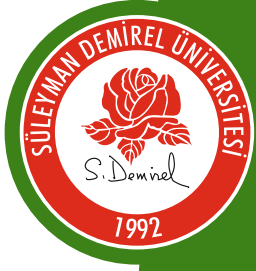


ISSN: 2149-3898



# TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ



Year: 2017  
Yıl: 2017

Volume: 18  
Cilt: 18

Issue: 1  
Sayı: 1



**TURKISH JOURNAL OF FORESTRY**  
TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ

ISSN: 2149-3898

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

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

Year/Yıl: 2017, Volume/Cilt: 18, Issue/Sayı: 1

**Editorial board / Dergi yayın kurulu**

**Editor-in-chief / Baş editör**

Mehmet Korkmaz

**Editors / Editörler**

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

**Layout editor / Dizgi editörü**

Süleyman Uysal

**Secretary / Sekreteryä**

Esra Bayar  
Tuğba Yılmaz Aydın

**Publisher / Yayıncı kuruluş**

SDU Faculty of Forestry – Isparta

**Contact / İletişim**

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

**Advisory board / Danışma kurulu**

Alois Skoupy, Czech University of Life Science, Czech Republic  
Arif Karademir, Bursa Technical University, Turkey  
Asko Lehtijarvi, Bursa Technical University, Turkey  
Aydm Tüfekçioğlu, Artvin Çoruh University, Turkey  
Aynur Aydın, İstanbul University, Turkey  
Bahar Türkyılmaz Tahta, Ege University, Turkey  
Cemil Ata, Yeditepe University, Turkey  
Ferhat Gökbülak, İstanbul University, Turkey  
Gökhan Abay, Recep Tayyip Erdoğan University, Turkey  
H. Hulusi Acar, Karadeniz Technical University, Turkey  
Hakkı Alma, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Turkey  
İsmet Daşdemir, Bartın University, Turkey  
Kani Işık, Akdeniz University, Turkey (Emeritus/Emekli)  
Kenan Ok, İstanbul University, Turkey  
Nihat Sami Çetin, İzmir Katip Çelebi University, Turkey  
Nilgöl Karadeniz, Ankara University, Turkey  
Osman Karagözel, Akdeniz University, Turkey  
Sadık Artunç, Mississippi State University, USA  
Veli Ortaçesme, 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), CiteFactor, Index Copernicus and Cosmos Index. Turkish Journal of Forestry is the official journal of Faculty of Forestry, Süleyman Demirel University. It was previously published under the title "Süleyman Demirel University Faculty of Forestry Journal" between 2000 and 2014.

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

CONTENTS

Research

- Factors affecting the use of urban forests in Turkey  
*Erdoğan Atmış, H. Batuhan Günşen, Cengiz Yücedağ,, Wietze Lise* ..... 1-10
- Evaluation of plant species in home gardens: A case study of Batumi city (Adjara)  
*Hilal Surat, Yasin K. Yaman* ..... 11-20
- Effects of nitrogen and sulfur fertilization on development of bare-root Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) seedlings  
*Nezhat Gürlevik, Mutlu Mercan* ..... 21-29
- Effects of soil-bedrock properties on tree growth in Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) natural regeneration sites under the influence of Mediterranean climate in Isparta Regional Directorate of Forestry  
*Yasin Karatepe, Erdi Koyun*..... 30-36
- Volume equations for natural Taurus cedar stands in West Mediterranean Region  
*Ramazan Özçelik, Meryem Çevlik*..... 37-48
- Effects of forest certification applications on forest resources management in Turkey  
*Sadettin Koçak, Ahmet Tolunay, Türkay Türkoğlu* ..... 49-56
- Shrinking and swelling properties and stability of use place in pine woods impregnated with geothermal waters of Simav, Kütahya, Turkey  
*Ahmet Ali Var, İbrahim Kardeş* ..... 57-62
- Evaluation of landscape restoration process in damaged areas during the construction of hydroelectric power plants in the sample of Kabaçağlayan Waterfall  
*Metin Demir, Mehmet Akif Irmak, Hasan Yılmaz, Turan Karadeniz*..... 63-73
- A tool in determination of rural tourism alternatives: The ecosystem services approach  
*E. Seda Arslan Muhacir, İlksen Tazebay*..... 74-81

Review

- Uses of data envelopment analysis in forestry  
*Mahmut M. Bayramoğlu, Devlet Toksoy*..... 82-93

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Türkiye'de kent ormanlarının kullanımını etkileyen faktörler  
*Erdoğan Atmış, H. Batuhan Günşen, Cengiz Yücedağ,, Wietze Lise* ..... 1-10
- Konut bahçelerindeki bitki türlerinin değerlendirilmesi: Batum (Acara) kent merkezi örneği  
*Hilal Surat, Yasin K. Yaman* ..... 11-20
- Azotlu ve kükürtlü gübrelemenin çıplak köklü Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarının gelişimi üzerine etkileri  
*Nevzat Gürlevik, Mutlu Mercan* ..... 21-29
- Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nün Akdeniz iklimi etkisi altındaki Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) doğal gençleştirme sahalarında anakaya-toprak özelliklerinin ağaç gelişimine etkisi  
*Yasin Karatepe, Erdi Koyun*..... 30-36
- Batı Akdeniz Yöresi doğal sedir meşcereleri için hacim denklemleri  
*Ramazan Özçelik, Meryem Çevlik*..... 37-48
- Türkiye'de orman sertifikasyonu uygulamalarının orman kaynakları yönetimine etkileri  
*Sadettin Koçak, Ahmet Tolunay, Türkey Türkoğlu* ..... 49-56
- Kütahya-Simav jeotermal sularıyla emprenyeli çam odunlarının çekme ve şişme özellikleri ile kullanım yeri stabilitesi  
*Ahmet Ali Var, İbrahim Kardeş* ..... 57-62
- Hidroelektrik enerji santralleri sırasında bozulan sahalarda peyzaj onarım sürecinin Kabaçağlayan Şelalesi örneğinde incelenmesi  
*Metin Demir, Mehmet Akif Irmak, Hasan Yılmaz, Turan Karadeniz*..... 63-73
- Kırsal turizm türlerinin belirlenmesinde bir araç: Ekosistem hizmetleri yaklaşımı  
*E. Seda Arslan Muhacir, İlken Tazebay*..... 74-81

Derleme

- Veri zarflama analizinin ormancılıkta kullanımı  
*Mahmut M. Bayramoğlu, Devlet Toksoy*..... 82-93

## Factors affecting the use of urban forests in Turkey

Erdoğan Atmış<sup>a</sup>, H. Batuhan Günşen<sup>a,\*</sup>, Cengiz Yücedağ<sup>b</sup>, Wietze Lise<sup>c</sup>

**Abstract:** The aim of this paper is to find drivers behind visitor's participation in the use of urban forests and to explain the differences in co-operation in urban forest management with the help of game theoretic modeling. For this purpose, data regarding public urban forests of Turkey were collected and analyzed by various statistical methods. According to the principal component analysis, leading factors affecting the use of urban forest were, ordered from the most important to the least important: (1) forest versatility, (2) management intensity, (3) visitor services, (4) forest tranquility, and (5) forest activities. These five factors accounted for 71% of the total variance among the variables. Furthermore, multiple regression analyses showed that, especially in cities with an abundance of forests, the use of urban forests was not widespread, whereas urban forests were visited more in the settlements having a high number of young population and a large family size. The estimated game theoretic model on participation indicated that the availability of forest services among visitors was generally harmonious. It could be concluded that urban forestry has to focus, not only on increasing the number and size of urban forests, but also on educating all relevant social groups in society on how to use urban forests in a sustainable and responsible manner.

**Keywords:** Green infrastructure, Management, Urbanization, Recreation

## Türkiye'de kent ormanlarının kullanımını etkileyen faktörler

**Özet:** Bu makalenin amacı, kent ormanlarının kullanımında ziyaretçilerin katılımını etkileyen faktörleri ortaya koymak ve kent ormanı yönetimindeki farklılıkları oyun teorisi modellemesi yardımıyla açıklamaktır. Bu amaçla, Türkiye'deki kent ormanları ile ilgili veriler toplanmış ve bu veriler farklı istatistik yöntemlerle analiz edilmiştir. Temel Bileşenler Analizi'ne göre, kent ormanlarının kullanımını etkileyen başlıca faktörler en önemliden en aza doğru (1) orman çok yönlülüğü, (2) yönetim gücü, (3) ziyaretçi hizmetleri, (4) orman rekreasyonu ve (5) orman aktiviteleri olarak sıralanmıştır. Bu beş faktör değişkenler arasındaki toplam varyansın %71'ini açıklamaktadır. Bundan başka, çoklu regresyon analizi özellikle ormanların çok olduğu şehirlerde kent ormanlarının çok kullanılmadığını buna karşılık genç nüfus ve aile birey sayısının fazla olduğu yerleşim yerlerinde kent ormanlarının daha çok ziyaret edildiğini göstermiştir. Katılımcı üzerine yürütülen tahmini oyun teorisi modeline göre ziyaretçiler arasındaki orman hizmetlerinden yararlanmanın genellikle uyumlu olduğunu göstermiştir. Bu çalışmayla, kent ormancılığının sadece kent ormanlarının sayısını ve büyüklüğünü artırmaya değil, aynı zamanda kent ormanlarının sürdürülebilir ve sorumlu bir şekilde nasıl kullanılacağı konusunda bütün ilgi gruplarını eğitmeye odaklanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yeşil altyapı, Yönetim, Kentleşme, Rekreasyon

### 1. Introduction

Green areas have been an essential component of town and city planning over the last century (Ignatieva et al., 2011). Hence, urban forests are an important part of the green areas and provide various services, such as the reduction of carbon emission, amelioration of the microclimate, mitigation of air pollution and a number of intangible recreation possibilities (Jim and Chen, 2009). Besides, they also provide other benefits beyond aesthetics, namely limiting runoff, absorbing urban noise, improving human health, and providing wildlife habitat (Mansfield et al., 2005). The ecological role of urban forests has been considered more important than that of most other green spaces in cities, as they have always represented a nearby nature, a 'wilderness' at the urban fringe (Konijnendijk, 2008).

Since the 1950s, the urban population in Turkey began to increase. Today, 92.1% of population is living in metropolitan areas, cities, and towns. Public expectations from forest resources have changed together with the migration of people from rural to urban centers (Atmış, 2004; Atmış et al., 2007, 2012). The General Directorate of Forestry (GDF) began to consider urban forests from 2003 onwards, following the worldwide popularity of research on urban forestry. GDF initiated "the Project of Urban Forests" to meet the demand of city people from urban forests. The goals and criteria for establishing urban forests were explained via the booklet entitled the "New Approach in our Forestry: Urban Forestry".

Yet, there was no legal or administrative basis for urban forestry, due to the spontaneous start of GDF to work for the establishment of urban forests without sufficient consideration of scientific data (Çağlar, 2004).

✉ <sup>a</sup> Department of Forest Engineering, Bartın University, Bartın, Turkey  
<sup>b</sup> Department of Landscape Architecture, Mehmet Akif Ersoy University, Burdur, Turkey  
<sup>c</sup> AF Mercados EMI, Ankara, Turkey  
@ \* **Corresponding author** (İletişim yazarı): hgunsen@bartin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 20.07.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 04.10.2016



**Citation** (Atf): Atmış, E., Günşen, H.B., Yücedağ, C., Lise, W., 2017. Factors affecting the use of urban forests in Turkey. Turkish Journal of Forestry, 18(1): 1-10.  
DOI: [10.18182/tjf.308629](https://doi.org/10.18182/tjf.308629)

Subsequently, and rather suddenly, new directives were launched to establish urban forests in all provinces. Various authors observed that problems arose from poor planning, a rather random selection of urban forest locations and insufficient funding for attracting the right personnel. For instance, according to Coşkun and Velioglu (2004) urban forests have remained mainly a “concept on paper” and it was not part of the planning process supported by legal regulations. Therefore, the criteria for establishing urban forests were inadequate (Elvan and Velioglu, 2004). The basic needs and demands of those living in the city were not considered. Uncertainties among authorities were blocking the way to obtain a common vision among relevant stakeholders (Çağlar, 2004; Atmiş et al., 2012).

In fact, most of the research conducted on urban forests has not yet led to generally accepted practical guidelines and criteria, or into other types of policy and management instruments. Consequently, urban forest managers should have a basic knowledge of the forest structure and functions. Moreover, appropriate guidelines and criteria for effective urban forest management are needed. Assessing successful urban forest management also requires clearly defined targets, or criteria, and specific performance indicators of success (Kenney et al., 2011). In order to improve the management of urban forests, GDF registered the number of existing plants and available equipment in urban forests. Furthermore, open fires during picnics were banned in the “Picnic Spot Regulation” published in the Official Gazette dated 30 September 2006. However, this regulation alone was an insufficient legal and administrative basis for urban forests. In a recent regulation dated 2013 open fires during picnics were no longer restricted. In the “Promenade Application Notification” it has been stated that the regional directorates of forestry that have urban forests, may allow for open fires, taking into account visitor demands.

Academic studies on urban forestry in Turkey already began in the 1980s, even though these studies were quite rare. So far, a variety of scientific studies are either elaborating on a conceptual framework for urban forestry or study what has been done in Turkey on urban forests (Atay, 1988; Coşkun and Velioglu, 2004; Gül et al., 2006; Gezer and Gül, 2009; Atmiş et al., 2011; Kurdoğlu et al., 2011). Besides these studies, Atmiş et al. (2007) showed that rapid urbanization increased the pressures on forests in Turkey and these pressures caused considerable adverse effects on the forests. The same article concludes that urbanites’ interest in and knowledge of the forests should be increased, forest legislation should be developed to respond to expectations of urbanites from forests and to decrease urban pressures on the forests. New recreation areas should be developed to decrease the urbanites’ recreation-oriented pressures on the forests. Likewise, Bekiroğlu et al., (2015) stressed that forest recreation areas played an important role in urban sustainability. It was also found that urban forests, established by the Forestry Ministry in all cities in Turkey in the early 2000s, should be well-planned and the users’ profiles and needs to be taken into consideration. The aim of this paper is to find drivers behind visitor’s participation in urban forest management with their determinants and explaining the differences in co-operation in urban forest management with the help of game theoretic modelling.

## 2. Material and methods

Population size of the study consisted of 64 urban forests established in Turkey as from 2010. In the current study full sampling was planned but taking into account that some urban forests are not open to the public, whereas other urban forests lack information, this study could only compile sufficient information on 52 out of the urban forests. Today, Turkey had more than 133 urban forests (GDF, 2015; Figure 1).

In order to provide an overall knowledge about urban forests in Turkey and contribute to the improvement of variables created in this study, we interviewed people from the forestry organization and representatives at the central and provincial level and examined various documents related to urban forests in the GDF archive in detail (covering a period from 2003 to 2010).

A part of the data has been obtained from other state organizations such as municipalities and Forest Regional Directorates through GDF. For this purpose, GDF assisted in the data collection process by sharing data from 27 Forest Regional Directorates. In this way, quantitative data has been collected with a form including the created variables between May and October 2010.

In total, 37 variables were derived from the available literature and interviews. These variables were grouped into six categories, namely (1) urban forest planning variables, (2) urban forest services, (3) urban forest administration, (4) urban forest general characteristics, (5) socio-economic characteristics and (6) usage of urban forests.

The variables in Table 1 can be further divided into the following categories:

- #1–15: variables describing the key decision factors in urban forest management. These variables will be interpreted as indicators of urban forest management (I). These will be aggregated (see below) into the main dependent variables.
- #16–35: explanatory variables that will explain the variation in the derived indicators of urban forest management (the hypothesised and expected sign in the regression analysis is shown in the brackets) and visitor numbers (see #36–37).
- #17: Distance to the urban forest. The further the distance, the lower would be the level of participation (negative sign).



Figure 1. Location of Turkey and number of urban forests by provinces (Atmiş, 2016)

- #18 and #24 and #25: Size of the urban forest. The larger the size of the urban forest, the more visitors it would attract and a higher participation (positive sign).
- #19: Is the forest artificial (one) or natural (two). A higher number would attract less visitors and lower participation, due to protection status of natural forests (negative sign).
- #20: Number of limiting factors. A higher number would lead to a lower participation (negative sign).
- #21: Number of transport alternatives. A higher number would increase the number of visitors (positive sign).
- #22: Forest land not steep. More steepness decreases the access possibilities and would lead to less participation (negative sign).
- #26: Altitude of the forest. Forests at higher altitudes would be less accessible and lower participation (negative sign).
- #27 and #28: Temperature and number of rainy days. A higher temperature and more rain would it make more difficult to visit the forest and lead to lower participation (negative sign).
- #29: Population. A higher population number would lead to more visitors, but could lead to less participation (mixed sign).
- #30: Income. This variable influences the budget of the family. It is not a priori clear what the effect of a higher income would be on participation (mixed sign).
- #31: Education level. Higher education would lead to more participation (positive sign).
- #32: Age. Younger people tend to be more environmental conscious and therefore more participative (negative sign).
- #33: Household size. Larger families will be more negligent and less participative (negative sign).
- #34: Level of urbanisation. The impact on level of urbanisation on participation is unclear (mixed sign).
- #36–37: dependent variables explaining the demand for visitors to urban forests.

In this study the resulting data has been analyzed using principle component analysis (PCA) and multiple regression analysis (OLS). PCA has been employed to determine which factors describe the use of urban forest and also applied to reduce the number of variables into a few new representative uncorrelated integrated decision variables. Furthermore, an OLS has been undertaken to explain the drivers behind the decision variables obtained from the PCA. In this analysis, the usage level and average annual number of visitors of urban forests have been used as dependent variables too. These two dependents are included to study which variables increase/decrease the use rate of urban forests. This will show ways to promote and encourage urban forest use. These analyses were performed by using the SPSS program (SPSS Inc., 2011).

For studying the opportunities of local people to voluntarily participate in the management of urban forests adjacent to their cities, we propose a general non-cooperative game model, without specifying this game beforehand. The strategy is to choose the level of participation in urban forest management. Here participation measures how an urbanite perceives the organization in the city to manage an urban forest. A participating urbanite adheres to rules and codes of conduct that are prevalent in

the city for urban forest management. This participation is awarded with the right of access to the urban forest from which they can reap benefits (=their net payoff). We refer to this situation as the participation game.

In order to formalize possible conflicts, which can emerge between urbanites, we will focus on the case with  $n$  urbanites contesting for access to the urban forest. Then we can distinguish between urbanite 1, the challenger, and urbanite 2, the contender, which is composed of all other urbanites contesting for the same urban forest. For that we need to assume that the challenger interprets the actions of other urbanites as a simultaneous move. Hence, we are dealing with a 1 versus  $n-1$  person game (see also Lise, 2007).

The simplest form of such a game consists of only two persons, who have a choice between two alternatives: to participate or not. When both urbanites participate they obtain  $x$ . When one urbanite participates, while the other does not, the single participant keeps the urban forest rules, obtaining  $b$ , while the other does not follow the set rules, reducing the protection of the urban forest, obtaining  $a$ . This 'cheating' can be detected and deterred through 'social fencing', where the rule-abiding urbanite spots cheating. Finally, when both deviate, rules are not adhered to by both urbanites, obtaining  $y$ . Table 2 shows the resulting payoff matrix.

A possible outcome of this game is a prisoner's dilemma, where the dominating strategy is to not participate and deplete the forest, while it would lead to collective better results when both villagers would participate, keeping the regeneration rate of the forest optimal. Hence, the following inequality could hold:

$$a > x > y > b \quad (1)$$

It is also possible that there are other types of games.

For estimating the participation game we need to construct a triplet  $(\pi_i, \theta_i, \vartheta_i)$ , where  $\pi_i$  is the payoff for urbanite  $i$ , measured as the use level urban forests (the variable LEVELUSE is shown in Table 1). Next,  $\theta_i$  is the strategy for urbanite  $i$ , measured as the level of participation (chosen as the second factor as derived in the Section Factor Analysis). The strategy of the contenders,  $\vartheta_i$ , which is the strategy of all other urbanites as perceived by the challenger, can be derived by taking the perception of forestry attributes, which is the first, third, fourth and fifth factor, as derived in Section Factor Analysis. The first, third, fourth and fifth factor is in a way the perception of the urbanites of the joint action of all other urbanites.

To interpret the value of the strategy, it is useful to normalise the strategy of the challenger  $\theta_i$  and the strategy of the contender  $\vartheta_i$  can be converted into a fraction between 0 and 1.

It is possible to assign the payoffs into four payoff groups by taking the average level of participation as the threshold value. We define values of  $\theta_i$  and  $\vartheta_i$  above the average as participative behaviour in the sense that an urbanite has a participatory attitude, while values of  $\theta_i$  and  $\vartheta_i$  below the average indicates that an urbanite is not participating. This simple way of splitting the payoffs can be referred to as the Mean Threshold Method. Assigning the payoffs is done as shown in Table 3.

Table 1. Names, labels, and units of the quantitative variables

No	Type	Names of variables	Label	Scale	Unit
<i>Urban forest planning variables</i>					
1	I	Number of tree species distributing in the urban forest	FLORA <sup>2</sup>	1 – 25	number
2	I	Number of coniferous tree species distributing in the urban forest	GYMNO <sup>2</sup>	0 – 9	number
3	I	Number of broad-leaved tree species distributing in the urban forest	ANGIO <sup>2</sup>	0 – 16	number
4	I	Number of animal species living in the urban forest	FAUNA <sup>2</sup>	1 – 12	number
<i>Urban forest services</i>					
5	I	Number of resting place types in the urban forest: bench, camellia or rain shelter	CHAIR	0 – 3	number
6	I	Number of observation place types in the urban forest: observation tower, observation deck	TERRACE	0 – 2	number
7	I	Number of sport service types in the urban forest: sports area, walking path, climbing path, bicycle path, children's playground	SPOR	0 – 5	number
8	I	Number of general service types in the urban forest: toilet, fountain, parking place, buffet	SERVICE	0 – 4	number
9	I	Number of information service types in the urban forest: information center, routing signs	INFORM	0 – 2	number
10	I	Functionalities of urban forest: health, recreation, aesthetics, flora and fauna info, sports	FUNCTION	1 – 5	number
<i>Urban forest administration</i>					
11	I	Number of personnel working in the urban forest	STAFF <sup>1</sup>	0 – 60	number
12	I	Number of technical personnel working in the urban forest	TSTAFF <sup>1</sup>	0 – 10	number
13	I	Management plan of urban forest	MANAGE	1 = no, 2 = yes	-
14	I	Number of protected areas outside urban forest used for recreation	PROTECT <sup>5</sup>	0 – 8	number
15	I	Number of picnic areas	PICNIC <sup>5</sup>	1 – 165	number
<i>Urban forest general characteristics</i>					
16	E	Time (year) since the establishment of urban forest	TIME <sup>1</sup>	1 – 6	years
17	E	Distance between urban forest and city center	DISTANCE <sup>2</sup>	1 – 40	km
18	E	Size of the urban forest	URFOREST <sup>1</sup>	8 – 1025	ha
19	E	Urban forest structural type (formerly or subsequently woody) of the area where the urban forest is established	STRUCT	1 = artificial 2 = natural	-
20	E	Limiting factors within the forest, like settlements, industries, highways	LIMIT	0 – 3	number
21	E	Number of transport alternatives from city center to urban forest	TRANSPOR	1 – 4	number
22	E	Average slope of the urban forest	SLOPE	1 = steep, 2 = partial steep, 3 = flat	-
23	E	Urban forest area per capita	PERURBAN <sup>3</sup>	0.11 - 105.87	m <sup>2</sup>
24	E	The ratio of total forest area in the city to city area	FOREST <sup>1</sup>	0.5 – 68	%
25	E	Forest area per capita in the city	GREEN	0.01 - 35.96	m <sup>2</sup>
26	E	Average altitude of province/county	ALTITUDE	2 – 1418	m
27	E	Average temperature	TEMPERAT <sup>4</sup>	8.86 - 19.23	°C
28	E	Number of rainy days	RAINYDAY <sup>4</sup>	6.02 - 12.66	number
<i>Socio-economic characteristics</i>					
29	E	Province/county population	CENSUS <sup>3</sup>	0.01 - 12.92	number
30	E	Income per capita	GDPPC <sup>6</sup>	0.69 - 3.72	TL
31	E	Education level (share of educated people in the region)	EDUCA <sup>3</sup>	0.39 - 0.60	-
32	E	Average age of urban population	AGE <sup>3</sup>	23.16 - 39.12	number
33	E	Household size	FAMILY <sup>3</sup>	3.47 - 6.93	number
34	E	Urbanization ratio	URBANZTN <sup>3</sup>	0.43 - 0.99	%
35	E	Net migration rate	MOVE <sup>3</sup>	-35.23 - 12.84	%
<i>Usage of urban forests</i>					
36	D	The average number of visitors in urban forests	VISITOR <sup>1</sup>	100 – 20000	number
37	D	Usage level (annual average urban forest visitors as ratio of population)	LEVELUSE <sup>1</sup>	0 - 216.5	%

I = indicators of urban forest management for PCA, E = explanatory variables and D = dependent variables. The colored rows indicate variables that have been excluded from the analysis due to statistical reasons as explained in the text.

