs, Kahramanmaraş.
- Tutus, A., Kazaskeroğlu, Y., Cicekler, M., 2015. Evaluation of tea wastes in usage pulp and paper production. Bioresources, 10(3): 5407-5416.
- Usta, M., Eroğlu, H., 1987. Soda-Oxygen pulping of rye straw. Nonwood Plant Fiber Pulping Conference, November, Tappi Press, Progress Report, No. 18, pp.113-118, Washington.
- Wise, E.L., Karl, H.L., 1962. Cellulose and Hemicelluloses in Pulp and Paper Science and Technology. Vol. 1. Pulp. Earl. C.L. (Ed.). McGraw Hill-Book Co.. Newyork.

## Some physical and mechanical properties of maritime pine and poplar exposed to oil-heat treatment

Mehmet Taşdelen<sup>a</sup> , Ahmet Can<sup>a</sup> , Hüseyin Sivrikaya<sup>a,\*</sup> 

**Abstract:** Oil-heat treatment is an environmentally friendly method to improve dimensional stabilization of wood. In this process, vegetable oil is used as a heating medium in different temperatures and times. In this study, maritime pine (*Pinus pinaster maritima*) and poplar (*Populus euroamericana*) samples subjected to oil heat treatment with safflower, linseed and hazelnut oil at 160 °C, 180 °C and 200 °C for 2,4 and 6 hours respectively. Water soaking was performed to untreated and oil-heat treated samples for two weeks. In this period water uptake and tangential swelling of the samples were measured. In addition, compression strength of the samples was determined parallel to the fiber direction. According to the results, oil-heat treatment considerably reduced the water uptake in maritime pine and poplar while the performance of only vacuum heat treatment was similar with control samples. The improvement in tangential swelling was clearly shown in the poplar samples rather than maritime pine. Vacuum-heat treatment and oil-heat treatment increased the compression strength of maritime pine compared to control samples.

**Keywords:** Oil-heat treatment, Vacuum heat treatment, Safflower, Linseed oil, Hazelnut oil

## Yağlı ısıtma işlemi uygulanmış sahil çamı ve kavak örneklerinin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri

**Özet:** Yağlı ısıtma işlemi ahşabın boyut stabilizasyonunu arttırmak için çevre dostu bir yöntemdir. Bu işlemde yağ farklı sıcaklık ve sürelerde ısı ortamı olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada; sahil çamı (*Pinus pinaster maritima*) ve kavak (*Populus euroamericana*) odun örnekleri aspir yağı, keten yağı ve fındık yağı ile 160 °C, 180°C ve 200°C'de 2,4 ve 6 saat süre ile ısıtma işlemi tabii tutulmuşlardır. Yağsız ve yağlı ısıtma maruz bırakılmış odun örnekleri için 2 hafta boyunca su alma testi gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte örneklerin su alma ve teğetsel genişleme değerleri ölçülmüştür. Ayrıca örneklerin liflere paralel basınç direnci değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre yağlı ısıtma işlemi sahil çamı ve kavak örneklerinin su alma oranlarını önemli ölçüde azaltırken, vakum altında ısıtma uygulanan örnekler kontrol ile benzer davranışlar sergilemiştir. Kavak örneklerinde teğetsel genişleme sahil çamı örneklerine kıyasla gözle görülür oranda iyileşmiştir. vakum-ısıtma işlemi ve yağlı ısıtma işlemi kontrol örneklerine kıyasla sahil çamının basınç direncini artırmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yağlı ısıtma işlemi, Vakumlu ısıtma işlemi, Aspir, Keten yağı, Fındık yağı

### 1. Introduction

Wood modification improves dimensional stabilization of wood, and gains resistance against the biological organisms such as fungi and insect. According to Hill (2006), thermal modification is performed between 180 °C and 260 °C, while the lower temperatures below 140 °C bring about slight changes in the properties of wood, higher temperatures cause degradation in the structure of the material. On the other hand, thermal treatment of wood in a hot oil is an another option since the boiling point of the many vegetable oils are higher than the temperatures to be used for the heat treatment of wood. Thus, wood properties can be improved by oil-heat treatment (OHT) due to the behavior of boiling oil in comparison to heat treatment, which take place in the presence of inert gas. Oil-heat treatment plant was commercially developed by Menz-Holz in Germany. In this process, the temperature at 220 °C was suggested to obtain maximum durability and minimum oil

consumption, for maximum durability and maximum strength the temperatures between 180 °C and 200 °C are used with a controlled oil uptake, and crude vegetable oil like rape seed, linseed or sunflower oil as heating medium (Rapp and Sailer, 2000).

The research experiments regarding vegetable oils in the modification of wood have increased in the last decade. With the heat treatment of wood, improvements in hygroscopicity and dimensional stability is explained by chemical reactions due to the high temperature. Heat treatment in an oil bath also improves the performance of wood, especially by reducing the water uptake (Wang and Cooper, 2005).

Awoyemi et al. (2009) studied with the ponderosa pine and black spruce in soybean oil at 220 °C for 2 hours following cooling inside the hot oil at 180 °C and 135 °C, resulting in the oil uptake increasing with the cooling time. Thereby, higher reductions in water uptake and swelling were obtained with the higher hydrophobicity and

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

@ \* **Corresponding author** (İletişim yazarı): hsivrikaya@bartin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 16.05.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 24.09.2019



**Citation** (Atf): Taşdelen, M., Can, A., Sivrikaya, H., 2019. Some physical and mechanical properties of maritime pine and poplar exposed to oil-heat treatment. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 254-260. DOI: [10.18182/tjf.566647](https://doi.org/10.18182/tjf.566647)

dimensional stability through oil cooling for both species. Swelling and moisture uptake of poplar were investigated with sunflower, linseed and rapeseed oil by oil heat treatment process. Equilibrium moisture content (EMC) and swelling were reduced by OHT. Duration and temperature were important parameters affecting the degree of swelling, and increasing in these parameters resulted in decreasing in the EMC and increasing in anti-swelling efficiency (ASE) (Bak and Nemeth, 2012a). Treatment of aspen wood in hot linseed oil can improve the EMC and volumetric shrinkage and increase the decay resistance. Higher resistance against white and brown rot fungi was achieved by the higher temperature in the process (Bazyar, 2012).

The objective of this study was to investigate the effect of oil-heat treatment in different temperatures and durations with safflower oil, hazelnut oil and linseed oil as a reference on some physical and mechanical properties of maritime pine and poplar as well as compare the vacuum-heat treatment and oil-heat treatment process.

## 2. Material and Methods

### 2.1. Material

Maritime pine (*Pinus pinaster*) and poplar (*Populus euroamericana*) samples were selected as wood species, because they are both fast growing. The timbers were free of defects and discoloration, cut into the small sizes according to the experiments for water uptake and compression strength.

The vegetable oils (safflower, hazelnut and linseed oil) used in the study were obtained from a company ONEVA (Istanbul) where the production is based on special cold press method. Cold press method is used without any thermal or chemical treatment. The vegetable oils mentioned above were used in the hot oil treatment.

### 2.2. Methods

**Vacuum-heat treatment:** In this process, wood specimens were exposed to selected temperatures at 160 °C, 180 °C and 200 °C for 2, 4 and 6 hours respectively. The samples placed in to oven when the target temperature was reached, at the same time vacuum process was started (675 mmHg - 2, 4 and 6 hours).

**Oil-heat treatment:** Before oil heat treatment, wood samples were oven dried at 103 °C until the constant weight. Dried wood samples were placed in 250 ml beakers and stone weights were placed on them to prevent floating of the samples. Safflower, hazelnut and linseed oils were poured into glass beakers 1 liter in size for each one and placed in the oven, exposed to heating until to the 160 °C, 180 °C and 200 °C respectively. The temperature of the oil was monitored with a thermometer during the heating stage. When the temperature of the oil reached to target temperature hot oil poured in to beakers with wood samples left in the oven for 2, 4 and 6 hours. At the end of the treatment time for each oil, the wood samples taken from the hot oil.

**Water uptake:** Wood samples with the dimensions of 20 x 20 x 10 mm (R x T x L) were used for water uptake. The dimensions and weights of the test and control samples were measured in the oven dry conditions before water absorption. The samples were soaked in deionized water in

the jars. The samples were weighed at 2, 4, 6, 24, 48, 72 hours, 1 and 2 weeks intervals during the water uptake test. Water absorption was calculated based on the weight differences for individual samples according to formula 1.

$$WA = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

where

$W_2$  is the weight of the samples after soaking (g),  $W_1$  is the oven dried weight of the samples (g),

**Tangential swelling:** Tangential swelling was performed on the control and test samples exposed to water uptake. The lengths of the wood samples in the tangent direction were measured by digital calipers at the specified periods. The expansion ratio was calculated from the difference in the tangential direction for each sample before and after water soaking to the following formula 2.

$$TG (\%) = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100 \quad (2)$$

$T_2$  is the tangential length at any given time during water soaking (mm) and  $T_1$  is the Tangential length of the oven-dried wood (mm).

**Compression strength:** Wood samples were prepared in the dimensions of 20 x 20 x 30 mm (tangential x radial x fiber direction) in accordance with the TS 2472 (2005) standard. Before experiment, wood samples kept in the chamber at 21 °C and 65% RH to the equilibrium moisture content. Compression force was applied on the samples parallel to the fiber direction by Universal test machine. Compression strength is calculated according to the formula 3.

$$\sigma_B = \frac{F_{max}}{a \times b} \quad (3)$$

$\sigma_B$ : compression strength parallel to the fiber direction (N/mm<sup>2</sup>)

$F_{max}$ : Maximum crushing load (N)

a and b: cross section of the sample (mm)

## 3. Results and discussion

In the present study, weight percent gains (WPG) of the wood samples were not given since they did not make sense under different temperature and durations. It might be attributed to the cooling period which was not allowed to the oil-heat treated samples. Earlier authors drew attention to the cooling period which resulted in the increasing of WPG (Awoyemi et al., 2009; Dubey et al., 2012). Another reason might be the selection of the wood samples from the different batches.

### 3.1. Water uptake

Figure 1 showed that the most important finding regarding maritime pine was that the water uptake of the control samples which was much higher than oil-heat treated samples. When examined the only vacuum heat treated samples they gave similar results with the control samples in relation to water uptake.

At the beginning of the test (2 hours), water absorption of the samples heat treated at 200 °C was lower than those vacuum heat treated at 160 °C and 180 °C, but this difference was disappeared when the soaking time reached to 336 hours. It is stated that the reducing in hygroscopy of wood is attributed to the mass loss resulting from the degradation of hemicellulose, the most hydrophilic component in the cell wall, during the thermal treatment (Bourgeois and Guyonnet, 1988). Metsä-Kortelainen et al. (2006) pointed out a noticeable exception in their study on the water absorption of sapwood and heartwood of Scots pine and Norway spruce heat-treated at 170 °C, 190 °C, 210 °C and 230 °C. In that study, water absorption of Scots pine sapwood was increased by heat treatment at 170 °C, 190 °C and 210 °C compared to the reference samples.

Treatment with safflower oil resulted in higher water uptake especially at 200 °C for 4 and 6 hours. In first two

hours, lower absorption was obtained to the samples treated at 180 °C, then ranged from 24% to 34%. At the temperatures of 160 °C and 180 °C water absorption increased in the case of 6 hours treatment with safflower oil. However, the low water uptake at 160 °C for 2 hours was a surprising finding to maritime pine.

When used linseed oil, the best results regarding water uptake were obtained by the treatments including 180 °C for 2 h (24 %) and 160 °C for 6 h (28 %), whereas the highest water uptake occurred at 200 °C for 2 h (71 %).

Wood samples treated with hazelnut oil had less impact on water uptake when the heating applied at 160 °C particularly for 2 and 4 h. However, heating at 180 °C for 2 and 4 h effectively reduced the water uptake. This was also maintained at 200 °C for 2h. However, treatment time over 2 h increased the hazelnut oil absorption at 200 °C in maritime pine.

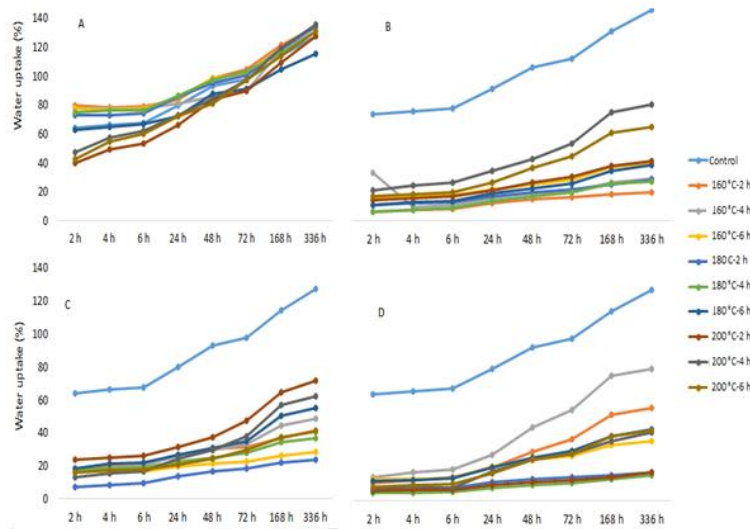


Figure 1. Water uptake of vacuum- heat treated maritime pine (A), heat treated with safflower oil (B), heat treated with linseed oil (C), heat treated with hazelnut oil (D)

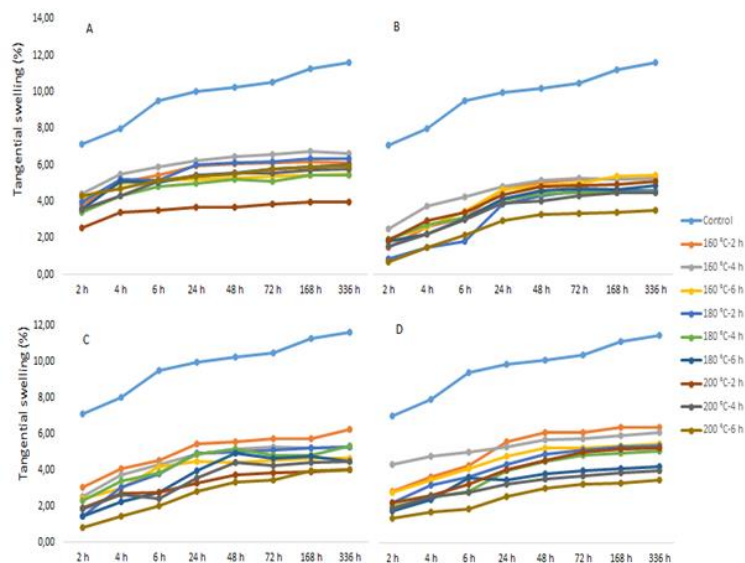


Figure 2. Water uptake of vacuum-heat treated poplar (A), heat-treated with safflower oil (B), heat-treated with linseed oil (C), heat-treated with hazelnut oil (D)



When examined the results with poplar samples, Figure 2 (B) illustrates that the poplar control samples showed either little bit higher or lower water uptake than heat-treated samples to the soaking period ranged from 2 h to 168 h. However, the difference in water uptake between control and heat-treated samples was more distinct after 168 h soaking. It is understood from these results that heat treated wood under vacuum is susceptible to water absorption like control samples. As it was in maritime pine, water uptake of the poplar control samples maintained higher trend than oil heat-treated samples for overall durations from 2 hours to 336 hours. However, the difference in water uptake was very low between control and only heat-treated samples, even if it was some higher in the last period, when compared to oil heat treatment.

Treatment with safflower oil resulted in better result at 180 °C (34.01%) and 200 °C (40.49%) for 2 h respectively, whereas increasing in the duration increased the water uptake at these temperatures in poplar. When used the linseed oil, the water uptake was much lower than those treated with safflower oil. For instance, water uptake was ranged from 26% to 51% depending on the temperature and time in the case of linseed oil, whereas it was between 34% and 97% with safflower oil. Modification of poplar with hazelnut oil highly improved the water uptake compared to the control samples. The rate of water absorption varied depending on the temperature and duration. The absorption was relatively lower at 180 °C and 200 °C for 2 h than other variations.

Salim et al. (2010) reported that bamboo became less hygroscopic using crude palm oil due to the higher temperature at 220 °C and 180 °C in addition to longer heat treatment like 60 min. Bak and Nemeth (2012), conducted studies on poplar wood with similar parameters within the

our study including the temperatures at 160 °C and 200 °C for 2, 4 and 6 hours, and sunflower, linseed and rapeseed oil as heating medium. They found that there was no significant difference among the vegetable oils with regard to anti-swelling efficiency. They obtained the best dimensional stabilization in the radial and tangential direction with the linseed oil. In addition, in the evaluation of EMC results, treatment at 160 °C for 6 hours was better than treatment at 200 °C for 2 hours. The moisture content was lower in oil heat-treated wood than untreated wood, and treatment at 200 °C resulted in the best. Bazyar (2012), found lower water absorption (22.9%) at the temperature of 200 °C and the highest water absorption (99.99%) in the control samples when aspen wood exposed to oil heat treatment with linseed oil.

### 3.2. Tangential swelling (TG %)

After water uptake test, control samples of maritime pine showed partially similar TG behavior with only heat treated samples, while treatment at 200 °C for 4 hours improved the tangential swelling by 14.90% compared to control samples (5.67%). Minimum TG values were obtained by heat treatment alone at 160 °C, 180 °C and 200 °C for 4 hours. This was confirmed by figure 3 (A) which indicated that 4 hours heat treatment was more suitable in maritime pine to reduce TG. Kamperidou et al. (2013) examined the water absorption and swelling properties of Scots pine samples which were subjected to thermal treatment at 200 °C, for 4, 6, and 8 h. They found that swelling percentage in the tangential direction decreased by 10.26%, 17.22%, and 19.60% respectively after 72 h immersion. In addition, absorption percentage decreased by 0.77%, 6.52%, and 17.57% respectively.

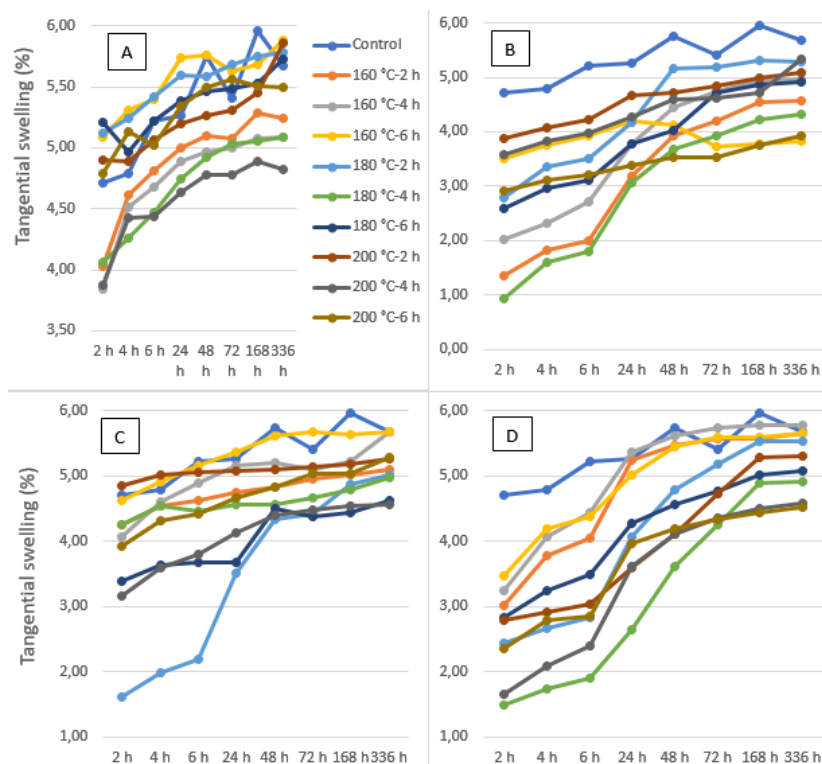


Figure 3. Tangential swelling of vacuum-heat treated maritime pine (A), heat treated with safflower oil (B), heat treated with linseed oil (C), heat treated with hazelnut oil (D)

In the present study, TG values showed decrease for all temperatures and durations in the case of safflower oil in comparison to the control samples after 2 weeks in maritime pine. The lowest TG values were obtained by heat treatment using safflower oil for 6 hours at 160 °C, with linseed oil for 6 hours at 180 °C, and with hazelnut oil for 6 hours at 200 °C. Figures 3 indicated that 6 hours oil heat treatment generally was found to be effective in the improvement of tangential swelling, however, the degree of temperature showed difference according to the oil type used in the study (Fig. 4).

In the poplar control samples, the tangential swelling value was 7.12% at the beginning (2 hours) of soaking but, then reached to 11.63% after 336 hours. It was also shown that vacuum-heat treatment alone significantly reduced the tangential swelling, moreover the difference in temperature and duration during heat treatment did not considerably effect the tangential swelling except for 200 °C for 2 hours.

In the heat-treated samples, the lowest TG was obtained with the samples treated with 200 °C for 2 hours, whereas the highest TG was obtained by 160 °C for 4 hours. Tangential swelling was improved by 65% with heat treatment at 200 °C for 2 hours compared to the control samples. It can be stated that heat treatment reduces the tangential swelling in wood by providing dimensional stabilization.

Ghalehno (2011) found a reduction by 40% in tangential swelling value and a reduction by 37.15% in radial swelling after 9 hours of heat treatment at 190 °C. In a study using poplar, the radial, tangential and volumetric swelling values of the control samples were 4.39%, 8.99% and 12.95%, respectively, while those of heat treated samples were

reported to be 2.99%, 6.98% and 9.8% (Bazyar et al., 2010). The longer time of heat treatment such as 10 hours at 180 °C reduced the tangential swelling by 2,6% for the samples of wild pear (*Pyrus elaeagnifolia*) (Gündüz et al., 2009). In another study, it was stated that heat treatment had a positive effect on the physical properties of wood (Ozan et al., 2017).