Variables with <sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> and <sup>6</sup> codes in table are provided from GDF archives, GDF (2015), ABPRS (2010), TSMS (2010), MEF (2011) and SPO (2010), respectively. The non-code data are collected through forms and interviews.

Finally, the payoffs can be calculated by applying formula (2), where  $|X|$  denotes the number of observations in payoff-group X:

$$a = \frac{1}{|A|} \sum_{i \in A} \pi_i; b = \frac{1}{|B|} \sum_{i \in B} \pi_i; x = \frac{1}{|X|} \sum_{i \in X} \pi_i; y = \frac{1}{|Y|} \sum_{i \in Y} \pi_i \quad (2)$$

Table 2. Payoff matrix of the participation game

		Urbanite 2: (contender)	
		Participate	Do not participate
Urbanite 1: (challenger)	Participate	$x, x$	$b, a$
	Do not participate	$a, b$	$y, y$

Table 3. Assigning the level of participation

Level of participation of challenger (0)	Level of participation of contender (9)	Payoff group
'participate'	'participate'	X
'participate'	'do not participate'	B
'do not participate'	'participate'	A
'do not participate'	'do not participate'	Y

### 3. Results and discussion

#### 3.1. Principal component analysis

To study factors that influence the use of urban forest in terms of various aspects, a PCA is undertaken on thirteen indicators, namely FLORA, ANGIO, FAUNA, TERRACE, SPOR, SERVICE, INFORM, FUNCTION, STAFF, TSTAFF, MANAGE, PROTECT and PICNIC (see Table 4). These variables are selected for the PCA, because they represent three dimensions of urban forests, namely planning, services, and administration. And they are all decision variables.

The first five factors turn out to have eigenvalues with a value greater than one, leading to five factors. These five factors explain 71% of urban forest management. Variables GYMNO and CHAIR were included in the initial set of indicators, but were excluded later on, due to two reasons: (1) these indicators had no dominant factor loading in any of the five factors, and (2) the set of indicators was singular



with these two variables present and became orthogonal after excluding them.

Interpretation of the results in Table 4 yields that the most important component of urban forests is related to *Forest Versatility*, in terms of tree species, picnic areas, functionality and number of protected areas, explaining 27% of the variance. There are six dominant indicators (factor loading larger than 0.5 in absolute terms). The first factor consists of both the number of tree species, broadleaved tree species, picnic areas, protected areas, functionalities of the urban forest and technical personnel working in the urban forest. Hence, the variety in tree species is part of the most important factor for managing the urban forest. This is not surprising, because the first item coming to mind when considered forests is their natural wealth. Plants are important elements of open-green areas in the urban space and perception of the environment (Eroğlu et al., 2012). It has been reported that visitors often prefer urban forests with a higher diversity of tree species over natural forests around the city (Clark et al., 1997; Nowak et al., 2006). In addition, it is stressed that species composition of urban forests is generally highly variable (Kenney et al., 2011; Peckham et al., 2013).

The second factor is considerably less important than the first factor, explaining 13% of the variance, and represents the *Management Intensity*, in terms of staff numbers and the presence of a management plan. There are three dominant indicators here, namely whether there is a management plan of the urban forest, the number of personnel and technical personnel working in the urban forest. Hence, having a well-staffed administrative unit (second factor), will certainly help to improve the management of urban forests. Likewise, a study that Gül et al. (2013) have conducted on urban forestry in Isparta of Turkey has shown that there were significant challenges because of the insufficient staff in urban forestry practices. Kenney et al. (2011) have also indicated that the optimal number of urban forestry personnel would vary among communities and a better criterion would address the training, skill, and experience of the staff. Again, they have suggested that a sustainable and optimally managed urban forest requires a broader range of skills and experience than taking care of trees. Likewise, Clark et al. (1997) have reported that an optimal indicator of success for sustainable forest management is a community

that recognizes the environmental and economic contributions offered by the urban forest.

*Visitor Services*, in terms of general and information services forms the third factor, explaining 12% of the variation. There are two dominant indicators of participation in this factor. A high value in the third factor indicates a higher number of information and general services in the urban forest. Here urban forests with an adequate number of qualified information and orientation points, places such as toilets, fountains, parking places and small shops show that the needs of visitors are considered by the urban forest administration. This will also be a signal that the urban forest is managed well.

*Forest Tranquility*, in terms of lack of sport facilities and variety in number of animal species, would best describe the fourth factor explaining 10% of the variation. There is a positive factor loading to the number of animal species living in the urban forest, whereas there is a negative factor loading for the number of sport service types in the urban forest, which will generally be lower in a more ‘tranquil’ forest. Here, the number of available transport options to reach the urban forest would be lower for remote forests. The literature shows a negative relation between visitor frequency and distance (Schipperijn et al., 2010). However, the attractiveness of urban forests as a recreational environment is considered more important than the distance people need to visit an urban forest (Tyrväinen et al., 2004).

The fifth factor can be called *Forest Activities*, in terms of sport facilities and terrace viewing platforms and explains 9% of the variation. There are two factor loadings, namely the number of sport service types in the urban forest and observation place types. An urban forest having various activities is expected to attract more visitors. In addition, urban forests with a sufficient number and qualified sport areas, walking, climbing and bicycle paths, children's play area and observation points may be managed well too. Residents use urban forests for a variety of activities, such as recreation, exercise and playing (Lehvävirta et al., 2014). Urban forests in cities, where the ratio of forest area is high, have numerous forest activities (qualified sport areas, climbing, etc.) according to the results from the multiple regression analysis (see below).

Table 4. Principal component analysis based on thirteen indicators of urban forest management

	Factor 1 Forest Versatility	Factor 2 Management Intensity	Factor 3 Visitor Services	Factor 4 Forest Tranquillity	Factor 5 Forest Activities
FLORA	<b>0.880</b>	-0.008	0.265	0.167	0.044
ANGIO	<b>0.867</b>	-0.025	0.182	0.206	0.017
PICNIC	<b>0.642</b>	0.371	0.189	-0.138	-0.030
PROTECT	<b>0.578</b>	0.184	-0.226	0.079	0.210
FUNCTION	<b>0.564</b>	-0.001	-0.343	-0.409	0.064
TSTAFF	<b>0.547</b>	<b>0.655</b>	0.143	-0.162	-0.214
STAFF	0.107	<b>0.820</b>	-0.069	-0.060	-0.168
MANAGE	-0.031	<b>0.789</b>	-0.003	0.287	0.278
INFORM	0.014	0.136	<b>0.856</b>	0.095	0.030
SERVICE	0.203	-0.140	<b>0.700</b>	-0.158	0.028
FAUNA	0.234	0.124	-0.109	<b>0.778</b>	0.067
SPOR	0.069	0.139	-0.058	<b>-0.630</b>	<b>0.531</b>
TERRACE	0.089	-0.094	0.070	-0.019	<b>0.882</b>
Variance Explained	26.8%	13.1%	12.2%	10.3%	8.7%

Table 5. Multiple regression analysis results for ten dependent variables of urban forests

	Dependent Variables						
	Visitor	Leveluse	Factor 1 Forest Versatility	Factor 2 Management Intensity	Factor 3 Visitor Services	Factor 4 Forest Tranquillity	Factor 5 Forest Activities
(Constant)	742013*** (261941)	289 (240)	0.948 (5.956)	7.003 (7.460)	5.928 (7.594)	-8.489 (7.523)	-1.609 (7.274)
DISTANCE	-683 (705)	-1.418** (0.645)	0.006 (0.016)	-0.011 (0.020)	-0.003 (0.020)	0.025 (0.020)	-0.012 (0.020)
URFOREST (x 1000)	29962 (34455)	5.207 (49.744)	0.069 (1.364)	-0.708 (1.702)	2.095** (1.739)	-0.058 (1.656)	-0.049 (1.638)
STRUCT	-10138 (13087)	-10.708 (11.972)	0.238 (0.298)	0.466 (0.373)	-0.527† (0.379)	-0.189 (0.376)	0.227 (0.363)
LIMIT	3599 (9876)	-4.488 (9.034)	0.221 (0.225)	0.255 (0.281)	0.21 (0.286)	-0.493* (0.284)	0.111 (0.274)
TRANSPOR	1230 (5955)	-7.479† (5.447)	-0.091 (0.135)	0.092 (0.170)	-0.260† (0.173)	0.271† (0.171)	-0.229† (0.165)
SLOPE	10735 (9868)	7.492 (9.027)	-0.395* (0.224)	0.172 (0.281)	0.221 (0.286)	0.125 (0.283)	-0.396† (0.274)
FOREST	-327 (538)	-0.482 (0.492)	0.013 (0.012)	0.002 (0.015)	0.016 (0.016)	0.015 (0.015)	0.032** (0.015)
GREEN	1938† (1306)	2.563** (1.195)	-0.017 (0.030)	0.017 (0.037)	0.015 (0.038)	-0.023 (0.038)	-0.024 (0.036)
ALTITUDE (x 1000)	-50005† (33106)	-12.199 (30.284)	-1.085† (0.753)	0.134 (0.943)	-0.261 (0.960)	0.006 (0.951)	1.269† (0.919)
TEMPERAT	-13643** (6403)	-3.479 (5.857)	-0.152 (0.146)	0.047 (0.182)	-0.029 (0.186)	0.033 (0.184)	0.054 (0.178)
RAINYDAY	-9322 (7810)	1.164 (7.144)	-0.329* (0.178)	0.026 (0.222)	0.137 (0.226)	-0.25 (0.224)	0.044 (0.217)
CENSUS (x 1000 000)	9947** (4000)	-6.188* (3.659)	0.379*** (0.091)	0.02 (0.114)	-0.164† (0.116)	0.025 (0.115)	-0.096 (0.111)
GDPPC (x 1000 000)	7972 (11675)	15.475† (3.378)	-0.199 (0.093)	-0.275 (0.116)	-0.589* (0.118)	0.039 (0.112)	-0.261 (0.111)
EDUCA	96994 (223066)	310.44† (10.276)	5.475 (0.282)	1.936 (0.352)	-2.096 (0.359)	1.382 (0.342)	1.879 (0.338)
AGE	-11352** (4409)	-9.637** (4.033)	0.072 (0.100)	-0.235* (0.126)	-0.159 (0.128)	0.179† (0.127)	-0.084 (0.122)
FAMILY	-25377† (16725)	-17.338 (15.300)	0.162 (0.380)	-0.671† (0.476)	-0.53 (0.485)	0.674† (0.480)	0.103 (0.464)
URBANZTN	-28285 (65637)	28.767 (60.042)	-1.791 (1.493)	0.943 (1.869)	4.235** (1.903)	-0.131 (1.885)	2.08 (1.823)
R <sup>2</sup>	0.543	0.383	0.563	0.314	0.289	0.302	0.348

The value in the brackets denotes the Standard Error; †p < 0.20, \*p < 0.10, \*\*p < 0.05, \*\*\*p < 0.01

### 3.2. Multiple regression analysis

To explain the drivers behind the five factors describing urban forests in Turkey, we also undertake a multiple regression analysis. The following models are estimated by using Ordinary Least Squares (OLS):

$$\begin{matrix} \text{VISITOR} \\ \text{LEVELUSE} \\ \text{Factor}_i \end{matrix} \left\{ \begin{array}{l} = \text{Constant} + \beta_1 \text{DISTANCE} + \beta_2 \text{URFOREST} \\ + \beta_3 \text{STRUCT} + \beta_4 \text{LIMIT} + \beta_5 \text{TRANSPOR} \\ + \beta_6 \text{SLOPE} + \beta_7 \text{FOREST} + \beta_8 \text{GREEN} \\ + \beta_9 \text{ALTITUDE} + \beta_{10} \text{TEMPERAT} + \\ \beta_{11} \text{RAINYDAY} + \beta_{12} \text{CENSUS} + \beta_{13} \text{GDPPC} \\ + \beta_{14} \text{EDUCA} + \beta_{15} \text{AGE} + \beta_{16} \text{FAMILY} \\ + \beta_{17} \text{URBANZTN} + \text{error} \end{array} \right. \quad (3)$$

The above Equation shows that the five factors, which were found with the PCA, and two more variables (VISITOR and LEVELUSE) are used as dependent variables, because they are also good indicators for the pressures on urban forests. Equation (1) also shows the 17 variables used to explain the variation in (the use of) urban forests. These are descriptive variables, which cannot be changed by management decisions. These drivers consist of urban general characteristics and socio-economic characteristics. All variables in this group of seventeen

variables turn out to be significant at least once in the seven estimated regression equations. Three more descriptive variables were considered, namely TIME (Year since the establishment of urban forest), PERURBAN (Urban forest area per capita) and MOVE (Net migration rate), however, these were never significant and therefore excluded from the regression analysis. The results of multiple regression analyses are presented in Table 5.

After giving an interpretation of Table 3 above, we discuss these results and compare with what could logically be expected, and also with other findings in the literature below.

1. Three variables are significant in explaining the variation in visitor numbers, namely, the average temperature (-), the population number (+) and the average age (-). The signs of these variables are given in the brackets.
2. It was found that the forest area per capita (+), the population number (-), distance from city center (-) and the average age (-) were significant to explain the variation in intensity of the urban forest use.
3. The slope of the urban forest (-), the number of rainy days (-) and the population number (+) were found

significant in explaining the variation in forest versatility.

4. The average age (–) is found to be significant in explaining the variation in management intensity of urban forests.
5. The size of the urban forest (+), the income per capita (–) and the level of urbanization (+) were found to be significant in explaining the variation in visitor services. In other words, in cities where the income per capita is high, urban forests have fewer visitor services.
6. The variation in forest tranquility can be explained by the number of limiting factors in the forest (–).
7. The ratio of forest area is the only significant variable to explain the variation in forest activities.

Multiple regression analyses have exhibited that the distance to the forest (DISTANCE), the number of limiting factors (LIMIT), the average slope of the forest (SLOPE), the average temperature (TEMPERAT), the number of rainy days (RAINYDAY), and the average age (AGE) have a negative sign when significant. This shows that especially in cities with an abundance of forests the use of urban forests is not widespread, whereas urban forests are visited more frequently in settlements having a large young population and immediate family. This is an intuitive result and therefore the included statistically significant variables have the expected sign. On the other hand, urban forests are used much more intensively in cities where the forest area per capita is lower. In places with various forests, the public can easily reach different green areas in addition to urban forests.

The forest area per capita (GREEN), urban forest per capita (UFOREST), and the total forest area (FOREST) all have positive signs. Hence, the number of tree species is higher in the regions where the forest area per capita is low and the number of protected areas used for recreation is high. Variability in urban forests is greatly appreciated by urban visitors, due not only to mixtures with other types of trees, but also due to the combination of trees with fields, meadows and, in particular, water bodies (Schmithüsen et al., 1997). Likewise, Ja-Choon et al. (2013) stated that among the six urban forest attributes, biodiversity was the most influential among Korean urban dwellers in their choice of urban forest recreation. Gundersen and Frivold (2008) also pointed out that visitor preferences for a forest are affected positively by increasing tree size and a more advanced stage of tree species development.

In cities where the income per capita (GDPPC) is high, urban forests are generally established in areas with formerly woody rather than those with subsequently woody. General sites with fresh logs (in terms of having natural characteristics) are considered more aesthetically appealing than sites with old or no logs (Hauru et al., 2014). Most visitors appreciate the idea of the naturalness of an urban forest, and the importance of ecological management has increased during the past decade (Tyrväinen et al., 2003). Moreover, Eroğlu et al. (2012) stated that socio-economic difference among people also results in different visual preferences.

Fragmentation of urban forests by roads, agriculture, urbanization, industries and other development may effect negatively their management. Small remaining fragments having the removal of original species from the system may

result in extensive changes in the community structure, in the microclimate, in trophic associations and all other inter-specific relationships such as pollination, dispersion and competition, and result in biodiversity deterioration, both in terms of species and processes (Dislich and Pivello, 2002). In addition, Thomson (2014) has reported that the forest fragmentation process reduces the forest's function as a habitat for many plant and animal species. Furthermore, Tyrväinen et al. (2004) have stated that the more the urban forests become fragmented in a city structure, the more difficult it will be to reach the ecological objectives. Also, connectivity management of fragmented urban forest patches would be helpful to improve the habitats of forest birds (Song and Kim, 2016). In contrast, Lehvavirta et al. (2014) have announced that fragmentation effects might increase tree species richness in urban spruce dominated forests. Likewise, multiple regression analysis has shown that tranquil forests tend to be unfragmented due to a lack of roads, industries and urbanization.

### 3.3. Game estimation

The Mean Threshold Method as explained in the previous Section is applied to derive the participation games. In order to obtain insight in the assignment of payoffs to payoff groups, the choices of the challenger and the contender are plotted in Figures 2–5. The choice of the challenger,  $\theta$ , represents the management intensity (factor 2). The choice of the contender,  $\vartheta$ , represents the forest versatility (factor 1), visitor services (factor 3), forest tranquility (factor 4) and forest activities (factor 5); a high  $\vartheta$  or  $\theta$  is a positive perception, while a low  $\vartheta$  or  $\theta$  means a negative perception. Figures 2-5 show the result for the Mean Threshold Method where a division into four payoff groups is indicated by the thick lines.

Interpretation of Figures 2-5 already leads to an interesting outcome, namely that the most frequent occurrence of mutual participation is found with respect to management intensity and visitor services. This is shown in the figures by the concentration of data at the upper-right cell (= X) in Figure 3. B is the right lower cell, A is the left upper cell and Y is the left lower cell (this is also indicated in the figures by putting an upper-case letters in the four cells).

In a Pareto game it is optimal for the players to both participate (Lise, 2007). A battle-of-sexes game for the game on management intensity and forest tranquility implies that the optimal strategy of the challenger is to choose the opposite of the strategy of the contender (Table 6).

## 4. Conclusions

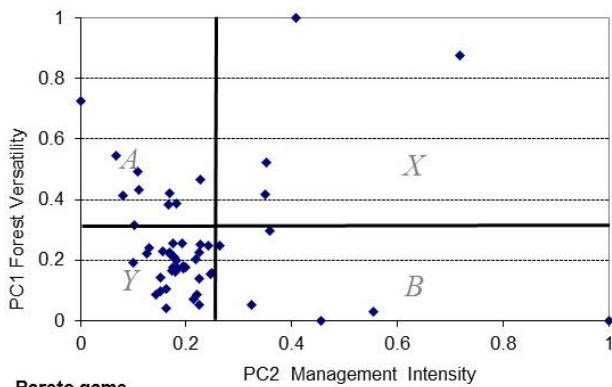
In this study, the PCA indicated that the most leading factors affecting the use of urban forests in Turkey were as follows: (1) *forest versatility*, (2) *management intensity*, (3) *visitor services*, (4) *forest tranquility*, and (5) *forest activities*. These five factors explained 71% of the variation among the indicators of urban forestry in Turkey. In addition, multiple regression analyses have shown that especially in regions with an abundance of forests the use of urban forests is not widespread, whereas visitors of urban forest tend to consist of young people and small families. The estimated game theoretic model on participation

indicates that the availability of forest services among visitors is generally harmonious.

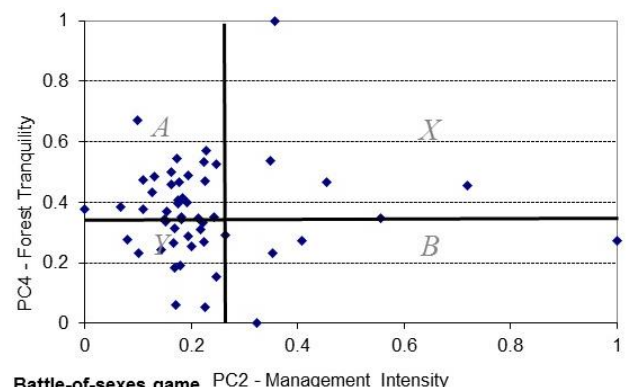
As the usage of recreational areas in cities with a large number of picnic areas and a large young population became institutionalized, urban forest management became more successful in those cities. This result stresses that experience with previous open-air recreation is needed to improve management of urban forests. Moreover, a newly established urban forest which includes a wide variety of tree species would better meet the needs of urban residents. In this respect, improvement of urban forests is needed in order to be able to provide sufficient services in terms of

health, happiness, and success of urban population that is having more stressful social life and tired owing to the rise of technological innovations. In addition, it would be beneficial to establish and manage urban forests that provide multi-purpose services.

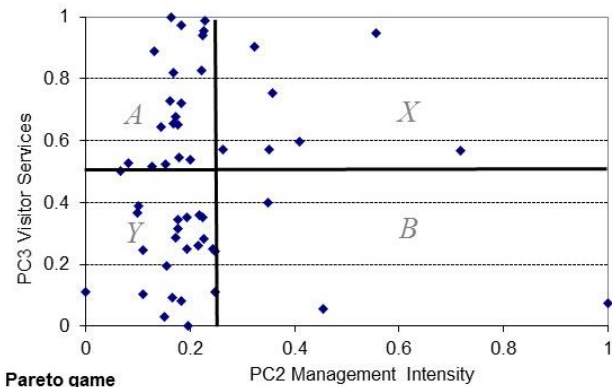
It can also be concluded that the General Directorate of Forestry has to focus, not only on rapidly increasing the number of urban forests, but also on instructing how to use urban forests to all relevant social groups in society in order to achieve a balanced result. For this purpose, awareness programs based on audiovisual methods, trainings, and workshops can be used.



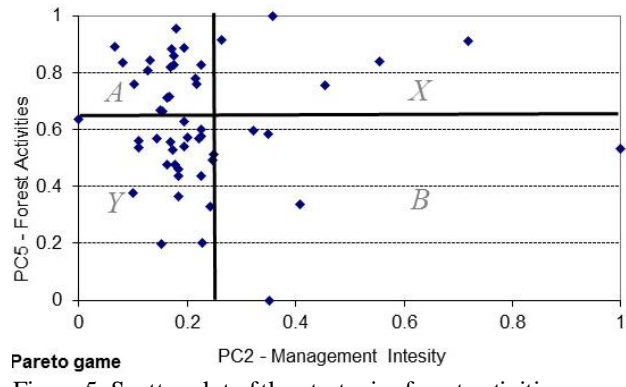
**Pareto game**  
Figure 2. Scatter plot of the strategies forest versatility versus management intensity



**Battle-of-sexes game**  
Figure 4. Scatter plot of the strategies forest tranquility versus management intensity



**Pareto game**  
Figure 3. Scatter plot of the strategies visitor services versus management intensity



**Pareto game**  
Figure 5. Scatter plot of the strategies forest activities versus management intensity

Table 6. Estimated urban forest games

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	Payoff order	Name of the game
Management Intensity	8.5	37	23.9	12.3	$b > x > y > a$	Pareto game
Forest Versatility	(10)	(8)	(5)	(29)		
Management Intensity	7.6	20.7	41.6	15.2	$x > b > y > a$	Pareto game
Visitor Services	(20)	(6)	(7)	(19)		
Management Intensity	15.3	44.7	11.6	7.1	$b > a > x > y$	Battle of Sexes game
Forest Tranquility	(20)	(8)	(5)	(19)		
Management Intensity	8.7	23.3	45.9	13.8	$x > b > y > a$	Pareto game
Forest Activities	(19)	(8)	(5)	(20)		

In conclusion, this study has drawn some preliminary management implications that highlight the need for developing a policy framework for urban forests in Turkey. Future work is required to better understand the complex relationship between urban people and urban forests. This need is apparent, in the urbanizing world, from which Turkey is no exception.

### Acknowledgements

The help of the General Directorate of Forestry (GDF) personal during the data collection process is very much appreciated and acknowledged. We would like to give special thanks to Fethi ARSLAN, director of the GDF Education Department. We also thank Zorbay ÇETİN and Dr. Sevgi GÖRMÜŞ for their help.

### References

- ABPRS, 2010. Turkish Statistical Institute, Address Based Population Registration System. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul?dil=2>. Accessed: 22.12.2010.
- Atay, İ., 1988. Urban Forestry. İstanbul, Turkey, İstanbul University Forestry Faculty Publications, İstanbul.
- Atmış, E., 2004. Urbanization's pressures and urban sensitivity on forests. 1<sup>st</sup> National Urban Forestry Congress Proceedings Book. 9-11 April 2004, Ankara, Turkey, pp. 401-413.
- Atmış, E., 2016. Development of urban forest governance in Turkey. *Urban Forestry & Urban Greening*, 19:158-166.
- Atmış, E., Özden, S., Lise, W., 2007. Urbanizations pressures on the natural forests in Turkey: An overview. *Urban Forestry & Urban Greening*, 6(2):83-92.
- Atmış, E., Günşen, H.B., Yücedağ, C., 2011. An evaluation on urban forests in Mediterranean region. Turkey: 1<sup>st</sup> National Mediterranean Forest and Environment Symposium Proceedings Book, 26-28 October 2011, Kahramanmaraş, pp. 78-91.
- Atmış, E., Günşen, H.B., Yücedağ, C., Lise, W., 2012. Status, use and management of urban forestry in Turkey. *Journal of South-East European Forestry*, 3(2):69-78.
- Bekiroğlu, S., Destan, S., Can, M., Turkoglu, T., Tolunay, A., 2015. Econometric analysis of a forest recreation area: an example from İstanbul, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24: 2937-2945.
- Clark, J.R., Matheny, N.P., Cross, G., Wake, V., 1997. A model of urban forest sustainability. *Journal of Arboriculture*, 23(1):17-30.
- Coşkun, A.A., Veliöğlu, N., 2004. Definition and legal aspect of urban forest. 1<sup>st</sup> National Urban Forestry Congress Proceedings Book. 9-11 April 2004, Ankara, Turkey, pp. 19-33.
- Çağlar, Y., 2004. New adventure of forestry in Turkey: "urban forestry". 1<sup>st</sup> National Urban Forestry Congress Proceedings Book. 9-11 April 2004, Ankara, Turkey, pp. 472-481.
- Dislich, R., Pivello, V.R., 2002. Tree structure and species composition changes in an urban tropical forest fragment (Sao Paulo, Brazil) during a five-year interval. *Bol. Bot. Univ. Sao Paulo*, 20:1-11.
- Elvan, D., Veliöğlu, N., 2004. Legal principals of urban forest management. 1<sup>st</sup> National Urban Forestry Congress Proceedings Book. 9-11 April 2004, Ankara, Turkey, pp.118-133.
- Eroğlu, E., Müderrisoğlu, H., Akıncı Kesim, G., 2012. The effect of seasonal change of plants compositions on visual perception. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 20(3):196-205.
- GDF, 2015. General Directorate of Forestry. <http://web.ogm.gov.tr>. Accessed: 18.11.2015.
- Gezer, A., Gül, A., 2009. Urban Forestry (Conceptual, Technical and Cultural Approaches). Süleyman Demirel University Forestry Faculty Publications, Isparta.
- Gundersen, V.S., Frivold, L.H., 2008. Public preferences for forest structures: a review of quantitative surveys from Finland, Norway and Sweden. *Urban Forestry & Urban Greening*, 7:241-258.
- Gül, A., Gezer, A., Kane, B., 2006. Multi-criteria analysis for locating new urban forests: An example from Isparta, Turkey. *Urban Forestry & Urban Planning*, 5(2):57-71.
- Gül, A., Yazıcı, N., Kuş Şahin, C., 2013. Opinions, tendencies and preferences about urban forestry of urban residents: A case study on the Isparta City-Turkey. *Energy Education Science and Technology Part A: Energy Science and Research*, 30(2):933-944.
- Hauru, K., Koskinen, S., Kotze, D.J., Lehvävirta, S., 2014. The effects of decaying logs on the aesthetic experience and acceptability of urban forests – implications for forest management. *Landscape and Urban Planning*, 123:114-123.
- Ignatieva, M., Stewart, G.H., Colin, M., 2011. Planning and design of ecological networks in urban areas. *Landscape and Ecological Engineering*, 7:17-25.
- Ja-Choon, K., Mi Sun, P., Yeo-Chang, Y., 2013. Preferences of urban dwellers on urban forest recreational services in South Korea. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12:200-210.
- Jim, C.Y., Chen, W.Y., 2009. Ecosystem services and valuation of urban forest in China. *Cities*, 26(4):187-194.
- Kenney, W.A., Van Wassenae, P.J.E., Satel, A.L., 2011. Criteria and indicators for strategic urban forest planning and management. *Arboriculture & Urban Forestry*, 37(3):108-117.
- Konijnendijk, C.C., 2008. The Forest and City - The Cultural Landscape of Urban Woodland. Denmark, Springer.
- Kurdoğlu, O., Düzgüneş, E., Kurdoğlu, B.Ç., 2011. Evaluation of conceptual legal and environmental aspects of urban forests. *Artvin Çoruh University Faculty of Forestry Journal*, 12 (1): 72-85.
- Lehvävirta, S., Vilisics, F., Hamberg, L., Malmivaara-Lämsä Kotze, D.J., 2014. Fragmentation and recreational use affect tree regeneration in urban forests. *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(4):869-877.
- Lise, W., 2007. An Econometric and Game Theoretic Model of Common Pool Resource Management: People's Participation in Forest Management in India. Nova Science Publishers Inc., Hauppauge, New York.

- Mansfield, C., Pattanayak, S.K., Mc Dow, W., Mc Donald, R., Halpind, P., 2005. Shades of Green: Measuring the value of urban forests in the housing market. *Journal of Forest Economics*, 11:177–199.
- MEF, 2011. Republic of Turkey Ministry of Environment and Forestry. <http://www.cevreorman.gov.tr>. Accessed:30.03.2011.
- Nowak, D.J., Hoehn, III R.E., Crane, D.E., Stevens, J.C., Walton, J.T., Bond, N.Y.J., Ina, G., 2006. Assessing urban forest effects and values. USDA Forest Service Publications, Northeastern Research Station Resource Bulletin NE-166.
- Peckham, S.C., Duinker, P.N., Ordóñez, C., 2013. Urban forest values in Canada: Views of citizens in Calgary and Halifax. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12:154–162.
- Schipperijn, J., Stigsdotter, U.K., Randrup, T.B., Troelsen, J. 2010. Influences on the use of urban green space - A case study in Odense, Denmark. *Urban Forestry & Urban Planning*, 9(1):25-32.
- Schmithüsen, F., Kazemi, Y., Seeland, K., 1997. Perceptions and attitudes of the population towards forests and their social benefits. Social origins and research topics of studies conducted in Germany, Austria and Switzerland between 1960 and 1995. Vienna, IUFRO.
- Song, W., Kim, E., 2016. Landscape factors affecting the distribution of the great tit in fragmented urban forests of Seoul, South Korea. *Landscape and Ecological Engineering*, 12:73-83.
- SPO, 2010. State Planning Organization. <http://ekutup.dpt.gov.tr/bolgesel/gosterge>. Accessed:30.03.2010.
- SPSS Inc., 2011. SPSS 20.0 guide to data analysis. Prentice Hall Public, New Jersey.
- Thomson, M.J., 2014. Forest fragmentation. <http://www.ontarionature.org/discover/resources/PDFs/factsheets/fragmentation.pdf>. Accessed:15.11.2014.
- TSMS, 2010. Turkish State Meteorological Service. <http://www.meteoroloji.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx>. Accessed: 25.12.2010.
- Tyrväinen, L., Silvennoinen, H., Kolehmainen, O., 2003. Can ecological and aesthetic values be combined in urban forest management? *Urban Forests & Urban Greening*, 1(3):35-149.
- Tyrväinen, L., Pauleit, S., Seeland, K., de Vries, S., 2004. Benefits and uses of urban forests and trees. In: Nilsson K, Randrup TB, Konijnendijk CC, (Eds.), *Urban Forests and Trees in Europe A Reference Book*. Springer Verlag.

## Evaluation of plant species in home gardens: A case study of Batumi city (Adjara)

Hilal Surat<sup>a,\*</sup>, Yasin K. Yaman<sup>a</sup>

**Abstract:** The home vegetation features in urban landscapes play an important role as indicators of urban biodiversity potential. They are also ornamental resources in the context of landscape appreciation for the human environment. This study gives information about existing plant species that have already been determined and evaluated according to plant characteristics (aesthetic & visual, functional, socio-cultural and ecological) in the gardens of detached houses and housing estates in home areas in the city centre of Batumi. Therefore, this paper provides quantitative information on the distribution of plant species in the urban residential landscape areas of Batumi city (Adjara). This study covers a total of 100 home gardens. The home gardens are mainly based on 4 different types which are traditional housing, detached housing, villa, and apartment blocks-housing estates. The results showed that there were 147 species from 61 different families in these home gardens. There are more exotic species in residential gardens. Furthermore, the richness of species and diversity are positively related to new urban development areas. However, it was clearly determined that the vegetation structure has a tendency towards ornamental purposes, which is different from detached housing gardens and villa gardens where fruit and other benefiting species are available.

**Keywords:** Floral and landscape assessment, Home garden vegetation, Urban biodiversity, Batumi (Adjara)

## Konut bahçelerindeki bitki türlerinin değerlendirilmesi: Batum (Acara) kent merkezi örneği

**Özet:** Konut bahçelerinde kullanılan bitki türleri kent peyzajında belirleyici rol olarak kentin biyoçeşitlilik potansiyelinde önemli bir yer tutar. Bunun yanında peyzaj kalitesini arttırmak adına dekoratif bir kaynak sağlar. Bu çalışma, Batum kent merkezinde ki mevcut bitki türlerinin estetik, görsel, fonksiyonel, sosyo-kültürel, ve ekolojik değerlerini göz önüne alarak özel konut bahçeleri, siteler ve yerleşim yerlerinde yapılmıştır. Bunun yanında Batum kent merkezindeki konut bahçelerinde kullanılan bitkiler hakkında da nicel bilgiler vermektedir. Çalışma alanında toplam 100 konut bahçesinde araştırma yapılmıştır. Bu konut bahçeleri yerel evler, özel konutlar, villalar ve apartman bahçelerinde olmak üzere 4 farklı konut tipi kategorisinde ele alınmıştır. Araştırma yapılan konut bahçelerinde 61 farklı familyaya ait 147 bitki türüne rastlanmıştır. Araştırma yapılan konut bahçelerinde, oldukça fazla egzotik bitki türüne rastlanılmıştır. Özellikle tür çeşitliliğinin fazlalığı ve farklılığı yeni yerleşim yerlerinde daha çok göze çarpmaktadır. Bunun dışında, çalışmada net olarak görülmektedir ki yerleşim merkezindeki süs bitkilerinin kullanımı villa ve özel konutlarda yerini yer yer meyve ve diğer fayda getiren türlere bırakmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Flora ve peyzaj değerlendirmesi, Konut bahçesi bitkileri, Kentsel biyoçeşitlilik, Batum (Acara)

### 1. Introduction

In recent years, there has been an increasing interest in examining the role of gardens (Mazumdar and Mazumdar 2012). Home gardens occur in regions with either high or low population densities and are often located in proximity to human dwellings, often delimited from their surroundings by hedges, fences or other barriers. The gardens are markedly different from the surrounding landscape. The gardens are markedly different from the surrounding landscape (Guarino and Hoogendijk, 2004; Galluzzi et al., 2010; Agbogidi and Adolor, 2013).

Home gardens, whether in rural or urban areas, are characterized by a structural complexity and multifunctionality, which brings different benefits to ecosystems and people (Galluzzi et al., 2010). Gardens are powerful settings for human life, transcending time, place,

and culture (Gross and Lane, 2007; Kiesling and Manning, 2010), as well as the connection between gardening and psychological well-being (Kaplan, 1973; Francis and Hester, 1990; Kaplan and Kaplan, 1990; Kuo and Taylor, 2004). Contact with and access to nature has potential benefits for both physical and mental health (Frumkin, 2003), which helps recovery after surgery (Ulrich, 1984), reduces stress in children (Wells and Evans, 2003) increases cognitive functioning (Shibata and Suzuki, 2002), containers of memory, of past landscapes, trees and plants (Bhatti and Church, 2001; Thompson, 2005), childhood play and hideaway spaces (Cooper, 1992; Francis, 1995), material artefacts, such as gazebos, furniture, tools, and social interaction and formation of significant relationships with friends, parents (Bhatti and Church, 2001).

Urban and countryside home gardens contribute to the functioning and sustainability of the urban ecosystem

✉ <sup>a</sup> Artvin Çoruh Universities, Forestry Faculty, Department of Landscape Architecture, Artvin

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): hilal881@artvin.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 28.09.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 09.03.2017



**Citation** (Atf): Surat, H., Yaman, Y.K., 2017. Evaluation of plant species in home gardens: A case study of Batumi city (Adjara). Turkish Journal of Forestry, 18(1): 11-20. DOI: [10.18182/tjf.308755](https://doi.org/10.18182/tjf.308755)

(Engels, 2001), providing benefits such as pollination, a shelter for micro- and macro-fauna and allowing gene-flow between plant populations in and out of the garden. The increasingly important role of urban ecosystem, which is no longer connected to home gardens, contributes to improving air quality, reducing CO<sub>2</sub> emissions and temperatures and, providing citizens with livelihood opportunities as well as social, income and recreational activities (Van Veenhuizen, 2006; Viljoen et al., 2009). Vegetation plays a key role in urban environments by providing food, breeding sites and shelter for animals and plants, and also by modifying the microclimate (Dickman, 1987). Home gardens' specific relevance for conservation purposes resides in their capacity to represent biodiversity at multiple (Hodgkin, 2001)

Improving urban environments for biodiversity will not only be beneficial to human individuals and communities inhabiting those areas, but will also be advantageous for biological conservation. In developed regions where intensive use of the wider landscapes, particularly through agriculture, has resulted in the decline of the population of species, therefore urban areas are becoming increasingly important for sustaining regional abundance (Beebe, 1997; Gregory and Baillie, 1998; Mason, 2000; Bland et al., 2004; Peach et al., 2004).

Studies carried out in various countries demonstrate that high levels of plant genetic diversity, especially in terms of traditional crop varieties and landraces, are preserved in home gardens, providing services such as pollination, refuge for micro- and macro-fauna, home gardens are important social and cultural spaces where knowledge related to agricultural practices is conveyed and allowing for plant-to-plant populations inside and out of the garden (Galluzzi et al., 2010).

Homegardens have besides the vertical structure the closest mimics of natural forests in their structure and homegardens also have distinct horizontal structure which together help in the efficient utilization of water, light and space, and support diverse wildlife species besides meeting various social and basic needs of families. Homegardens are important in situ conservation sites and in accordance with the Convention of Biological Diversity Article 7-8 and 10(c), inventorization of such areas can help in the identification and conservation of biodiversity while assessing the sustainability of the system. In order to understand the structure and function of homegardens, it is necessary to analyse both socio-economic and biophysical aspects of these systems (Fernandes and Nair, 1986; Kumar et al., 1994; Santhakumar et al., 1996; Mendez et al., 2001; Das and Das, 2005).

Species diversity in a homegarden can range from less than five to more than 100 (Mendez et al., 2001), and therefore can be important islands of diverse plants. Yet systematic study tends to suffer from low sample sizes (i.e., few homegardens sampled), or limited taxonomic treatment (e.g., surveying only trees), so the capacity of homegardens to contribute to biodiversity conservation in Batumi (Adjara) remains understudied.

This study contributes to the knowledge on biodiversity in cities focusing on the species in the city of Batumi (Adjara). The present paper explores the relationship between residence types, distance to the city centre and plant species diversity. In this context, ornamental woody species in the selected settlement forms were analyzed. In

addition to this article, this article provides a base for further scientific studies in the region.

## 2. Materials and methods

### 2.1. Study area

Batumi is a city located on the coast of the Black Sea. It is located in the southwest of Georgia. Georgia borders Russia in the north, Azerbaijan-Armenia in the south, Turkey in the southwest, and the Black Sea in the west (Figure 1). Batumi is the capital of the autonomous republic of Adjara and has approximately 130,000 inhabitants. The city of Batumi covers approximately 19 km<sup>2</sup> (Pepping, 2012). It represents a crossroads of geographical-genetic elements characteristic to the Mediterranean, Iran-Turkish and northern hemispheric ancient flora. This landscape geobotanical zone is comprised of wetlands, unique lakes and marshes, various types of mountainous steppes, mountainous xerophyte shrublands, dry and mesophyllous meadows and relict remnants of forests once common in Javakheti upland (Akhalkatsi et al., 2009). In this region also, an abrupt transition takes place from the humid subtropical plains to the sub-alpine and alpine landscapes of Atchara-Trialeti range, the south slope of the East Caucasus and climate dividing the Gombori range (with slightly developed sub-alpine landscapes), and rising above plains surrounding (Bondyrev et al., 2008).

The region is divided into three floristic provinces Euxine, Armeno-Iranian, and Caucasian. The Euxine province is located in the extreme western part of this region on the Adjara Imereti range (Ketskhoveli, 1959; Akhalkatsi et al., 2009). A humid subtropical mountainous climate with cold winters and mild summers is characteristic to the transient climatic zone located south-west of the Adjara-Trialeti Mountain System and Turkey-Georgia border. The mean annual precipitation in the transitional climate region is approximately 508-654 mm at the Georgian-Turkish border. The majority of the precipitation falls between April and October, with May and June being considered the months with most rainfall (82 mm/month and 88 mm/month, accordingly). The driest months of the year in these parts are December (32 mm/month) and January (30 mm/month) (Akhalkatsi et al., 2009). It is probably fair to say that Batumi has become one of the most attractive places on the Black Sea coast. With a subtropical climate and a location on the shores of the Black Sea, Adjara was well known in the Soviet Union as a holiday paradise for prominent leaders and a key area for growing crops such as tea, tobacco, and citrus. As for agriculture, Adjara used to be one of the main producers of citrus fruits, tea, nuts and tobacco in the Soviet Union. Accordingly, a high number of food processing factories were constructed in Adjara which are currently producing very little or out of use. Currently, the main source of income for the rural population is subsistence-type agriculture in small land plots and cattle farming (Frederiksen, 2012).





Figure 1. Study area

2.2. Floristic analysis and field sampling

The present research provided floristic information that form urban plant species of the home gardens in the city of Batumi. A botanical inventory was conducted in the homegardens of 100 randomly selected sample households across five regions in Batumi (Figure 2) from Batumi city centre, Avgia, Kvariati, Gonio and Sarpi districts from the study site.

Except the city center, there are scattered settlements due to the topographical structure. All the sample spaces are selected from the home areas in the city. Selection of households was based on home types. Sample spaces are selected at random from home garden located in a home area surveyed. The location and altitude of each sample household was recorded by a global positioning system (GPS). A botanical inventory was conducted twice in each selected homegarden. Thus, the seasonal variation in floristics and structure was assessed.

To gather information about plant materials field survey forms were employed. These forms, which will be the basis of the analyses to be conducted later on, contained information such as housing type, name of each plant

material, number of these materials, places of use and, properties of usage in the landscape and purpose. Measurements, site observations, photographs and sample collection were performed and taken during the field studies. Within the sample sites, all woody tree, shrub, ground cover, vine plant species were recorded for the 2014–2015 period. Habitats were first sampled in the spring, then marked and resampled in summer in order to record the presence of the communities that segregate their phenological peak.

All species present in each sampled homegarden were identified and recorded by the botanical name, or by local name that was later confirmed from the Artvin Coruh University forest faculty Herbarium if the botanical name was not immediately known. All individuals of trees and shrubs were counted and recorded except the individuals in hedgerows. Plant species distribution was designated by a phase of general analyses, and then one of the most common plant species in private gardens was evaluated according to residence types (Figure 3) and their distance to the city centre. Residence types and distance from the city centre as follows;

Residence type:

- Type1: Traditional housing
- Type2: Detached housing
- Type3: Villa
- Type4: Apartment blocks and housing estates

Distance from the city centre:

- Distance1: 10-15 km (D1-Kvariati and Sarpi home areas)
- Distance2: 5-10 km (D2-Avgia and Gonio home areas)
- Distance3: 0-5 km (D3-City centre)

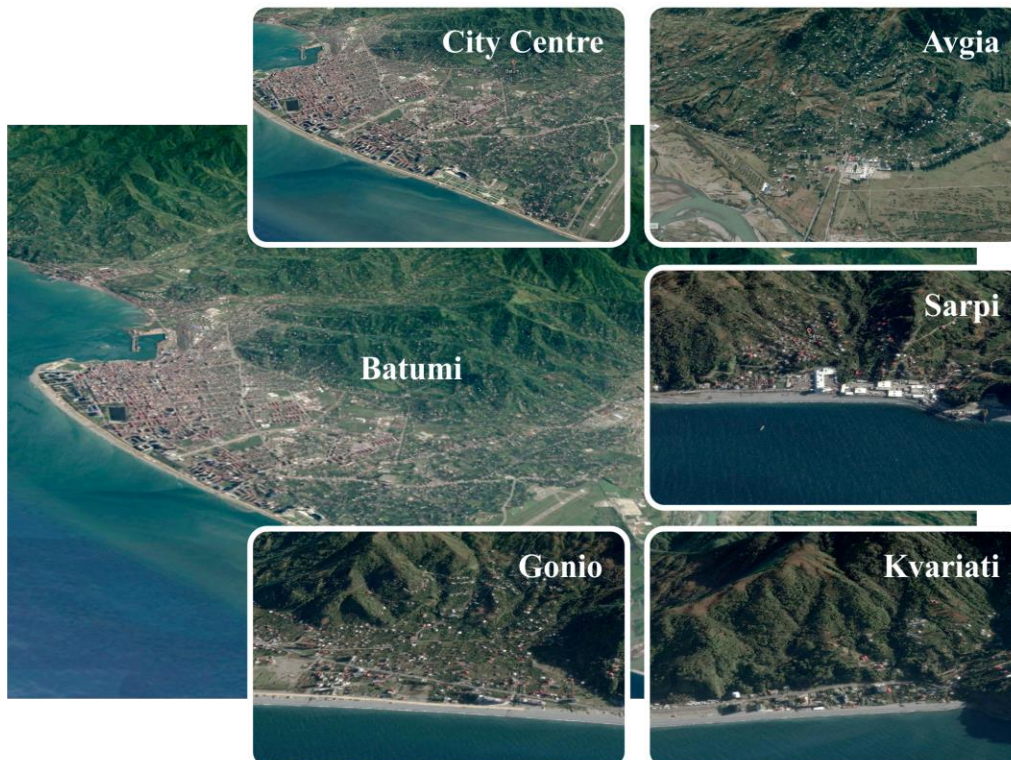


Figure 2. Field sampling regions in Batumi



Figure 3. Examples of residence types in the study area

Research, we assessed plant species for landscape preferences in different residence types. Evaluation was done according to characteristics of species. The species were categorized on the basis of the features of aesthetic (flowering, fruiting, leaves and calligraphic effect, trunk-shoot, habits, texture) and functionality (fruit benefiting, barrier, wall covering, direction, screening, accent, shade, wildlife, hedge) dimensions.