Reduction in water uptake and improvement of water repellency in wood by vegetables oils were explained by some authors. Vegetable oils reduce the water uptake of wood by creating a mechanical barrier function without any chemical bonding (Panov et al., 2010), and provide water repellency to wood by penetrating in to tracheid lumen and parenchyma cells (Ulvcrona, 2006). Vegetable oil filling the cell lumen is stored on the outer surfaces and partly the inner surfaces, so that the wood surface gains hydrophobicity. Thus, the rate of water uptake is reduced because the water penetrates in to wood through the pores with capillary action (Koski, 2008).

When poplar wood exposed to safflower oil at 200 °C for 6 hours tangential swelling decreased by 70% compared to control samples, furthermore decreased by 41% in comparison to only heat treatment at 200 °C for 6h in the absence of oil. TG was reduced by 65% and 69% respectively with linseed and hazelnut oil for 6 hours at 200 °C compared to the control samples.

All vegetable oils used in this study for heat treatment lowered the TG values in poplar samples when compared to control samples. Overall experiments indicated that the most improvement in tangential swelling achieved by the treatment at 200 °C for 6 hours for three types of vegetable oils.

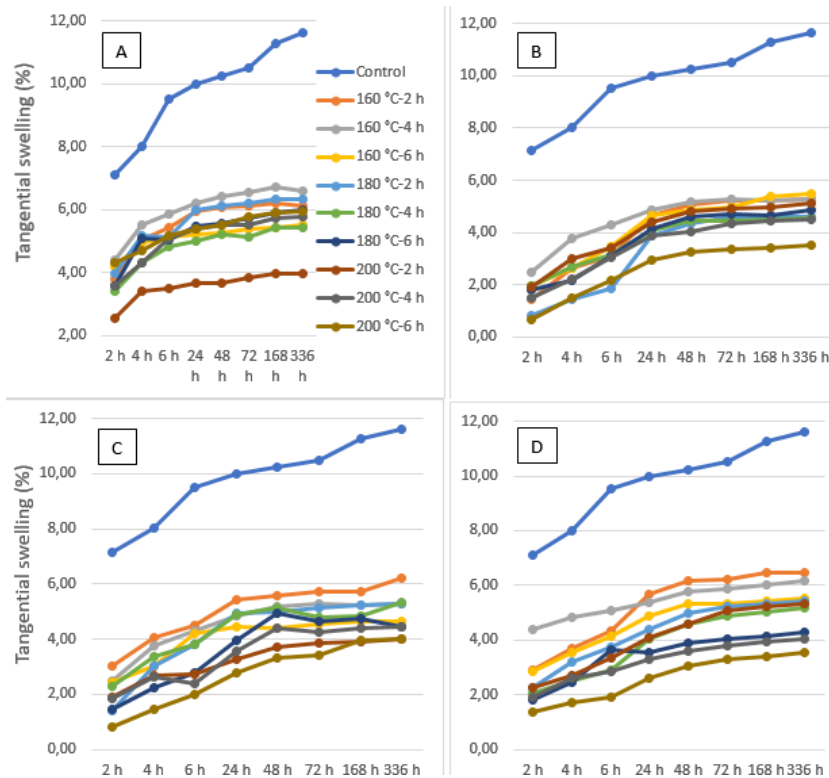


Figure 4. Tangential swelling of vacuum-heat treated poplar (A), heat treated with safflower oil (B), heat treated with linseed oil (C), heat treated with hazelnut oil (D)

### 3.3. Compression strength

Compression strength of maritime pine was found to be 33 N/mm<sup>2</sup> for control samples of maritime pine. In comparison to the control samples, all treatments either vacuum-heating or oil heat treatment increased the compression strength in maritime pine (Table 1). To the heat-treated samples, compression strength decreased with the increasing in temperature and duration of the treatment. This means that the higher values of compression strength were obtained by the heat treatment at 160 °C. Unsal and Ayrilmis (2005) investigated the heat treatment of Eucalyptus wood at the temperatures ranged from 120° to 180°C for durations from 2 to 10h. According to the findings of Eucalyptus samples, compression strength decreased with increasing temperature and times by overall treatments when they heat. In our study, there was no linear relationship between the temperature and duration in the maritime pine samples treated with hot oil. Treatment with safflower oil resulted in higher compression strength except for the treatment at 160 °C for 2 hours. However, strength values of safflower oil were found to be lower than only heat treated samples except for the treatment at 200 °C for 6 hours.

Compression strength of maritime pine was significantly reduced by linseed oil when the samples subjected to 200 °C for 6 hours, but other treatments with linseed oil generally produced high strength values particularly for 180 °C compared to vacuum heat treatment alone. Treatment with

hazelnut oil usually exhibited increasing values with the increasing in temperature and time. In the samples treated with hazelnut oil at 200 °C for 4-6 hours resulted in higher values than other experiments with the same oil.

Compression strength of poplar was obtained to be 44,33 N/mm<sup>2</sup> for control samples. Poplar samples gave lower strength values when subjected to only heat treatment than the control samples (Table 2). The difference was not markedly higher for only heat-treated samples between 160 °C and 180 °C or 180 °C and 200 °C. When the poplar samples treated with safflower oil, the highest result of compression strength was given by 200 °C for 6h, and little differences revealed for other temperatures and time. 4 hours duration at the temperatures 160 °C and 180 °C increased the compression strength when used the linseed oil. However, treatment at 200 °C particularly for 6h sharply reduced the compression strength in poplar. Treatment with hazelnut oil had the lowest strength values in the case of 160 °C for 2 h (12,50 N/mm<sup>2</sup>) and 200 °C with 6 h (27,75 N/mm<sup>2</sup>), the other temperatures and durations displayed higher compression strength. Bak and Nemeth (2012b), found increasing in compression strength by 15-25% in the oil-heat treatment of poplar with the increasing time and temperature.

In our study, it was shown that oil-heat treatment showed little increase and decrease in the compression strength of the poplar depending on the oil type, temperature and duration.

Table 1. Compression strength of oil-heat treated maritime pine (N/mm<sup>2</sup>)

Treatments	Vacuum-heat treatment	Safflower oil	Linseed oil	Hazelnut oil
160 °C-2h	69,20(1,48)	34,00(3,46)	56,67(5,51)	57,00(2,00)
160 °C-4h	66,60(2,61)	47,00(4,36)	62,75(4,43)	62,00(8,66)
160 °C-6h	65,50(1,91)	57,50(0,71)	67,00(6,00)	52,33(2,52)
180 °C-2h	60,40(4,51)	61,50(0,71)	69,50(3,00)	47,50(3,54)
180 °C-4h	59,20(2,86)	52,33(5,51)	67,33(7,02)	56,33(2,08)
180 °C-6h	57,60(2,61)	51,00(4,32)	69,25(4,79)	60,40(5,27)
200 °C-2h	56,67(5,51)	50,50(3,70)	60,40(4,98)	55,50(2,89)
200 °C-4h	50,80(3,56)	48,25(1,89)	52,00(3,46)	64,33(3,06)
200 °C-6h	47,75(3,69)	61,00(5,29)	35,67(5,03)	64,00(3,46)

\*Control: 33,00 (5,18)

Table 2. Compression strength of oil-heat treated poplar (N/mm<sup>2</sup>)

Treatments	Vacuum-heat treatment	Safflower oil	Linseed oil	Hazelnut oil
160 °C-2h	42,20 (2,59)	46,40 (3,51)	41,75 (3,30)	12,50 (0,71)
160 °C-4h	39,00 (4,24)	41,50 (1,73)	51,67 (1,53)	38,00 (3,61)
160 °C-6h	37,75 (2,50)	39,50 (4,95)	46,20 (2,05)	38,00 (4,24)
180 °C-2h	38,60 (1,82)	45,00 (3,56)	41,50 (3,87)	45,00 (1,73)
180 °C-4h	37,20 (1,92)	44,20 (4,92)	50,50 (3,32)	47,00 (5,57)
180 °C-6h	36,00 (2,12)	44,00 (0,00)	49,00 (0,00)	49,50 (4,20)
200 °C-2h	36,75 (1,50)	49,80 (3,11)	42,67 (4,93)	43,00 (1,00)
200 °C-4h	34,50 (1,29)	47,40 (2,07)	42,00 (1,41)	44,33 (4,51)
200 °C-6h	36,00 (2,94)	51,50 (2,38)	15,00 (2,58)	27,75 (3,30)

\*Control: 44,33 (2,42)

## Conclusion

For maritime pine, water uptake of the oil heat treated samples were considerably lower than control and vacuum-heat treated samples. Obtaining of the higher water absorption by vacuum-heat treatment alone may be due to the vacuum process which might prevents the degradation of OH groups present in polysaccharides during heat treatment.

Poplar samples treated with vegetable oils significantly reduced the water uptake in comparison to the control and vacuum-heat treated samples as in the maritime pine samples. In poplar samples, linseed oil reduced the water absorption more than safflower oil.

For poplar samples, generally, all vegetable oils revealed similar behaviour by considerably reducing the tangential swelling compared to control samples. However, in the tangential swelling of maritime pine, the results obtained from control samples were close to those treated with vegetable oils.

To reduce tangential swelling, 6 hours treatment time was found to be effective for vegetable oils, while 4 hours was reasonable for vacuum-heat treatment in maritime pine.

Both vacuum-heat treatment and oil-heat treatment with vegetable oils considerably increased the compression strength in maritime pine.

## Acknowledgments

Authors would like to thanks Bartın University, Scientific Research Coordination Office (Project number: 2016-FEN-C-006) for the financial support

## References

- Awoyemi L, P.A., Cooper, Ung T.Y., 2009. In-treatment cooling during thermal modification of wood in soy oil medium: Soy oil uptake, wettability, water uptake and swelling properties. *Eur. J. Wood Prod.*, 67(4):465–470.
- Bak M., Németh R., 2012a. Changes in swelling properties and moisture uptake rate of oil-heat-treated poplar (*Populus euramericana* CV. Pannónia) wood. *BioResources*, 7, 5128–5137.
- Bak, M., Nemeth, R., 2012b. Modification of wood by oil heat treatment. *International Scientific Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint*, March 26-27, Sopron, Hungary.
- Bazyar, B., Parsapajouh, D., Khademislam, H., 2010. An Investigation on Some Physical Properties of Oil Heat Treated Poplar Wood. Paper Prepared for the 41st Annual Meeting, Biarritz, France.
- Bazyar, B., 2012. Decay resistance and physical properties of oil heat-treated aspen wood. *Bioresources*, 7: 696-705.
- Bourgeois, J., Guyonnet, R., 1988. Characterization and analysis of terrified wood. *Wood science and Technology*, 22(2): 143-155.
- Dubey, M.K., Pang, S., Walker J., 2012. Oil uptake by wood during heat-treatment and post-treatment cooling, and effects on wood dimensional stability. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70(1-3): 183-190.
- Gündüz, G., Aydemir, D., Karakas, G., 2009. The effects of thermal treatment on the mechanical properties of wild pear (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.) wood and changes in physical properties. *Materials and Design*, 30: 4391–4395.
- Ghalehno, D.M., 2011. Changes in the physical and mechanical properties of Iranian Hornbeam wood (*Carpinus betulus*) with heat treatment. *European Journal of Scientific Research*, 51(4):490-498.
- Hill, C.A.S., 2006. *Wood modification: Chemical, thermal and other processes*. John Wiley & Sons, Chichester. UK.
- Kamperidou, V., Barboutis, I., Vasileiou, V., 2013. Response of colour and hygroscopic properties of Scots pine wood to thermal treatment. *Journal of forestry research*, 24(3): 571-575.
- Koski, A., 2008. Applicability of crude tall oil for wood protection. PhD Thesis, Faculty of Technology, Department of Process and Environmental Engineering, University of Oulu, Oulu, Finland, Acta Univ. Oul. C 293.
- Metsä-Kortelainen, S., Antikainen, T., Viitaniemi, P., 2006. The water absorption of sapwood and heartwood of Scots pine and Norway spruce heat-treated at 170 C, 190 C, 210 C and 230 C. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 64(3): 192-197.
- Özan, Z.E., Onat, S.M., Aydemir, D., 2017. The effects of thermal treatment on the some properties of Scots pine and Uludağ fir woods. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1): 187-193.
- Panov, D., Terziev, N., Daniel, G., 2010. Using Plant Oils as Hydrophobic Substances for Wood Protection, 41. IRG Annual Meeting, May, Biarritz, France, IRG-WP.
- Rapp, A.O., Sailer M., 2000. Heat treatment of wood in Germany—State of the art. In *Proceedings of the Seminar on Production of Heat Treated Wood in Europe*, Helsinki, 20 November, Tekes Lahontorjuntayhdistys ry Kestopuu.
- Salim, R., Ashaari, Z., Samsi, H.W., Wahab, R., Alamjuri, R.H., 2010. Effect of oil heat treatment on physical properties of semantan bamboo (*Gigantochloa scortechinii* Gamble). *Modern Applied Science*, 4(2): 107.
- Ulvcröna, T., 2006. Impregnation of Norway spruce (*Picea Abies* L. Karst.) wood with hydrophobic oil. PhD Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden. 10-30550.
- TS 2472, 2005. Odunla, fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığı tayini, TSE, Ankara.
- Unsal, O., Ayırlıms, N., 2005. Variations in compression strength and surface roughness of heat-treated Turkish river red gum (*Eucalyptus camaldulensis*) wood. *Journal of Wood Science*, 51(4): 405-409.
- Wang, J., Cooper, P., 2005. Effect of oil type, temperature and time on moisture properties of hot oil-treated wood. *Holz Roh-Werkst*, 63:417–422.

## Su itici maddeler ile kombine edilmiş bakırlı ve borlu bileşiklerin yıkanma özellikleri

Ahmet Can<sup>a,\*</sup> , Hüseyin Sivrikaya<sup>a</sup> 

**Özet:** Bu çalışmada, odun koruma endüstrisinde yoğun olarak kullanılan alkali/bakır/kuat (ACQ) ve borik asit (BA) emprenye maddelerinin yıkanma performansları araştırılmıştır. ACQ ve BA maddelerine referans madde olarak mikronize bakır kuat (MCQ) ve nano bor (NB) eklenmiştir. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odun örnekleri; %2,4 konsantrasyonda ACQ, %4 konsantrasyonda BA ve %1 konsantrasyonda MCQ ve NB ile dolu hücre yöntemine göre emprenye edilmişlerdir. ACQ ve BA ile emprenyeli örnekler, 5 farklı su itici madde (Tall yağı, Keten yağı, Sodyum silikat, Metil hidrojen silikon, N'-N-(1, 8-Naphthalyl) hidroksilamin) ile ikinci emprenye işlemine tabi tutulmuşlardır. Polietilen glikol 600 ve Alüminyum sülfat maddeleri ise ACQ ve BA ile homojen karışım oluşturularak tek emprenye şeklinde uygulanmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre; ACQ, BA ve su itici maddeler ile oluşturulan varyasyonlarda, ACQ+MHS hariç, diğer varyasyonlarda yüksek oranda bakır ve bor yıkanmasına elde edilmiştir. ACQ+MHS ile emprenyeli örneklerde sadece %3 oranında bakır yıkanması gerçekleşmiştir. Ayrıca ACQ ile emprenyeli örneklerdeki bakır yıkanması, MCQ ile emprenyeli örneklerdeki bakır yıkanmasından daha düşük bulunmuştur. NB ile emprenyeli örneklerin yıkanmaya karşı yüksek direnç gösterdiği yapılan çalışmada ortaya konmuştur. Yıkanma testi sonuçlarına göre NB ile emprenyeli örneklerde yıkanmayan bor miktarı % 42,88 olarak elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Alkali bakır kuat (ACQ), Borik asit (BA), Mikronize bakır kuat (MCQ), Nano bor (NB), Yıkanma testi

## Leaching properties of wood treated with copper and boron compounds combined with water repellents

**Abstract:** In this study, leaching performances of ammonium copper quat (ACQ) and boric acid (BA) chemicals, which are highly used in wood protection industry, were studied. Micronized copper quat (MCQ) and Nano boron (NB) were used as reference materials to ACQ and BA preservatives. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood samples were impregnated according to the full cell method with ACQ at 2,4 % concentration, BA at 4% concentration and MCQ and NB at 1% concentration levels. ACQ and BA impregnated samples were then, impregnated for a second time using 5 different water-repellent materials (tall oil, linseed oil, sodium silicate, methyl hydrogen silicone, N'-N-(1, 8-Naphthalyl) hydroxylamine). Polyethylene glycol 600 and aluminium sulphate were administered in the form of single impregnation by making a homogeneous mixture with ACQ and BA. In variations made using ACQ, BA and water repellent materials, all variations except ACQ+MHS were failed to prevent copper and boron leaching. In samples impregnated with ACQ+MHS, only 3 % copper leaching was obtained. In addition, the copper leaching in samples impregnated with ACQ were lower compared to copper leaching in samples impregnated with MCQ. It was found that samples impregnated with NB showed high resistance towards to leaching. According to the results of leaching test, the non-leached boron amount in samples impregnated with NB was 42.88 %.

**Keywords:** Alkaline copper quat (ACQ), Boric acid (BA), Micronized copper quat (MCQ), Nano boron (NB), leaching test

### 1. Giriş

Birçok üstün özelliklere sahip ahşap malzemenin doğal dayanıklılığının düşük olması kullanım alanlarını sınırlandırmakta, ilave koruyucu maddelere ve yöntemlere ihtiyaç duymaktadır. Özellikle suyla temas eden kullanım yerlerinde odunun doğal dayanımı oldukça düşüktür. Günümüzde su ile temas halinde kullanılan ahşap malzemede en etkili kimyasal maddenin bakır/krom/arsenik (CCA) olduğu bilinmektedir. CCA ve bakır krom bor, amonyum bakır arsenat, asit bakır kromat, amonyum bakır çinko arsenat, amonyum bakır kuat inorganik su bazlı odun koruyucular grubunda yer almaktadır (Hingston vd., 2001).

Son yıllarda bakırlı bileşiklerin koruyucu madde olarak kullanımı artış göstermiştir. Bunun nedeni olarak bakır

bileşiklerinin nispeten güvenli oluşu ve patojenlerin gelişimini engellemeleri gösterilmektedir (Richardson, 1997).

Krom bileşiklerinin kanserojen yapısı iyi bilindiğinden (Barceloux, 1999), bazı Avrupa ülkeleri (Hollanda, Norveç, Belçika, Almanya, Danimarka ve Slovenya), kromun ahşap koruyucularda kullanılmasını yasaklamayı amaçlamaktadır. Bazı diğer ülkeler (Finlandiya, İsveç ve Belçika), krom ile muamele edilmiş ahşabın sadece tehlike sınıfı IV olarak sınıflandırılan amaçlar için kullanılmasına izin vermektedir (Pohleven, 1998: Humar ve Petrič, 2000). Bununla birlikte, yeni nesil emprenye maddelerinin bazıları kromsuz bakır içerikli bileşiklerden oluşmaktadır. Yeni nesil emprenye maddelerinde, krom, yıkanmayı önleyen diğer kimyasallarla

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

✉ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): acan@bartin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 07.05.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 24.09.2019



**Citation** (Atf): Can, A., Sivrikaya, H., 2019. Su itici maddeler ile kombine edilmiş bakırlı ve borlu bileşiklerin yıkanma özellikleri. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 261-266. DOI: [10.18182/tjf.561048](https://doi.org/10.18182/tjf.561048)

yer değiştirmiştir. Böylece krom içermeyen ve yıkanmaya dayanıklı bakır içerikli emprenye maddeleri geliştirilmiştir.

Günümüzde, çevre kirliliğinin giderek artması, odun koruma endüstrisinde çevre dostu kimyasal maddelerin ve yöntemlerin kullanımını gerekli kılmıştır. Bor renksiz, kokusuz, ucuz ve aşındırıcı etkisinin olmamasının yanında insan sağlığına zararlı olmayan çevre dostu emprenye maddesi olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır (Cavdar vd., 2018). Yapılan literatür çalışmasında bor maddesinin mantar, böcek ve boyutsal kararlılığı detaylı olarak incelenmiştir (Yalınkılıç vd., 1999). Borlu bileşiklerin dış ortam koşullarına maruz kaldıkları zaman odundan kolayca yıkanarak uzaklaşmaları en büyük dezavantajları olarak bilinmektedir. Bu dezavantajın üstesinden gelmek için bor maddesinin odun hücre duvarlarında hapsedilmesi ve yıkanmasının azaltılması üzerine çalışmalar mevcuttur (Dauvergne vd., 2000; Kartal ve Imamura, 2004; Kartal vd., 2009). Fakat yapılan çalışmalarında borun odundan yıkanmasının engellenmesine tam olarak çözüm bulunamamıştır.

Yapılan bu çalışmanın amacı; su itici maddeler ile kombine edilen bakırlı ve borlu emprenye maddelerinden yıkanan bakır ve bor miktarının azaltılmasıdır. Ayrıca mikronize bakır quat ve nano bor maddelerinin yıkanma testleri gerçekleştirilerek madde boyutunun küçültülmesiyle yıkanmaya karşı direncin nasıl olduğu ortaya konmuştur.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Yapılan çalışmada 0.49 g/cm<sup>3</sup> tam kuru yoğunluğa sahip Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odun örnekleri kullanılmıştır. Örneklerin ortalama yıllık halka genişlikleri 0.2 cm olup Bartın'da bulunan Kartal Ahşap firmasından temin edilmişlerdir. Altı ay doğal kurumaya bırakılan örnekler kurutma sonrası yıkanma test boyutu olan 20x20x10 mm boyutlarında kesilerek hazırlanmıştır. Örneklerin budaksız ve küf mantarı olmamasına, düzgün lifli olmasına özen gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan borik asit (BA) Eti Maden İşletmesinden, nano bor (NB) Nanotek Kimya Sanayi İşletmesinden, tall yağı (TY) OYKA kağıt fabrikasından temin edilmiştir. Tall yağı 4 pH değerine sahip, %37 yağ asiti, %58 reçine asidi ve %5 sabunlaşmayan maddeden oluşmaktadır. Çalışmada kullanılan keten tohumu yağı ONEVA (İstanbul Şirketi'nden alınmış ve özel bir soğuk presleme yöntemi ile üretilmiştir. Sodyum silikat (SS) ve polietilen glikol (PEG 600) Merck marka olup DÜZEY Lab. Firmasından temin edilmiştir. RUI Chem'den firmasından satın alınan metil hidrojen silikonu (MHS) % 1.55-1.60'lık bir hidrojen içeriğine sahiptir. Genel formül C<sub>12</sub>H<sub>7</sub>NO<sub>3</sub> olan N,N-(1,8-Naftalin) hidroksilamin (NHA-H) Alfa Aesar firmasından temin edilmiştir.