### 2.3. Data analysis

Each species recorded was classified by family. Mean diversity and occurrence values of the plant species were calculated for each home settling. Various indices have been used to measure diversity within an assessed point. These diversity indices were used to assess species diversity based on the floristic data. Each species recorded were classified according to the type of housing they were found. The species richness was described as the number of species encountered in each sample site. For the quantification of species occurrence, frequency values are given. Each species recorded were detected according to the type of housing they were distribution of the evergreen and deciduous plant species. Each species recorded were detected according to in terms of place usage (front yard, side yard, back yard,) in the home garden. To detect relationship between existing plant characteristics and home types and distance from the city centre we employed Spearman's rank correlation coefficients analysis using the package SPSS 19.0 program for Windows.

## 3. Results

### 3.1. Floral assessment

#### 3.1.1. Frequency of ornamental species

A total of 147 ornamental plants were recorded in the 100 sample sites of the city of Batumi.

According to residence types, some differences were recorded in the use of plant species. As seen in Table 1,

*Pyrus domestica*, *Citrus reticulata*, *Rosa* spp., *Rubus fruticosus*, *Jasminium fruticans*, *Tilia cordata*, *Citrofortunella microcarpa* and *Camelia japonica* were determined in traditional houses. *Juniperus sabina*, *Camelia japonica*, *Citrofortunella microcarpa*, *Hibiscus rosasinensis*, *Lauracerasus officinalis*, *Pyrus communis*, *Pyrus domestica*, and *Salix alba* were encountered in detached houses. Similarly, *Camelia japonica*, *Philadelphus coronarius*, *Citrofortunella microcarpa*, *Lauracerasus officinalis*, *Sambucus nigra*, and *Rhus typhina* were mostly recorded in villas. *Fatsia japonica*, *Citrofortunella microcarpa*, *Jasminium fruticans*, *Pyrus domestica*, *Vitis sylvestris* and *Phyllostachys bambusoides* are some of the most preferred species in the context of apartment blocks-housing estates and villas. According to distance of places to the city centre, plant species show differences among the areas. *Hibiscus rosasinensis*, *Pyrus communis*, *Pyrus domestica*, *Rhus typhina*, *Abelia grandiflora*, *Citrus reticulata*, *Fatsia japonica*, *Laurus nobilis*, *Lonicera tatarica*, *Nerium oleander*, *Pelargonium domesticum*, *Philadelphus coronarius* and *Robinia pseudoacacia* were determined frequently in housing in the city centre. Species that were found within a residential area of 5-10 km distance to the city centre were: *Biota orientalis*, *Fatsia japonica*, *Hibiscus rosasinensis*, *Tiliacordata*, *Vitis sylvestris*, *Jasminium fruticans*, *Juniperus horizontalis*, *Musa xparadisiaca*, *Phoenix canariensis*, *Pyrus communis*, *Pyrus domestica*, *Rhododendron ponticum*, *Sambucus nigra*, and *Hosta* sp. Similarly, *Washingtonia robusta*, *Hosta* spp., *Musa xparadisiaca*, *Pelargonium domesticum*, *Tilia cordata* and *Hedera helix* were mostly recorded in a residential area 10-15 km distance to the city centre.

#### 3.1.2. Species distribution by plant families

In total, 61 plant families are represented in the city of Batumi (Figure 4). The families with the highest number of taxa were Rosaceae (24 taxa), Cupressaceae (10 taxa), Caprifoliaceae (5 taxa), Oleaceae (5 taxa), Aceraceae (5 taxa) and Agavaceae (4 taxa).

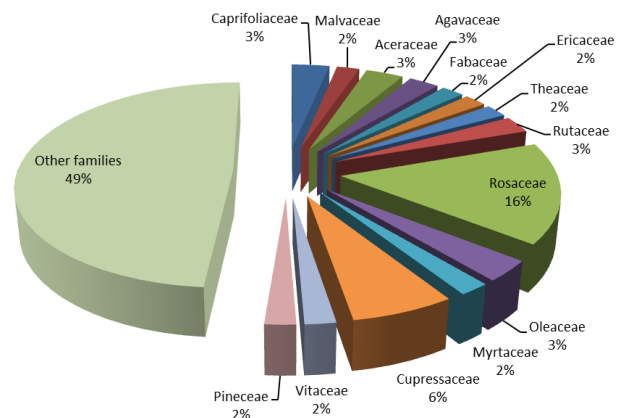


Figure 4. Distribution of the species by families

Table 1. Frequency values of the species recorded in different residence types and distance from the city centre (only those of above 20% were given)

Plant species	Family	Residence type <sup>a</sup>				Distance <sup>b</sup>		
		Type1 (30) <sup>c</sup>	Type2 (35)	Type3 (15)	Type4 (20)	D1 10-15 km	D2 5-10 km	D3 0-5 km
<i>Abelia grandiflora</i>	Caprifoliaceae	55.2	26.4	59.0	52.0	77.4	74.2	62.5
<i>Biota orientalis</i>	Cupressaceae	23.1	26.0	31.8	55.3	31.2	82.6	34.0
<i>Camelia japonica</i>	Theaceae	74.2	70.2	92.0	21.2	39.0	49.4	29.9
<i>Citrofortunella microcarpa</i>	Rutaceae	74.2	70.2	86.9	85.8	39.0	66.0	34.0
<i>Citrus limon</i>	Rutaceae	39.0	38.0	64.4	53.1	54.0	72.8	74.2
<i>Citrus reticulata</i>	Rutaceae	96.6	41.6	42.4	53.1	77.4	60.0	74.2
<i>Fatsia japonica</i>	Araliaceae	47.4	26.4	42.4	89.1	77.4	98.0	62.5
<i>Hedera helix</i>	Araliaceae	53.1	42.9	64.4	66.0	33.8	46.8	86.9
<i>Hibiscus rosasinensis</i>	Malvaceae	59.8	70.2	59.8	9.8	79.2	92.2	20.8
<i>Hosta spp.</i>	Liliaceae	36.8	26.0	42.4	25.6	31.2	81.9	86.9
<i>İlex colchica</i>	Aquifoliaceae	36.8	26.4	42.4	55.3	31.2	35.1	64.8
<i>Jasminumfruticans</i>	Oleaceae	87.4	39.6	71.1	88.4	240	81.9	64.8
<i>Juglansregia</i>	Juglandaceae	28.6	36.4	49.5	660	23.6	35.1	62.5
<i>Juniperushorizontalis</i>	Cupressaceae	26.5	260	59.0	55.3	46.0	92.2	41.3
<i>Juniperussabina</i>	Cupressaceae	41.6	89.1	59.4	35.4	79.2	52.8	55.2
<i>Kerria japonica</i>	Rosaceae	26.5	26.0	18.4	21.2	21.2	7.8	62.5
<i>Lauracerasus officinalis</i>	Rosaceae	55.2	62.4	85.8	70.0	54.0	31.2	62.5
<i>Laurusnobilis</i>	Lauraceae	39.0	59.8	59.0	51.6	77.4	72.0	26.0
<i>Lonicaeratatarica</i>	Caprifoliaceae	26.5	51.6	51.6	55.3	77.4	68.9	55.2
<i>Musa x paradisiaca</i>	Musaceae	74.2	29.7	27.3	53.1	33.8	82.6	86.9
<i>Nerium oleander</i>	Apocynaceae	53.1	57.2	49.5	33.8	77.4	720	20.2
<i>Pelargonium domesticum</i>	Geraniaceae	55.2	32.2	79.2	70.0	77.4	44.2	86.9
<i>Philadelphuscoronarius</i>	Saxifragaceae	53.1	51.6	92.0	53.1	77.4	52.8	42.4
<i>Phoenix canariensis</i>	Palmae	29.7	32.2	59.0	55.3	42.9	92.2	62.5
<i>Phyllostachysbambusoides</i>	Gramineae	26.5	20.7	59.8	79.2	21.2	44.2	26.0
<i>Prunusceracifera"atropurpurea"</i>	Rosaceae	39.0	32.2	79.2	35.4	42.9	52.8	20.8
<i>Pyruscaucasica</i>	Rosaceae	32.2	62.4	49.5	54.6	79.2	82.6	62.5
<i>Pyrusdomestica</i>	Rosaceae	96.6	62.4	49.5	86.0	79.2	82.6	62.5
<i>Quercuspontica</i>	Fagaceae	25.6	42.4	71.1	23.0	77.4	68.9	23.6
<i>Rhododenronponticum</i>	Ericaceae	47.4	29.7	51.6	79.2	31.2	98.0	41.3
<i>Rhustyphina</i>	Anacardiaceae	62.4	36.4	79.2	20.8	79.2	66.0	34.0
<i>Robiniapseudoacacia</i>	Papilionaceae	50.6	26.4	23.4	42.4	77.4	31.2	62.5
<i>Rosa spp.</i>	Rosaceae	89.1	21.0	59.8	55.3	21.7	60.0	46.8
<i>Rubusfruticosus</i>	Rosaceae	89.1	41.6	51.6	52.0	26.0	29.9	55.2
<i>Salix alba</i>	Salicaceae	66.0	62.4	71.1	25.6	24.7	49.4	46.8
<i>Sambucusnigra</i>	Adoxaceae	39.0	33.2	85.8	59.8	20.8	98.0	41.3
<i>Syringa vulgaris</i>	Oleaceae	36.8	32.2	49.5	35.4	31.2	72.0	39.0
<i>Tiliacordata</i>	Tiliaceae	74.2	38.0	42.4	21.2	23.4	92.2	86.9
<i>Vitissylvestris</i>	Vitaceae	36.0	29.9	44.2	82.8	28.6	82.6	55.2
<i>Washingtoniarobusta</i>	Palmae	47.4	28.6	49.5	23.0	21.0	72.0	86.9

<sup>a</sup>Residence types (Type1—Traditional housing, Type2—Detached housing, Type3—Villa, Type4—Apartment blocks and housing estates).

<sup>b</sup>Distance from the city centre (D1—10-15 km, D2—5-10 km, D3—0-5 km).

<sup>c</sup>Number of sampled sites is given in parenthesis.

Moreover, distribution of plant species was evaluated according to residence type. It was observed that the number of plant species is 102 in traditional residential gardens, 122 in detached house gardens, 125 in villa gardens, and 118 in housing estate and apartment building gardens (Figure 5). We categorized places according to distance to city centre, these are; D3 covering an area of 0-5 km to city centre with 101 species, D2 (5-10 km) with 144 species, and D1 (10-15 km) with 126 species (Figure 6). As can be seen in the Figure 5, more plant species were recorded in villa gardens (Type3) and in detached house gardens (Type2). We can see in the Figure 6, more plant species in D2 (5-10km) home gardens, which is located in the residential areas.

Distribution of the evergreen and deciduous plant species in terms of housing types is shown in the Figure 7. Here, the most common species in Type1, Type 2 and Types3 are deciduous, while the most common species in Type 4 are evergreen species (Figure 7).

### 3.1.3. Evaluation by use of plant species in the garden

In Figure 8, the number of plant species used in gardens is shown in terms of place usage, distribution of evergreen/deciduous plant species and according to housing types.

Figure 8 shows that, while deciduous plants are mainly used in all part of gardens especially in traditional and detached houses, evergreen plants are mainly used in the front part of gardens especially in villa and apartment-housing estate gardens, deciduous plants are mainly used in side and back part of gardens especially in villa and apartment-housing estate gardens. While flowery plant species such as *Lauracerasus officinalis*, *Magnolia liliiflora*, *Prunus ceracifera "atropurpurea"*, *Spirea vanhouttei*, *Jasminum fruticans*, *Wisteria sinensis*, *Forsythia x* and species such as *Citrus limonum*, *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*, *Diospyros kaki*, *Eriobotrya japonica*, *Ficus carica*, *Vitis vinifera*, *Punica granatum*, *Rubus platyphyllos* and *Pyrus domestica* are preferred in the side and back gardens of traditional and detached houses. People who live in these kinds of houses prefer to use these plant species in the widest part of their gardens, in their side gardens and backyards, since they make a profit from these plant species.

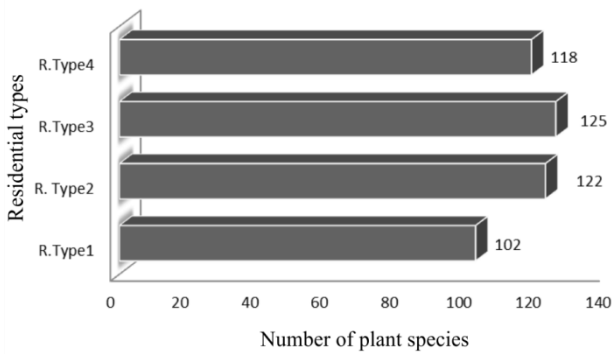


Figure 5. Number of plant species according to housing types

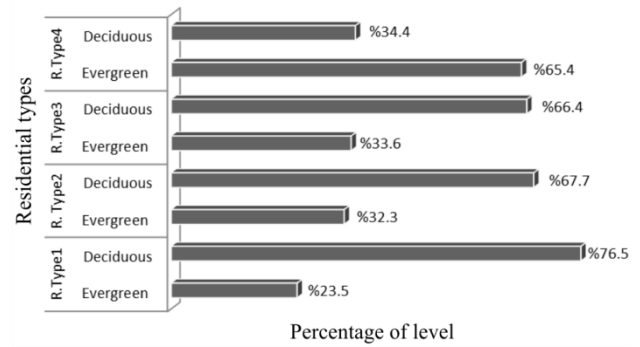


Figure 7. Distribution of evergreen and deciduous species according to housing types

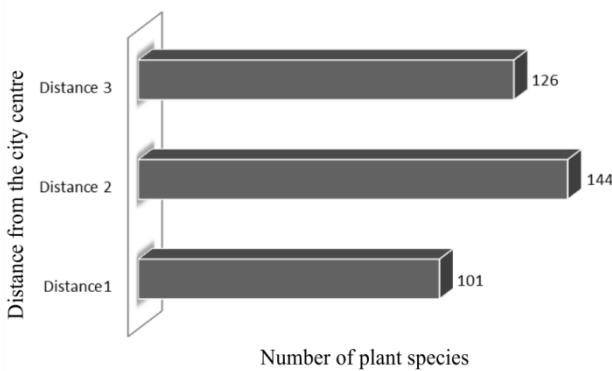


Figure 6. Number of plant species according to distance to the city centre

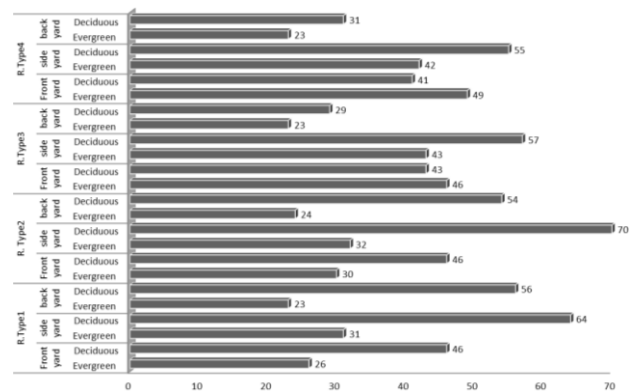


Figure 8. The number of plant species in terms of place of usage and distribution of evergreen/deciduous plant species

### 3.2. Landscape assessment

#### 3.2.1. Landscape preference analysis for plant species

The species were dealt with on the basis of the features of visual-aesthetic appeal and functionality was assessed based on landscape preferences used in home types. Regarding all species among the total of 100 sampled sites, the species that were mostly preferred had the visual-aesthetic characteristics including textural (49.3%), habitual (43.4%), fruiting effect (28.1%), and flowering effect (27.7%) characteristics. The functional characteristics that were mostly preferred were: an accent (39.8%), hedge (27.1%) and shade (25.5%) (Table 2).

Table 3. illustrates the relationship between plant characteristics, residence types and distance to the city

centre. In this correlation analysis, significant relationship was found among the species' plant preference use of flowering effect, fruit benefiting, considering the first 20 plants included. In total residential landscape types, the flowering effect and fruiting effect were strongly related, while leaves effect, habits, texture, wall covering, trunk-shoot, screening and wildlife parameters were negatively correlated at  $p < 0.01$  and  $0.05$ . Distance to city centre was negatively correlated with the flowering effect, fruiting effect, calligraphic effect, fruit benefiting, wall covering, barrier and shade were strongly related while habits, texture, accent, direction and wildlife parameters at  $p < 0,01$  and  $0.05$ . Namely, it can be clearly mentioned that the individual characteristics of planting species could be affected by residential land use.

Table 2. Frequency values by plant characteristics in all 147 species of residential landscapes of Batumi city

Plant characteristics	Preferred species number	Frequency (%)	Plant characteristics	Preferred species number	Frequency (%)
Aesthetic- visual characteristics			Functional characteristics		
Flowering effect	76	27.7	Hedge	74	27.1
Fruiting effect	77	28.1	Fruit benefiting	50	18.3
Leaves effect	75	27.4	Barrier	52	18.9
Trunk-shoot	35	12.7	Wall covering	28	10.2
Calligraphic effect	54	19.7	Direction	53	19.3
Habits	119	43.4	Screening	60	21.9
Texture	135	49.3	Accent	109	39.8
			Shade	70	25.5
			Wildlife	63	23.0

Table 3. Spearman's rank correlation coefficients between plant species characteristics, residence types and distance to city centre in Batumi city (Only major 20 species in each residence type and distance from the city centre (D))

Plant characteristics	Type1	Type2	Type3	Type4	D1	D2	D3
<b>Aesthetic- visual characteristics</b>							
Flowering effect	0.250*	0.328*	0.340*	0.680**	0.585**	0.692**	0.512**
Fruiting effect	0.626**	0.514**	0.534**	-0.235	-0.289*	0.672**	0.580**
Leaves effect	-0.131	-0.351**	0.376*	0.321*	0.366*	0.025	-0.06
Trunk-shoot	-0.084	-0.093	0.164	0.254*	0.076	0.246	-0.133
Calligraphic effect	-0.131	0.309**	0.139	0.273*	0.378**	0.280*	-0.175
Habits	-0.394**	-0.418**	-0.542**	-0.323*	-0.361*	-0.281*	-0.307*
Texture	-0.249	-0.483**	-0.249	-0.275*	-0.632**	-0.337*	-0.358*
<b>Functional characteristics</b>							
Hedge	0.474**	0.337*	0.167	-0.68	-0.617**	0.286*	0.527**
Fruit benefiting	0.731**	0.529**	0.516**	-0.158	-0.189	0.648**	0.580**
Barrier	0.366*	0.475**	0.369*	0.622	0.280*	0.562**	0.366*
Wall covering	0.283*	0.406**	0.675**	-0.460	-0.578**	0.312*	0.223
Direction	-0.329*	-0.210	0.052	0.403	0.212	-0.262	-0.243
Screening	0.349*	0.154	-0.349*	-0.326	0.306*	0.193	-0.276
Accent	-0.616**	-0.442**	0.06	0.273	0.469**	-0.274	-0.473**
Shade	0.314*	0.267*	-0.193	0.849	0.406**	-0.380**	0.480**
Wildlife	0.259*	0.067	-0.096	-0.185	-0.369*	-0.219	0.232

\*\*Correlation is significant at  $p < 0,01$  level. \*Correlation is significant at the  $0,01 < p < 0,05$  level.

#### 4. Discussion

This study is one of the first examples of researches conducted on urban home vegetation that quantitatively studies the plant species in the cities of eastern region of Adjara. This study was mainly based on 100 sample plots in residential housings, and we encountered 147 plant species in our study area. The distribution of plant species was evaluated according to residence type and it was observed that the number of plant species is 102 in traditional house gardens, 122 in detached house gardens, 125 in villa gardens, and 118 in housing estate and apartment building gardens.

For the case of the city of Batumi, the plant species distribution, richness and diversity patterns have been determined and their significance landscape potential-characteristics were put forward in relation to home features and distance to the city centre. In the study, the environment of detached houses and villas in Batumi city showed interesting results. One of these is the relationship between the use of plants and plant preferences. Considering the determinant plant species, it clearly appeared that these species come to the fore because of their ornamental qualities, as well as the beneficial aspects of using them. In recent years, there is a trend towards ornamental plants in home areas in Batumi city, which is based on planting with ornamental plants. However, the fact that we encountered species native to this region, such as *Corylus avellana*, *Ficus carica*, *Mespilus germanica*, *Punica granatum* and *Juglans regia*, illustrated their significance for urban landscape in this study. Actually, the objective of floristic surveying is to detect whether the species exists in urban biodiversity or not within the urban matrix. The study seems to be related for the example of Batumi city that, the distribution of ornamental resources is significantly related to home development. However, we need much more scientific information and researching about the ecological effects of this distribution and diversity.

According to the residence types, some differences in the use of plant species were recorded. More plant species were recorded in villa gardens (Type3) and in single-detached house gardens (Type2). We can see more plant

species in D2 (5-10 km) home gardens, which are located in the residence types. According to the distance of places from the city centre plant species show differences in the study areas. Species that occurred between 5-10 km distances from the city centre in a residential area were *Biota orientalis*, *Fatsia japonica*, *Hibiscus rosa sinensis*, *Tilia cordata*, *Vitis sylvestris*, *Jasminium friticans*, *Juniperus horizontalis*, *Musa x paradisiaca*, *Phoenix canariensis*, *Pyrus communis*, *Pyrus domestica*, *Rhododendron ponticum*, *Sambucus nigra* and *Hosta sp.* Distribution of the plant species was identified in terms of housing types. The most common species in Type1, Type2 and Type3 housings types are deciduous, while the most common species in Type4 are evergreen species. It was determined that while deciduous species were preferred in Type3 residences, both evergreen and deciduous plant species were preferred in the site fields.

Findings suggest that in the example of Batumi city, plant species is significantly related to residence types and distance. The survey of current literature shows that all of the plant materials are greatly important for urban landscapes and shaping green areas (Watson and Eyzaguirre, 2002; Lubbe et al., 2010; Erduran and Kabaş, 2010; Galluzzi et al., 2010; Sari and Acar, 2010; Frison et al., 2011; Calvet-Mir et al., 2012; Jaganmohan et al., 2012; Clarke et al., 2014). However, we need much more scientific information and research about the ecological and socio-cultural effects on diversity in the study area.

According to a study conducted by Thompson et al. (2003) in the city of Sheffield, England, residence gardens were determined to contain a lot more species than other types of areas. It was determined that 33% of the garden species were natural and 67% were alien species while most of these species were of European and Asian origin. In a study conducted by Turner et al. (2005) in the city of Nova Scotia, Halifax (Canada), a total of 18 home gardens randomly selected among residential areas and 4 sample parcels from natural areas and city parks were compared. The residences were divided into 3 groups according to their ages and 6 sample residences of detached system were selected in each group. When plant species identified in the selected areas were compared, residential areas were found

to have richer variety of plant species. The factor behind this result was shown to be the determination of non-native species in residential areas.

A recent meta-analysis of global patterns of urban biodiversity indicates a possible explanation, finding that there tends to be a preference for economically useful fruit bearing in countries with lower income levels (Kendal et al. 2012). Batumi home gardens generally use less native species. Specifically, ornamental plants are used instead of local species in home gardens in the city centre. However, it is seen that ornamental plants are preferred rather than local species especially in the villas and apartment and housing estate gardens in the high density home areas. This situation reveals the need for encouraging people to use local species again. In the city of Batumi, most fructiferous plants are raised especially in the gardens of old houses. There is a similar study that was conducted by Acar et al. (2007) and Sari and Acar (2010), which examined the use of those plant species, found in residential areas, in landscaping. It was determined that plants were considered aesthetically pleasing in terms of their flowering effect, fruiting effect, habits, texture properties and it was revealed that flowering and fruiting effects of plants are preferred mostly in traditional residences. The fact that the "fruiting effect" is preferred over the "flowering effect", especially in detached-housing, was found as a result of various habits and customs.

## 5. Conclusion

There is a positive correlation between both aesthetic and functional characteristics found to be prominent in the study and preference of usage according to housing types. Plants species used in the residence gardens in the research area are preferred according to their various landscaping characteristics. Particularly visual and aesthetic characteristics of plants as well as their functional properties are decisive in this regard.

Studies that were conducted on the diversity of plant species need to focus on urban areas and urban ecosystems. Thus, it will be possible to determine each city's present species richness and local species that may adapt to these regions. Determining the properties of plants used in urban residential areas in terms of preferring them to use in landscaping may guide planting works in these areas and might allow better utilization of available local resources and richness of species.

Kabir and Webb (2007) in the city of Bangladesh, it was also reported that the floristic composition of homegardens may be similar to natural ecosystems. During the botanical inventory, the field team observed many birds, insects, and small mammals in homegardens. The diversity of wildlife in homegardens will be a reflection on the structural complexity of the vegetation (Lindberg et al. 1998). The typical homegarden in this study was dominated by trees but contained plants of all other synusae in several strata. This structure could make homegardens attractive to, and serve as important refuge for, wildlife in Batumi. Further study on the use of homegardens by wildlife, and the role of structure in wildlife use, should be undertaken to understand how to maximize the wildlife value of homegardens. The moderate level of species overlap we

found across the residential areas suggests some similarity in the total array of species planted by home owners.

The plant diversity in urban landscape areas plays a role in urban nature conservation, design of cities and the determination of planning and policies (Bryant, 2006). With this in mind, the contribution of the home landscapes is considerable for developing and orientating these systems. There is an interaction gap between biophysical and socio-economic parameters. Therefore, in this study we surveyed to determine the plant diversity relations by some measures. According to this research, we need to develop plant diversity indices for shaping landscape characteristics. The biodiversity of the urban landscape is set in the urban landscape. Consequently, Plants as living materials of the landscape should be assessed not only by species and compositional determination but also by functional characteristics that contribute to the urban landscape and human life quality. Home landscapes as a part of the urban environment should be studied in urban sections to be integrative. However, it should be mentioned that this variability includes areas not within the city, but also those in a regional area.

Homegardeners need to be made aware of the status and rarity of the species they may have on their property; such awareness could result in localized efforts to conserve rare native species by promoting more widespread use. Awareness building campaigns, publications, and educational programs are methods to increase public support for using native species in homegardens (Trehwella et al. 2005).

The results of this study suggest that indeed, plant species richness of home gardens in Batumi is high. Clear scope exists to develop homegardening systems as an important strategy to conserve biodiversity outside the natural and/or protected area systems in Batumi. As the process of plant domestication and crop evolution is ongoing, homegardens in Batumi may act as refuges for native and rare plants. This is of particular interest to conservationists within the country as well as internationally.

## References

- Acar, C., Acar, H., Eroğlu, E., 2007. Evaluation of ornamental plant resources to urban biodiversity and cultural changing: A case study of residential landscapes in Trabzon city (Turkey). *Building and Environment*, 42(1): 218-229.
- Agbogidi, O.M., Adolor, E.B., 2013. Home gardens in the maintenance of biological diversity. *Applied Scientific Reports*. 1(1): 19-25.
- Akhalkatsi, M., Maxted, N., Mosulishvili, M., Kimeridze, M., Maisaia, I., 2009. Recovery, Conservation, and Sustainable Use of Georgia's Agricultural diversity". Conservation and sustainable use of crop wild relatives in Samtskhe-Javakheti Georgian Society of Nature Explorers "Orchis" Biological Farming Association "Elkana". GEF/UNDP Project Final Report, Tbilisi, Georgia.
- Beebee, T.J.C., 1997. Changes in dewpond numbers and amphibian diversity over 20 years on chalk downland in Sussex, England. *Biological Conservation*, 81: 215-219.

- Bland, R.L., Tully, J., Greenwood, J.J.D., 2004. Birds breeding in British gardens: an underestimated population? *Bird Study*, 51: 96–106.
- Bhatti, M., Church, A., 2001. Cultivating natures: Home and gardens in late modernity. *Sociology*, 35: 365–383.
- Bondyrev, I.V., Tavartkiladze, A.M., Seperteladze, Z.K., Tsereteli, E.D., 2008. Anthropogenic Transformation of the South Caucasus Natural Ambiente. *Polograf*, Tbilisi, 476.
- Bryant, M.M., 2006. Urban landscape conservation and the role of ecological greenways at local and metropolitan scales. *Landscape and Urban Planning*, 76(1): 23–44.
- Calvet-Mir, L., Gómez-Baggethun, E., Reyes-García, V., 2012. Beyond food production: Ecosystem services provided by home gardens. A case study in Vall Fosca, Catalan Pyrenees, Northeastern Spain. *Ecological Economics*, 74: 153–160.
- Clarke, L., W., Li, L., Jenerette, G.D., Yu, Z., 2014. Drivers of plant biodiversity and ecosystem service production in home gardens across the Beijing Municipality of China. *Urban Ecosystems*, 17(3), 741–760.
- Cooper, M.C., 1992. Environmental memories. I. Altman, S.M. Low (Eds.), *Place attachment*, Plenum, New York, 87–112.
- Das, T., Das, A.K., 2005. Inventorying plant biodiversity in homegardens: A case study in barak valley, Assam, North East India. *Current Science-Bangalore-*, 89(1): 155.
- Dickman, C.R., 1987. Habitat fragmentation and vertebrate species richness in an urban environment. *Journal of Applied Ecology*, 24(2): 337–351.
- Engels, J., 2001. Home gardens- A genetic resource perspective. In: Watson J.W, Eyzaguirre P.B. eds. *Proceedings of the second international home garden workshop*. Biodiversity International, Rome, Italy, pp. 3–9.
- Erduran, F., Kabaş, S., 2010. Investigation of balanced, functional and esthetic plantation principles in the ecological conditions of parks: Exemplary case of Çanakkale Halk Bahçesi. *Ecology*, 19(74): 190–199.
- Fernandes, E.C.M., Nair, P.K.R., 1986. An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. *Agric. Syst.*, 21: 279–310.
- Francis, M., Hester R., 1990. *The meaning of gardens*, MIT Press, Cambridge.
- Francis, M., 1995. Childhood's garden: Memory and meaning of gardens. *Children's Environment*, 12(2): 183–191.
- Frederiksen, M.D., 2012. Insecurity and Suspicion in the Wake of Urban Development Projects in Batumi, Ajara. *Caucasus Analytical Digest*.
- Frison, E.A., Cherfas, J., Hodgkin, T., 2011. Agricultural biodiversity is essential for a sustainable improvement in food and nutrition security. *Sustainability*, 3(1): 238–253.
- Frumkin, H., 2003. Healthy places: exploring the evidence. *American Journal of Public Health*. 93(9): 1451–1456.
- Galluzzi, G., Eyzaguirre, P., Negri, V., 2010. Home gardens: neglected hotspots of agro-biodiversity and cultural diversity. *Biodiversity and Conservation* 19(13): 3635–3654.
- Gregory, R.D., Baillie, S.R., 1998. Large-scale habitat use of some declining British birds. *Journal of Applied Ecology*, 35: 785–799.
- Gross, H., Lane, N., 2007. Landscapes of the lifespan: Exploring accounts of own gardens and gardening. *Journal of Environmental Psychology*, 27: 225–241.
- Guarino L, Hoogendijk, M. 2004. Micro Environments. In: Eyzaguirre, P. and Linares, O. eds. *Home Gardens and Agro-Biodiversity*. Smithsonian Books, Washington, pp. 31–40.
- Hodgkin, T., 2001. Home gardens and the maintenance of genetic diversity. In: Watson, J.W. and Eyzaguirre, P.B. (Eds.), *Proceeding of the second International Home Garden Workshop*, Biodiversity International, Rome, Italy, 14–18.
- Jaganmohan M., Vailshery L. S., Gopal D., Nagendra H., 2012. Plant diversity and distribution in urban domestic gardens and apartments in Bangalore, India, *Urban Ecosystems*, Volume 15, Issue 4, 911–925.
- Kabir, M., Webb, E.L., 2008. Can homegardens conserve biodiversity in Bangladesh? *Biotropica*, 40(1): 95–103.
- Kaplan, R., 1973. Some psychological benefits of gardening. *Environment and Behavior*, 5:145–16.
- Kaplan, R., Kaplan, S., 1990. *The restorative experience: The healing power of nearby nature. The meaning of gardens*, MIT Press, Cambridge, MA, pp. 238–243
- Kendal D., Williams. K., Williams. N., 2012. Plant traits link people's plant preferences to the composition of their gardens. *Landscape and Urban Planning*, 105(1): 34–42.
- Ketskhoveli, N., 1959. *Vegetation of Georgia*. Acad. Scien. Georgia, Tbilisi.
- Kiesling, F.M., Manning, C.M., 2010. How green is your thumb? Environmental gardening and identity and ecological gardening practices. *Journal of Environmental Psychology*, 30: 315–327.
- Kumar, B.M., George, S.J., Chinnamani, S., 1994. Diversity, structure and standing stock of wood in the homegardens of Kerala in Peninsular India. *Agrofor. Syst.*, 25: 243–262.
- Kuo, F.E., Taylor, A.F., 2004. A potential natural treatment for attention deficit-hyperactivity disorder: Evidence from a national study. *American Journal of Public Health*, 94: 1580–1586.
- Lindberg, J.E., Tolbert, V., RSchiller, A., Hanowski, J., 1998. Determining biomass crop management strategies to enhance habitat value for wildlife. Poster presented at BioEnergy '98: Expanding Bioenergy Partnerships, Madison, Wisconsin.
- Lubbe, S.C.S., Siebert J., Cilliers S.S., 2010. Political legacy of South Africa affects the plant diversity patterns of urban domestic gardens along a socio-economic gradient. *Scientific Research and Essays*, 5(19): 2900–2910.
- Mason, C.F., 2000. Thrushes now largely restricted to the built environment in eastern England. *Diversity and Distributions*, 6: 189–194.
- Mazumdar, S., Mazumdar, S., 2012. Immigrant home gardens: Places of religion, culture, ecology, and family. *Landscape and Urban Planning*. 105(3): 258–265.

- Mendez, V.E., Lok, R., Somarriba, E., 2001. Interdisciplinary analysis of homegardens in Nicaragua: Microzonation, plant use and socioeconomic importance. *Agrofor. Syst.*, 51: 85–96
- Peach, W.J., Denny, M., Cotton, P.A., Hill, I.F., Guar, D., Barritt, D., Impet, A., Mallord, J., 2004. Habitat selection by song thrushes in stable and declining farmland populations. *Journal of Applied Ecology*, 41: 275–293.
- Pepping, C., 2012. Feasibility study of an artificial sandy beach at Batumi, Georgia. Doctoral dissertation, TU Delft, Delft University of Technology, Delft, Netherlands.
- Santhakumar, V., 1996. On-Farm Biodiversity in Kerala. In *Using Diversity* (eds Sperling, L. and Loevinshon, M.), IDRC, New Delhi, pp. 22–34.
- Sarı, D., Acar, C., 2010. Evaluation of plant species in urban residential landscapes based on their characteristics for landscape preferences; a sample of Trabzon city. *Ekoloji*, 19(74): 173-180.
- Shibata, S., Suzuki, N., 2002. Effects of the foliage plant on task performance and mood. *Journal of Environmental Psychology*, 22: 265–272.
- Ulrich, R., 1984. View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647): 224-225 Stoler.
- Thompson, K., Austin, K.C., Smith, R.M., Warren, P.H., Angold, P.G., Gaston, K.J., 2003. Urban domestic gardens (I): putting small scale plants diversity in context. *J. Vegetat. Sci.*, 14: 71–78.
- Thompson, S., 2005. Digestible difference: food, ethnicity and spatial claims in the city. *International Migration and Security: Opportunity and Challenges*, 217-237.
- Trewhella, W.J., K.M. Rodriguez-Clark, N., Corp, A. Entwistle, S.R.T. Garrett, E. Granek, K.L. Lengel, M.J. Raboude, P.F. Reason, B.J. Sewall. 2005. Environmental education as a component of multidisciplinary conservation programs: Lessons from conservation initiatives for critically endangered fruit bats in the western Indian Ocean. *Conserv. Biol.* 19: 75–85.
- Turner, K., Lefler, L., Freedman, B., 2005. Plant communities of selected urbanized areas of Halifax, Nova Scotia, Canada. *Landscape and Urban Planning*, 71(2–4): 191–206.
- Van Veenhuizen, R., 2006. *Cities Farming for the Future: Urban Agriculture for Green and Productive Cities*. Ottawa.
- Viljoen, A., Bohn, K., Tomkins, M., 2009. Places for People, Places for Plants: Evolving Thoughts on Continuous Productive Urban Landscapes. *Proceedings of the Second International Conference on Landscape and Urban Horticulture*. Department of Agroenvironmental Science and Technology (Dist), Faculty of Agriculture, University of Bologna, Italy: 38.
- Watson, J. W., Eyzaguirre, P.B., 2002. Home Gardens and in Situ Conservation of Plant Genetic Resources in Farming Systems: *Proceedings of the Second International Home Gardens Workshop*, Witzenhausen, Federal Republic of Germany.
- Wells, N.M., Evans, G.W., 2003. Nearby nature: A buffer of life stress among rural children. *Environment and Behavior*, 35: 311–330.



## Azotlu ve kükürtlü gübrelemenin çıplak köklü Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarının gelişimi üzerine etkileri

Nevzat Gürlevik<sup>a,\*</sup>, Mutlu Mercan<sup>b</sup>

**Özet:** Fidan kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden birisi toprak verimliliğidir. Fidanlıklarda toprağın aşırı asidik veya alkali olması, havalanmasının yeterli olmaması veya fidanların aşırı sık olması gibi nedenler fidanlarda beslenme ve gelişim bozukluklarına neden olabilmektedir. Bu çalışmada, fidan gelişiminin zayıf olduğu fidanlıklarında, azotlu ve kükürtlü gübrelemenin 1+0 yaşlı çıplak köklü Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanları üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, tesadüf parselleri deneme desenine uygun olacak şekilde, 1 kontrol ve 3 gübreleme işlemi (N10: 10 g N m<sup>-2</sup>, S11: 11 g S m<sup>-2</sup> ve S75: 75 g S m<sup>-2</sup>) üç tekrarlı olarak denemeye alınmıştır. Vejetasyon mevsimi sonunda toprak reaksiyonundaki değişim ve fidanların morfolojik özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca, gübrelemenin fidanların N ve S beslenmesine etkileri de belirlenmiştir. Sonuçta, N10 işleminin fidanların morfolojik özellikleri üzerine belirgin bir etkisinin olduğu, ancak S11 ve S75 işlemlerinin önemli farklılıklar yaratmadığı görülmüştür. TSE kalite sınıflandırmasına göre, N10 gübrelemesiyle m<sup>2</sup>'de 315 kaliteli fidan elde edilmişken kontrol parselinde yalnızca 34 kaliteli fidan elde edilmiştir. Sonuç olarak, Eğirdir Orman Fidanlığında yürütülen çıplak köklü Toros Sediri fidanı yetiştirme çalışmalarında azotlu gübreleme yapılması gerekliliği ortaya konmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Toros sediri, Gübreleme, Azot, Kükürt, Fidan morfolojisi, Görüntü analizi, Fidan kalitesi

## Effects of nitrogen and sulfur fertilization on development of bare-root Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) seedlings

**Abstract:** Soil productivity is one of the most important factors affecting seedling quality. Unfavorable conditions such as excessively acidic or alkaline soil reaction, poor aeration or over-dense seedlings may results in nutritional and developmental abnormalities in forest nurseries. In this study, effects of nitrogen and sulfur fertilization on 1+0 year-old bare root Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) seedlings were investigated in a nursery bed, where some nutritional and growth problems are commonly observed. One control and three fertilizer treatments (N10: 10 g N m<sup>-2</sup>, S11: 11 g S m<sup>-2</sup> and S75: 75 g S m<sup>-2</sup>) were applied in accordance with randomized block design with three replications. Changes in soil reaction and morphological properties of seedlings were determined at the end of the growing season. In addition, effects of fertilization on N and S nutrition of the seedlings were determined. As a result, it was determined that N10 treatment had a pronounced effect on morphological properties of the seedling, but S11 and S75 treatments did not have any significant effect. According to TSE seedling quality classes, N10 fertilization resulted in 315 quality seedlings per m<sup>2</sup>, while number of quality seedling were 34 seedlings per m<sup>2</sup> in control treatment. As a conclusion, it was shown that N10 fertilization is necessary when growing bare-root Taurus cedar in Eğirdir Forest Nursery.

**Keywords:** Taurus cedar, Fertilization, Nitrogen, Sulfur, Seedling morphology, Image analysis, Seedling quality

### 1. Giriş

Ülkemizde yöresel olarak “katran ağacı” olarak da bilinen Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ormanları tarihsel, kültürel, biyolojik, estetik ve ekonomik açılarından büyük önem taşımaktadır. Toros sediri çok değerli odun özellikleri nedeniyle tarihsel süreçte doğal ormanları en fazla tahrip edilen türler arasında yer almaktadır. Dünyada doğal yayılışını Anadolu, Lübnan ve Suriye’de yapan bu tür 5000 yıllık tahribat sonucu günümüzde en büyük doğal ormanlarını ülkemizde kurmaktadır (Sevim, 1955; Mayer ve Sevim, 1959; Boydak ve Çalikoğlu, 2008).

Toros sediri, doğal yayılış alanları dışındaki ağaçlandırmalarda uyum yeteneğinin yüksek olması ve

odununun değerli olması gibi nedenlerle hem ülkemizde hem de yurt dışında ağaçlandırma çalışmalarına konu olmuştur (OGM, 2005; Boydak ve Çalikoğlu, 2008). Son yıllarda başarıyla uygulanan karpelli tohum ekimi ve fidan dikimi yöntemleriyle, önceden hasar örmüş doğal sedir ormanları Akdeniz illerimizde tekrar eski sağlıklı yapılarına kavuşturulmaya çalışılmaktadır (Boydak, 2014; OGM, 2015). Günümüzde Orman Genel Müdürlüğü fidanlıklarında üretilen orman ağacı türleri içerisinde, Toros sediri yıllık yaklaşık 66 milyon fidanla karaçamın (*Pinus nigra*) hemen ardından ikinci sırada yer almaktadır (OGM, 2015).

Toros sediri doğal olarak, nispeten kurak ve kalkerli yamaçlarda çoğu kez kayalar arasında yetişebilmektedir. Özellikle gevşek yapılı, geçirgen ve havalanması iyi

✉ <sup>a</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, 32260, Isparta  
<sup>b</sup> Muğla Orman Bölge Müdürlüğü, Bodrum Orman İşletme Şefliği, Muğla  
\* **Corresponding author** (İletişim yazarı): nevzatgurlevik@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 08.12.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 27.12.2016



**Citation** (Atf): Gürlevik, N., Mercan, M., 2017. Azotlu ve kükürtlü gübrelemenin çıplak köklü Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarının gelişimi üzerine etkileri. Turkish Journal of Forestry, 18(1): 21-29. DOI: [10.18182/sduofd.273816](https://doi.org/10.18182/sduofd.273816)

toprakları tercih eder. Buralar genellikle orta veya kaba tekstürlü, nötr veya hafif alkalın reaksiyonu topraklardır. Serin ve derin topraklarda iyi bir gelişme ve büyüme gösterir (Atalay, 1987; Kantarcı, 1990; OGM, 2008, Boydak 2014). Fidanlık şartlarında da benzer şekilde durgun su problemi olmayan, kaba tekstürlü yastıklarda iyi gelişim göstermektedir. Genelde orman fidanlıklarında sağlıklı üretim için, kil+toz içeriğinin % 50'den az olması, organik madde içeriğinin % 2'den fazla olması, kireç içeriğinin % 10'dan düşük olması gibi bazı kriterler sayılabilir (Gülçur 1959, 1962a,b; Örtel, 1994). Ayrıca topraktan hem makro hem de mikro besinlerin alınabilirliği açısından toprak pH'sının 6-7 civarında olması önerilmektedir, zira alkali topraklarda metalik elementlerin çözünürlüğü büyük oranda azalmaktadır (van den Driessche, 1984). Ancak ülkemiz fidanlıklarının pek çoğu sedir fidanları için ideal şartları taşımamaktadır.

Eğirdir fidanlığındaki topraklar da, yüksek kil ve kireç içeriği, yüksek pH ve düşük organik madde içeriği gibi nedenlerden dolayı havalanma ve beslenme sorunları göstermektedir (Özçelik ve Özkan, 1997). Bu mevcut durum, fidanların gereğinden sık yetiştirilmesi (Albayrak Çatal, 2002; Yıldız 2005), aşırı sulama, otlama vb. kültürel sorunlarla daha da ciddi seviyelere ulaşabilmektedir. Bütün bu olumsuzluklar fidanlıkta istenen kalitede fidanların elde edilememesine, üretimin önemli bir kısmının iskarta fidan olarak israf edilmesine, dolayısıyla fidan maliyetlerinde artışlara neden olabilmektedir (Alkan, 2002).

Fidanlıklarda ortaya çıkabilecek gelişim bozukluklarını gidermede kullanılacak yöntemlerden birisi de gübrelemedir. Gübreleme kısaca toprakta yeteri kadar bulunmayan ya da toprakta bulunmasına karşın çeşitli sebeplerden dolayı (yüksek pH, havalanma, aşırı veya az su sorunu vb.) bitkiler tarafından yeteri kadar alınamayan besin elementlerinin toprağa veya doğrudan bitkiye verilmesi işlemidir. Verilen gübreler çeşitli niteliklerde olabilir, doğrudan veya dolaylı olarak fidanlık toprağını ve fidanları etkileyebilirler (Karaöz, 1992; Havlin vd, 1999; Gürlevik ve Gültekin, 2009, Katkat ve Kacar, 2011; Brohi vd, 2012).