### 2.2. Odun emprenye işlemi

Emprenye madde konsantrasyonları ve oluşturulan varyasyonlar Çizelge 1'de yer almaktadır. PEG ve AS dışındaki maddeler su ile homojen bir karışım oluşturmadığından çift emdirme olarak uygulanmıştır. Diğer varyasyonlar (PEG, AS) BA ile homojen bir karışım oluşturduğundan, bunlar tek bir emprenye olarak

uygulanmıştır. Hava kuru rutubet değerine sahip örnekler emprenye işlemine maruz bırakılmışlardır. Farklı konsantrasyonlarda (Çizelge 1) hazırlanan çözeltiler ile ASTM D 1413-007 (2007) standardına göre 30 dakika vakum, 60 dakika 6 bar basınç uygulanarak örneklerin emprenyesi gerçekleştirilmiştir. Örneklerin ağırlıkları emprenye öncesi (Mf) ve emprenye sonrası (Ms) olarak kaydedilmiştir. Örneklerle ait retensiyon değerleri eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır. Emprenye edilen örnekler 20 °C'de %65 bağıl nem koşulları altında kondisyonlanmıştır. Kondisyonlama işleminden sonra örnekler 103 °C'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuşlardır. Örneklerin tam kuru ağırlıkları (M1) kaydedildikten sonra 30 dakika vakum, 60 dakika 6 bar basınç altında Çizelge 1'de belirtilen konsantrasyonlarda ikinci kez emprenye edilmişlerdir. İkinci emprenye işleminden sonra örnekler 23 °C ve %65 bağıl nemde ikinci kez kondisyonlanmıştır. Kondisyonlanma işlemi sonrası örnekler 80 °C'de 48 saat süre ile değişmez ağırlığa gelinceye kadar (M2) bekletilmiştir. Örneklerin yüzde ağırlık artışı eşitlik 2 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Retensiyon (kg/m}^3\text{)} = G \times C \times 10/V \quad (1)$$

Burada;

G: absorbe edilen madde miktarı (Ms-Mf) (g),

C: madde konsantrasyonu (%)

V: örnek hacmi (cm<sup>3</sup>).

$$\text{WPG (\%)} = (M2-M1)/M1 \times 10 \quad (2)$$

M2: emprenye sonrası kuru ağırlık (g) ve M1: emprenye öncesi kuru ağırlık (g).

Tall yağı emprenyesinde su ile 1:1 (ağırlık/ağırlık) oranında emülsiyon hazırlanarak çözeltiler hazırlanmıştır. Yüzey aktif madde olarak %15 oranında sodyum lauril sülfat (SLS) eklenmiştir. Emülsiyonun hazırlanmasında, yağ ve yüzey aktif madde bir karıştırıcıda (3000 rpm) iyice karıştırıldı ve karıştırma devam ederken yavaşça saf su ilave edilmiştir. Hazırlanan emülsiyon daha sonra 1 saat boyunca bir manyetik karıştırıcıda karıştırılmıştır. N'-N- (1,8-Naftalil) hidroksilamin (NHA-H), %0.1'lik bir konsantrasyonda metanol ile hazırlanmıştır. Metil hidrojen silikon (MHS), keten yağı (KY) ve sodyum silikat (SS) çözeltilerinin hazırlanmasında saf su kullanılmıştır.

Çizelge 1. Örnek varyasyonları ve konsantrasyon değerleri

Varyasyonlar	
%4 ACQ	Sadece ACQ ile emprenye
%4 ACQ, %50 TY	ACQ ile emprenye sonrası TY ile emprenye (A-TY)
%4 ACQ, %100 KY	ACQ ile emprenye sonrası KY ile emprenye (A-KY)
%4 ACQ, %30 SS	ACQ ile emprenye sonrası SS ile emprenye (A-SS)
%4 ACQ + %20 PEG	ACQ ve PEG homojen karışım oluşturularak tek emprenye (A-PEG)
%4 ACQ + %5 AS	ACQ ve AS homojen karışım oluşturularak tek emprenye (A-AS)
%4 ACQ, %5 MHS	ACQ ile emprenye sonrası MHS ile emprenye (A-MHS)
%4 ACQ, %0.1 NHA-H	ACQ ile emprenye sonrası NHA-H ile emprenye (A-NHA-H)
%1 MCQ	Sadece MCQ ile emprenye
%1 NB	Sadece NB ile emprenye

\*Varyasyonlar boric asit (BA) içinde oluşturulmuştur

### 2.3. Yıkama deneyi

Yıkama deneyi AWWA E11 (1997) standardına göre yapılmıştır. Çizelge 1'de belirtilen varyasyonlara göre emprenye edilmiş % 9-10 rutubetine getirilen 20 x 20 x 10 mm (radyal x teğet x lifler yönü) boyutlarındaki örneklerin boyutları modifiye edilerek 19 x 19 x 19 mm boyutlarında kullanılmıştır. Emprenye edilen ve sabit ağırlığa gelen örnekler alınarak (her bir varyasyon için 6 adet), bunlar 300 ml saf suyla 20 dakika vakum uygulanarak emprenye edilmiştir. Saf suyla emprenye edilen örneklerin beher içindeki saf suya tamamen batmaları için örnekler üzerine ağırlık konulmuştur. Beherler 20 °C ve %65 bağıl nem şartlarında ağızları kapatılarak yıkama işlemine tabi tutulmuşlardır. 6, 24, 48 saat ve sonrasında her 48 saatte toplam 14 gün boyunca kaplar içindeki su yenisiyle değiştirilmiştir. Yıkama deneyinde karıştırma işlemi uygulanmamıştır. İki hafta sonra örnekler sudan çıkarılmış ve oda şartlarında kurumaları sağlanmıştır. Her bir yıkama süresi sonrası elde edilen su örneklerindeki, yıkanmış ve yıkanmamış odun örneklerindeki bakır ve bor miktarı ICP analizi ile belirlenmiştir.

#### 2.3.1. Bakır ve bor analizi

Yıkama sularındaki ve yıkama işlemine maruz bırakılmış odun örneklerindeki bakır ve bor miktarları (ICP analizi) AWWA A21 (2000) standardına göre yapılmıştır. Yıkama işlemine maruz kalmış örnekler kesilerek öğütülmüş ve yakma işlemine tabi tutulmuşlardır. Odun örneklerindeki bakır ve bor bileşik miktarının tespiti için odunlar AWWA-A7 (1993) standardına göre yakılarak sıvı hale getirilmiştir. Yakma işleminde 0.5 g odun tozu, 8 ml nitrik asit ve 3 ml hidrojen peroksit kullanılmıştır.

Yıkama testi sırasında 2, 24, 48 ve her 48 saatte bir toplanan suların ICP ölçümleri, Bülent Ecevit Üniversitesi Araştırma Merkezinde, ICP laboratuvarında, ICP (Spectro-Genesis Inductively Coupled Plasma) cihazında belirlenmiştir. 1000 ppm'lik ICP bakır standardından (Merck) 0.5 ppm aralıklı 0.25-10 ppm arasında standart numuneler hazırlanmış ve bu standartlar makinede okutularak ölçümlerin regresyon eğrisi oluşturulmuştur. Deney örneklerinin reel bakır ve bor miktarları bu regresyon modeline aktarılmış ve hesaplanan değerler kaydedilmiştir. Bu değerlerden odun örneklerinde kalan bakır ve bor bileşik miktarı (ppm) hesaplanmıştır.

### 3. Bulgular ve tartışma

Kıyaslamada bakırlı ve borlu bileşik ve su itici maddeler ile birlikte emprenye edilen yıkanmış örnekler ile su itici madde kullanılmayan sadece bakırlı ve borlu bileşikler ile emprenye edilen yıkanmamış örnekler kullanılmıştır. Böylece uygulanan tüm işlemler sonrasındaki odundaki kalan bakırlı ve borlu bileşik miktarı (%) belirlenmiştir. Ayrıca, her varyasyonun yıkama sularında bulunan bakırlı ve borlu bileşiklerin miktarları kıyaslanmış ve yıkama işlemi sonrasında suya geçen bakırlı ve borlu bileşik miktarları (ppm) 6 saat, 24 saat, 1 hafta ve 2 hafta süre sonlarında belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2-3-4-5'de verilmiştir.

Yıkama öncesi sarıçam odununda başlangıç bakır bileşik miktarına göre hesaplanan odunda kalan bakır bileşik miktarı değerleri (ppm), ACQ+TY ile emprenye edilen örnekler için 3160 ppm ile en yüksek; ACQ+NHA-H ile emprenye edilen örnekler için 1850 ppm ile en düşük seviyede bulunmuştur. Bakır oranlarının farklı olması, uygulanan ikinci emprenye işlemi sırasında emprenye çözeltisine bakırın geçmesinden ve farklı çözeltelerde farklı oranlarda bakır yıkanmasından kaynaklanmıştır. ACQ+NHA-H maddesiyle emprenyeli örneklerde yıkama testi sonrası bakır oranı yıkama testi öncesi bakır oranına göre fazla çıkması nedeniyle Çizelge 2 ve Şekil 1'de bu değerlere yer verilmemiştir.

Sadece ACQ ile emprenye edilmiş sarıçam odununda yıkama deneyi sonrasında kalan bakır bileşik miktarı %90,22 olmuştur. Araştırmada kullanılan emprenye maddelerinin kimyasal formülasyonları incelendiğinde koruyucu etkinlik bakımından en önemli maddenin Cu olduğu belirtilmektedir (Temiz, 2005). Bakır içeren emprenye maddeleriyle emprenye edilen sarıçam odun örneklerinin suda yıkanan bakır oranlarına bakıldığında en az yıkama %96.31'le ACQ+MHS ile oluşturulan varyasyonda, en fazla yıkama %39.93'le ACQ+AS ile emprenye edilen örneklerde elde edilmiştir. Oluşturulan varyasyonlar incelendiğinde ACQ+MHS ile emprenye edilen örneklerde bakır fiksasyonunun iyi sağlandığı ve ikinci emprenye olarak uygulanan MHS maddesinin su itici etkinliği sayesinde yüksek oranda bakır maddesinin odun içerisinde kaldığı söylenebilir. Ayrıca MHS maddesinin örnek yüzeylerinde film tabakası oluşturabileceği kullanılan MHS maddesinin güvenlik bilgi formunda (GBF) yazmaktadır. Oluşan bu film tabakası bakırın yıkanmasını önemli ölçüde engellemiştir. ACQ+MHS maddesi hariç diğer su itici maddelerle emprenye işlemi sonrası yıkanan bakır miktarının sadece ACQ ile emprenye edilen örneklerden yüksek olması ikinci emprenye işlemi ile odun çeperlerinde meydana gelen mikro çatlaklara bağlanabilir. Bu çatlaklar nedeniyle bakırın odundan yıkanması kolaylaşmış olabileceği düşünülmektedir (Olsson vd., 2001; Tomak, 2011).

Çizelge 2. ACQ+su itici maddeler ile emprenye edilen odun örneklerinde yıkama öncesi ve sonrası kalan bakır miktarları (ppm)

Varyasyonlar	Yıkama öncesi bakır (ppm)	Yıkama sonrası bakır (ppm)	Kalan bakır miktarı (%)
ACQ	2250	2030	90,22
A-TY	3160	1444	45,70
A-KY	2270	1434	63,17
A-SS	2990	2650	88,63
A-PEG	2400	2080	86,67
A-AS	2850	1138	39,93
A-MHS	2980	2870	96,31
A-NHA-H	1850	-	-
MCQ	1422	1009	70,96

Şekil 1'de ACQ+su itici maddeler ile emprenye edilen odun örneklerinden yıkanmayan bakır miktarı (%) ve örneklere ait retensiyon değerleri ( $\text{kg/m}^3$ ) karşılaştırmalı olarak verilmiştir. AS yapısından dolayı odun örneklerinde yüksek oranda çatlamalara neden olmaktadır. Yaptığımız çalışmada da bu durum ortaya konmuştur. Odun yüzeylerinde meydana gelen yüksek çatlaklıklar oranları, kimyasal maddelerin odundan yıkanmasını kolaylaştırmaktadır. ACQ+AS ile emprenye edilen yıkanma test örneklerinde de suyla temas halinde yüzeylerin çatlama oranının artması muhtemeldir. Bu durum bakırın yıkanmasını arttırdığı düşünülmektedir.

Bakır, odunda bakır-selüloz kompleksi, bakır-lignin kompleksi ve kristal veya amorf inorganik/organik bakır bileşikler formları halinde bulunabilir. Tek emprenye işlemi olarak uygulanan ACQ+PEG ve ACQ+AS maddelerinde yıkanma oranının yüksek olması PEG ve AS maddelerinin bakırın tutunacağı selüloz ve lignini bloke ettiği, bu nedenle bakır tutunmasının az olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, oluşturulan bu varyasyonlarda bakır ve diğer bileşikler birbirleriyle ve odun bileşenleriyle bağ yapmadıkları düşünülmektedir. Odun ile kimyasal bağın olmaması yıkanma oranını arttırmaktadır.

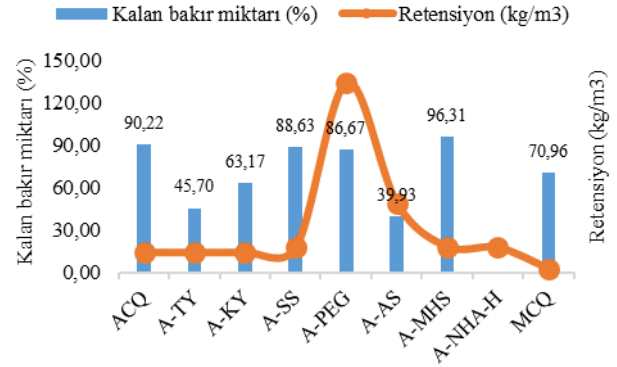
Yapılan literatür çalışmalarında mikronize bakırın yıkanmasının oldukça düşük olduğu ve bakır sülfata kıyasla yıkanmaya karşı direncinin yüksek olduğu belirtilmektedir (Cooper ve Ung, 2008; Kartal vd., 2009). Fakat yaptığımız çalışmada MCQ maddesinin odunda %70.96 oranında kaldığını göstermektedir. Bu farklılıklar çalışmalarda kullanılan odun türüne, pH değerine, lignin yapısı ve miktarına, ekstraktif madde içeriği gibi çeşitli sebeplere bağlanabilir. Bu farklılıklar emprenye maddelerinin odunda sabitlenmesine ve dolayısıyla yıkanmasına etki edebilir (Gezer, 2003). Nano partiküller küçük çaplarından dolayı odun hücre çeper derinliklerine kolayca girmekte ve odundan yıkanmaları daha zor olmaktadır (Paril vd., 2017). Fakat yapılan bir başka çalışmada; nano boyuttaki partiküllerin su içerisinde hareketlilikleri fazla olduğu, dolayısıyla yıkanmaya karşı hassas oldukları belirtilmiştir (Ding vd., 2013). Yapılan yıkanma testinde örnekler iki hafta su ile direk temas halinde olduğu için MCQ ile emprenyeli örneklerin yıkanma değerleri ACQ ile emprenyeli örneklerden daha yüksek bulunmuştur.

Odundan yıkanan bakır miktarı, başlangıç aşamasında yüksek oranda iken, zamanla bu oran düşüş göstermektedir. Bunun temel nedeni yıkanmanın başlangıç aşamasında odun ile bağ oluşturmayan bakırın yıkanarak uzaklaşmasından kaynaklanmaktadır. Yıkanan toplam bakır oranlarına bakıldığında 14.28 ppm ile ACQ+NHA-H en yüksek, 2.44 ppm ile ACQ en düşük değere sahiptir. İkinci emprenye işlemleri ile suya geçen bakır miktarı artış göstermiştir. Bunun temel nedeni olarak ikinci emprenye sırasında oluşan mikro çatlaklardan bakır yıkanmasının kolaylaşmış olmasıdır. İkinci emprenye sırasında elde edilen yüksek ağırlık artışı değeri odunda mikro çatlak sayısını arttırmakta, bunun sonucunda yıkanan bakır ve bor miktarı artış göstermektedir (Tomak, 2011).

Sadece borlu bileşikler ile emprenye edilmiş sarıçam odununda yıkanma deneyi sonrasında kalan borlu bileşik miktarı %0.98 olmuştur. Yıkanma deneyi sonrasında odundaki borun neredeyse tamamı yıkanmıştır. Bor bileşikler odun içerisine kolayca nüfuz edebilen, fakat hücre çeper bileşenleri ile kimyasal bağ oluşturmayan ve bunun sonucunda su ile teması halinde odundan kolayca

yıkanabilmektedir. BA ile odun arasındaki bağlanmada fiziksel adsorbsiyon söz konusu olup, borlu bileşikler Van der Waals ve hidrojen bağları oluşturmakta, bu zayıf bağlar da borun odundan su ile temas eden dış koşullarda kolayca yıkanmasını açıklamaktadır (Ramos vd., 2006). Bor - oksijen bağları kolaylıkla çözünebilir yapıda olup, odunun su ile teması halinde kolaylıkla yıkanmaktadır (Yalınkılıç vd., 1999).

Yıkanma öncesi sarıçam odununda başlangıç borlu bileşik miktarına göre hesaplanan odunda kalan borlu bileşik miktarı değerleri (ppm), BA +AS ile emprenye edilen örnekler için 6691 ppm ile en yüksek; BA +NHA-H ile emprenye edilen örnekler için 2793 ppm ile en düşük seviyededir. AS emprenye maddesinde bu değer yüksek çıkması bor ile karışım olarak tek seferde emprenye işleminin yapılmasına, NHA-H maddesinde ise çift emprenye işleminin yapılmasından ve kimyasal yapıyı bozmasında kaynaklanmaktadır. Çünkü ikinci emprenye sırasında da odundan bor bileşiğinin yıkanması olmaktadır.



Şekil 1. ACQ+su itici maddeler ile emprenye edilen odun örneklerinden yıkanmayan bakır miktarı (%) ve örneklere ait retensiyon değerleri ( $\text{kg/m}^3$ )

Çizelge 3. Yıkanma işlemi sonrası suya geçen bakır miktarı (ppm)

Varyasyonlar	Cu (ppm)				
	6 saat	24 saat	1 hafta	2 hafta	Toplam
ACQ	1.03	0.72	0.54	0.15	2.44
A-TY	-	2.72	2.75	1.51	6.98
A-KY	-	0.86	0.86	0.75	2.47
A-SS	1.86	4.93	0.67	0.4	7.86
A-PEG	-	2.01	0.46	0.2	2.67
A-AS	-	4.54	5.35	0.23	10.12
A-MHS	1.36	4.37	3.06	1.1	9.89
A-NHA-H	-	3.62	10.24	0.42	14.28
MCQ	0.89	1.68	5.19	0.24	8.00

Çizelge 4. BA+su itici maddeler ile emprenye edilen odun örneklerinde yıkanma öncesi ve sonrası kalan bor miktarları (ppm)

Varyasyonlar	Yıkanma öncesi bor (ppm)	Yıkanma sonrası bor (ppm)	Kalan bor miktarı (%)
BA	6661	65	0.98
B-TY	3457	65	1.88
B-KY	3299	46	1.39
B-SS	4818	308	6.39
B-PEG	5824	84	1.44
B-AS	6691	16	0.24
B-MHS	2895	44	1.52
B-NHA-H	2793	73	2.61
NB	1644	705	42.88



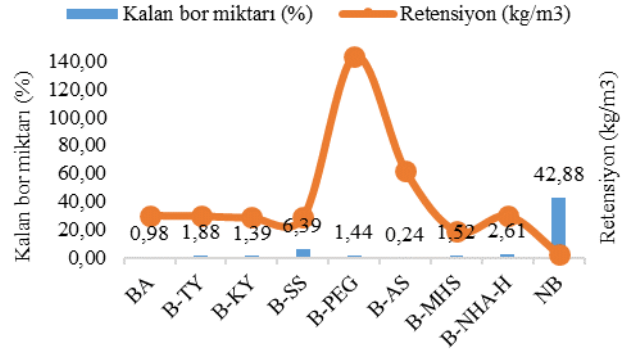
Çizelge 4'e göre ikinci emprenye işlemi uygulanan tüm varyasyonlarda bor bileşiği değeri BA maddesinin tek başına emprenye işlemine göre önemli ölçüde azalma göstermiştir.

Yıkanmış örneklerde kalan borlu bileşik değerleri (%), BA+SS ile emprenye edilen örnekler için %6.39 ile en yüksek; BA+AS ile emprenye edilen örnekler için %0.24 ile en düşük seviyededir.

Şekil 2'de yıkanmayan bor miktarı (%) ile örnekler için retensiyon (kg/m<sup>3</sup>) karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Su itici maddeler ile ikinci emprenye işlemi borlu bileşiklerin odundan yıkanmasını azaltmıştır. Fakat oluşturulan tüm varyasyonlarda odunda kalan bor miktarı oldukça düşüktür. Odunun su alımının azaltılması ile odundan yıkanan bor miktarının azaltılması birbirine paralellik göstermektedir (Baysal vd., 2006). Çeşitli su itici maddeler kullanılarak odunun su alımı azaltılabilir ve dolayısı ile odundaki boşlukların azaltılması sonucu borlu bileşiklerin yıkanması azaltılabilir (Yalınkılıç vd., 1999). Lyon vd. (2007), farklı konsantrasyonlarda borik asit ile muamele edilen odun örneklerinin emprenyesini takiben; bezir, soya ve kanola yağlarıyla emprenye edilmiş örneklerde başlangıç miktarının %17-34'ü kadar bor kaldığını belirlemiştir.

Yıkanma testi sonrası odunda %42.88 oranında nano bor bileşiği kalmıştır. Şekil 2'de görüldüğü üzere düşük retensiyon değerine rağmen yüksek oranda yıkanmayan bor miktarı görülmektedir. Bu borik asite kıyasla yüksek bir değerdir. Bor bileşiğinin nano boyutta olması, NB maddesinin odunun hücre çeperlerinin iç kısımlarına yerleşmesi yıkanmasını azaltmıştır. Kartal vd., (2009) tarafından yapılan çalışmada; nano borun yıkanma direncinin olmadığı 6 günlük yıkanma işleminde borik asit ile eşdeğer yıkanma seviyesine ulaştığı vurgulanmıştır. Yapılan çalışmaların farklı türlerde olması ve farklı vakum ve basınç işlemleriyle emprenye işlemlerinin yapılması muhakkak ki sonuçlar üzerinde farklı etkiler gösterecektir.

Yıkanma işlemi sonrası yıkanma sularındaki bor bileşiği oranlarına bakıldığında 828.42 ppm ile en yüksek değer sadece bor kullanılan varyasyonlarda elde edilmiştir. Sürenin artışı ile yıkanan bor miktarı azalma göstermiştir. Bu durum bor bileşiğinin yıkanmasının ilk saatlerde gerçekleştiğini göstermektedir. Su itici maddeler kullanılarak oluşturulan varyasyonlarda yıkanan bor miktarının daha düşük olması beklenirdi. İkinci emprenye işlemi yapılarak yüklenen yüksek orandaki su itici maddesi hücre çeper tabakalarında mikro yapısal değişimler ve çatlaklara neden olduğu düşünülmektedir. Bu durum literatür çalışmalarında belirtilmiştir (Olsson vd., 2001; Tomak, 2011). Yıkanma işlemi uygulanan örneklerde elde edilen yüksek AAD ile odundaki oluşması öngörülen çatlaklardan daha fazla bor yıkanması meydana gelmiş olabilir. Suya geçen minimum bor miktarı (131.37 ppm) BA+MHS varyasyonlarında; maksimum bor bileşiği miktarı ise BA varyasyonunda (828.42 ppm) elde edilmiştir.



Şekil 2. BA+su itici maddeler ile emprenye edilen odun örneklerinden yıkanmayan bakır miktarı (%) ve örnekler için retensiyon değerleri (kg/m<sup>3</sup>)

Çizelge 5. Yıkanma işlemi sonrası suya geçen bor miktarı (ppm)

Varyasyonlar	Bor (ppm)				
	6 saat	24 saat	1 hafta	2 hafta	Toplam
BA	465	352	10.47	0.95	828.42
B-TY	-	77.26	47.18	24.1	148.54
B-KY	82.37	94.62	68.26	21.45	266.7
BA+KY					
B-SS	54	68.01	72.54	4.1	198.65
B-PEG	94.34	125.04	23.06	1.23	243.67
B-AS	209.52	207.09	1.05	0.1	417.76
B-MHS	73.23	42.13	9.01	7	131.37
B-NHA-H	194.68	52.36	8.21	1.41	256.66
NB	-	6.24	1.03	0.52	7.79

#### 4. Sonuçlar

2x2x1 cm örnek boyutu kullanılarak yapılan yıkanma testi sonuçlarına göre; sadece ACQ ile emprenyeli örneklerde meydana gelen bakır yıkanma miktarı, ACQ ile oluşturulan diğer varyasyonlara göre daha azdır. Yani ikinci emprenye işlemi yapılan örneklerde bakır yıkanma miktarı artış göstermiştir. Fakat sadece ACQ+MHS ile emprenyeli örneklerde daha düşük bakır yıkanması gerçekleşmiştir (%3.69). MCQ ile emprenyeli örneklerde meydana gelen bakır yıkanması ACQ ile emprenyeli örneklere kıyasla daha fazladır. Sadece BA ile emprenyeli örneklerde yüksek oranda bor yıkanması elde edilmiştir. Oluşturulan varyasyonlarda yıkanan bor miktarı kısmen azaltılmıştır. Sadece BA ile emprenyeli örneklerde yıkanmayan bor oranı %0.98 iken, BA+SS ile emprenyeli örneklerde yıkanmayan bor miktarı %6.39'da olmuştur. Bor bileşiğinin nano boyuta indirgenmesiyle yıkanma miktarı azalma göstermiştir. NB ile emprenyeli örneklerde yıkanmayan bor miktarı %42.88'dir. NB ile yıkanmaya karşı direnç önemli oranda artırılmıştır.

#### Açıklama

Bu çalışma "Bartın Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2016- FEN-C-001).

**Kaynaklar**

- ASTM-D 1413-007, 2007. Standart test methods of testing wood preservatives by laboratory soilblock cultures, Annual Book of Astm Standarts, USA, pp. 452-460.
- AWPA A7, 1993. Standard for wet ashing procedures for preparing wood for chemical analysis. American Wood Preservers. Association Standard, Granbury, TX, U.S.A.
- AWPA A21, 2000. Standard method for the analysis of wood and wood treating solutions by inductively coupled plasma emission spectrometry. American Wood Preservers. Association Standard, Granbury, TX, U.S.A.
- AWPA E11, 1997. Standard method of determining the leachability of wood preservatives. American Wood Preservers. Association Standard, Granbury, TX, U.S.A.
- Barceloux, D.G., 1999. Chromium. *Clinical Toxicology*, 37:173-194.
- Baysal, E., Sönmez, A., Çolak, M., Toker, H., 2006. Amount of leachant and water absorbtion levels of wood treated with borates and water repellents. *Bioresource Technology*, 97: 2271-2279.
- Cooper, P.A., Ung, T.Y., 2008. Comparison of laboratory and natural exposure leaching of copper from wood treated with three wood preservatives. 39th IRG Annual Meeting, May, Stockholm, Sweden, IRG/WP/08- 50258.
- Cavdar, A.D., Tomak, E.D., Mengeloglu, F., 2018. Long-term leaching effect on decay resistance of wood-plastic composites treated with boron compounds. *Journal of Polymers and the Environment*, 26(2): 756-764.
- Dauvergne, E.T., Soulounganga, P., Gerardin, P., Loubinoux, B. 2000. Glycerol/glyoxal: A new boron fixation system for wood preservation and dimensional stabilization. *Holzforchung* 54:123-126.
- Ding, X., Meneses, M.B., Albukhari, S.M., Richter, D.L., Matuana, L.M., Heiden, P.A., 2013. Comparing leaching of different copper oxide nanoparticles and ammoniacal copper salt from wood. *Macromolecular Materials and Engineering*, 298(12): 1335-1343.
- Gezer, E.D., 2003. Kullanım süresini tamamlamış emprenyeli ağaç malzemelerin yeniden değerlendirilmesi olanaklarının araştırılması. Doktora Tezi, K.T.Ü., F.B.E., Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Hingston, J.A., Collins, C.D., Murphy, R.J., Lester, J.N., 2001. Leaching of chromated copper arsenate wood preservatives: a review. *Environmental Pollution*, 111(1): 53-66.
- Humar, M., Petrič, M., 2000. Ethanolamine in impregnated wood. Research reports Forestry and Wood Science and Technology, 61: 143-159.
- Kartal S.N., Imamura Y., 2004. Effects of N0-N-(1, 8-naphthaly) hydroxylamine (NHA-Na) and hydroxynaphthalimide (NHA-H) on boron leachability and biological degradation of wood. *Holz Roh Werkst*, 62:378-386.
- Kartal, S.N., Green, F., Clausen, C.A., 2009. Do the unique properties of nanometals affect leachability or efficacy against fungi and termites? *International Biodeterioration & Biodegradation*, 63(4): 490-495.
- Lyon, F., Thevenon, M.F., Imamura, Y., Gril, J., Pizzi, A., 2007. Development of Boron/Linseed Oil Combined Treatment as A Low-Toxic Wood Protection. Evaluation of Boron Fixation and Resistance to Termites According to Japanese and European Standards, 38th IRG Annual Meeting, November, Taiwan, IRG/WP 07-30448.
- Olsson, T., Megnis, M., Varna, J., Limdberg, H., 2001. Measurement of the uptake of linseed oil in pine by the use of an X-Ray microdensitometry technique. *Journal of Wood Science*, 47: 275-281.
- Paril, P., Baar, J., Cermak, P., Rademacher, P., Prucek, R., Sivera, M., Panacek, A., 2017. Antifungal effects of copper and silver nanoparticles against white and brown rot fungi. *Journal of Materials Science*, 52(5): 2720-2729.
- Pohleven, F., 1998. The current status of use of wood preservatives in some European countries – summary of the answers to the questionnaire – the last correction in February 1998. Brussels, COST E2, 2.
- Ramos, A.M., Caldeira Jorge, F., Botelho, C., 2006. boron fixation in wood: studies of fixation mechanisms using model compounds and maritime pine. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 64: 445-450.
- Richardson, H.W., 1997. Handbook of copper compounds and applications. M. Dekker, New York, 93-122.
- Temiz, A., 2005. Dış hava koşullarının emprenyeli ağaç malzemeye etkileri. Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tomak, E.D., 2011. Masif odundan bor bileşiklerinin yıkanmasını önlemede yağlı ısıl işlemin ve emülsiyon teknikleri ile emprenye işleminin etkisi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği, Trabzon.
- Yalınkılıç, M.K., Gezer, E.D., Takahashi, M., Demirci, Z., Ilhan, R., Imamura, Y., 1999. Boron addition of non-or low-formaldehyde cross-linking reagents to enhance biological resistance and dimensional stability of wood. *Holz als Rohund Werkstoff*, 57: 351-357.

## Atık muz kabuğu, biber sapı ve kızılçam odun unu kullanılarak biyoplastik kompozit üretimi

Ferhat Özdemir<sup>a,\*</sup>, Doğu Ramazanoğlu<sup>b</sup>

**Özet:** Bu çalışmanın amacı, çeşitli biyokütle atıklarının ahşap esaslı kompozit yapı malzeme üretimine doğrudan kazanımlarının sağlanmasıdır. Böylelikle mobilya sektörünün milli kaynaklarımız olan ormanlarımız üzerindeki yükün azaltılması amaçlanmıştır. Ek olarak masif ürünler yerine alternatifleri olan ahşap esaslı kompozit türlerinin zenginleştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla; muz kabuğu başta olmak üzere, gliserin, mısır nişastası, biber sapı (100 mesh) ve kızılçam odun unu (60 mesh) kullanılarak hazırlanan 16 farklı biyoplastik numunesi üretilmiştir. Daha sonra, hazırlanan bu örneklerin asidik ve bazik ortamdaki çözümleri incelenmiştir ve ASTM D 792 standartlarına uygun olarak yoğunluk değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; asidik ortamdaki en düşük ve en yüksek çözünme değerleri % 6.7 ve % 61.9 olup sırasıyla G<sub>14</sub>O<sub>8</sub> ve G<sub>7</sub>O<sub>2</sub> numunelerine aittir. Bazik ortamda ise sırasıyla, % 14.3 ile G<sub>7</sub>O<sub>8</sub> ve % 35.7 çözünme değeri ile G<sub>7</sub>B<sub>1</sub> numunesi belirlenmiştir. Üretilen biyoplastik kompozitler arasında yoğunluğu en yüksek olan 2.29 g/cm<sup>3</sup> değeri ile G<sub>7</sub>O<sub>8</sub> numunesi, en düşük ise 1.03 g/cm<sup>3</sup> ile G<sub>7</sub>B<sub>7</sub> ve G<sub>14</sub>B<sub>7</sub> numunelerinin olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Muz kabuğu, Kızılçam, Biber sapı, Biyoplastik

## Production of wood-based eco-friendly bioplastic composites using waste banana peel, pepper stalk and red pine wood flour

**Abstract:** The aim of this study is to provide the direct recovery of various biomass wastes to the production of wood based composite materials. Thus, it is aimed to reduce the burden on our forests, which are the national resources of the furniture sector. In addition, it is aimed to enrich wood-based composite types with alternatives instead of massive products. For this purpose; 16 different bioplastic specimens were produced using banana peel, glycerin, corn starch, pepper stalk (100 mesh) and pine wood flour (60 mesh). Then, the dissolution of these samples in acidic and basic medium were examined and density values were determined in accordance with ASTM D 792 standards. According to the results obtained; The lowest and highest dissolution values in the acidic medium were 6.7% and 61.9%, respectively, belonging to G<sub>14</sub>O<sub>8</sub> and G<sub>7</sub>O<sub>2</sub> samples. In the basic medium, respectively, G<sub>7</sub>O<sub>8</sub> with 14.3 % and G<sub>7</sub>B<sub>1</sub> sample with 35.7% dissolution value were determined. Among the produced bioplastic composites, G<sub>7</sub>O<sub>8</sub> sample had the highest density of 2.29 g/cm<sup>3</sup> and G<sub>7</sub>B<sub>7</sub> and G<sub>14</sub>B<sub>7</sub> samples had the lowest value of 1.03 g/cm<sup>3</sup>.

**Keywords:** Banana peel, Red pine, Pepper stem, Bioplastic

### 1. Giriş

Günlük yaşantımızda kullandığımız malzemeler arasında en önemlilerden biri petrol türevi polimerler olan plastiklerdir. Doğada bozunmaları çok uzun sürmesi gibi bazı olumsuz yönleri olsa da esnek olmaları, kolay şekil alabilmeleri ve ekonomik olmalarından dolayı birçok sektörde farklı türevlerinin kullanıldığı yaygın olarak bilinmektedir. Son zamanlarda, biyoplastiklerin bakteriler tarafından sentezi üzerine yapılan araştırmalardan dolayı biyoplastiklere olan ilgi artmıştır. Biyopolimerik malzemeler termoplastik olmalarından dolayı daha çok polipropilene benzer özellik göstermekle beraber sertlikleri polietilene göre yaklaşık dört kat daha fazladır. Organik çözücüler yardımıyla sıvı halde buldukları biyokütlelerden uzaklaştırılıp kristalleştirilerek kullanılırlar. Yaşam alanlarında kullandığımız eşyaların çoğu plastik malzemeler kullanılarak üretilmiştir. 2010 yılında dünya

genelinde yaklaşık 265 milyon ton plastik üretilmiştir (Şprajcar vd., 2012). Özellikle polimer filmler çeşitlilik, düşük maliyet ve geçirgenlikleri nedeniyle ambalaj sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Düşük ve yüksek yoğunluklu polietilen (PE) ve polivinil klorür (PVC) ambalaj sektöründe en çok kullanılan petrol türevi ürünlerdir. Bu sentetik ürünler doğal yollar ile bertaraf edilemezler (Qin vd., 2015). Biyolojik yollardan parçalanamayan bu plastik malzemeler katı atık kirliliğini artırır.

20. yüzyılın başlarında biyoplastiklere olan yoğun ilginin giderek artmaktadır. Özellikle, nişasta içeriğinin yüksekliğinden dolayı muz kabukları en yaygın kullanılan biyokütle atıklarının başında gelmektedir. Bir muz kabuğunun yaklaşık % 18.5'i nişastadan oluşmaktadır (Astuiti ve Erprihana 2014). Muz kabukları olgunlaştıkça yapılarında bulunan şeker miktarı artar. Bunun sebebi yapılarında bulunan nişastanın olgunlaşma tamamlanmaya

✉ <sup>a</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Onikişubat Kahramanmaraş

<sup>b</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 10.04.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 11.09.2019



**Citation** (Atıf): Özdemir, F., Ramazanoğlu, D., 2019. Atık muz kabuğu, biber sapı ve kızılçam odun unu kullanılarak biyoplastik kompozit üretimi. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 267-273.

DOI: [10.18182/tjf.551787](https://doi.org/10.18182/tjf.551787)

kadar şeker moleküllerine dönüşmesidir. Muz kabuğu olgun halde nişasta bakımından zengin bir kaynağa dönüşür (Soltani vd., 2010). Mısır da nişasta kaynağı bakımından zengin bir kaynak olup insanoğlunun temel besinleri arasındadır.

Henry Ford'dun otomobil parçalarının üretimine mısır ve soya fasülyesi kullanımıyla başlamıştır. Günümüzde, biyoplastikler küresel pazardaki yüksek talebinden dolayı üretim çalışmaları açısından büyük fırsatlar sunmaktadır. Doğal polimerlerden makromoleküller ve şeker yağ asidi, dissakarit gibi daha küçük moleküller biyoplastik üretiminde kullanılan ana hammaddelerdendir.

Nişasta biyoplastiklerin ana hammaddelerinden biridir. Nişasta iki glikoz biriminin birbirlerine bağlanması ile oluşan uzun polimer zincirlerinden oluşan doğal bir polimerdir. Amiloz ve amilopektin olarak adlandırılan dallanmış kademeli yapıları vardır. Erişebilirliğinin kolay olması, düşük maliyet, yenilenebilirlik ve biyoçözünabilirlikleri olduğu için nişasta biyoplastik üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Nişasta ısı ve mekanik uygulama ile plastikleştirici varlığında bir termoplastik gibi davranabilir (Agustin vd., 2014). Doğal nişasta bazlı filmler yüksek su afinitesi ve kırılabilirliği ile sınırlı olduğundan, diğer doğal biyopolimerler genellikle filmlerin özelliklerini değiştirmek ve iyileştirmek için dolgu maddeleri olarak eklenir (Bof vd., 2015).

Bu çalışmada, mısır nişastasının ko-biyopolimer olarak muz kabuklarında ana biyopolimer kaynağı olarak kullanımı ile çevre dostu odun-biyoplastik üretimi için yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bunlara ilaveten, kızılçam odunu ve biber sapının kullanılması ile alternatif kaynak sağlanması amaçlanmıştır. Farklı biyokütlelerden alınan nişastanın gıllerin ile polimerizasyonunun farklı boyutlardaki biber sapı ve kızıl çam odunu ile desteklenmesiyle üretilen odun-biyoplastik kompozitinin yoğunluk değerleri ile asidik ve bazik ortamdaki çözümleri üzerine olan etkilerinin incelenmesi hedeflenmiştir.

## 2. Materyal ve metod

### 2.1. Materyal

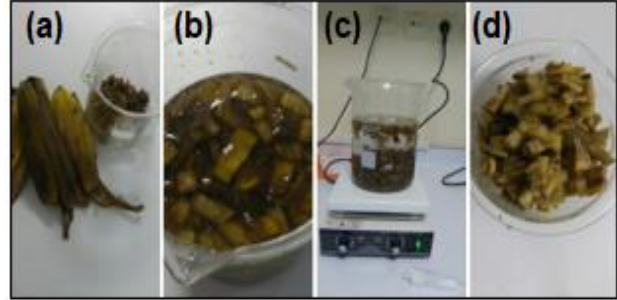
Biyoplastik üretiminde, mısır nişastası, elma sirkesi (% 4-5 asetik asit), yerel marketten, asit çözelti olarak Merck KGaA 64271 Darmstadt, Germany firmasından temin edilen % 37 HCl stok çözeltisi kullanılmıştır. Baz çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılan sodyum hidroksit (NaOH) TEKKİM firmasından tedarik edilmiştir. Kızılçam odunu (60 mesh) Kahramanmaraş Orman İşletmesinden tedarik edilen odundan ve biber sapı (100 mesh) ise ticari bir firmadan elde edilmiştir. Odun ve biber sapının eleme işlemi KSÜ Orman Fakültesi laboratuvarlarında yapılmıştır.

### 2.2. Metod

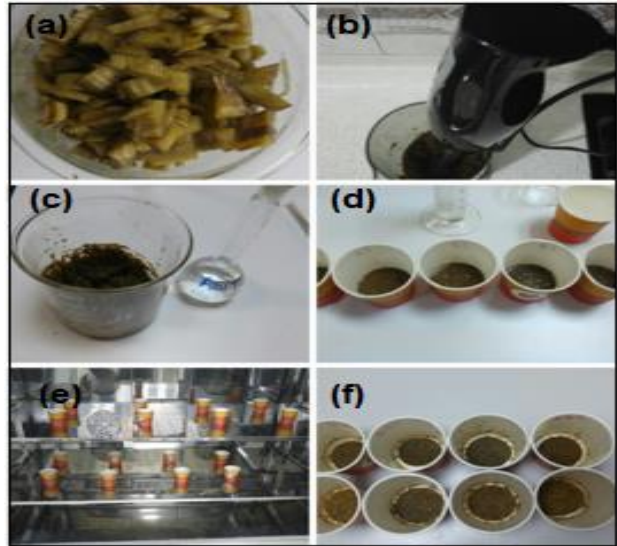
Numunelerin üretimi sırasında ko-biyopolimer olarak mısır nişastası, ana polimerizasyon maddesi olarak ise muz kabukları kullanılmıştır. Böylelikle, biyoplastik üretimine yeni bir yaklaşım getiren bu çalışmada dolgu malzemesi olarak farklı oranlarda ilave edilen biber sapı (100 mesh) ve kızılçam odunu (60 mesh) ile laboratuvar şartlarında 16 farklı biyoplastik kompozit numunesi üretilmiştir.

### 2.2.1. Muz kabuklarının hazırlanması

Yaklaşık 250 gram muz kabuğu bıçak yardımıyla parçalanmıştır (Şekil 1.a). 500 ml'lik cam behere alınan parçalanmış muz kabukları burada 15 dakika boyunca % 4-5 asetik asit ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) içeren elma sirkesinde bekletilmiştir (Şekil 1.b). Asit çözeltisinden süzülerek alınan muz kabukları 30 dk boyunca saf suda kaynatılmıştır (Şekil 1.c). Sonra sudan çıkarılan muz kabukları oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır (Şekil 1.d). Odun-biyoplastik kompozitlerinin hazırlanması Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 1. Muz kabuklarının hazırlanması (a): doğrama; (b): asetik asit ile müdahale; (c): kaynatma; (d): oda sıcaklığında soğutma



Şekil 2. Odun-biyoplastik kompozitlerinin hazırlanması (a): ön işlem görmüş muz kabukları; (b): blendır işlemi; (c): muz kabuğu püresi; (d): kalıplama; (e): Fırınlama; (f): Kurutulmuş odun-biyoplastik numuneleri

### 2.2.2. Odun-biyoplastik kompozitlerinin hazırlanışı

İlk olarak, muz kabukları el blenderı kullanılarak püre haline getirilmiştir. Sonra, püre haline getirilen muz kabuklarından 10 gram tartılarak 50 ml'lik cam behere aktarılmıştır. Üzerine, 3 ml 0.5 M hidroklorik asit (HCl) çözeltisi eklenmiş ve karıştırılmıştır. Karışıma 2 ml %7 gliserin çözeltisi ilave edilmiştir. Ko-polimer olarak hazırlanan 3 ml'lik % 4'lük mısır nişastası çözeltisi eklenerek karıştırılmıştır. Son olarak, karışımın pH değerinin nötralizasyonu için 3 ml 0.5 M sodyum hidroksit çözeltisi eklenmiştir. Aynı şekilde hazırlanan ve %7 ve %14 gliserin ihtiva eden bu çözeltilerden her biri 8'li olmak üzere 2 grup oluşturulmuştur. Bu gruplar sırasıyla %2, %4, %6 ve %8 kızılçam odununu 60 mesh'lik ve %1, %3, %5 ve %7 biber sapı 100 mesh'lik olmak üzere toplam 16 farklı biyoplastik kompozit karışım içerikleri Çizelge 1'de verildiği gibi hazırlanmıştır. Elde edilen bu kompozitler %7 oranında gliserin içerenleri 130 °C'de 2 saatte, %4 gliserin içerenleri ise 4 saat süreyle kurutulmuştur (Çizelge 1).