Bu çalışmada, Eğirdir Orman Fidanlığındaki sedir fidanlarında gözlemlenen kloroz ve zayıf gelişim gibi olumsuzlukları giderebilmek amacıyla, N ve S gübrelemesi yapılmış ve bu gübrelerin çıplak köklü fidanların gelişimi üzerinde etkileri araştırılmıştır. Azotun fidanlık toprağında yetersiz olduğu ve bu besinin bitki dokularında (klorofilin, aminoasitlerin ve enzimlerin yapısında bulunması gibi) hayati öneme sahip olması münasebetiyle fidan gelişimini arttıracığı varsayılmıştır. Kükürdün ise doğrudan fidan gelişimini etkilemekten çok, toprakta fazlaca bulunun kireci nötrale ederek, halihazırda yüksek olan toprak reaksiyonunu düşüreceği varsayılmıştır. Böylece, alkali topraklarda alınabilirliği düşük olan Fe, Mn, Zn, Cu gibi metal elementlerin alabilirliğini artırarak kloroz sorununun önüne geçilebileceği varsayılmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Tohum materyali

Çalışma kullanılan tohumlar Isparta Orman İşletme Müdürlüğü, Senirkent Orman İşletme Şefliği, Kapıdağ Serisi, Sedir tohum meşçeresinden toplanmıştır. Tohum

meşçeresi 1984 yılında tesis edilmiş olup, rakımı 1650 m, bakışı ise kuzeydir (OATIAM, 2009).

### 2.2. Eğirdir Orman Fidanlığı

Fidanlık çalışmaları Isparta Orman Bölge Müdürlüğü bünyesinde bulunan Eğirdir Orman Fidanlığında gerçekleştirilmiştir. Eğirdir Orman Fidanlığı; 37° 53' kuzey enlemi 30° 52' doğu boylamı üzerinde, ortalama 926 m rakımda tesis edilmiştir. Fidanlık 1962 yılında 20 hektarlık bir alan üzerine kurulmuş olup, fidanlığın üretim kapasitesi yıllık 7,2 milyon adettir (Anonim, 1999). Bu araştırma Eğirdir Orman Fidanlığı merkez sahasının 10 numaralı parselinde yürütülmüştür. Fidanlığın genel iklim ve toprak özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Fidanlık toprağı derelerin getirdiği alüvyal toprakların birikmesi ile oluşmuştur. Toprak türü genelde kumlu-killi-balçık iken, yer yer killi balçık ve kildir. Sulama, Eğirdir-Kovada gölleri arasında bulunan sulama kanalından yapılmaktadır. Topoğrafik yönden koridor biçiminde uzanan boğaz tabanında yer aldığından, kuzey-güney yönünden esen şiddetli rüzgarlara maruz kalmaktadır. Fidanlık Akdeniz iklimi ile karasal ikliminin geçiş bölgesinde yer almakla birlikte, karasal iklimin etkisi daha fazla hissedilmektedir (Anonim, 1999).

### 2.3. Fidanlık çalışmaları

Tohum ekim işlemi Şubat ayı başında 100 g m<sup>-2</sup> tohum olacak şekilde elle çizgi ekimi yöntemiyle yapılmıştır. İlbaharla birlikte, fidan sıklığının homojen ve fidanların genel sağlık durumunun iyi olduğu gözlenen bir yastık deneme parseli olarak seçilmiştir. Denemenin kurulduğu yastıkta fidan sıklığı metrekarede ortalama 548 adet ile normalde hedeflenen 250-300 fidandan çok daha yüksektir.

Kontrol ve üç farklı gübreleme işleminin uygulanacağı parseli Mayıs ayının ikinci haftasında tesadüf parselleri deneme desenine uygun olacak şekilde 3 tekrarlı olarak oluşturulmuştur (Çizelge 2). Her parsel 1,2 m eninde ve 1,0 m boyunda olacak şekilde çıtalarla ayrılmış ve bu parseller arasında 25 cm'lik tampon bölge bırakılmıştır. Örneklenecek fidanlar tampon bölge dışındaki ortada kalan kısımdan alınmıştır. Ayrıca kenar etkisinden kaçınmak amacıyla 1. ve 7. kenar sıralardan fidan örneği alınmamıştır.

Çizelge 1. Eğirdir Orman Fidanlığının konum ve iklim özellikleri (Anonim, 1999)

Özellik	Değer
Konum	37° 53' K, 30° 52' D
Rakım	926 m
Yıllık ortalama sıcaklık	12,3 °C
Yıllık maksimum sıcaklık	34,7 °C (Temmuz)
Yıllık min. sıcaklık	-9,1 °C (Şubat)
Yıllık ortalama nispi nem	% 65,9
Yıllık ortalama mak. nispi nem	% 76,7 (Aralık)
Yıllık ortalama min. nispi nem	% 46 (Temmuz)
Yıllık ortalama yağış	839,7 mm
En yağışlı ay	Ocak
En kurak ay	Ağustos
Ortalama rüzgar hızı	3,0 m/sn
Kar kaplı gün	8 gün
Yıllık donlu gün	94,0 gün

Çizelge 2. Denemede kullanılan gübreler ve uygulama dozları

İşlem	Doz (g m <sup>-2</sup> )	Gübre türü ve içeriği
Kontrol (K)	0	Gübre uygulanmamıştır
Azot (N10)	10	Amonyum sülfat (NH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> ; % 21 N, % 24 S)
Kükürt (S11)*	11	Toz kükürt (% 99 S)
Kükürt (S75)**	75	Toz kükürt (% 99 S)

\* 10 g m<sup>-2</sup> azot (N) ihtiva eden amonyum sülfat içerisinde bulunan kükürde eşdeğer.

\*\* Toprak pH'sını 0,5-1,0 birim düşürmeye yeter miktarda olduğu öngörülen miktar.

Gübreler fidan sıraları arasına çizgi halde serpilmiş ve toprağın 0–5 cm'lik üst kısmına çapa ile karıştırılmıştır. Bu işlemin hemen ardından aynı gün içerisinde sulama yapılarak gübrenin toprağa nüfuzu sağlanmıştır. Vejetasyon mevsimi boyunca Eğirdir Fidanlığının rutin fidanlık uygulamalarına paralel olacak şekilde sulama, ot alımı vb. bakım işlemleri uygulanmıştır. Sulama haftada bir ya da iki kez yağmurlama sistemi ile yapılmıştır. Ot alma işlemi de sulama işleminden sonra toprak tavra iken elle otların kökten koparılması şeklinde vejetasyon dönemi içerisinde iki kez tekrar edilmiştir.

Fidanlık toprağının genel özelliklerini belirlemek amacıyla 0-10 cm derinlikteki üst topraktan, her parselden en az üç farklı noktadan 0,5 litre kadar bozulmuş toprak örnekleri alınmış ve laboratuvara getirilmiştir. Hava kuru hale getirilen topraklar öğütülüp 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra fiziksel ve kimyasal analize hazır hale getirilmiştir. Örnekler daha sonra Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Tarımsal Analiz Laboratuvarında analiz edilmiştir. Tekstür Bouyoucos hidrometre yöntemi (Demiralay, 1993), tuzluluk 1/2,5'lik karışımda iletkenlik ölçer ile (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954), pH 1/2,5'lik karışımda cam elektrotlu pH metre ile (Peech, 1965), kireç Scheibler kalsimetresi ile (Hızalan ve Ünal, 1966), organik madde Smith-Weldon yöntemi ile (Hocaoğlu, 1966), değişebilir K, Ca, Mg, Na amonyum asetat yöntemiyle (Kacar, 1995), alınabilir P sodyum bikarbonat yöntemiyle (Kacar, 1995), Fe, Mn, Zn, Cu ise DTPA + CaCl<sub>2</sub> + TEA yöntemiyle (Lindsay ve Norvell, 1978) analiz edilmiştir. Değişebilir iyon ölçümleri ICP (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer) cihazı ile yapılmıştır. Ayrıca, toprak reaksiyonundaki değişimleri belirlemek için mayıs (gübrelemeden hemen önce), temmuz ve ocak aylarında (söküm esnasında) yine üst topraktan alınan örneklerde pH ölçümleri yapılmıştır.

Mevsim sonunda 16 Ocak 2009 tarihinde her parselden 25 adet olmak üzere 4 parselden 3 tekrarlı toplam 300 adet fidan sökülüp nemli telislere sarılarak laboratuvara götürülmüştür. Fidanlar üzerindeki morfolojik ölçümler birkaç gün içerisinde tamamlanmış, fidanlar ölçüm zamanına kadar nemli serin ortamda bekletilmiştir.

## 2.4. Laboratuvar çalışmaları

### 2.4.1. Morfolojik ölçümler

Laboratuvarda fidanlar telislerden çıkarılarak önce musluk suyu ile iyice yıkanmış ve topraktan arındırılmıştır. Sonra ilk iş olarak kök boğazından itibaren 20 cm uzaktan kök tamarı gerçekleştirilmiştir. Akabinde fidanların boyu, kök boğazı çapı, yan kök sayısı (>1 cm), kök ucu sayısı ve en uzun yan kök uzunluğu ile kök ve gövde fırın kuru ağırlıkları (70 °C'de) belirlenmiştir. Fidan çap ve boy değerlerinden hareketle üretilen fidanların TSE standartlarına (TS2265, 1988) göre dağılımı belirlenmiştir. Ayrıca gürbüzlük katsayısı, gövde/kök oranı ve Dickson kalite indeksi (Dickson vd., 1960) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

- Gürbüzlük katsayısı: Fidan boyu (mm) / kök boğazı çapı (mm)
- Gövde/Kök Oranı: Gövde kuru ağırlığı (g) / kök kuru ağırlığı (g)
- Dickson Kalite İndeksi: Toplam fidan kuru ağırlığı (g) / { [ Boy (cm) / Çap (cm) ] + [Gövde kuru ağırlığı (g) / Kök kuru ağırlığı (g)] }

### 2.4.2. Dijital fotoğraflar vasıtasıyla kök yüzey alanlarının tespiti

Her parselden 10'ar kök örneği (toplamda 120 adet) alınarak standart A4 kâğıdı üzerinde dijital fotoğraf makinesi ile 90 derecelik bir kadraj sağlanarak sabit bir odak mesafesinden fotoğraflanmıştır (Şekil 1). Her örnekten 3 fotoğraf alınmış ve kök yüzey alanını belirlemek için en iyi görüntü kalitesi sunan bir fotoğraf kullanılmıştır. Görüntüler bilgisayar ortamında 300 dpi çözünürlükte ve yine standart A4 (297mm x 210 mm) ebadında olacak şekilde piksel ayrıntısına inilerek cetvel aracı vasıtasıyla özenle işaretlenmiş ve kırılmıştır. Bir sonraki adımda ise fotoğraflar RGB Color'dan Grayscale'e çevrilmiştir. Ardından kökün piksel sayısı A4 kağıdının piksel sayısına oranlanarak kökün cm<sup>2</sup> cinsinden alanı bulunmuştur.



Şekil 1. Fidanların dijital kök görüntülerinin alınması ve bilgisayarda piksel sayılarının belirlenmesi

### 2.4.3. Fidanların beslenme durumu

Denemede kullanılan her bir işlem için ayrı ayrı olmak üzere; fırın kurusu haldeki örneklerde ibreler gövde sapından ayrılarak, fidanlar ibre, gövde ve kök kısımlarına ayrılmıştır. Bu örnekler blender yardımı ile öğütülerek toz haline getirilip hava almayan kilitli poşetlere konulmuş ve Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Tarımsal Analiz Laboratuvarında besin içerikleri bakımından analiz edilmiştir. Analizlerde azot ıslak yakmaya dayalı Kjeldahl yöntemi ile, diğer elementler ise kuru yakmaya dayalı olarak ICP ile tayin edilmiştir (Ryan vd., 2001).

### 2.5. Veri analizi

Elde edilen tüm veriler SPSS yazılımı ile varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatistiksel farklılık belirlenmesi halinde ise Duncan testi ile homojen gruplar belirlenmiştir.

## 3. BULGULAR

### 3.1. Toprak özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü sahanın genel toprak özelliklerini yansıtan karma toprak örneğinin analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Buna göre çalışma yürütülen fidanlık yastığındaki toprağın % 32'lik bir kil içeriğiyle nispeten ağır bünyeli ve 8,18 ile orta dereceli alkali olduğu görülmektedir. Bunun yanında, kireç, kalsiyum ve demir dışında diğer elementler bakımından orta veya düşük seviyededir.

Deneme alanından mayıs (işlem öncesi), temmuz ve ocak (söküm aşaması) aylarında her parselden alınan toprak örneklerine ait pH ölçüm değerleri Çizelge 4'de verilmiştir. Mayıs ayına ait pH ölçümleri neticesinde işlemler arasında belirgin bir fark görülmemiştir. Ancak temmuz ayı ölçümlerinde K işlemine göre; N10 işleminde 0,16'lık, S11'de 0,34'lük, S75'te 0,42'lik bir düşüş gerçekleşmiştir. Ocak ayındaki ölçümlere bakıldığı zaman ise pH'lar arasında önemli bir fark görülmezken yalnızca K işlemine göre S75 işlemiyle pH'da 0,18'lik bir düşüş görülmüştür.

### 3.2. Fidan morfolojik özellikleri

Birinci vejetasyon mevsimi sonunda çıplak köklü sedir fidanlarının kontrol işlemindeki boyları ortalama 3,9 cm ve kök boğazı çapları ise 2,3 mm olarak bulunmuştur (Çizelge 5). Kükürtlü işlemlerin fidan özellikleri üzerine bariz bir

etkisi görülmemiştir. Azotlu gübreleme ise boy gelişimini yaklaşık %72 artırarak 6.8 cm'ye çıkarmış, ancak çap gelişimini etkilememiştir. Azotlu gübrelemenin boyda artışa neden olup çapı etkilememesi boy/çap oranını da etkilemiştir (Şekil 2). Bu oran kontrol için 17 olurken, N10'da 28, S11'de 24, S75'de ise 19 olarak bulunmuştur. Fidanlardaki gelişim farklılıkları kuru ağırlıklara da benzer şekilde yansımıştır. Azotlu gübreleme sonucunda gövde kütlelerinde % 72'lik, kök kütlelerinde ise % 15'lik bir artış görülmüştür. Gövdenin bir kısmını oluşturan ibre kütlelerinde de ciddi bir artış görülmüştür. Bir yaşındaki bu genç fidanlarda ibre kütleleri toplam toprak üste gövde kütlelerinin yaklaşık % 66-71'ini teşkil etmektedir. Kök yüzey alanında da benzer şekilde yaklaşık % 23'lük bir artış görülmüştür. Bu durumda gövde/kök oranı da kontrolde 1.14'ten N10'da 1.69'a çıkmıştır. Azotlu işlem fidan kalite indeksini ise etkilememiştir. Bunun dışındaki kök sayısı ve kök uzunluğu parametreleri ne azottan ne de kükürten etkilenmiştir. Kükürt etkisi yalnızca S11 işleminde çapta ve kalite indeksinde küçük bir düşüş olarak öne çıkmış ve bu durum muhtemelen bu işlem grubundaki parsellerde fidan sıklığının daha fazla olmasından kaynaklanmıştır.

Çizelge 3. Toprak analiz sonuçları

Ölçülen özellik	Ölçüm sonucu	Açıklama
Kum (%)	54	-
Toz (%)	13	-
Kil (%)	32	-
Toprak Türü	Kumlu killi balçık	-
Tuzluluk (mS m <sup>-2</sup> )	125	Tuzsuz
pH (1:2,5 H <sub>2</sub> O)	8,18	Hafif alkali
Kireç (%)	13	Yüksek
Organik Madde (%)	3,6	Orta
Fosfor (ppm)	18	Orta
Potasyum (ppm)	153	Orta
Kalsiyum (ppm)	4026	Yüksek
Magnezyum (ppm)	257	Düşük
Sodyum (ppm)	17,43	Düşük
Demir (ppm)	9,05	Çok Yüksek
Bakır (ppm)	1,50	Orta
Mangan (ppm)	11,46	Orta
Çinko (ppm)	0,45	Düşük

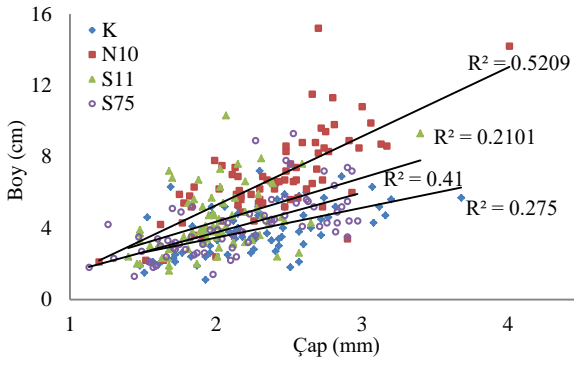
Çizelge 4. Deneme alanından toprak örneklerinin üç farklı aydaki pH ölçüm sonuçları

İşlem	Mayıs		Temmuz		Ocak	
	Su	KCl	Su	KCl	Su	KCl
K	7,88	7,24	8,09	7,33	8,01	7,27
N10	7,93	7,22	7,93	7,31	7,97	7,26
S11	7,97	7,24	7,75	7,30	7,99	7,26
S75	7,90	7,25	7,67	7,26	7,83	7,21

Çizelge 5. Azotlu ve kükürtlü gübrelemenin sedir fidanlarının morfolojik özellikleri üzerine etkileri ( $\pm 1$  standart sapma) Sattırda aynı harfle gösterilen işlemler istatistiksel olarak farklı değildir

Özellik	K	N10	S11	S75
Fidan boyu (cm)	3,9 $\pm$ 1,4 b	6,8 $\pm$ 2,4 a	4,4 $\pm$ 1,8 b	4,1 $\pm$ 1,7 b
Kök boğazı çapı (mm)	2,3 $\pm$ 0,4 ab	2,4 $\pm$ 0,4 a	2,0 $\pm$ 0,3 c	2,1 $\pm$ 0,5 bc
Yan kök sayısı (adet)	10,5 $\pm$ 4,1	10,2 $\pm$ 3,1	10,3 $\pm$ 3,7	9,3 $\pm$ 3,3
Kök ucu sayısı (adet)	86,3 $\pm$ 40,5	85,6 $\pm$ 43,7	78,1 $\pm$ 32,8	73,3 $\pm$ 37,6
En uzun yan kök uzunluğu (cm)	9,3 $\pm$ 2,4	9,4 $\pm$ 2,8	9,9 $\pm$ 2,7	9,3 $\pm$ 3,0
Kök yüzey alanı (cm <sup>2</sup> )	7,8 $\pm$ 2,4 b	9,6 $\pm$ 2,8 a	7,5 $\pm$ 1,9 b	7,4 $\pm$ 2,3 b
Gövde kuru ağırlığı (g)*	0,37 $\pm$ 0,14 b	0,64 $\pm$ 0,31 a	0,36 $\pm$ 0,16 b	0,39 $\pm$ 0,18 b
İbre kuru ağırlığı (g)	0,25 $\pm$ 0,05 b	0,44 $\pm$ 0,11 a	0,25 $\pm$ 0,05 b	0,26 $\pm$ 0,08 b
Kök kuru ağırlığı (g)	0,33 $\pm$ 0,11 b	0,39 $\pm$ 0,15 a	0,30 $\pm$ 0,11 b	0,33 $\pm$ 0,12 b
Gövde/kök oranı	1,14 $\pm$ 0,31 b	1,69 $\pm$ 0,49 a	1,17 $\pm$ 0,27 b	1,20 $\pm$ 0,27 b
Fidan kalite indeksi	0,25 $\pm$ 0,08 a	0,23 $\pm$ 0,08 a	0,20 $\pm$ 0,06 b	0,23 $\pm$ 0,08 a

\* Gövde örnekleri, gövde odunu ve üzerindeki ibreler dahil fidanın tüm toprak üstü kısmını ifade etmektedir.



Şekil 2. Fidan boyu ile kök boğazı çapı arasındaki ilişki

### 3.3. Fidanların TSE kalite standartları açısından değerlendirilmesi

TS2265 nolu ve Şubat 1988 tarihli iğne yapraklı ağaç fidanları standardına göre bir yaşındaki sedir fidanının en az 2 mm çapta, en az 6 cm boyda olması ve gövde/kök oranının en fazla 4 olması istenmektedir. Buna göre, çalışmada elde edilen fidanların büyük çoğunluğu hem boy hem de çap bakımından standart dışı (ıskarta) kalmaktadır (Çizelge 6). Kontrol işleminde üretilen fidanların % 92'si boy bakımından ve % 28'i ise çap bakımından ıskartaya ayrılmıştır. Veriler hem boy hem de çap için birlikte değerlendirildiğinde, kontrol işlemindeki fidanların % 93'ünün ıskarta olduğu görülmüştür (Şekil 3). Buna karşın, N10 işleminde fidanların % 43'ü S11'de % 87, S75'te ise fidanların % 89'si ıskartaya ayrılmıştır. Neticede N10

işlemiyle m<sup>2</sup>'de 315 kaliteli fidan elde edilirken, K işleminde yalnızca 34, S11'de 84 adet ve S75'te ise 54 adet kaliteli fidan elde edilmiştir.

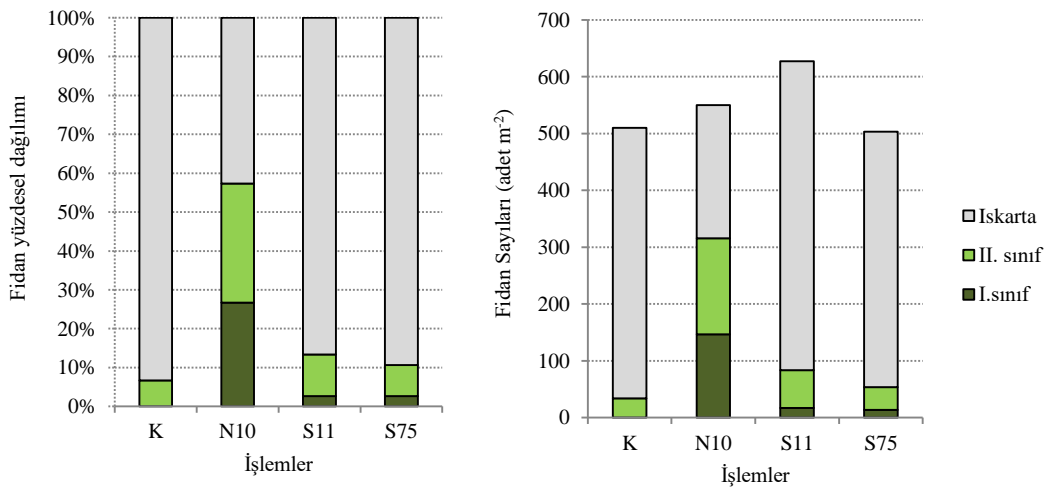
### 3.4. Fidan besin konsantrasyonu ve içeriği

Fidanların ibre, gövde odunu ve köklerinde bulunan besin konsantrasyonları Çizelge 7'de verilmiştir. Buna göre, N'lu ve S'lü gübrelemenin ibre, gövde ve kökte besin konsantrasyonuna etkileri oldukça sınırlı kalmıştır. Sadece S11 ve S75 işlemleri ibrelerdeki kükürt konsantrasyonunu yaklaşık % 60 artırmışlardır. Azot gübrelemesinde ise ibre azot konsantrasyonu artmak bir yana, K işleminde % 1,58 iken N10 işleminde bu oran % 1,38'e gerilemiştir. Ayrıca, fidan kısımları kendi aralarında karşılaştırıldığında ibrelerin gövde ve kök odununa göre daha yüksek makrobesin konsantrasyonlara sahip olduğu, buna karşın mikrobeseinlerde ibrelerin bu üstünlüğünü kaybettiği görülmektedir. Fe ve Cu gibi metallerde kök dokularındaki konsantrasyonun çok daha yüksek olduğu görülmektedir.

Fidanların bir birim alandan kaldırdıkları besin maddeleri incelendiğinde, azot gübrelemesinin bitkilerin topraktan aldığı besin maddesi miktarını artırdığı görülmüştür (Çizelge 8). Örneğin, kontrol işleminde 1 m<sup>2</sup>'lik fidanlık yastığından bir yılda 2,8 g N; 0,24 g P; ve 0,64 g K alınmışken, N gübrelemesinde bu değerler artarak 4,4 g N; 0,34 g P ve 1,34 g K olarak gerçekleşmiştir. Kontrolle kıyasla bu artışın oranı N, P ve K için sırasıyla 1,6; 1,4 ve 2,1 kat olmuştur.