### 2.2.3. Yoğunlukların hesaplanması

Yoğunluk testi ASTM D 792 standartlarına göre (2.1)'de verilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır. Burada numune boyutu için herhangi bir boyutlandırma yapılmamıştır. Öncelikle numunelerin laboratuvar şartlarındaki kuru ağırlıkları tartılmıştır (Şekil 3). Daha sonra, oda sıcaklığında numuneler suya daldırılarak sudaki ağırlıkları ölçülmüştür. Hesaplanan numunelerin % 7 gliserin içeren numunelerin yoğunluk değerleri Çizelge 2'de verilmiş ve Şekil 4'de gösterilmiştir. % 14 gliserin içeren biyokompozit numunelerinin hesaplanan yoğunluk değerleride Çizelge 3'de verilmiş ve Şekil 5'de gösterilmiştir.

$$\text{Yoğunluk (g/cm}^3\text{)} = [M_k/M_y] \quad (2.1)$$

Burada;  $M_k$  = Örneğin kuru ağırlığı (g);  $M_y$  = Örneğin yaş ağırlığı (g) olarak verilmiştir.

### 2.2.4. Asidik ortamdaki çözünürlük yüzdelerinin hesaplanması

Çözünürlük Gontard ve arkadaşları tarafından (2.1) deki eşitlikten yararlanılarak hesaplanmıştır (Gontard vd.,1992). 24 saat boyunca 105 °C'de kurutma ve sterilizasyon fırınında inkübe edilen örnekler daha sonra tartılmıştır ( $W_i$ ) ve 0.5 M 15 ml'lik hidroklorik asit (HCl) çözeltisinde 24 saat bekletildikten sonra yıkanarak etüvde kurutulmuş (Şekil 6) ve son tartımları alınmıştır.

Denklem (2.2)'e göre yerine konulan değerler sonucunda biyoplastik ve odun biokompozitlerinin oda sıcaklığında asidik ortamdaki çözünürlükleri hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Burada,  $W_i$  : Başlangıçtaki kütle ;  $W_f$  : Son kütle.

$$S = [(W_i - W_f) / W_i] \times 100 \quad (2.2)$$

### 2.2.5. Bazik ortamdaki çözünürlük yüzdelerinin hesaplanması

Üretilen odun-biyoplastik kompozitlerinin bazik ortamdaki çözünürlük değerleri (2.1) deki denklem kullanılarak belirlenmiştir (Gontard vd.,1992). 24 saat

boyunca 105°C'de ısıtılma tabii tutulan numunelerin ilk ölçümleri ( $W_i$ ) tartılarak yazılmıştır. 0.5 M 15 ml'lik sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi kullanılarak 24 saat boyunca oda sıcaklığında bazik ortama maruz bırakılan numuneler ertesi gün saf su ile yıkanarak etüvde kurutulmuştur (Şekil 8). Tartımları alınan numuneler denklem (2.1) kullanılarak bazik ortamdaki çözünürlük değerleri hesaplanmış ve Çizelge 5'de gösterilmiştir.

## 3. Odun-biyoplastik Kompozitlerinin Analizi

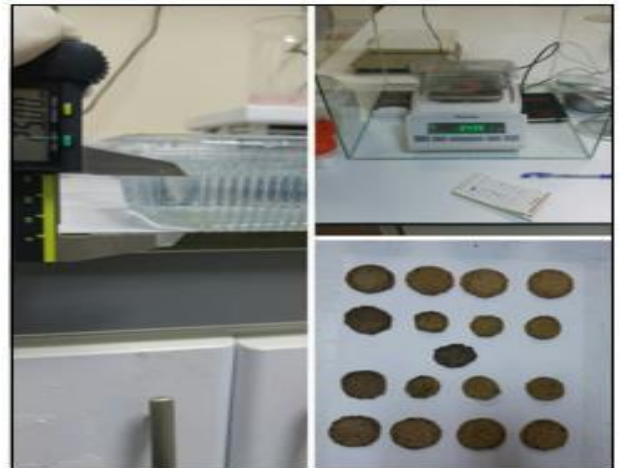
### 3.1. Yoğunluk analizleri

Gliserin oranına bağlı olarak yoğunluk değerleri Çizelge 2 ve 3'de verilmiştir.

Gliserin oranının % 7 olduğu odun-biyoplastik kompozit numuneleri G<sub>7</sub>B<sub>1</sub>, G<sub>7</sub>B<sub>3</sub>, G<sub>7</sub>B<sub>5</sub>, ve G<sub>7</sub>B<sub>7</sub> numuneleri sırasıyla % 1, % 3, % 5 ve % 7 oranlarında biber sapı (100 mesh) içermektedir. Bu numunelerin içerdikleri biber sapı miktarı ile yoğunlukları ters orantılı olarak değişim göstererek sırasıyla, 1.08, 1.07, 1.06 ve 1.03 g/cm<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). Kızılçam odunu (60 mesh) içeren G<sub>7</sub>O<sub>2</sub>, G<sub>7</sub>O<sub>4</sub>, G<sub>7</sub>O<sub>6</sub> ve G<sub>7</sub>O<sub>8</sub> numuneleri ise % 2, % 4, % 6 ve % 8 oranlarında içerdikleri odunu miktarındaki artışla hesaplanan yoğunluk değerlerinde doğrusal bir artış gözlenmiş olup sırasıyla, 1.21, 1.47, 1.64 ve 2.29 g/cm<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir (Şekil 4).

Çizelge 1. Hazırlanan biyoplastik kompozitlerin içerikleri

Numune adı	İçerik
G <sub>7</sub> B <sub>1</sub>	% 1
G <sub>7</sub> B <sub>3</sub>	% 3
G <sub>7</sub> B <sub>5</sub>	% 5
G <sub>7</sub> B <sub>7</sub>	% 7
G <sub>7</sub> O <sub>2</sub>	% 2
G <sub>7</sub> O <sub>4</sub>	% 4
G <sub>7</sub> O <sub>6</sub>	% 6
G <sub>7</sub> O <sub>8</sub>	% 8
G <sub>14</sub> B <sub>1</sub>	% 1
G <sub>14</sub> B <sub>3</sub>	% 3
G <sub>14</sub> B <sub>4</sub>	% 5
G <sub>14</sub> B <sub>7</sub>	% 7
G <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	% 2
G <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	% 4
G <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	% 6
G <sub>14</sub> O <sub>8</sub>	% 8



Şekil 3. Yoğunluk ölçümü

Çizelge 2. Gliserin oranı % 7 olan numunelerin yoğunlukları

Numune adı	G <sub>7</sub> B <sub>1</sub>	G <sub>7</sub> B <sub>3</sub>	G <sub>7</sub> B <sub>5</sub>	G <sub>7</sub> B <sub>7</sub>	G <sub>7</sub> O <sub>2</sub>	G <sub>7</sub> O <sub>4</sub>	G <sub>7</sub> O <sub>6</sub>	G <sub>7</sub> O <sub>8</sub>
M <sub>k</sub> = Örneğin kuru ağırlığı (g)	0.13	0.30	0.19	0.35	0.17	0.25	0.23	0.32
M <sub>y</sub> = Örneğin yaş ağırlığı (g)	0.12	0.28	0.18	0.34	0.14	0.17	0.14	0.14
Yoğunluk = (g/cm <sup>3</sup> )	1.08	1.07	1.06	1.03	1.21	1.47	1.64	2.29

Çizelge 3. Gliserin oranı % 14 olan numunelerin yoğunlukları

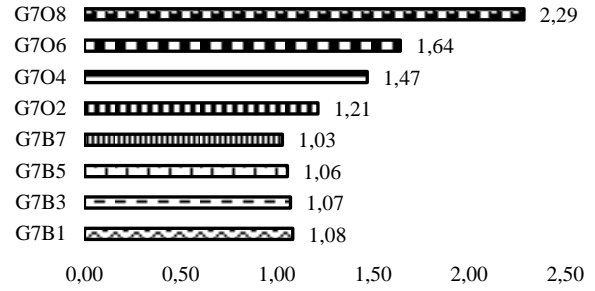
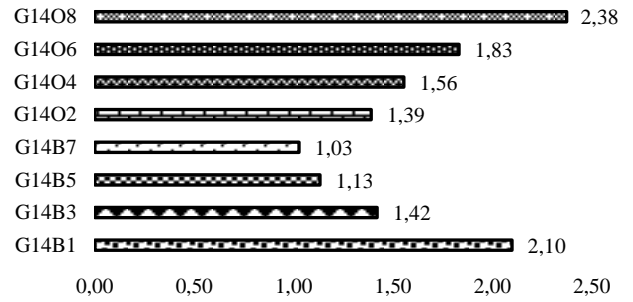
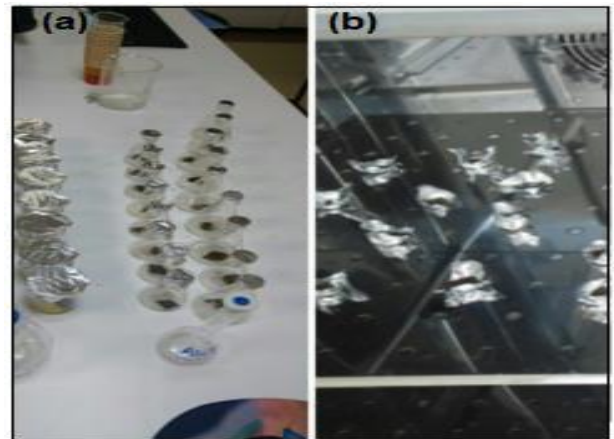
Numune adı	G <sub>14</sub> B <sub>1</sub>	G <sub>14</sub> B <sub>3</sub>	G <sub>14</sub> B <sub>5</sub>	G <sub>14</sub> B <sub>7</sub>	G <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	G <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	G <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	G <sub>14</sub> O <sub>8</sub>
M <sub>k</sub> = Örneğin kuru ağırlığı (g)	0.21	0.27	0.34	0.37	0.32	0.14	0.22	0.19
M <sub>y</sub> = Örneğin yaş ağırlığı (g)	0.10	0.19	0.30	0.36	0.23	0.09	0.12	0.08
Yoğunluk = (g/cm <sup>3</sup> )	2.10	1.42	1.13	1.03	1.39	1.56	1.83	2.38

Gliserin oranının % 14 olduğu G<sub>14</sub>B<sub>1</sub>, G<sub>14</sub>B<sub>3</sub>, G<sub>14</sub>B<sub>5</sub>, ve G<sub>14</sub>B<sub>7</sub> numuneleri sırasıyla %1, %3, %5 ve %7 oranlarında biber sapı (100 mesh) içermektedir. Bu numunelerin içerdikleri biber sapı miktarı ile yoğunlukları ters orantılı olarak değişim göstermiş ve sırasıyla, 2.10, 1.42, 1.13 ve 1.03 g/cm<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3). Kızıl çam odununu (60 mesh) içeren G<sub>14</sub>O<sub>2</sub>, G<sub>14</sub>O<sub>4</sub>, G<sub>7</sub>O<sub>6</sub> ve G<sub>7</sub>O<sub>8</sub> numuneleri ise %2, %4, %6 ve %8 oranlarında içerdikleri odununu miktarındaki artışla hesaplanan yoğunluk değerlerinde doğrusal bir artış gözlenmiş olup sırasıyla, 1.39, 1.56, 1.83 ve 2.38 g/cm<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir (Şekil 5).

### 3.2. Asidik ortamdaki çözünürlük (%)

Gliserin miktarının % 7 ve % 14 olduğu numunelerin asit dayanımları kıyaslandığında asit dayanımının en iyi olduğu numune % 14 oranında gliserin ve %8 oranında kızılçam odununu (60 mesh) içeren %6,67'lik asitte çözünürlük değeri ile G<sub>14</sub>O<sub>8</sub> numunesi olmuştur. Sonraki en yüksek dayanım oranına sahip numune ise asidik ortamdaki %12,0'lık çözünme ile %7 gliserin ve %7 biber sapı içeren G<sub>7</sub>B<sub>7</sub> numunesi olmuştur. Asit dayanımının en zayıf olduğu numune ise %7 gliserin ve %2 kızılçam odununu içeren G<sub>7</sub>O<sub>2</sub> numunesi olup çözünürlük değeri %61,9 tespit edilmiştir. Sonraki en az asidik ortama direnç gösteren numune ise % 45'lik çözünme değeri ile %7 gliserin %4 Kızılçam odununu ihtiva eden G<sub>7</sub>O<sub>4</sub> numunesidir. Asidik ortamdaki çözünürlük dayanımı biber sapı içeren numunelerde nisbeten odununu içerenlere göre daha az görülmüştür (Şekil 7). Bunun nedeni odununu kıyasla daha küçük olmasından dolayı polimerizasyon sırasında daha homojen bir karışım göstermiş ve aynı zamanda boyutta küçüklüğün yüzey alanında artışa sebep olmasından kaynaklı gliserin ile yaptığı kimyasal bağların fazlalığı ve sahip olduğu nano boyuttaki fonksiyonel grupların çeşitliliğinden kaynaklanabilir.

G<sub>7</sub>B<sub>1</sub>, G<sub>7</sub>B<sub>3</sub>, G<sub>7</sub>B<sub>5</sub>, ve G<sub>7</sub>B<sub>7</sub> numunelerindeki gliserin miktarı dolgu malzemesi olan biber sapı miktarı ile (1:1) oranına geldikçe malzemenin asidik ortamdaki çözünme direncinde artış gözlemlenmiştir. Daha önceki çalışmamızda nişasta ve odununun (1:1) oranında kullanılmasıyla elde edilen biyokompozit numunelerinin suda çözünmeye karşı daha dirençli olduğu gözlemlenmiştir (Özdemir ve Ramazanoğlu, 2019). G<sub>14</sub>B<sub>1</sub>, G<sub>14</sub>B<sub>3</sub>, G<sub>14</sub>B<sub>5</sub>, ve G<sub>14</sub>B<sub>7</sub> örneklerine bakıldığında plastikleştirici olarak kullanılan gliserin oranının iki katına çıkarılması sadece bu oranı (1:1) zayıflatmıştır.

Şekil 4. Gliserin oranı % 7 olan odun-biyoplastik kompozitlerinin yoğunluk değerleri (g/cm<sup>3</sup>)Şekil 5. Gliserin oranı % 14 olan odun-biyoplastik kompozitlerinin yoğunluk değerleri (g/cm<sup>3</sup>)

Şekil 6. Odun-biyoplastik kompozitlerinin (a): 0.5 M'lık HCl çözeltisine maruz bırakılması ve (b): kurutulması

### 3.3. Bazık ortamdaki çözünürlük (%)

Odun-biyoplastik kompozit numunelerinin hazırlanması ve biyoplastiklerin bazık ortamdaki çözünme değerleri sırasıyla Şekil 8 ve Çizelge 5’de verilmiştir.

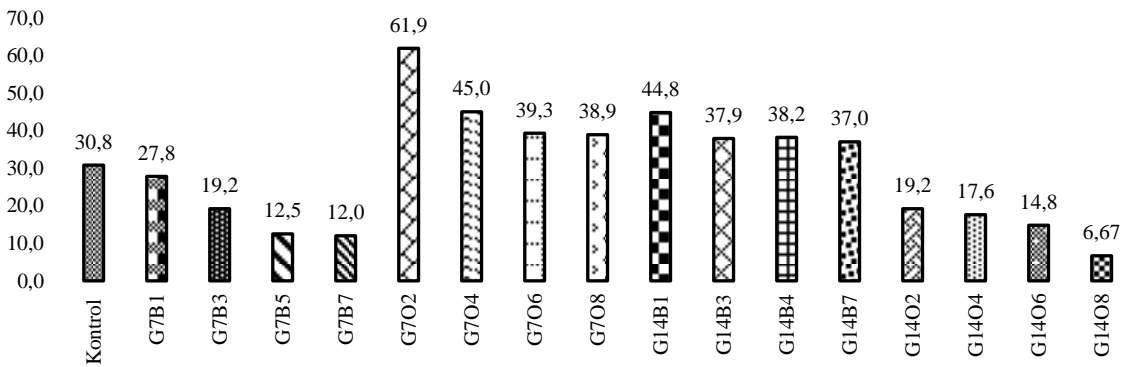
Bazık ortamdaki yüzde (%) çözünürlük oranları Şekil 9’da verilen odun-biyoplastik kompozitlerinin içinde % 7 gliserin ve % 8 Kızılçam odun unu içeren G<sub>7</sub>O<sub>8</sub> numunesi % 14,3’lük çözünme değeri ile en iyi dayanımı göstermiştir. G<sub>7</sub>O<sub>8</sub> numunesini takiben ikinci en iyi dayanım % 14 gliserin ve % 3 biber sapı içeren G<sub>14</sub>B<sub>3</sub> numunesinde görülmüştür. Biber sapı içeren odun-biyoplastik kompozitleri bazık ortamdaki çözünürlük oranları (%) asidik ortamın aksine kızılçam odun unu içeren numunelere kıyasla daha fazla görülmektedir. Bunun nedeni selüloz içeriklerinin sert ve yumşak odunlara oranla daha fazla iken ekstraktif madde ve lignin içeriğinin önemli ölçüde az olmasından kaynaklanabilir (Guntekin vd., 2008). Daha önce yapılan benzer çalışmalarda, boyutlar arasındaki oran miktarının tahribat esnasındaki kaybedilen kütle miktarları ile doğrusal orantılı olduğu belirlenmiştir (Özdemir ve Ramazanoğlu 2018). Ayrıca, farklı biyokütlerden alınan dolgu maddelerinin gösterdiği kimyasal etkileşimler karakteristik olmuştur (Bilgin vd., 2014). Boyutsal (Whistler ve BeMiller, 1996) ve karakteristik morfolojik özellikleri ile sahip oldukları fonksiyonel grupların polimerizasyonu sırasında oluşturdukları moleküller arası kimyasal bağ özelliklerinden ve rekristalizasyon özelliklerindeki farklılıktan kaynaklandığı ifade edilmektedir (Pan ve Jane, 2000).

Çizelge 4. Biyoplastiklerin asitteki çözünme değerleri

Numune Adı	(Wi) Başlangıçtaki kütle (gr.)	(Wf) Son kütle (gr.)	(S) Asitte çözünürlük (%)
Kontrol	0.13	0.09	30.8
G <sub>7</sub> B <sub>1</sub>	0.18	0.13	27.8
G <sub>7</sub> B <sub>3</sub>	0.26	0.21	19.2
G <sub>7</sub> B <sub>5</sub>	0.32	0.28	12.5
G <sub>7</sub> B <sub>7</sub>	0.25	0.22	12.0
G <sub>7</sub> O <sub>2</sub>	0.21	0.08	61.9
G <sub>7</sub> O <sub>4</sub>	0.20	0.11	45.0
G <sub>7</sub> O <sub>6</sub>	0.28	0.17	39.3
G <sub>7</sub> O <sub>8</sub>	0.18	0.11	38.9
G <sub>14</sub> B <sub>1</sub>	0.29	0.16	44.8
G <sub>14</sub> B <sub>3</sub>	0.29	0.18	37.9
G <sub>14</sub> B <sub>4</sub>	0.34	0.21	38.2
G <sub>14</sub> B <sub>7</sub>	0.27	0.17	37.0
G <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	0.26	0.21	19.2
G <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	0.17	0.14	17.6
G <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	0.27	0.23	14.8
G <sub>14</sub> O <sub>8</sub>	0.27	0.25	6.67

Çizelge 5. Biyoplastiklerin bazık ortamdaki çözünme değerleri

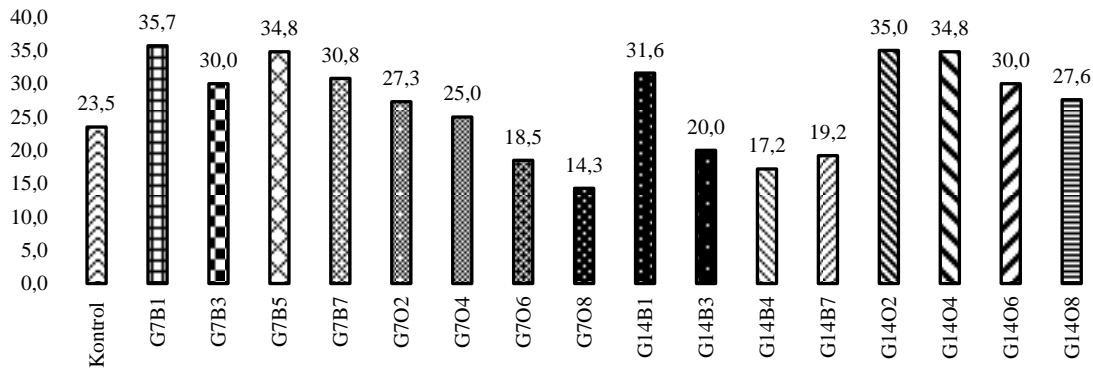
Numune adı	(Wi) Başlangıçtaki kütle (gr.)	(Wf) Son kütle (gr.)	(S) Bazda Çözünürlük (%)
Kontrol	0.17	0.13	23.5
G <sub>7</sub> B <sub>1</sub>	0.14	0.09	35.7
G <sub>7</sub> B <sub>3</sub>	0.20	0.14	30.0
G <sub>7</sub> B <sub>5</sub>	0.23	0.15	34.8
G <sub>7</sub> B <sub>7</sub>	0.26	0.18	30.8
G <sub>7</sub> O <sub>2</sub>	0.11	0.08	27.3
G <sub>7</sub> O <sub>4</sub>	0.20	0.15	25.0
G <sub>7</sub> O <sub>6</sub>	0.27	0.22	18.5
G <sub>7</sub> O <sub>8</sub>	0.35	0.30	14.3
G <sub>14</sub> B <sub>1</sub>	0.19	0.13	31.6
G <sub>14</sub> B <sub>3</sub>	0.15	0.12	20.0
G <sub>14</sub> B <sub>4</sub>	0.29	0.24	17.2
G <sub>14</sub> B <sub>7</sub>	0.26	0.21	19.2
G <sub>14</sub> O <sub>2</sub>	0.20	0.13	35.0
G <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	0.23	0.15	34.8
G <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	0.30	0.21	30.0
G <sub>14</sub> O <sub>8</sub>	0.29	0.21	27.6



Şekil 7. Odun-biyoplastik kompozitlerinin asidik ortamdaki çözünürlükleri (%)



Şekil 8. odun-biyoplastik kompozitlerinin (a): 0.5 M'lık NaOH çözeltisine maruz bırakılması ve (b): sonrasında kurutulması



Şekil 9. Odun-biyoplastik kompozitlerinin bazik ortamdaki çözünürlükleri (%)

#### 4. Sonuçlar

Yapılan deneyler sonucunda odun-biyoplastik kompozit numunelerinin yoğunluk değerleri başta olmak üzere asidik ve bazik ortamdaki çözünürlüklerinin (%) hesaplanması sonucunda; Yoğunluk analizinde kızılçam odunu miktarının yoğunluğu arttırırken, artan biber sapı oranının yoğunluğu azaltmıştır. Bunun nedeni kızılçam odunu biber sapına kıyasla daha fazla ekstraktif madde ve lignin içermesinden dolayı birim alana düşen kütle miktarındaki artıştan kaynaklanmıştır.

Asidik ortamda (%) çözünürlük miktarının belirlenmesinde biber sapı içeren odun-biyoplastik kompozit numunesinin dayanımının odunu içerenlere kıyasla daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Kızılçam dolgu maddeli kompozitlerin yapılarındaki ekstraktif maddeler asidik ortamdaki etkileşimi hızlandırmış ve odunu (60 mesh) parçacıklarının biber sapına (100 mesh) göre büyük olması kompozit yapıda meydana gelen kütle kayıplarının daha fazla olmasını sağlayarak çözünme oranını artırdığı görülmüştür. Ayrıca, odunu yapısında bulunan lignin, asidik ortamda bazik ortama göre daha az çözünme eğilimi gösterir. Bu nedenle lignin ve ekstraktif madde içeriğinin az olduğu biber sapı dolgu kompozitlerin asidik ortamdaki dayanımlarının daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Bazik ortamda (%) çözünürlük miktarının tespitinde kızılçam odunu ihtiva eden odun-biyoplastik kompozit numunesinin dayanımının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun

nedeni ise kızılçam odununun içerdiği lignin oranının biber sapına oranla önemli ölçüde fazla olması ve yapıdan ayrılmak için bazik ortamı tercih etmesidir. Ligninin selülozik yapıdan uzaklaşması için çözünme ortamındaki hidroksil OH<sup>-</sup> iyon konsantrasyonunun fazlalığı etkili olmaktadır.

Üretilen odun biyoplastik numunelerinde plastikleştirici olarak kullanılan gliserin miktarının yoğunluk ve farklı çözeltilerde (asidik/bazik) bozunma dayanımlarını nasıl etkilediği incelendiğinde her iki dolgu malzemesi için gliserin miktarındaki artış nihai ürünün yoğunluğunu arttırmıştır. Ayrıca asidik ortama maruz bırakılan biber sapı içeren örneklerdeki gliserin artışı malzemenin çözünme dayanımını olumsuz etkilemiştir. Fakat, kızılçam odunu katkılı biyokompozitlerdeki gliserin artışı çözünme dayanımlarını iyileştirmiştir. Bazik ortamda ise biber sapı içeren kompozitlerdeki gliserin miktarı artışı çözünme dayanımını artırırken kızılçam odunu içeren numunelerdeki gliserin miktarındaki artış kompozitlerin bazik ortamda çözünme dayanımını olumsuz yönde etkilemiştir. Her iki biyokompozit türü içinde, gliserin miktarındaki artışı asidik ve bazik çözeltilerde farklı performans göstermesi yapılan çalışmanın hem literatür hemde kendi içerisinde uyumlu olduğunu göstermektedir.



**Kaynaklar**

- ASTM D 792, 2004. Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Astuiti, P., Erprihana, A.A., 2014. Antimicrobial edible film from banana peels as food packaging. American Journal of Oil and Chemical Technologies, 2,2, 65-70.
- Agustin, M.B., Ahmmad, B., Alonzo, S.M.M., Patriana, F.M., 2014. Bioplastic based on starch and cellulose nanocrystals from rice straw. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 33, 2205-2213.
- Bilgin, S., Ertekin, C., Kürklü, A., 2014. Alternatif yakıt olarak sera bitki atığı briketlerinin yakılması ve baca gazı emisyon değerlerinin belirlenmesi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26 1, 11-17.
- Bof, M.J., Bordagaray, V.C., Locaso, D.E., García, M.J., 2015. Chitosan molecular weight effect on starch-composite film properties. Food Hydrocoll, 51: 281-294.
- Gontard, N., Guilbert, S., Cuq, J.L., 1992. Edible wheat gluten films: influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. Journal of Food Science, 57, 190-195.
- Guntekin, E., Uner, B., Sahin, H.T., Karakus, B., 2008. Pepper stalks (*Capsicum annuum*) as raw material for particleboard Manufacturing. Journal of Applied Sciences, 8(12): 2333-2336.
- Pan, D.D., Jane, J.L., 2000. Internal structure of normal maize starch granules revealed by chemical surface gelatinization. Biomacromolecules, 1: 126-132.
- Šprajcar, M., Horvat, P., Kržan, A., 2012. Biopolymers and Bioplastics: Plastics Aligned with Nature: National Institute of Chemistry.
- Soltani, M., Alimardani, R., Omid, M., 2010. Prediction of banana quality during ripening stage using capacitance sensing system. Australian Journal of Crop Science, 46, 443-447.
- Özdemir, F., Ramazanoğlu, D., 2019. Farklı biyokütlelerden elde edilen nişasta ile akıllı biyoplastik malzeme ve odun biyoplastik kompozit üretimi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 21(2): 377-385.
- Özdemir, F., Ramazanoğlu, D., 2018. Nişasta esaslı dilatant sıvıların akıllı darbe absorban malzemesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. 3. Uluslararası Akdeniz Bilim ve Mühendislik Kongresi, 24-26 Ekim 2018, Çukurova Üniversitesi, Kongre Merkezi, Adana, Türkiye, 1054.
- Qin, Y., Yang, J., Xue, J., 2015. Characterization of antimicrobial poly (lactic acid)/poly (trimethylene carbonate) films with cinnamaldehyde. Journal of Materials Science, 50, 1150-1158.
- Whistler, R.L., BeMiller, J.N., 1996. Starch carbohydrate chemistry for food scientists. St. Paul, MN: Eagan Press, USA, 117-151.

## *Phoenix theophrasti* Gr.'nin iklim değişimine bağlı günümüz ve gelecekteki yayılış alanlarının MaxEnt Modeli ile tahmini ve bitkisel tasarımda kullanımı

Ömer Kamil Örucü<sup>a</sup> 

**Özet:** Makine öğrenme tekniği kullanılarak türlerin niş ve dağılımlarını modellemek günümüzde koruma planlamasının etkili araçlarından biri olmuştur. Ülkemize ait asli türlerin iklim değişikliğinden nasıl etkileneceğinin analiz edilmesi bu türlerin bitkilendirme çalışmalarında gelecek kullanımının planlanabilmesi için büyük önem arz etmektedir. Türlerin var olduğu alanları ifade eden noktasal veriler ve bu alanlara ait sayısal biyoiklim verileri kullanılarak oluşturulmuş katmanlar sayesinde farklı iklim senaryolarına göre türün mevcut ve gelecekteki potansiyel yayılış alanları MaxEnt programı ile ortaya konulabilmektedir. Bu çalışmada peyzaj mimarlığı meslek disiplini açısından önemli, ülkemizde ve Girit Adası'nda doğal yayılış gösteren *Phoenix theophrasti* Gr. hurma türünün potansiyel yayılış alanını ile iklim değişikliğinden nasıl etkileneceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Türe ait var verileri (presence data) ile WorldClim veri tabanından sağlanan yaklaşık 1 km<sup>2</sup> (30 arc seconds) çözünürlükte biyoiklim katmanları belirlenen sınırlar dahilinde kesilmiş ve Maximum Entropi algoritması ile işlenerek türün günümüz koşullarındaki potansiyel yayılış alanı belirlenmiştir. Ayrıca türün yayılış alanının iklim değişiminden nasıl etkileneceğini belirlemek için 5. IPCC raporu temel alınarak oluşturulmuş olan CCSM versiyon 4 (The Community Climate System Model) iklim değişimi senaryosuna göre türün RCP 4.5 ve RCP 8.5'e göre 2050 ve 2070 yıllarındaki potansiyel yayılış alanı modellenmiştir. Çalışma sonucunda *Phoenix theophrasti* Gr.'nin günümüz yayılış alanı olarak uygun alanlar 8.248 km<sup>2</sup> çok uygun alanlar ise 23.330 km<sup>2</sup>, toplamda ise 31.578 km<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Ayrıca CCSM4 iklim değişikliği senaryosuna göre gelecekte türün potansiyel yayılış alanlarında kayıplar yaşandığı görülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Tür dağılım modeli, MaxEnt, *Phoenix theophrasti* Gr., Temel bileşen analizi

## Prediction of future and current distribution of *Phoenix theophrasti* Gr. with using MaxEnt model and its utilization for planting design

**Abstract:** Nowadays utilizing machine learning techniques is an effective way for modeling species distributions areas and niches. Analyzing of the endemic species on account of how they are affected from the global warming is crucial because of future planning issues. It is possible to guess potential distributions areas in the future and current ones with regard to future climate change scenarios with MaxEnt program with combining presence data and layers creating by using bioclimatic data. The aim of this study is to determine of the potential distribution areas of the *Phoenix theophrasti* Gr. which is an important species for landscape architecture discipline and naturally existing in Crete and our country and how these potential distribution areas effected from the global warming. The presence data of the species and bioclimatic data with 30 arc second resolution from WordClim database are clipped in accordance to the borders of the study area and potential distribution areas are determined processing with maximum entropy algorithm. Furthermore, on account of determining the effects of the global warming, the future distribution areas have modelled with regard to RCP 4.5 and RCP 8.5 scenarios for 2050 and 2070 years according to The Community Climate System Model (CCSM version 4) creating based on IPCC 5 report. As a result, the suitable areas as 8.248 km<sup>2</sup> the more suitable ones 23.330 km<sup>2</sup> and totally 31.578 km<sup>2</sup> area have been calculated. Besides, some missing areas were determined in terms of the potential distribution areas of the species in the future according to the climate change scenario of the CCSM4.

**Keywords:** Species distribution model, MaxEnt, *Phoenix theophrasti* Gr., Principal component analysis

### 1. Giriş

İklim, yeryüzündeki bitki türleri ve bitki topluluklarının esas karakteri ile yayılış alanlarını belirleyen en önemli ekolojik faktördür (Günel, 2013). İklimi oluşturan parametreler (sıcaklık, yağış nem vd.) önemli ölçüde bitkilerin büyümesini ve gelişmesini etkiler ve bu nedenle bitki türlerinin coğrafi dağılımını belirleyen değişkenlerdir (Lenoir vd., 2008; Bertrand vd., 2011). İklim sistemi,

yerkürenin yaklaşık 4.5 milyar yıllık tarihi boyunca milyonlarca yıldan on yıllara kadar tüm zaman ölçeklerinde doğal olarak değişme eğilimi göstermiştir (Türkeş, 2008). Günümüzde küresel iklim değişikliği daha önce görülmemiş bir oranda gerçekleşmekte ve geçtiğimiz yüzyılda ortalama sıcaklık 0,85°C artarak 2100 yılına kadar min. 0,3–1,7°C ila max. 2,6–4,8°C arasında artmaya devam etmesi beklenmektedir (IPCC, 2014). Özellikle dar habitatları olan bitki türlerinin yaşam alanları iklimin değişmesi ile birlikte

✉ <sup>a</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 30.08.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 27.09.2019



**Citation** (Atıf): Örucü, Ö.K., 2019. *Phoenix theophrasti* Gr.'nin iklim değişimine bağlı günümüz ve gelecekteki yayılış alanlarının Maxent Modeli ile tahmini ve bitkisel tasarımda kullanımı. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 274-283.  
DOI: [10.18182/tjf.613205](https://doi.org/10.18182/tjf.613205)

ciddi anlamda tehdit altındadır (Thuiller vd., 2005; Fitzpatrick vd., 2008; Lawler vd., 2009; Cobben vd., 2015; Ashraf vd., 2016; Yi vd., 2016; Zhang vd., 2018). Bu bakımdan nesli tükenmekte olan değerli türlerin kalıcı olarak kaybedilmemesi için söz konusu türlerin yayılış alanları değişmeden gereken önlemler alınmalıdır. Bu bağlamda habitat tahmini ve haritalama tehdit altındaki ve nesli tükenmekte olan türler ile azalan yerli toplulukların izlenmesi için kritik öneme sahiptir (Gaston, 1996).

Türlerin var olduğu noktasal alan kayıtları ile bu alanlara ait sayısal biyoiklim verileri kullanılarak oluşturulmuş katmanlar sayesinde türün mevcut potansiyel yayılışları ve farklı iklim senaryolarına göre gelecekteki potansiyel yayılışları makine öğrenme yöntemleri ile ortaya konulabilmektedir (Sérgio vd., 2007; Wang vd., 2007b; Ward 2007; Phillips ve Dudik, 2008; Wollan vd., 2008; Tittensor vd., 2009; Williams vd., 2009; Yuan vd., 2015; Sarıkaya vd., 2018; Arslan, 2019). Ekolojik gereklilikleri, ekolojik tepkileri ve yayılış alanlarını değerlendirmek için CLIMEX, Doup, kural seti üretimi için genetik algoritma (GARP) ve maksimum entropi (MaxEnt) gibi çeşitli tür dağılım modelleri (SDM'ler) kullanılmıştır (Brito vd., 2009; Elith ve Leathwick, 2009; Wei vd., 2018). Bu modelleme yaklaşımları arasında MaxEnt, diğer modelleme yöntemlerine göre küçük örneklem büyüklükleri ile daha iyi performans göstermesi sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır (Pearson vd., 2007; Tsoar vd., 2007; Phillips ve Dudik, 2008; Süel, 2014).

Avrupa'nın yerli iki palmyesinden biri olan *Phoenix theophrasti* Greuter (Datça Hurması) dünyada sadece Türkiye ve Yunanistan'da doğal yayılış göstermektedir (Boydak, 1985; Boydak, 1986; Boydak ve Barrow, 1994; Tsakiri vd., 2016). İlk tespit edildiği yer olan Girit Adası dışında Datça, Bodrum ve Finike-Karaöz civarlarında popülasyonları kaydedilmiştir (Boydak, 1986; Hazir ve Buyukozturk, 2013). Greuter tarafından farklı bir *Phoenix* türü olarak tanımlanmaya dek *P. theophrasti*, yetiştiriciliği yapılan ve doğal yayılışı bulunmayan *P. dactylifera* türünün yabani bir formu olarak kabul edilmiştir (Liolios vd., 2009; Vardareli, 2012; Çon, 2017).

Genel olarak 10 m'ye kadar boylanabilen bu tür, deniz seviyesinden 350 m'ye kadar yayılış gösterebilmekle (Kavgacı, 2014) birlikte kısa süreli soğuklara, yüksek sıcaklıklara ve kuvvetli güneş ışınlarına toleransı oldukça fazladır. Ayrıca deniz suyuna, kıyı rüzgârlarına ve tuza dayanıklıdır (Palmpedia, 2019). Yerli bir tür olduğu için hastalık ve zararlılara karşı daha dayanıklıdır. Yapılan araştırmalarda özellikle diğer palmye türlerine önemli oranda ekonomik zarar veren palmye kırmızı böceğine (*Rynchophorus ferrugineus* Oliver) karşı daha dirençlidir (Kontodimas vd., 2006). *Phoenix theophrasti* Gr. IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources=Uluslararası Doğayı ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği)'nin 2007 yılında açıklanan Kırmızı Liste'sinde "Düşük Risk Grubu (Lower Risk/Near Threatened (LR/NT))'na dâhil edilmiştir (Tsakiri vd., 2016; Vardareli vd., 2019).

Çalışmanın amacı ülkemizin tek doğal palmye türü olan ve sınırlı alanda yayılış gösteren, bitkisel tasarım açısından önemli *Phoenix theophrasti* Gr.'nin potansiyel yayılış alanı ile gelecekte iklim değişikliği sebebiyle yayılış alanlarının nasıl etkileneceğinin belirlenmesidir.

## 2. Materyal ve yöntem

Çalışma alanı olarak *Phoenix theophrasti* Gr. (Şekil 1)'nin doğal yayılış alanı olan Türkiye'nin güneybatı bölgesi ile Ege denizindeki Amorgos, Anafi adaları ile Girit adası ve çevresi olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. *Phoenix theophrasti* Gr.'nin habitusu ve meyve görünümü (Palmpedia, 2019)

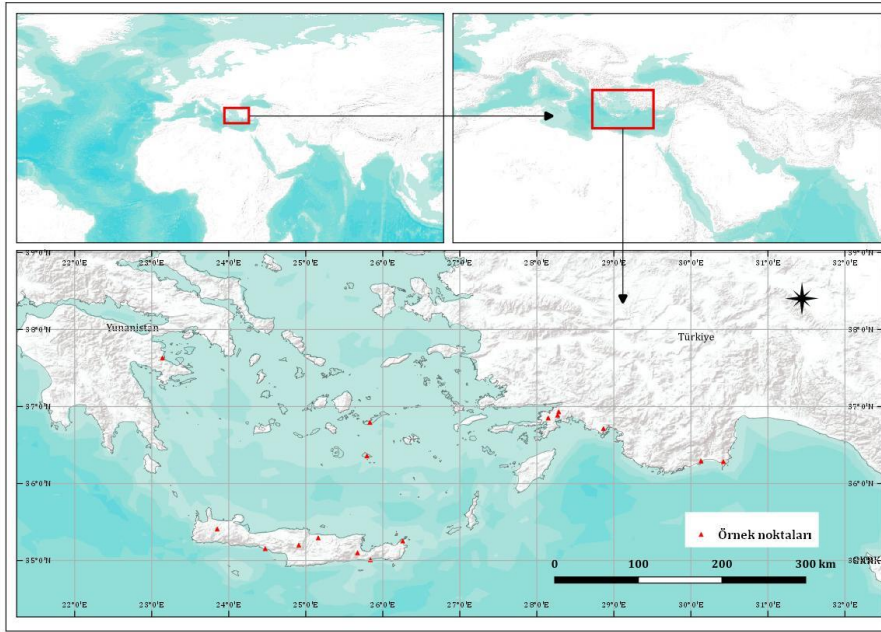
Çalışmada kullanılan var verileri için türün yayılış gösterdiği alanlarda, mevcut literatür bilgileri temel alınarak (Davis, 1984; Boydak, 1986; Phitos vd., 1995; Kougioumoutzis vd., 2012; Niamouris ve Psirofonia, 2012; Boydak, 2019; EUFORGEN, 2019; GBIF, 2019; Palmpedia, 2019) 16 örnek noktanın koordinatları belirlenmiş ve QGis 3.8.1 (QGis, 2019) programında Google Satellite Hybrid altlık haritaları kullanılarak WGS 84 koordinat sisteminde belirlenen örnek noktalar işaretlenmiştir. Şekil 2’de çalışma alanı ve örnek noktaları

Çizelge 1’de ise örnek noktalara ait konum bilgileri görülmektedir.

Bu çalışmada peyzaj mimarlığı meslek disiplini açısından önemli, ülkemizde ve Girit Adası’nda doğal

yayılış gösteren *Phoenix theophrasti* Gr.’nin potansiyel yayılış alanı ile gelecekte iklim değişikliği sebebiyle yayılış alanlarının nasıl etkileneceğinin belirlenmesi için tür dağılım modeli kullanılmıştır.

Günümüzdeki potansiyel yayılış alanı modellemesi için WorldClim veri tabanından faydalanılmıştır. WorldClim version 1 1960 ile 1990 arasında aylık minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerleri ile aylık ortalama yağış bilgilerini içerir. Güncel dağılımı belirlemek için kullanılan ve 30 saniye uzamsal çözünürlükteki (yaklaşık 800 m) iklimsel değişkenler WorldClim version 1’deki gözlemlenen verilerden türetilmiş verilerdir ve Çizelge 2’de verilmiştir (Hijmans vd., 2005; WorldClim, 2019).