Çizelge 6. Ortalama fidan boyu (FB) ve kök boğazı çapına (KBÇ) göre fidanların kalite sınıflarına yüzdelik dağılımı

İşlem	FB Kalite Sınıfları			KBÇ Kalite Sınıfları			
	Ort. FB (cm)	I. sınıf FB ≥ 8 %	II. sınıf 8 > FB ≥ 6 %	İskarta FB < 6 %	Ort. KBÇ (mm)	Kaliteli KBÇ ≥ 2 %	İskarta KBÇ < 2 %
K	3,9	0,0	8,0	92,0	2,3	72,0	28,0
N10	6,8	26,7	33,3	40,0	2,4	82,7	17,3
S11	4,4	2,7	14,7	82,7	2,0	50,7	49,3
S75	4,1	2,7	8,0	89,3	2,1	58,7	41,3



Şekil 3. Üretilen fidanların TSE standartlarına göre I. sınıf, II. sınıf ve ıskarta fidan sınıfına girenlerinin yüzdesel ve adetsel dağılımı (hem boy hem de çap göz önünde bulundurularak)

Çizelge 7. Bir yaşlı çıplak köklü sedir fidanlarının ibre, gövde odunu ve köklerindeki besin konsantrasyonları (aynı harfle gösterilen işlemler istatistiksel olarak farklı değildir)

İşlem	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)	Mo (ppm)
<i>İbre</i>												
K	1,58	0,13	0,34a	1,38	0,19	0,10a	338	10	62	51	49	6,0
N	1,38	0,10	0,40b	1,24	0,18	0,11a	434	7	59	36	44	2,5
S11	1,50	0,11	0,45b	1,19	0,18	0,16b	280	11	68	53	60	6,2
S75	1,56	0,12	0,37a	1,41	0,19	0,16b	238	7	58	41	43	2,5
<i>Gövde</i>												
K	1,02	0,10	0,27	0,66	0,12	0,03	305	13	48	43	43	2,9
N	0,89	0,08	0,30	0,62	0,11	0,03	328	11	45	37	33	2,2
S11	0,95	0,09	0,31	0,62	0,12	0,04	319	16	53	49	53	6,3
S75	1,06	0,11	0,27	0,67	0,13	0,04	297	15	48	42	43	2,4
<i>Kök</i>												
K	0,72	0,07	0,20ab	0,92	0,11	0,04	712	19	66b	54b	39ab	5,8
N	0,62	0,04	0,19a	0,85	0,10	0,03	668	13	72b	58b	29a	4,7
S11	0,62	0,05	0,24bc	0,79	0,11	0,04	688	18	67b	79a	49b	6,1
S75	0,74	0,06	0,22b	0,88	0,11	0,04	536	15	56a	60b	37a	5,1

Çizelge 8. Fidanların (ibre, gövde, kök dahil tüm kısımları) birim alanda topraktan aldıkları besin maddesi miktarları (mg m<sup>-2</sup>)

İşlem	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Mo
K	2776	236	645	2342	333	214	184	5,2	22	18	16	1,9
N	4438	336	1343	3859	570	381	283	5,7	35	25	20	1,8
S11	3113	251	958	2440	382	358	196	6,2	27	27	22	2,5
S75	2840	241	689	2408	342	304	138	4,3	20	18	14	1,3

#### 4. Tartışma ve sonuç

Fidanlık faaliyetleri sonucunda üretilecek olan fidanların kalitesi bir yandan fidanlığın toprak ve iklim özelliklerinden, bir yandan da fidanlara uygulanan kültürel yöntemlerden etkilenmektedir. Sağlıklı ve kaliteli fidan üretimi için toprağın kaba bünyeli ve geçirgen olması, toprak pH'sının ise hafif asit (6-7) olması önerilmektedir (Gülçur 1959, 1962a,b; van den Driessche, 1984; Örtel, 1994). Eğirdir Orman Fidanlığı dahil Ülkemizin pek çok fidanlığında ise hem topraklar ağır bünyeli hem de reaksiyon alkali seviyelerdedir. Ağır bünye, zayıf drenaj ve aşırı sulama gibi nedenlerden dolayı ortaya çıkan havalanma problemi yüksek pH ile bir araya geldiğinde özellikle mikro besinlerin alınabilirliğini olumsuz etkilemektedir. Çalışmamıza konu olan Toros sediri her ne kadar doğal ortamlarında nötr-hafif alkali topraklara uyum sağlamış olsa da, havalanmaya bağlı sorunlara karşı son derece hassastır.

Çalışmamızın yapıldığı fidanlıkta toprak pH'sının 8 civarında olması, toprağın nispeten ağır bünyeli olması, dolayısıyla infiltrasyon, drenaj ve havalanma problemlerinin olması fidanlarda beslenme ve gelişim problemlerinin olabileceğini işaret etmektedir. Zira, deneme yapılan fidanlık yastıklarında geçmiş yıllarda da kısa boylu, cılız, ibreleri sarımsı-yeşil renkli fidanların oranının oldukça fazla olduğu gözlenmiştir. Çalışmamızda kullanılan amonyum sülfat ve kükürt gübrelerinin her ikisi de asit yapılı gübrelerdir ve toprak pH'sını düşürmesi beklenir. Araştırma sonuçlarımızı göre, her iki gübre de pH'da kısmen düşüş sağlamış, ancak bu düşüş beklenen miktarda ve kalıcı olmamıştır. Düşünün beklenenden az olmasının muhtemel nedeni toprağın ağır bünyesine ve yüksek kireç içeriğine bağlı olarak tamponlama kapasitesinin yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Dahası, fidanlığa uygulanan sulama suyunun da yüksek pH'lı ve kireçli olması da bu duruma katkı sunmaktadır.

Gübreleme işlemlerinin fidan gelişimine etkileri azotlu gübre için pozitif ve oldukça belirgin iken, kükürtte önemsiz ve kısmen negatif olmuştur. Özellikle fidan boyu, kök yüzey alanı ve fidan kuru ağırlıkları azot uygulamasından sonra önemli oranda artmıştır. Azotun bitki gelişimine pozitif etkileri zaten bilinen bir durumdur (Marschner 1995), ancak bu etkinin boyutu fidanlık şartlarına ve fidan türüne göre değişmektedir. Bizim fidanlık toprağımızdaki organik madde ve dolayısıyla toplam azot miktarının nispeten düşük-orta seviyede olması bu konuda bir ihtiyaç olabileceğini düşündürmektedir.

Dahası, her yıl fidan sökümüyle birlikte önemli miktarda organik madde ve mineral besinler sahadan uzaklaştırılmaktadır. Ülkemiz fidanlıklarında yapılan bir çalışmada kızılçam, karaçam, sarıçam ve sedir gibi ibreli türlerin bir hektarlık alandan 10-161 kg N, 3-14 kg P ve 12-59 kg K uzaklaştırdığı ortaya konmuştur (Tacenur, 1985). Bu çalışmada ise 1 yaşlı sedir fidanlarının topraktan m<sup>2</sup>'de 2.8-4.4 g N aldığı tespit edilmiştir. Bu rakamların hektardaki karşılığı 28-44 kg'dır. Hızlı büyüyen türlerde ve çok yıllık fidanlarda bu rakamlar çok daha yüksek olacaktır. Toprakta kaybolan bu besinlerin yerine organik veya inorganik kökenli besinlerle takviye yapılması üretimde ve kalitede devamlılık açısından son derece önemlidir. Bizim fidanlıklarımızda, genelde tohum kapatma materyali olarak kullanılan ibre, kozalak ve kabuk karışımı sahadan çıkarılan organik maddenin ve besinlerin yerini almaktadır. Bu karışım fiziksel özellikleri bakımından iyi olsa da, kimyasal içerik bakımından pek de zengin olmayan, yavaş ayrışan ve fidan beslemesine katkısı sınırlı olan düşük kaliteli maddelerdir (Gürlevik vd., 2003). İnorganik gübreler ise genelde fidanların aşırı gelişimine neden olacağı endişesiyle en düşük seviyelerden uygulanmaktadır. Oysaki İspanya gibi Akdeniz ülkelerinde yapılan güncel bazı çalışmalarda, fidanlık şartlarında iyi beslenmiş fidanların kurak ağaçlandırma sahalarında hem tutma başarısını hem de fidan gelişimini artıracaklarını göstermektedir (Puértolas vd., 2003;

Oliet vd., 2005, 2009; Luis vd., 2009). Ülkemizde de dengeli ve iyi beslenmiş fidanların üretimine dönük çalışmalarla bu konunun aydınlatılması büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada kullanılan azot dozu fidanlarda boy gelişimini ciddi oranda artırmakla birlikte, gövde /kök oranı hala 1,7'nin altında kalmıştır ve fidanlarda aşırı gelişim söz konusu değildir. Gövde/kök oranında aşırı artış (3/1 ve üzeri) genellikle dengesiz gelişen bir fidanı anlatmaktadır. Böyle hızlı tepe gelişimi yapan fidanlar bol yağışlı yetişme ortamlarında iyi performans gösterirken, marjinal, yarı kurak sahalarda bu oranın yüksek olması fazla istenmeyen bir özelliktir. Bu tür fidanların transpirasyon yüzeylerinin fidanı besleyen köke oranının aşırı fazla olması dikim sonrasında su stresinin yaşanmasına ve yaşama yüzdesinin düşmesine sebep olmaktadır (Dirik, 1990). Ancak çalışmamızda görülen artışa rağmen elde edilen fidanların gövde/kök oranı hala kabul edilebilir sınırların altındadır.

Kükürtlü gübrelemenin fidan ibrelerindeki S konsantrasyonunu belirgin şekilde artırmasına rağmen, azotlu gübrelemenin etkisi sınırlı kalmış hatta ilginç bir şekilde negatif yönde olmuştur. Azot konsantrasyonundaki bu düşük literatürde seyreltme (dilution) etkisi denen, fidan dokularındaki hızlı büyümeyle birlikte doku içerisindeki besin konsantrasyonunun düşmesi ile açıklanabilir (Marschner, 1995). Zira, toprağa verilen küçük miktarda azota fidanlar hızla tepki vermiş ve neticede hızlı gelişen fidanlarda N konsantrasyonu düşmüştür.

Gübrelemenin çap gelişimine olumlu bir etkisi ise görülmemiştir. Zira, çap daha ziyade sıklık tarafından kontrol edilen bir özelliktir (Bowles, 1981; Duryea, 1984; Albayrak Çatal, 2002; Yıldız, 2005). Çalışmamızda fidanlık yastığındaki mevcut fidan sayıları oldukça yüksektir ve 510 ile 627 arasında değişmiştir. En sık işlem olan S11 işlemi aynı zamanda çapı en düşük olan işlem olarak belirlenmiştir. Aynı fidanlıkta boylu ardaçta (*Juniperus excelsa*) yapılan bir diğer çalışma da azot işleminin çapa önemli bir etkisinin olmadığı gösterilmiş, ancak sıklığın son derece önemli olduğu belirtilmiştir (Eser 2007).

Çalışmada yetiştirilen fidanların TSE standartlarına göre dağılımı oldukça ilginç sonuçlar vermiştir. Başta da bahsedildiği gibi, çalışma sahasında toprak pH'sındaki ve havalanmasındaki problemlerden ve ayrıca aşırı sıklıktan dolayı fidanlarda gelişme bozuklukları görülmekte idi. Mevcut düzende yetiştirilen kontrol fidanlarının yalnızca % 7 si morfolojik olarak kullanılabilir fidan ebatlarında (çap > 2 mm ve boy > 6 cm) iken, bu oran azot uygulaması ile % 57'ye çıkmıştır. Metrekaredeki kullanılan fidan sayıları ise kontrolde yalnızca 34 adetten azot işleminde 315'e çıkmıştır. Kükürt işlemleri ise kayda değer bir artış sunmamıştır. Neticede, birim alanda elde edilen morfolojik olarak kaliteli fidan miktarının artırılmasında azotlu gübreleme önemli bir yöntem olarak önümüze çıkmaktadır.

Orman fidanlıklarındaki kalite sorunu sadece toprakla ilgili olmayıp, uygulayıcıların kendi tercihleri ile de ilgili olabilmektedir. Örneğin, uygulayıcılar fidanlıkta iş akışı içerisindeki belirsizliklerden (ekilecek tohumun kalitesi, sezon içerisinde yaşanacak iklim koşulları, hastalıklar vb.) dolayı tedbiren gereğinden daha sık ekim yapabilmektedirler. Her şey yolunda giderse, bu kez de gereğinde çok daha sık fidan elde edilmektedir. Bunların seyreltilmesi ve bakımı ise ayrı bir sorun teşkil etmektedir ve çoğu zaman işgücü ve zaman kısıtlarından dolayı ihmal

edilmektedir. Neticede, birim alandan çok fazla fakat düşük kalitede fidan üretimi ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bu durumda bir yandan çok fazla ıskarta fidan imha edilmek durumunda kalınmakta, diğer yandan da kaliteli fidanların üretim maliyeti artmaktadır (Alkan, 2002).

Sonuç olarak, Eğirdir Orman Fidanlığında 1+0 yaşlı çıplak köklü Toros sediri fidanlarına metrekareye 10 g azot (yaklaşık 50 g amonyum sülfat) gübrelemesi yapılmasının uygun olabileceği görülmüştür. Alkali toprak sorununu gidermede kullanılacak S uygulamasının ise vejetasyon mevsimi öncesinde toprak hazırlığı sırasında yapılması ve mümkünse bu çalışılmadıkından biraz daha yüksek dozlarda yapılması uygun olabilir. Ancak bu işlemler yapılırken pek çok gübrenin (amonyum ve kükürt dahil) küçük fidanlar için zehir etkisi yapabileceği unutulmamalı, vejetasyon mevsimi içerisinde verilecek gübreler mümkünde küçük dozlar halinde birkaç seferde verilmelidir.

### Teşekkür

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmaya finansal destek sunan SDÜ BAP Yönetim Birimi'ne katkılarından dolayı teşekkür ederiz. Ayrıca, çalışmanın arazi aşamasında yardımlarını esirgemeyen Mert MERCAN, Mustafa YEĞEN ve Durmuş ÇETİNKAYA ve Çağlar BAŞSÜLLÜ'ye, çalışmada kullanılan dijital fotoğrafçılık tekniği yardımı ile kök yüzey alanının ölçümünde ve diğer birçok konuda yardımını esirgemeyen Oğün Çağlayan TÜRKAY'a teşekkür ederiz. Çalışmanın gerçekleştirildiği Eğirdir Orman Fidanlığı personeline ayrıca teşekkürü borç biliriz.

### Kaynaklar

- Albayrak Çatal, Y., 2002. Toros sediri (*Cedrus libani* A.Rich.)'nde yetiştirme sıklığının bazı morfolojik fidan özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Alkan H., 2002. Kalitesizliğin önemli bir boyutu: Maliyet artışı (Orman ağacı fidanı üretimine ilişkin bir değerlendirme). SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 2: 97-118.
- Anonim, 1999. Eğirdir Orman Fidanlığı 1999-2003 Yılı Rotasyon Planı, Isparta.
- Atalay, İ., 1987. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Ormanlarının Yayılış Gösterdiği Alanlar ve Yakın Çevresinin Genel Ekolojik Özellikleri ile Sedir Tohum Transfer Rejyonlaması. Orman Genel Müdürlüğü Yayın No: 663, s.167, Ankara.
- Bowles, G.P., 1981. Nursery spacing and seedling quality. In Chavosse, C.G.R. (Ed.), Forest Nursery and Establishment Practice in New Zealand, New Zealand Forest Service FRI Symposium No 22: 101-112.
- Boydak M., 2014. Toros sedirinin ekolojisi, doğal gençleştirilmesi ve bu türle karstik alan ağaçlandırmaları. I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, "Akdeniz Ormanlarının Geleceği: Sürdürülebilir Toplum ve Çevre", 22 - 24 Ekim 2014 - Isparta, s. 1-25.

- Boydak, M., Çalikoğlu, M., 2008. Toros Sedirinin (*Cedrus libani* A. Rich.) Biyolojisi ve Silvikültürü. OGEM-VAK Yayınları, s. 284, Ankara.
- Brohi A.R., Doran İ., Gürlevik N. 2012. Ormancılık ve peyzaj ağaçlarında bitki besleme yönetimi. In M.R. Karaman (Ed.), Bitki Besleme - Sağlıklı Bitki, Sağlıklı Üretim, Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi: 2, Duman Ofset Matbaacılık, Ankara.
- Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları No:143, Erzurum.
- Dickson, A.A.L., Leaf, J., F., Hosner, 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedlings stock in nurseries. Forestry Chronicle 36:10-13.
- Dirik, H., 1990. Dikim şoku. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, B40(3): 105-116.
- Duryea, M.L., 1984. Nursery cultural practices: Impacts on seedling quality. In Duryea, M.L., Landis, T.D. (Eds), Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings, Chapter 15, Forest Research Laboratory, Oregon State University, pp.143-164.
- Eser, Y., 2007. Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.)'ın fidanlık tekniği açısından önemli görülen yetiştirme sıklığı ve gübrelemenin fidan morfolojik özellikleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Gülçur, F., 1959. Daimi bir orman fidanlığı için yer seçiminde göz önünde tutulacak esaslar. İÜ Orman Fakültesi Dergisi Seri B, 12(1): 47-54.
- Gülçur, F., 1962a. Orman fidanlığı topraklarının verimlilik standartları ve verimliliğe tesir eden çeşitli faktörlerin ıslahı. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 12: 67-73.
- Gülçur, F., 1962b. Orman fidanlıklarında kullanılan gübre çeşitleri ve gübrelemede göz önünde tutulacak esaslar. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 12: 41-52.
- Gürlevik, N., Kelting, D.L., Allen, H. L., 2003. The effects of vegetation control and fertilization on net nutrient release from decomposing loblolly pine needles. Can. J. For. Res. 33: 2491-2502.
- Gürlevik, N., Gültekin, H.C., 2009. Bitki Besleme. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü. Tohum, Fidan Üretimi, Ağaç Islahı ve Mekanizasyon Semineri, Eskişehir, 148-158.
- Havlin, J.L., Beaton, J.D, Tisdale, S.L, Nelson, W.L, 1999. Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management. Sixth edition. Pearson Prentice Hall, NJ.
- Hızalan, E., Ünal, H., 1965. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü. Zir. Fak. Yay. No:278, Yrd. Ders Kitabı No:97, A.Ü. Basımevi Ankara.
- Hocaoğlu, Ö.L., 1966. Toprakta Organik Madde, Nitrojen ve Nitrat tayini. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ziraat Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten, No: 9.
- Kacar, B., 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No: 3, Ankara.
- Kantarci, M.D., 1990. Türkiye'de sedir ormanlarının yayılış alanında ekolojik ilişkiler. Uluslararası Sedir Sempozyumu, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Muhtelif Yayınlar No: 59, s.12-25, Ankara.
- Karaöz, M.Ö., 1992. Gübreler ve peyzaj uygulamalarında gübreleme teknikleri. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 42(3-4): 49-60.
- Katkat, V., Kacar, B., 2011. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. 4. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Science Society of America Journal, 42: 421-428
- Luis, V.C., Puértolas, J., Climent, J., Peters, J., González-Rodríguez A.M., Morales, D., Soledad Jiménez, M., 2009. Nursery fertilization enhances survival and physiological status in Canary Island pine (*Pinus canariensis*) seedlings planted in a semiarid environment. European J Forest Research, 128: 221-229.
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, 889 p, London.
- Mayer, H., Sevim, M., 1959. (Çeviri: Necmettin Çepel), Lübnan Sediri - Lübnan'daki 5000 yıllık tahribatı, Anadolu'daki bugünkü yayılış sahası ve bu ağaç türünün Alplere tekrar getirilmesi hakkında düşünceler. İÜ Orman Fakültesi Dergisi Seri B, 9(2): 111-142.
- OATIAM, 2009. Tohum Meşçereleri. OGM Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, <http://ortohum.ogm.gov.tr/Sayfalar/Tohum-Mescereleri.aspx>; Erişim tarihi: 15.10.2016.
- OGM, 2005. Sedir Ormanlarının Rehabilitasyonu Eylem Planı. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 24s, Ankara.
- OGM, 2008. Orman Atlası. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 88s, Ankara.
- OGM, 2015. Orman Ağacı Fidan Üretimi 2009-2015, Ormancılık İstatistikleri 2015. Orman Genel Müdürlüğü İstatistikleri, Ankara. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Istatistikler/Forms/AllItems.aspx>
- Oliet, J., A., Planelles, R., Artero, F., Jacobs, D.F., 2005. Nursery fertilization and tree shelters affect long-term field response of *Acacia salicina* Lindl. planted in Mediterranean semiarid conditions. Forest Ecology and Management, 215: 339-351.
- Oliet, J.A., Planelles, R., Artero, F., Valverde, R., Jacobs, D.F., Segura, M.L., 2009. Field performance of *Pinus halepensis* planted in Mediterranean arid conditions: relative influence of seedling morphology and mineral nutrition. New Forests, 37: 313-331.
- Örtel, E., 1994. Sedir fidanlık tekniği. In Eler, Ü. (Ed.), Sedir, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Muhtelif Yayınlar No: 66, El Kitabı Dizisi: 6, Ankara, s. 195-210.
- Özçelik R., Özkan K., 1997. Fidan yetiştirmeye uygunluk durumu açısından Eğirdir Orman Fidanlığı toprak özelliklerinin zamana bağlı değişimi. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Dergi Serisi, 3: 99-113.
- Peech, M., 1965. Hydrogen-Ion Activity. In Black, C.A., (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 2, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, pp. 914-926.
- Puértolas, J., Gil, L., Pardos, J.A., 2003. Effects of nutritional status and seedling size on field performance of *Pinus halepensis* planted on former arable land in the Mediterranean basin. Forestry, 76(2): 159-168.
- Ryan, J., Estafan, G., Rashid, A., 2001. Soil and plant analysis laboratory manual. 2nd ed., ICARDA and NARS, Aleppo, Syria, pp. 135-140.