Şekil 2. Çalışma alanı ve örnek noktalar

Çizelge 1. Örnek noktalara ait konum bilgileri

Nokta	Enlem (Kuzey)	Boylam (Doğu)	Ülke	İl	İlçe
1	36° 55' 60"	28° 16' 54"	Türkiye	Muğla	Marmaris
2	36° 51' 7"	28° 8' 43"	Türkiye	Muğla	Marmaris
3	36° 17' 10"	30° 25' 7"	Türkiye	Antalya	Kumluca
4	36° 17' 34"	30° 7' 41"	Türkiye	Antalya	Finike
5	36° 42' 53"	28° 51' 42"	Türkiye	Muğla	Dalaman
6	36° 53' 17"	28° 16' 4"	Türkiye	Muğla	Marmaris
7	35° 24' 39"	23° 50' 58"	Yunanistan	Girit	Girit
8	35° 6' 4"	25° 40' 13"	Yunanistan	Girit	Girit
9	35° 08' 23"	24° 54' 17"	Yunanistan	Girit	Girit
10	35° 9' 21"	24° 28' 21"	Yunanistan	Girit	Girit
11	35° 0' 42"	25° 50' 15"	Yunanistan	Girit	Girit
12	35° 15' 19"	26° 15' 28"	Yunanistan	Girit	Girit
13	37° 37' 57"	23° 8' 16"	Yunanistan	Peloponnese	Epidaurus
14	35° 17' 44"	25° 9' 36"	Yunanistan	Girit	Girit
15	36° 47' 40"	25° 49' 50"	Yunanistan	Amorgos Adası	Amorgos
16	36° 21' 36"	25° 47' 34"	Yunanistan	Anafi Adası	Anafi

Çizelge 2. İklimsel değişkenler (WorldClim, 2019)

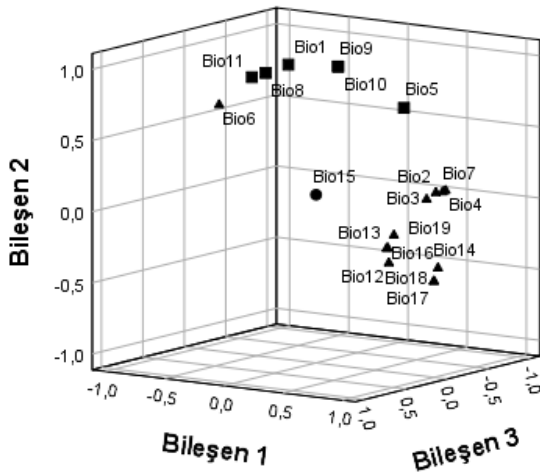
Değişkenlere ait kodlar	İklim değişkenlerinin açıklamaları
Bio 1	Yıllık ortalama sıcaklık
Bio 2	Günlük ortalama değişim aralığı (günlük maks. ve min. sıcaklıkların ort.)
Bio 3	İzotermalite (Eş ısı)
Bio 4	Mevsimsel sıcaklık
Bio 5	En sıcak ayın en yüksek sıcaklığı
Bio 6	En soğuk ayın en düşük sıcaklığı
Bio 7	Yıllık sıcaklık değişim aralığı (Bio 5 – Bio 6)
Bio 8	En nemli ilk üç ayın ortalama sıcaklığı
Bio 9	En kurak ilk üç ayın ortalama sıcaklığı
Bio 10	En sıcak ilk üç ayın ortalama sıcaklığı
Bio 11	En soğuk ilk üç ayın ortalama sıcaklığı
Bio 12	Yıllık yağış miktarı
Bio 13	En nemli ayın yağış miktarı
Bio 14	En kurak ayın yağış miktarı
Bio 15	Mevsimsel yağış miktarı
Bio 16	En nemli ilk üç ayın yağış miktarı
Bio 17	En kurak ilk üç ayın yağış miktarı
Bio 18	En sıcak ilk üç ayın yağış miktarı
Bio 19	En soğuk ilk üç ayın yağış miktarı

Çizelge 3: Döndürülmüş bileşen matrisi (Quartimax)

Çevresel değişkenler	Bileşenler		
	1	2	3
Bio2	.964		
Bio3	.961		
Bio7	.958		
Bio4	.935		
Bio19	.918		
Bio16	.888		.402
Bio13	.885		.409
Bio12	.856		
Bio18	.789	-.501	
Bio17	.789	-.501	
Bio6	-.728	.646	
Bio14	.651	-.458	-.542
Bio9		.983	
Bio10		.982	
Bio1		.974	
Bio8	-.440	.878	
Bio11	-.450	.870	
Bio5	.667	.733	
Bio15	.538		.766

Çalışmada kullanılan iklimsel değişkenlerin aralarında korelasyon bulunup bulunmadığı SPSS 25 istatistik programında Faktör Analizi yöntemlerinden biri olan Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis=PCA) yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu yöntem bir veri kümesinin karakterini en iyi ortaya koyan temel bileşenleri (birbirine dik vektörleri) bulmaya dayanmakta ve çoklu bağlantı problemini ortadan kaldırmaktadır (Süel, 2014). Döndürme yöntemi olarak Quartimax yöntemi kullanılmış ve özdeğerleri 1.0 dan büyük olan özvektörler temel bileşen olarak seçilmiştir (Özdamar ve Dinçer, 1987). Şekil 3'te Quartimax yöntemine göre döndürülmüş bileşenlerin grafiği, çizelge 3'te döndürülmüş bileşen matrisindeki değişkenlerin faktör yükleri görülmektedir.

Çizelge 3'te görülen 3 temel bileşenden (PC) birinci bileşen birbiri ile ilişkili olmayan değişkenleri içerdiğinden bu bileşeni oluşturan iklimsel değişkenler modele dâhil edilerek sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 3. Döndürülmüş temel bileşenler grafiği

Çalışmada *Phoenix theophrasti* Gr. türünün geleceğe dönük yayılış alanını tahmin etmek amacıyla iklim modeli olarak Mayıs 2010'da tüm alt modellerin yeni sürümü olan ve dünyanın atmosferini, okyanus, kara yüzeyini ve deniz buzu ile aynı zamanda bir merkezi birleştirici bileşenini eşzamanlı olarak simüle eden ve dört ayrı modelden oluşan, araştırmacıların dünyanın geçmiş, şimdiki ve gelecekteki iklim durumları hakkında temel araştırmalar yapmalarına izin veren CCSM versiyon 4 (The Community Climate System Model) kullanılmıştır. Bu modele bağlı olarak iklim senaryosu olarak da Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin Beşinci Değerlendirme Raporunda (IPCC5) rapor edilen iklim değişikliği senaryolarından (Representative Concentration Pathways RCPs) RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları çalışılmıştır. RCP'ler iklim modellerinde ve araştırmalarında, yakın gelecekteki sera gazı salınımı yoğunluklarına bağlı olarak mümkün olduğu düşünülen iklim senaryolarını tanımlamak için kullanılmaktadır (Hunt vd., 2007; Moss vd., 2010; Remya vd., 2015). Gelecek için yapılan tahminlerde 2050 biyoklimatik verileri 2041 ila 2060 arasındaki ortalamaları, 2070 verileri de 2061 ila 2080 arasındaki ortalamaları ifade eder (CESM, 2019).

Türün potansiyel ve gelecekteki dağılımının modellenmesinde korelatif bir model olan maksimum entropi yaklaşımı MaxEnt 3.4.1 sürümü (Phillips vd., 2006; Elith ve Leathwick, 2009) kullanılmıştır. MaxEnt modelleme prosedürü 'auto features' özelliği kullanılarak yürütülmüştür.

Modelin performansını belirlemek için ROC (Receiver Operating Characteristic) analizinden elde edilen AUC (Area Under the ROC Curve) değerinden faydalanılmıştır. (Wang vd., 2007a; Phillips, 2017). Elde edilen AUC değeri, doğru ayarlanmış bir modelde rastgele seçilen grid hücrelerinin varlığının tahmini olasılığı olarak yorumlanabilir. AUC tüm olası eşiklerle modelin başarısını tanımlamaktadır. Eğer bu değer  $AUC > 0.5$  ise modelin rastgele bir tahminden daha iyi performans gösterdiğini ifade eder (Phillips ve Elith, 2010). AUC test değeri 1'e ne kadar yakınsa ayırım o kadar iyi, model hassas ve tanımlayıcıdır (Phillips vd., 2006; Gassó vd., 2012; Hosmer vd., 2013). Son olarak çevresel değişkenlerin katkı derecesini belirlemek amacıyla, MaxEnt modelleme programında Jackknife testi seçeneği kullanılmıştır (Pearson

vd., 2007; Shcheglovitova ve Anderson, 2013). Bu seçenek her bir bağımsız değişkenin modelin oluşturulmasındaki önem derecelerini belirlemeye olanak tanımaktadır. Potansiyel dağılım haritaları oluşturulurken yayılış alanı için ise üç eşik değeri kullanılmıştır. Buna göre 0-0.5 uygun değil, 0.5-0.7 uygun, 0.7-1 çok uygun alanlar anlamına gelmektedir.

### 3. Bulgular ve tartışma

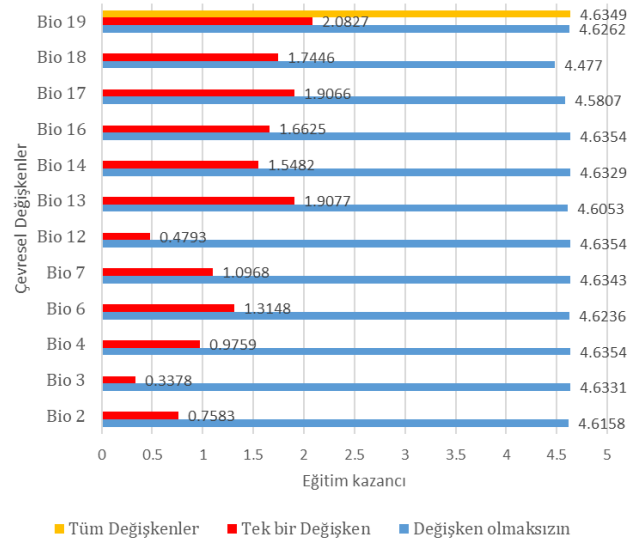
Çalışma sonucunda elde edilen modelin çıktılarına göre, AUC > 0.5 olması nedeniyle model rastgele bir tahminden daha iyi bir performans göstermiştir. Elde edilen ROC eğrisindeki 0,998 AUC değeri modelin hassaslığını kanıtlamaktadır. Bu sonuçlar, model performansının çok iyi olduğunu yani modelin yüksek bir tahmin gücü olduğunu göstermektedir (Gassó vd., 2012).

Jackknife MaxEnt modelleme programında çevresel değişkenlerin etkilerini ölçmeye sağlayan bir seçenektir. Bu seçenek her bir bağımsız değişkenin modelin oluşturulmasındaki önem derecelerini belirlemeye olanak tanımaktadır. Buna göre *Phoenix theophrasti* Gr. için Jackknife testi kazanım tablosu (Jackknife of regularized training gain) oluşturulmuştur (Şekil 4). İzolasyonda kullanıldığında en yüksek kazancı olan çevresel değişken en soğuk mevsimin yağış miktarını gösteren Bio 19'dur, bu nedenle Bio 19 değişkeni en faydalı bilgiye sahiptir. Bu değişkeni en nemli mevsimin yağış miktarını gösteren Bio 13 ve en kurak mevsimin yağış miktarını gösteren Bio 17 takip etmektedir. İlmal edildiğinde kazancı en çok azaltan çevresel değişken ise en sıcak mevsimin yağış miktarını gösteren Bio 18'dir ve bu nedenle diğer değişkenlerde bulunmayan en fazla bilgiye sahip olduğu tahmin edilmektedir.

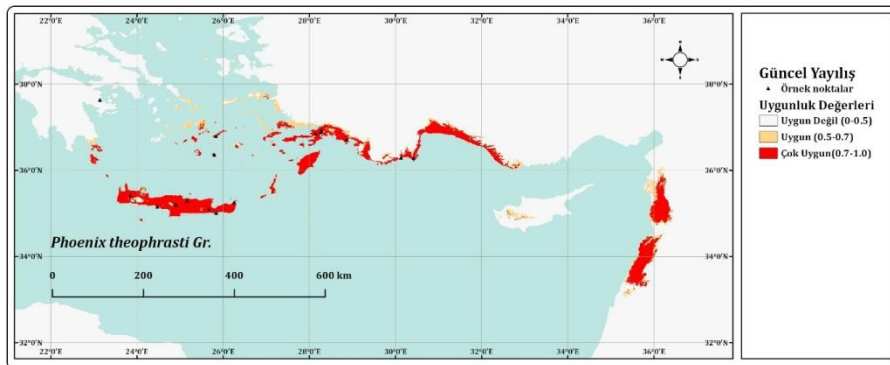
QGIS 3.8.1 versiyonu kullanılarak MaxEnt modeli tarafından yansıtılan *Phoenix theophrasti* Gr.'nin günümüz potansiyel dağılımlarına ait tahminler haritası Şekil 5'te verilmiştir. MaxEnt modelinde bir türün alanda bulunma oranı 0-1 arasında bir değer ile belirlenmektedir. Değerler 1'e yaklaştıkça türün potansiyel olarak o alanda bulunma oranı artmaktadır. Çalışmada, *Phoenix theophrasti* Gr.'ye ait mevcut ve potansiyel dağılımın belirlenmesinde habitat

uygunluğu için eşik değerler 0-0.5 uygun olmayan, 0.5-0.7 uygun 0.7-1.0 çok uygun şeklinde belirlenmiştir. Şekil incelendiğinde *Phoenix theophrasti* Gr.'nin bilinen coğrafi yayılışı ile günümüz potansiyel yayılış alanlarının tahmini arasında büyük ölçüde benzerlik bulunmakla birlikte özellikle ülkemiz için yayılış alanı batıda Aydın-Kuşadası ilçesinden başlayarak sahil boyunca doğuda Mersin-Bozyazı'ya kadar uzanmaktadır. Ülkemiz dışında 38°inci paralelin altında kalan Ege adaları ile Mora yarımadasının uç kısmı ile literatür bilgilerinde geçmeyen ve bilindik yayılış alanının dışında kalan Güney Kıbrıs Rum Kesimi orta kısımları ile Lübnan ve Suriye'nin Akdeniz kıyılarında da yayılış alanı gösterebileceği tahmin edilmektedir.

Çizelge 4'te belirlenen sınırlar içinde türün uygunluk değerlerine göre tahmini yayılış alanları km<sup>2</sup> olarak verilmiştir. Buna göre 8.248 km<sup>2</sup> uygun 23.330 km<sup>2</sup> çok uygun olmak üzere toplam 31.578 km<sup>2</sup> lik güncel bir yayılış alanı olduğu tahmin edilmektedir.



Şekil 4. *Phoenix theophrasti* Gr. için jackson testi sonuçları



Şekil 5. *Phoenix theophrasti* Gr.'nin tahmin edilen güncel yayılış alanı

Çizelge 4. *Phoenix theophrasti* Gr.'nin uygunluk değerlerine göre tahmini yayılış alanı (km<sup>2</sup>)

Uygunluk Durumu	Tahmin edilen güncel yayılış alanı
Uygun değil	15.182.799
Uygun	8.248
Çok Uygun	23.330
Toplam	15.214.378

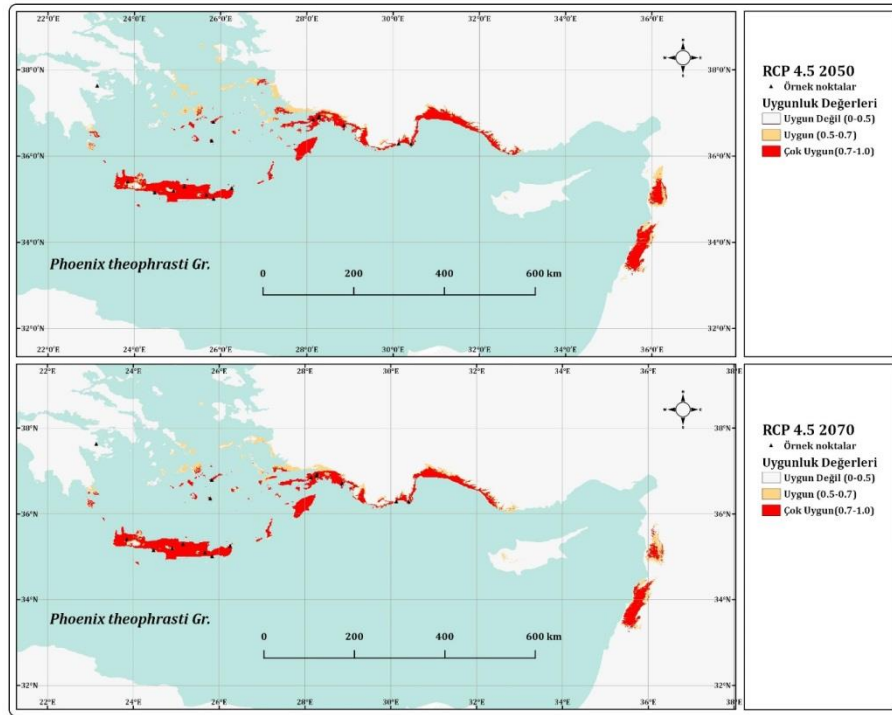
Model verilerine göre, *Phoenix theophrasti* Gr.'nin 2050 ve 2070 yılları için RCP 4.5 ve RCP 8.5 iklim değişikliği senaryolarına göre tahmin edilen potansiyel dağılımları ayrıntılı olarak Şekil 6 ve 7'de verilmiştir. Buna göre *Phoenix theophrasti* Gr.'nin 2050 ve 2070 yıllarındaki biyoklimatik koşullar altındaki potansiyel dağılımı, RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryolarında azalmaktadır. Bu tahminler gelecekte *Phoenix theophrasti* Gr.'nin coğrafi yayılışının azalacağını ve her iki iklim değişikliği senaryosunda da muhtemel habitat kayıplarının ciddi oranlara ulaşabileceğini öngörmektedir.

İklim değişikliği ve arazi kullanım yoğunluğunun artması, habitat kayıplarının başlıca nedenleri olarak tanımlanmış olup (Yi vd., 2016; Abolmaali vd., 2018; Hansen vd., 2018; Arslan, 2019), habitat kayıpları ve

parçalanmaları ise biyolojik çeşitlilik kaybında en önemli faktörlerden biri olarak görülmektedir (Ertuğrul vd., 2017; Mert ve Kıracı, 2017; Qin vd., 2017).

Çizelge 5'te *Phoenix theophrasti* Gr.'nin günümüz ve gelecekte tahmin edilen yayılış alanları km<sup>2</sup> olarak verilmiştir. Günümüz koşullarında 8.248 km<sup>2</sup> olan uygun habitat koşullarının RCP 4.5 senaryosuna göre 2050 yılı için 9.544 km<sup>2</sup>'ye çıkmakta, 2070 yılı için 8.302 km<sup>2</sup>'ye düşmektedir. Aynı şekilde günümüz için çok uygun alan olarak tahmin edilen 23.330 km<sup>2</sup>'lik alan RCP 4.5 senaryosuna göre 2050 yılı için 19.156 km<sup>2</sup> 2070 yılı için 18.179 km<sup>2</sup>'ye düşeceği tahmin edilmektedir. RCP 8.5 senaryosuna göre ise uygun alanlar 2050 için 7.272 km<sup>2</sup> 2070 için 6.228 km<sup>2</sup> çok uygun alanlar ise 2050 için 11.283 km<sup>2</sup>, 2070 için 12.341 km<sup>2</sup> olacağı tahmin edilmektedir. Bu veriler, 2050 ve 2070 periyotlarında RCP 4.5 ve RCP 8.5 senaryoları için *Phoenix theophrasti* Gr.'nin yayılış alanlarının azalacağını göstermektedir.

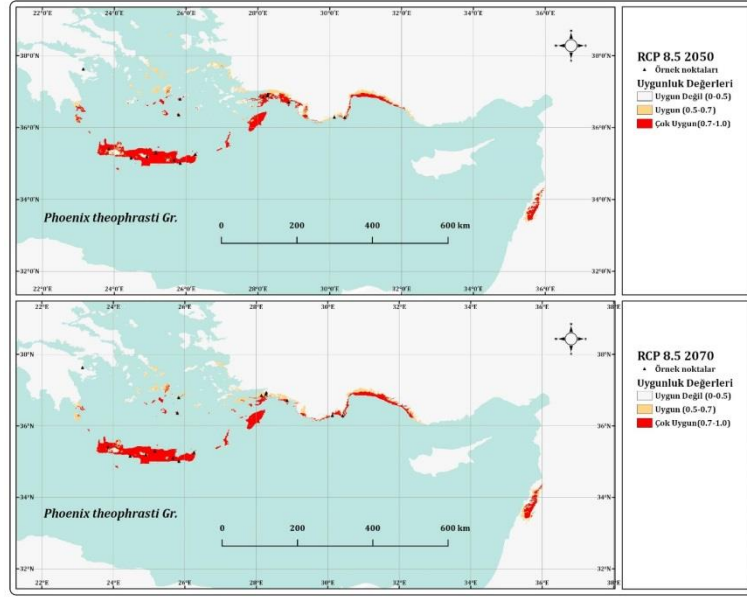
Yapılan modelleme sonucunda *Phoenix theophrasti* Gr.'nin Türkiye'deki günümüz ve gelecek için tahmini yayılış alanlarını gösterir harita Şekil 8'de verilmiştir.



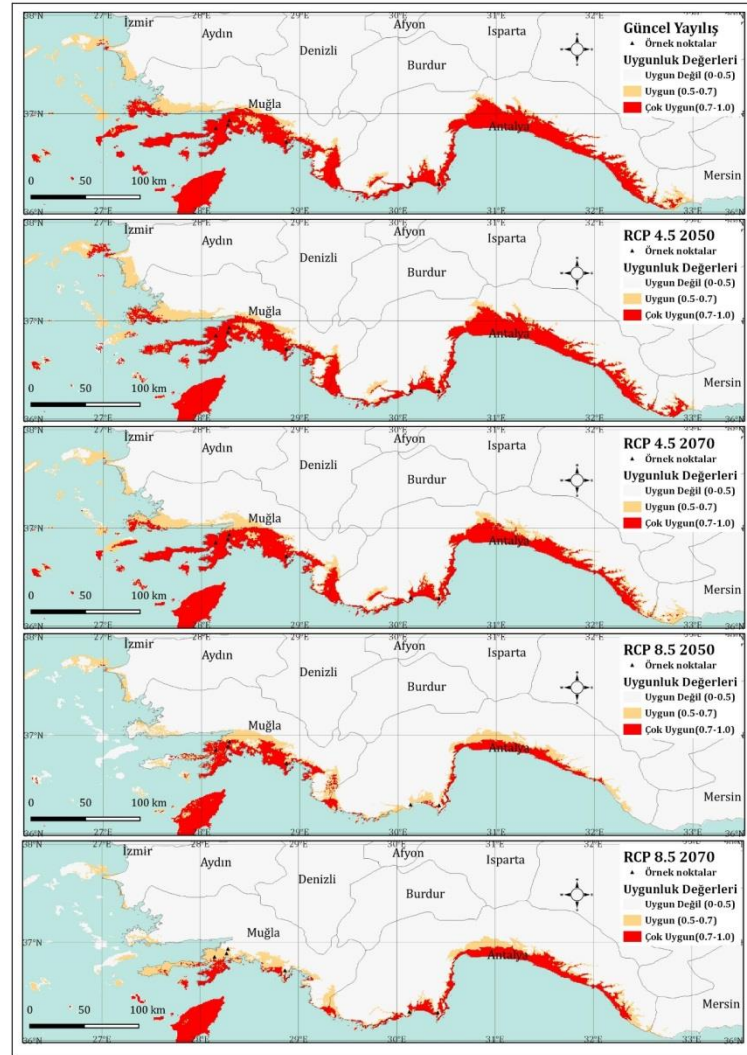
Şekil 6. *Phoenix theophrasti* Gr.'nin RCP 4.5 senaryosuna göre 2050 ve 2070 yıllarına ait tahmini yayılış alanları

Çizelge 5. *Phoenix theophrasti* Gr.'nin günümüz ve gelecekte tahmin edilen yayılış alanları (km<sup>2</sup>)

Uygunluk durumu	Güncel	RCP 4.5 2050	RCP 4.5 2070	RCP 8.5 2050	RCP 8.5 2070
Uygun Değil (0-0.5)	15.182.799	15.185.678	15.187.897	15.195.823	15.195.808
Uygun (0.5 - 0.7)	8.248	9.544	8.302	7.272	6.228
Çok uygun (0.7 - 1)	23.330	19.156	18.179	11.283	12.341
Toplam	15.214.378	15.214.378	15.214.378	15.214.378	15.214.378



Şekil 7. *Phoenix theophrasti* Gr.'nin RCP 4.5 senaryosuna göre 2050 ve 2070 yıllarına ait tahmini yayılış alanları



Şekil 8. *Phoenix theophrasti* Gr.'nin Türkiye'deki günümüz ve gelecekteki tahmini yayılış alanları



Ülkemiz için güncel yayılış alanı uygun alanlar 3.102 km<sup>2</sup> çok uygun alanlar olarak 6666 km<sup>2</sup> toplamda ise 9.768 km<sup>2</sup> tahmin edilmektedir. Gelecek senaryolarında uygun ve çok uygun alanların toplamı RCP 4.5 senaryosuna göre 2050 için 9.522 km<sup>2</sup>, 2070 için 8.535 km<sup>2</sup> ye düşeceği RCP 8.5 senaryosuna göre de 2050 için 5.188 km<sup>2</sup>, 2070 için 4.847 km<sup>2</sup> olacağı tahmin edilmektedir. Bu durum ise gelecekte iklimsel değişikliklere bağlı olarak *Phoenix theophrasti* Gr.'nin muhtemel habitat kayıplarının ülkemiz için ciddi oranlara ulaşabileceğine işaret etmektedir (Çizelge 6).

İklim değişimine bağlı olarak yayılış alanlarının tahmin edildiği benzer çalışmalarda bazı bitki ve böcek türlerinin coğrafi yayılışlarının artacağı sonuçlarına da ulaşılmıştır (Sarikaya vd., 2018). Günümüzde istilacı olmayan bu türlerin oluşabilecek habitat kayıpları ve iklimsel değişikliklere bağlı olarak istilacı türler haline gelebilecekleri de öngörülmektedir. Örneğin geçmişte Türkiye'de kaydı bulunmayan ve *Phoenix theophrasti* Gr.'ye de zarar verebilecek *Rhynchophorus ferrugineus* (Palmiye kırmızı böceği) 2005 yılından itibaren palmiye türlerinde çok önemli zararlara sebep olmuştur (Hazir ve Buyukozturk, 2013). Bu durum iklim değişikliklerinin sadece habitat kayıpları ile sonuçlanmadığını ekosistemin birçok değişkenini de etkilediğini ortaya koymaktadır.

Güncel yayılış alanı ile gelecekte tahmin edilen yayılış alanları bir bütün olarak incelendiğinde *Phoenix theophrasti* Gr.'nin habitat kayıplarının özellikle Türkiye'nin güney ve batı bölgelerinde yer aldığı dikkati çekmektedir. İklim değişikliklerinin bitkiler üzerindeki etkilerine yönelik yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiş ve özellikle Akdeniz bölgesinde yayılış gösteren bitkilerin iklim değişimine adapte olmazlarsa yok olma tehlikelerinin bulunduğu bildirilmiştir (Karakaya, 2016; Dülgeroğlu ve Aksoy, 2018). Ancak Akdeniz bölgesindeki endemik türlerin zorlu habitat koşullarının yarattığı strese karşı daha toleranslı oldukları ve doğal ve antropojenik etmenlerden daha az etkilendikleri de bilinmektedir (Gassó vd., 2012; Dülgeroğlu ve Aksoy, 2018).

#### 4. Sonuç

Çalışma sonucu çok sınırlı bir alanda yayılış gösteren *Phoenix theophrasti* Gr.'nin tahmin edilen günümüz ve gelecek yayılış alanlarının giderek daha da daralacağını göstermektedir. Türlerin yayılış alanları modellenerek nadir ve tehlike altındaki türlerin yönetimi için değerli bilgiler üretilebilir. Bu bağlamda bulgulara göre literatür kayıtlarında olmayan Türkiye'de Antalya ile Mersin-Bozyazı arasındaki sahil kesimi, Güney Kıbrıs ile Lübnan ve Suriye'deki alanlarda muhtemel bir yayılış gösterebileceği tahmin edilmektedir. Bu alanlarda in-situ ve ex-situ koruma stratejileri geliştirilebilir.

Ekosistem dengesi ve sürekliliğin devamı, doğal peyzajın korunması ile hastalık ve zararlılara dayanıklılık açısından yerli türlerin bitkisel tasarımlarda kullanılması büyük önem taşımaktadır. Bu bakımdan *Phoenix theophrasti* Gr. özellikle ülkemiz için yayılış gösterebileceği Aydın-Kuşadası'ndan Mersin-Bozyazı'ya kadar olan sahil kesiminde yapılan bitkisel tasarım ve uygulamalarında egzotik palmiye türleri yerine kullanımı daha uygun olacaktır. Diğer palmiye türlerine göre olumsuz iklim şartlarına, hastalık ve zararlılara karşı daha dayanıklı olan bu tür, saçak kök yapısı sayesinde kıyı alanlarında kumulların tutulması ve rüzgâr perdesi olarak fonksiyonel kullanımı mümkündür.

Estetik ve görsel kalitesi yüksek olan bu palmiye türü sahil kesimlerinde yol ve refüj ağaçlandırmasında, park ve bahçelerde, tatil köylerindeki bitkisel peyzaj tasarımlarında kullanılabilir.

Çizelge 6. *Phoenix theophrasti* Gr.'nin Türkiye'de günümüz ve gelecekte tahmin edilen yayılış alanları

Uygunluk durumu	Güncel	RCP 4.5 2050	RCP 4.5 2070	RCP 8.5 2050	RCP 8.5 2070
Uygun Değil (0-0.5)	769.465	769.711	770.697	774.044	774.385
Uygun (0.5 - 0.7)	3.102	3.467	3.321	3.306	3.036
Çok uygun (0.7 - 1)	6.666	6.055	5.214	1.882	1.811
Toplam	779.232	779.232	779.232	779.232	779.232

## Kaynaklar

- Abolmaali, S.M.R., Tarkesh, M., Bashari, H., 2018. MaxEnt modeling for predicting suitable habitats and identifying the effects of climate change on a threatened species, *Daphne mucronata*, in central Iran. *Ecological Informatics*, 43: 116-123.
- Arslan, E. S., 2019. İklim değişimi senaryoları ve tür dağılım modeline göre kentsel yol ağaçlarının ekosistem hizmetleri bağlamında değerlendirilmesi: *Robinia pseudoacacia* L. örneği. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 20: 142-148.
- Ashraf, U., Ali, H., Chaudry, M.N., Ashraf, I., Batool, A., Saqib, Z., 2016. Predicting the potential distribution of *olea ferruginea* in Pakistan incorporating climate change by using MaxEnt model. *Sustainability*, 8(8): 722.
- Bertrand, R., Lenoir, J., Piedallu, C., Riofrío-Dillon, G., de Ruffray, P., Vidal, C., Pierrat, J.-C., Gégout, J.-C., 2011. Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests. *Nature*, 479: 517.
- Boydak, M., 1985. The distribution of *Phoenix theophrasti* in the Datça Peninsula, Turkey. *Biological Conservation*, 32: 129-135.
- Boydak, M., 1986. Türkiye, Kumluca-Karaöz'de saptanan yeni bir doğal Palmiye (*Phoenix theophrasti*) yayılışı. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A 36:1-13
- Boydak, M., Barrow, S., 1994. Bodrum-Gölköy'de saptanan yeni bir *Phoenix* yayılışı. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 44: 35-46.
- Boydak, M., 2019. A new subspecies of *Phoenix theophrasti* Greuter (*Phoenix theophrasti* Greuter subsp. *golkoyana* Boydak) from Turkey. *Forestist*, 69: 133-144.
- Brito, J.C., Acosta, A.L., Álvares, F., Cuzin, F., 2009. Biogeography and conservation of taxa from remote regions: An application of ecological-niche based models and GIS to North-African Canids. *Biological Conservation*, 142: 3020-3029.
- CESM, 2019. Community Earth System Model (CESM)/CCSM4.0 Public Release. <http://www.cesm.ucar.edu/models/ccsm4.0/>, Erişim: 20.06.2019.
- Cobben, M.M.P., van Treuren, R., Castaneda-Alvarez, N.P., Khoury, C.K., Kik, C., Van Hintum, T.J.L., 2015. Robustness and accuracy of MaxEnt niche modelling for *Lactuca* species distributions in light of collecting expeditions. *Plant Genetic Resources*, 13: 153-161.
- Çon, H., 2017. Datça hurması (*Phoenix theophrasti-Phoenix theophrasti* Subsp. *Golkoy*)'nın çimlenme ve fidanlarının farklı yetiştirme ortamlarında büyüme özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü/Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Antalya.
- Davis, P.H., 1984. *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*, Vol. Eight, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Dülgeroğlu, C., Aksoy, A., 2018. Küresel iklim değişikliğinin *origanum minutiflorum* Schwarz & PH Davis' in coğrafi dağılımına etkisinin maximum entropi algoritması ile tahmini. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11: 182-190.
- Elith, J., Leathwick, J.R., 2009. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, Systematics*, 40: 677-697.
- Ertuğrul, E.T., Mert, A., Oğurlu, İ., 2017. Burdur Gölü Havzasında bazı yaban hayvanlarının habitat uygunluk haritalaması. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 18: 149-154.
- EUFORGEN, 2019. European Forest Genetic Resources Programme. <http://www.euforgen.org/species/phoenix-theophrasti/>, Erişim: 20.08.2019.
- Fitzpatrick, M.C., Gove, A.D., Sanders, N. J., Dunn, R.R., 2008. Climate change, plant migration, and range collapse in a global biodiversity hotspot: the *Banksia* (Proteaceae) of Western Australia. *Global Change Biology*, 14: 1337-1352.
- Gassó, N., Thuiller, W., Pino, J., Vilà, M., 2012. Potential distribution range of invasive plant species in Spain. *NeoBiota*, 12, 25.
- Gaston, K.J., 1996. Species richness : measure and measurement. In *Biodiversity : A Biology of numbers and difference*, ference (ed. K.J. Gaston). Oxford: Blackwell Science. 77-113.
- GBIF, 2019. Global Biodiversity Information Facility. <https://www.gbif.org/species/5293186>, Erişim:
- Günal, N., 2013. Türkiye'de iklimin doğal bitki örtüsü üzerindeki etkileri. *Acta Turcica Çevrimiçi Tematik Türkoloji Dergisi*, Online Thematic Journal of Turkic Studies, 5: 1-22.
- Hansen, W.D., Brazunas, K.H., Rammer, W., Seidl, R., Turner, M. G., 2018. It takes a few to tango: changing climate and fire regimes can cause regeneration failure of two subalpine conifers. *Ecology*, 99: 966-977.
- Hazir, A., Buyukozturk, H.D., 2013. *Phoenix* spp. and other ornamental palms in Turkey: The threat from red palm weevil and red palm scale insects. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25: 843-853.
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G., Jarvis, A., 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25: 1965-1978.
- Hosmer, D.W., Lemeshow, S., Sturdivant, R.X., 2013. *Applied logistic regression*, Vol. 398, John Wiley & Sons.
- Hunt, L.P., Petty, S., Cowley, R., Fisher, A., Ash, A.J., MacDonald, N., 2007. Factors affecting the management of cattle grazing distribution in northern Australia: preliminary observations on the effect of paddock size and water points1. *The Rangeland Journal*, 29: 169-179.
- IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change P. R.K.veM. A.L., Geneva, Switzerland, 151 p.
- Karakaya, T., 2016. Gaziantep yöresi Nur Dağı'nda Kuşburnu (*Rosa canina* L.)'nun ekolojik özellikleri ile potansiyel dağılım modellemesi ve haritalanması. Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kavgacı, A., 2014. *Phoenix* L. "Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları " (Ü. Akkemik, ed.), pp. 180-182. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Kontodimas, D., Milonas, P., Vassiliou, V., Thymakis, N., Economou, D., 2006. The occurrence of *Rhynchophorus ferrugineus* in Greece and Cyprus and the risk against the native Greek palm tree *Phoenix theophrasti*. *Entomologia Hellenica*, 16: 11-15.
- Kougioumoutzis, K., Tiniakou, A., Georgiou, O., Georgiadis, T., 2012. Contribution to the flora of the South Aegean Volcanic Arc: Anafi Island (Kiklades, Greece). *Willdenowia*, 42: 127-141.
- Lawler, J.J., Shafer, S.L., White, D., Kareiva, P., Maurer, E.P., Blaustein, A.R., Bartlein, P.J.J.E., 2009. Projected climate-induced faunal change in the Western Hemisphere. *Ecology*, 90: 588-597.
- Lenoir, J., Gégout, J.-C., Marquet, P., De Ruffray, P., Brisse, H.J.S., 2008. A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century. *Science*, 320: 1768-1771.
- Liolios, C.C., Sotiroudis, G.T., Chinou, I., 2009. Fatty Acids, Sterols, Phenols and Antioxidant Activity of *Phoenix theophrasti* Fruits Growing in Crete, Greece. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64: 52-61.

- Mert, A., Kırac, A., 2017. Isparta-Sütçüler yöresinde Anatololacerta danfordi (Günter, 1876)'nin habitat uygunluk haritalaması. *Bilge International Journal of ScienceTechnology Research*, 1: 16-22.
- Moss, R.H., Edmonds, J.A., Hibbard, K.A., Manning, M.R., Rose, S.K., Van Vuuren, D.P., Carter, T.R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., 2010. The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*, 463: 747-756.
- Niamouris, K., Psirofonia, P., 2012. First report of *Paysandisia archon* on *Phoenix theophrasti*. *Entomologia Hellenica*, 21: 74-76.
- Özdamar, K., Dinçer, K.S., 1987. Bilgisayarla İstatistik Değerlendirme ve Veri Analizi, Bilim Teknik Kitabevi, İstanbul.
- Palmpedia, 2019. *Phoenix theophrasti* - Palmpedia - Palm Grower's Guide. [https://www.palmpedia.net/wiki/Phoenix\\_theophrasti](https://www.palmpedia.net/wiki/Phoenix_theophrasti), Erişim:23.08.2019
- Pearson, R.G., Raxworthy, C.J., Nakamura, M., Townsend Peterson, A., 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, 34: 102-117.
- Phillips, S.J., 2017. A brief tutorial on MaxEnt. [https://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/MaxEnt/MaxEnt\\_tutorial2017.pdf](https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/MaxEnt/MaxEnt_tutorial2017.pdf), Erişim: 20.08.2019.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231-259.
- Phillips, S.J., Dudik, M., 2008. Modeling of species distributions with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, 31: 161-175.
- Phillips, S.J., Elith, J., 2010. POC plots: calibrating species distribution models with presence-only data. *Ecology*, 91: 2476-2484.
- Phitos, D., Strid, A., Snogerup, S., Greuter, W., 1995. *The Red Data Book of rare and threatened plants of Greece*, WWF Hellas, Athens.
- QGis, 2019. QGis 3.8 Zanzibar - A Free and Open GIS. <https://qgis.org/tr/site/forusers/download.html>, Erişim: 20.08.2019.
- Qin, A.L., Liu, B., Guo, Q.S., Bussmann, R.W., Ma, F.Q., Jian, Z.J., Xu, G.X., Pei, S.X., 2017. MaxEnt modeling for predicting impacts of climate change on the potential distribution of *Thuja sutchuenensis* Franch., an extremely endangered conifer from southwestern China. *Global Ecology and Conservation*, 10: 139-146.
- Remya, K., Ramachandran, A., Jayakumar, S., 2015. Predicting the current and future suitable habitat distribution of *Myristica dactyloides* Gaertn. Using MaxEnt model in the Eastern Ghats, India. *Ecological Engineering*, 82: 184-188.
- Sarikaya, O., Karaceylan, I.B., Sen, I., 2018. Maximum entropy modeling (MaxEnt) of current and future distributions of *Ips mannsfeldi* (Wachtl, 1879) (Curculionidae: Scolytinae) in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16: 2527-2535.
- Sérgio, C., Figueira, R., Draper, D., Menezes, R., Sousa, A.J. 2007. Modelling bryophyte distribution based on ecological information for extent of occurrence assessment. *Biological Conservation*, 135(3): 341-35.
- Shcheglovitova, M., Anderson, R.P., 2013. Estimating optimal complexity for ecological niche models: A jackknife approach for species with small sample sizes. *Ecological Modelling*, 269: 9-17.
- Süel, H., 2014. Isparta-Sütçüler yöresinde av türlerinin habitat uygunluk modellemesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M. B., Sykes, M.T., Prentice, I. C. 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102: 8245-8250.
- Tittensor, D.P., Baco, A.R., Brewin, P.E., Clark, M. R., Consalvey, M., Hall-Spencer, J., Rowden, A.A., Schlacher, T., Stocks, K.I., Rogers, A.D. 2009. Predicting global habitat suitability for stony corals on seamounts. *Journal of Biogeography*, 36(6): 1111-1128.
- Tsakiri, M., Kougioumoutzis, K., Iatrou, G., 2016. Contribution to the vascular flora of Chalki Island (East Aegean, Greece) and bio-monitoring of a local endemic taxon. *Willdenowia*, 46: 175-190.
- Tsoar, A., Allouche, O., Steinitz, O., Rotem, D., Kadmon, R. 2007. A comparative evaluation of presence-only methods for modelling species distribution. *Diversity and Distributions*, 13(4): 397-405.
- Türkes, M., 2008. Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1: 26-37.
- Vardareli, N., 2012. Datça hurması (*Phoenix theophrasti*) populasyonlarındaki genetik çeşitliliğin SSR belirteçleriyle saptanması ve türün diğer palmiye türleri ile ilişkisinin ortaya konulması. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü - Biyoloji Anabilim Dalı, Muğla.
- Vardareli, N., Dogaroglu, T., Dogac, E., Taskin, V., Taskin, B.G., 2019. Genetic characterization of tertiary relict endemic *Phoenix theophrasti* populations in Turkey and phylogenetic relations of the species with other palm species revealed by SSR markers. *Plant Systematics and Evolution*, 305: 415-429.
- Wang, Y., Xie, B., Wan, F., Xiao, Q., Dai, L., 2007a. Application of ROC curve analysis in evaluating the performance of alien species potential distribution models. *Biodivers. Sci.*, 15(4):365-372
- Wang, Y., Xie, B., Wan, F., Xiao, Q., Dai, L., 2007b. The potential geographic distribution of *Radopholus similis* in China. *Agricultural Sciences in China*, 6: 1444-1449.
- Ward, D.F., 2007. Modelling the potential geographic distribution of invasive ant species in New Zealand. *Biological Invasions*, 9: 723-735.
- Wei, B., Wang, R.L., Hou, K., Wang, X.Y., Wu, W., 2018. Predicting the current and future cultivation regions of *Carthamus tinctorius* L. using MaxEnt model under climate change in China. *Global Ecology and Conservation*, 16:
- Williams, J.N., Seo, C., Thorne, J., Nelson, J.K., Erwin, S., O'Brien, J.M., Schwartz, M.W., 2009. Using species distribution models to predict new occurrences for rare plants. *Diversity and Distributions*, 15(4): 565-576.
- Wollan, A.K., Bakkestuen, V., Kauserud, H., Gulden, G., Halvorsen, R., 2008. Modelling and predicting fungal distribution patterns using herbarium data. *Journal of Biogeography*, 35(12): 2298-2310.
- WorldClim, 2019. WorldClim - Global Climate Data. [www.worldclim.org](http://www.worldclim.org), Erişim: 20.08.2019.
- Yi, Y.J., Cheng, X., Yang, Z.F., Zhang, S.H., 2016. MaxEnt modeling for predicting the potential distribution of endangered medicinal plant (*H. riparia* Lour) in Yunnan, China. *Ecological Engineering*, 92: 260-269.
- Yuan, H.S., Wei, Y.L., Wang, X.G., 2015. MaxEnt modeling for predicting the potential distribution of *Sanguang*, an important group of medicinal fungi in China. *Fungal Ecology*, 17: 140-145.
- Zhang, K.L., Yao, L.J., Meng, J.S., Tao, J., 2018. MaxEnt modeling for predicting the potential geographical distribution of two peony species under climate change. *Science of the Total Environment*, 634: 1326-1334.

## 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.