- Sevim, M., 1955. Lübnan Sedirinin Türkiye'deki Tabii Yayılışı ve Ekolojik Şartları. T.C. Ziraat Vekaleti, Orman Umum Müdürlüğü Yayınlarından, Neşriyat Sıra No: 149, Seri No:24, 99 s, Yenilik Yayınevi, İstanbul.
- Tacenur, İ.A., 1985. Bazı yerli ağaç türlerimizin fidanlarının yapraklarındaki besin konsantrasyonları ve topraktan aldıkları besin miktarları. Orman Mühendisliği Dergisi, 12: 27-35.
- TS2265, 1988. İğne yapraklı ağaç fidanları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Agricultural Handbook No. 60, USA.
- van den Driessche, R., 1984. Soil fertility in forest nurseries. In Duryea, M.L., Landis T.D. (Eds.), Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis. 386 p.
- Yıldız, D., 2005. Bazı yetiştirme tekniklerinin Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)'nde fidan morfolojisine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

## Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nün Akdeniz iklimi etkisi altındaki Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) doğal gençleştirme sahalarında anakaya-toprak özelliklerinin ağaç gelişimine etkisi

Yasin Karatepe<sup>a,\*</sup>, Erdi Koyun<sup>b</sup>

**Özet:** Bu çalışma Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nün Akdeniz iklimi etkisi altındaki kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) doğal gençleştirme sahalarında anakaya- toprak özelliklerinin ağaç gelişimine etkisini belirlemek için gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 7 farklı doğal gençleştirme sahasında çalışma yapılmıştır. Çalışma 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu sahalarda toprak profili incelenmiş olup 21 farklı örnek alanda 0 – 30 cm derinlik kademelerinden toprak örnekleri alınmıştır. Ayrıca her bir sahada koordinat, yükselti, bakı ve eğim ölçmeleri yapılmıştır. Her bir sahada 10x3=30 ağacın göğüs yüksekliği çapı ve boy uzunlukları ölçülmüş, ağaç yaşı belirlenmiştir. Laboratuvarında hava kurusu haline getirilen 21 toprak örneğinde; tane çapı, toprak reaksiyonu (pH), organik karbon, toplam azot ve kireç analizleri yapılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerde göğüs yüksekliği çap ve boy değerleri 10 yaşa enterpole edilerek kullanılmıştır. Bulunan sonuçlar toprak özelliklerinin kızılçam gelişimine negatif ya da pozitif yönde bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Anakaya farklılığının ise ağaç gelişimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu, bu etkinin ise tortul tabakalarının pozisyonuna göre değişen fizyolojik derinliğe ve konglomera gibi kayalarda ise tabaka pozisyonunun yanı sıra çakıl yoğunluğundan artan iskelet içeriğine bağlı olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), Ağaç gelişimi, Toprak özellikleri, Anakaya yapısı

## Effects of soil-bedrock properties on tree growth in Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) natural regeneration sites under the influence of Mediterranean climate in Isparta Regional Directorate of Forestry

**Abstract:** This study was performed to determine the effect of soil-bedrock properties on growth of natural regeneration areas of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.), which is distributes in sites with Mediterranean climate in Isparta Regional Directorate of Forestry. For this purpose, the study was conducted at 7 different site conditions within natural regeneration areas. The study was carried out with three replicates in all the areas. In these areas, the soil profiles were examined and soil samples were taken from 0-30 cm in each sample plot. Also, values of coordinates, altitudes, aspects and slopes were measured and recorded at each plot. Breast-height diameter and height of 10x3=30 trees in each sample plot were measured and recorded. Soil texture, reaction (pH), organic carbon, total nitrogen and lime analysis were performed on 21 soil subsamples, which were air-dried in the laboratory. Based on the information obtained, breast-height diameter and height of trees were interpolated according to stem analysis for the age of 10. Obtained results showed that there wasn't a negative or positive relationship between growth and soil properties. Bedrock variation has a significant impact on the growth of trees. This effect, besides the varying the position of the physiological depth of sedimentary layer and the position in rock layers as the conglomerate, was determined, it is linked to increased skeletal density of silica.

**Keywords:** Red pine (*Pinus brutia* Ten.), Tree growth, Soil properties, Bedrock structure

### 1. Giriş

Kızılçam, kuzey yarım kürede, yaklaşık 32° - 45° kuzey enlemleri ile 15° - 45° doğu boylamları arasında geniş bir bölgede yayılış göstermektedir (Kayacık, 1965). Bu tür genel olarak Doğu Akdeniz ülkelerinde yayılış yapmakta olup Akdeniz ikliminin tipik bir ağaç türüdür. Bu yayılışında en batı noktasını İtalya'daki Kalabriya Yarımadası, en doğu noktası da Irak'ın kuzeyi olduğu belirtilmektedir (Asmaz, 1993). Özellikle Kıbrıs ormanlarının %90'ını kızılçam ormanları oluşturmaktadır (Pantelas, 1986). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Türkiye'de en geniş yayılış alanına sahip asli ağaç türü olup, kızılçam

ormanlarının kapladığı alan 2.999.684,9 ha normal, 2.420.839,7 bozuk orman vasfında olup, toplam olarak ise 5.420.524,6 ha büyüklüğündedir (Anonim, 2012). Bu alan Türkiye ormanlarının % 25'ine tekabül etmektedir. Kızılçam, Genel yayılışını Akdeniz, Ege, Marmara, Trakya ve lokal olarak Karadeniz ile Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yapmaktadır. Ceyhan nehri ile Malatya dolaylarında 200 km, Gediz ile Ege'de 300 km içeriye sokulur. Siirt Eruh'ta ise 10-15 ha kadar lokal bir yayılışı vardır (Neyişçi, 1987a).

Kızılçam genel olarak yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olan Akdeniz iklimi bölgelerinde yayılış göstermektedir. Kızılçam sıcaklık isteği yüksek, donlara

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

<sup>b</sup> Orman Mühendisi, Antalya

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.11.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 01.12.2016



**Citation** (Atf): Karatepe, Y., Koyun, E., 2017. Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nün Akdeniz iklimi etkisi altındaki Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) doğal gençleştirme sahalarında anakaya-toprak özelliklerinin ağaç gelişimine etkisi, 2017. Turkish Journal of Forestry, 18(1): 30-36. DOI: [10.18182/tjf.308632](https://doi.org/10.18182/tjf.308632)

hassas ve karasal iklimlerden kaçman bir türdür (Saatçioğlu ve Pamay, 1962). Kızılçam Akdeniz Bölgesi'nde; deniz seviyesinden başlayarak, meşcere halinde 1300 m ve tek ağaç olarak 1500 m'ye kadar çıkabilmektedir. Akdeniz Bölgesi'nden kuzeye doğru gidildikçe çıkabileceği üst yükselti düşmektedir. Örneğin Ege Bölgesi'nde kızılçam 800-900 m, Marmara Bölgesi'nde ise 600-700 m'ye kadar çıkabilmektedir. Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde kızılçamın ulaştığı en yüksek nokta Osmaniye'de 700 m'dir. Ege Bölgesi'nde ise Uşak dolaylarında 1100-1150 m'ye kadar çıkabilmektedir (Atalay, 1983).

Türün doğal yayılış alanlarında yıllık ortalama sıcaklık 12 – 20 °C arasında değişmekte olup, Ocak ayı ortalama sıcaklık 5 – 10 °C, bazı kuzey ve yüksek kesimlerde 3 – 4 °C olup, 0 °C'nin altına düşmemektedir. En düşük sıcaklık ise 4 °C ile -11 °C arasında seyretmekte, - 15 °C'nin altına inmemektedir. Temmuz ayı ortalama sıcaklık 23 – 28 °C arasında olup en yüksek sıcaklık ise 45 °C'ye ulaşmaktadır (Atalay vd., 1998). Kızılçam yayılış alanlarında yıllık ortalama yağış 400 mm (Burdur, Mut) ile 2000 mm (Geyik dağları – Aydıncık) arasında seyretmektedir. Kızılçamın yayılış alanlarında yağışların yıl içerisindeki dağılımı düzensiz olup, önemli bölümü kış aylarına rastlamaktadır (Atalay vd., 1998). Çok düşük olan yaz yağışları (200 mm'nin altında) kuzeye ve yükseklere çıktıkça artmaktadır. Güneybatıya bakan ve bu yönden yağış getiren rüzgârları doğrudan alan yamaçlarda, yağış miktarı daha yüksektir. Akdeniz bölgesinin denize bakan yamaçlarında, kıydan itibaren yükseldikçe önce yağış artmakta, daha yukarılarda ise azalmaktadır (Kantarıcı, 1982). Kızılçam yayılışının sahil kuşağında, yıllık ortalama bağıl nem % 60 – 70 arasında olup, Akdeniz Bölgesi'nin bazı yörelerinin bağıl nemi, yazın kış aylarına göre daha yüksektir. Yağışın düşük olduğu bazı yörelerde ve kıyı bölgelerinde, yazın yüksek bağıl nem terletmeyi azaltmaktadır. Vegetasyon döneminde bağıl nemin % 50'nin altına düştüğü, örneğin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin iç kısımlarında, Kızılçam iyi bir gelişme yapmamaktadır (Atalay vd., 1998). Akdeniz Bölgesi'nde, ilkbahar ve sonbaharda 3 – 4 gün ile 10 – 15 gün arasında değişen sürelerde bölgeyi etkisi altına alan kuzey rüzgârları, bağıl nemi % 0' a kadar düşürebilmektedir (Neyişçi, 1987b).

Quezell (1977), tarafından yapılan çalışmada, kızılçamın toprak konusunda özel bir isteğinin olmadığı ve gevşek toprakta olduğu kadar yüzeyi çatlaklı ya da kırılmış kayalar üzerinde de yetişebildiği belirtilmiştir. Kantarıcı (1984), tarafından yapılan çalışmada kızılçamın yetişme ortamlarında jeolojik temel, genel olarak Mezozoik devrinin Jura ve Krataze Kalkerleri olduğu ve ayrıca fliş ve alüvyal depolar üzerinde de kızılçam meşcerelerine rastlandığı belirtilmiştir.

Yukarıdaki paragraflarda doğal yayılış alanlarının yetişme ortamı özellikleri hakkında bilgi verilen kızılçam türü, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü ormanlarının yaklaşık % 38'inde saf orman niteliğinde yayılış göstermektedir. Yörede bu tür geniş alanlarda yayılmasının yanı sıra, hızlı gelişen bir tür olması sebebiyle Isparta Orman Bölge Müdürlüğü açısından önemli bir asli ağaç türüdür. Dolayısıyla bu türe ilişkin yapılan ya da yapılması planlanan çalışmaların hem lokal ölçekte, hem de ülke ormancılığı adına önemi büyüktür. Buradan hareketle bu çalışma ile Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nün Akdeniz İklimi etkisi altındaki kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) doğal gençleştirme

sahalarında anakaya-toprak özelliklerinin ağaç gelişimine etkisinin belirlenmesi amaçlanmış olup, elde edilen bilgilerin bu türe ilişkin ormancılık uygulamalarında faydalı olacağı öngörülmüştür.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1 Çalışma alanının konumu, jeolojik yapısı ve iklim özellikleri

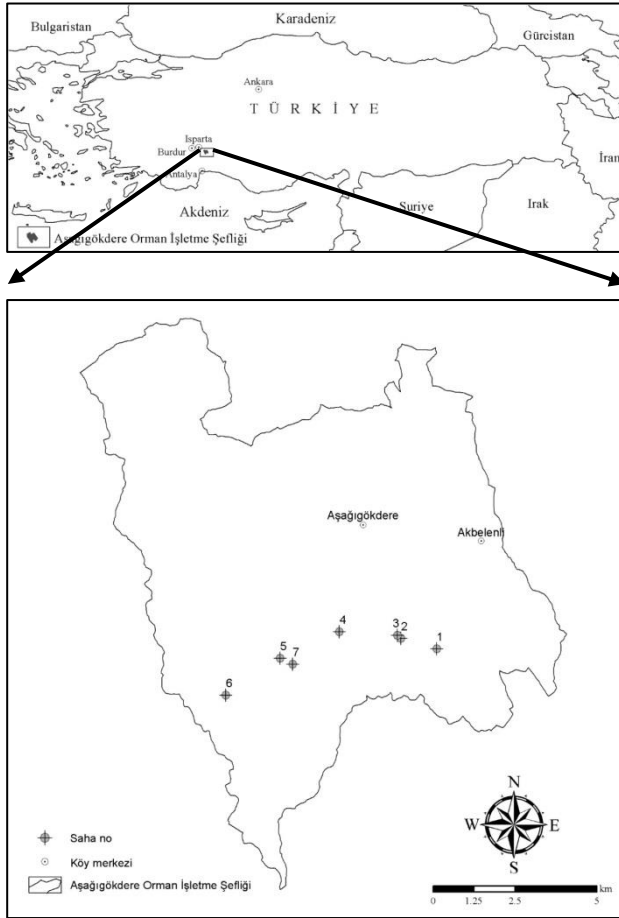
Çalışma Isparta İli güneydoğusunda yer alan Aşağıgökdere Köyü'nün güneyinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı Aşağıgökdere Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır. Araştırma alanı Batı Toros Dağları'nın deniz etkisi altındaki güney kesiminde, 30.7809° - 30.8537° doğu boylamları ile 37.5523° - 37.5712° kuzey enlemleri arasında bulunmakta olup yükselti 353 – 643 m arasında değişmektedir (Şekil, 1). Çalışma alanı ve çevresindeki yaygın anakaya grubunu konglomera, kum taşı, kilaşı, kireçtaşı gibi tortul kayalar ile doğuya doğru ofiyolitik melanjlar oluşturmaktadır (Şenel, 1997).

Çalışma alanı Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Araştırma alanını en iyi temsil edebilecek ve sahaya en yakın olan Sütçüler meteoroloji istasyonu verilerine göre yıllık ortalama toplam yağış 905.2 mm, en yüksek yağış 420.9 mm ile kışın (aralık-ocak-şubat) en düşük yağış 45.7 mm ile yazın (temmuz-ağustos-eylül) düşmektedir. Yıllık ortalama sıcaklık 13,0 °C'dir. En sıcak ay 24.0 °C ile temmuz, en soğuk ay ise 3.0 °C ile ocak ayıdır. Thornthwaite yöntemine göre iklim tipi B<sub>2</sub> B<sub>1</sub>' s<sub>2</sub> b<sub>3</sub>' simgesi ile gösterilen nemli, mezotermal, yazın çok kuvvetli su açığı olan ve deniz iklimi etkisine yakın iklim tipidir (Karatepe, 2004).

### 2.2. Yöntem

Bu çalışma 7 kızılçam doğal gençleştirme sahasında gerçekleştirilmiş olup, sahaların her birisinde, mümkün olduğunca birbirine benzer özellikte olmak üzere 3'er adet, toplamda ise 21 tane örnek alan alınmıştır. Arazi çalışmalarında, her bir örnek alanın yükseltisi, bakışı, eğimi, konumu ve koordinatları ile ilgili notlar alınmıştır. Yükselti altimetre, eğim klizimetre, bakı pusula, koordinatlar GPS ile belirlenmiştir. Belirlenen örnek alanlar içerisinde 10 ağacın göğüs yüksekliği çapı (d<sub>1,30</sub>) (kabuklu) ve boyları ölçülerek kaydedilmiştir. Daha sonra her bir örnek alan için ortalama çap ve boya en yakın ağaç kesilerek, yaş tayini yapılmış ve laboratuvarında kabuksuz çapı belirlemek için gövde kesitleri alınmıştır. Her bir sahada en iyi temsil kabiliyetine sahip bir noktada, derinliğin yeterli olması durumunda 120 cm'ye kadar toprak profili açılmış ve incelenmiştir. Ayrıca her bir örnek alanda da 0-30 cm derinlik kademesinden toprak örnekleri alınmıştır.

Bu çalışmada 21 toprak örneği üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Topraklarda tane çapı (Bouyoucous hidrometre metodu ile), toprak reaksiyonu (H<sub>2</sub>O ve 1N KCl'de cam elektrotlu pH-metre ile), organik karbon (Walkley-Black ıslak yakma yöntemi ile), toplam azot (sömi-mikro Kjeldahl metodu ile), kireç (Scheibler kalsimetre yöntemi ile), analizleri yapılmıştır (Karaöz, 1989a; 1989b).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

Doğal gençleştirme sahalarında ölçülen göğüs yüksekliği çapı (kabuksuz) ve boy değerleri 10 yaşa enterpole edilmiş, istatistik analizlerinde bu değerler kullanılmıştır. Elde edilen veriler istatistik açıdan SPSS paket programında değerlendirilmiştir. Varyans analizi ve Duncan testi ile 10 yaşındaki göğüs yüksekliği çapı ve boy değerleri sahalar arasında karşılaştırılmıştır. Ayrıca toprak

özellikleri (organik karbon, toplamazot, kireç, aktüel asitlik, potansiyel asitlik, kum içeriği, toz içeriği ve kil içeriği) ile göğüs yüksekliği çapı ve boy değerleri arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için ise toplam 21 örnek alan için korelasyon analizi yapılmıştır. İstatistik sonuçlar ekolojik olarak yorumlanmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Örnek alanlara ilişkin arazi ve laboratuvar bulguları

Örnek alanlarla ilgili olarak arazide yapılan ölçüm ve tespitlere göre yükseltinin 353-643 m ve eğimin 3-39° arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 1). Örnek alanlarda yapılan anakaya tespitlerine göre çalışma alanında rastlanan anakaya çeşitleri kıltaşı, kumtaşı, konglomera ve ofiyolitik melanj'dır. Toroslarm güney kesiminde yer alan çalışma alanında, örnek alanlarda tespit edilen bakı grupları güney, güneybatı, güneydoğu ve doğudur. Örnek alanların relief durumları alt yamaç, alt orta yamaç, üst orta yamaç, sırt düzlüğü olarak belirlenmiştir. Örnek alanlarda ölçümü yapılan ağaçlarla ilgili olarak, yaşın 7-19 arasında değiştiği, 10 yaşa enterpole edilmiş kabuksuz çap değerleri ortalamasının 1,83-11,21cm boy değerleri ortalamasının ise 2,59-7,81 m arasında değiştiği tespit edilmiştir. Örnek alanlara ilişkin bazı yetiştirme ortamı özellikleri, ağaç yaşı, göğüs yüksekliği çapı ve boy değerleri ayrıntılı olarak çizelgede gösterilmiştir.

Yapılan toprak analizleri sonucunda, toprakların 0-30 cm derinlik kademesi için organik karbon miktarının; % 0,359-2,727 arasında, toplam azot miktarının; % 0,025-0,194 arasında, kireç içeriğinin; % 0,00-40,58 arasında, aktüel asitliğin; 7,12-8,14 pH değeri arasında, potansiyel asitliğin; 6,37-7,71 pH değeri arasında, kum içeriğinin; % 30,5-79,1 arasında, kil içeriğinin; % 8,7-52,0 arasında, toz içeriğinin; % 2,1-41,0 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Toprak türü ağırlıklı olarak balçıklı kil olup, örnek alanlarda tespit edilen diğer toprak türleri; kil (ağır kil), killi balçık, kumlu kil, kumlu killi balçık ve kumlu balçıktır. Toprak özelliklerinin örnek alanlar bazındaki değişimi ayrıntılı olarak çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 1. Örnek alanların bazı yetiştirme ortamı özellikleri, ağaç yaşı, göğüs yüksekliği çapı ve boyu (10 yaş) değerleri

Örnek alan no	Yükselti (m)	Eğim (°)	Bakı	Anakaya	Reliyef	Ağaç yaşı (yıl)	Çap (cm)	Boy (m)
1-1	634	15	G	Ofiyolitik melanj	Alt orta yamaç	9	5,88	4,41
1-2	637	17	G	Ofiyolitik melanj	Alt orta yamaç	9	5,56	4,31
1-3	643	19	G	Ofiyolitik melanj	Üst orta yamaç	9	5,67	4,54
2-1	541	17	G	Kıltaşı	Alt orta yamaç	12	6,72	4,24
2-2	546	19	G	Kıltaşı	Alt orta yamaç	12	8,10	4,94
2-3	555	21	G	Kıltaşı	Alt orta yamaç	12	9,03	5,25
3-1	562	23	GB	Ofiyolitik melanj	Alt orta yamaç	10	10,01	6,13
3-2	542	25	GB	Ofiyolitik melanj	Alt orta yamaç	10	9,88	5,70
3-3	535	27	GB	Ofiyolitik melanj	Alt orta yamaç	10	9,40	5,09
4-1	385	36	D	Kıltaşı	Alt yamaç	13	7,09	4,59
4-2	391	36	D	Kıltaşı	Alt orta yamaç	13	7,19	4,65
4-3	402	39	D	Kıltaşı	Üst orta yamaç	13	7,50	4,31
5-1	391	32	GD	Kıltaşı	Alt orta yamaç	7	11,21	7,14
5-2	398	32	GD	Kıltaşı	Üst orta yamaç	7	9,96	7,81
5-3	418	33	GD	Kıltaşı	Üst orta yamaç	7	9,97	7,09
6-1	364	23	D	Kumtaşı-Konglomare	Alt yamaç	19	5,33	3,45
6-2	355	3	D	Kumtaşı-Konglomare	Alt yamaç	19	4,49	2,97
6-3	353	3	D	Kumtaşı-Konglomare	Sırt düzlüğü	19	5,26	3,23
7-1	370	16	D	Kıltaşı-Kumtaşı-Koglomera	Alt orta yamaç	8	3,30	2,80
7-2	364	20	D	Kıltaşı-Kumtaşı-Koglomera	Alt orta yamaç	8	2,34	2,90
7-3	368	25	D	Kıltaşı-Kumtaşı-Koglomera	Alt orta yamaç	8	1,83	2,59

G: Güney, D: Doğu, GB: Güneybatı, GD: Güneydoğu

Çizelge 2. Örnek alanlara ilişkin bazı toprak özellikleri (0-30cm derinlik kademesi için)

Toprak no	Org C (%)	Toplam N (%)	Kireç (CaCO <sub>3</sub> ) (%)	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)	Toprak türü
1 - 1	1,027	0,115	0,00	7,28	6,90	79,1	8,7	12,2	KuB
1 - 2	0,869	0,113	0,15	7,12	6,37	70,9	18,9	10,2	KuKB
1 - 3	0,949	0,092	0,09	7,65	7,39	74,6	14,7	10,7	KuB
2 - 1	2,255	0,173	0,17	7,35	6,90	37,4	37,8	24,8	BK
2 - 2	1,969	0,194	0,24	7,62	7,33	33,7	29,4	36,9	BK
2 - 3	1,189	0,154	4,95	7,84	7,64	35,7	52,0	12,3	K
3 - 1	0,535	0,099	0,08	7,36	6,49	64,6	26,8	8,6	KuK
3 - 2	1,151	0,108	5,61	8,00	7,71	41,9	29,0	29,1	BK
3 - 3	1,042	0,075	1,27	8,03	7,69	62,6	22,7	14,7	KuKB
4 - 1	2,727	0,150	4,92	7,91	7,49	45,8	28,7	25,5	BK
4 - 2	1,594	0,101	14,31	8,08	7,65	41,8	30,7	27,5	BK
4 - 3	1,949	0,127	11,64	8,03	7,54	41,8	32,7	25,5	BK
5 - 1	1,087	0,072	40,58	8,05	7,67	30,5	28,5	41,0	BK
5 - 2	0,558	0,079	34,71	8,04	7,71	45,0	24,4	30,6	KB
5 - 3	2,204	0,112	16,92	7,98	7,56	51,0	24,4	24,6	KB
6 - 1	0,806	0,059	30,49	8,00	7,66	77,5	20,4	2,1	KuKB
6 - 2	1,171	0,064	30,45	8,14	7,67	66,9	24,8	8,3	KuKB
6 - 3	0,359	0,026	32,85	8,06	7,68	67,7	10,5	21,8	KuB
7 - 1	0,877	0,025	34,71	8,03	7,59	34,9	31,0	34,1	BK
7 - 2	1,708	0,114	27,24	8,13	7,68	42,6	25,1	32,3	BK
7 - 3	1,251	0,055	30,83	8,08	7,62	44,9	25,0	30,1	KB

K: Kil, BK: Balçıklı kil, KuK: Kumlu kil, KB: Killi balçık, KuKB: Kumlu killi balçık, KuB: Kumlu balçık

### 3.2. İstatiksel değerlendirme sonucunda elde edilen bulgular

Duncan testi sonucuna göre, göğüs yüksekliği çapı (kabuksuz) değerlerine göre 4 grup oluşmuş; 1. grupta; 7, 2. grupta; 6-1, 3. grupta; 4-2, 4. grupta; 3-5 nolu doğal gençleştirme sahası yer almıştır. Boy değerlerine göre ise 6 grup oluşmuş olup; 1. grupta; 7, 2. grupta; 6, 3. grupta; 1-4, 4. grupta; 4-2, 5. grupta; 3, 6. Grupta; 5 nolu doğal gençleştirme sahası yer almıştır (Çizelge 3).

Kızılçam doğal gençleştirme sahalardaki ağaç çap ve boy gelişimi üzerinde toprak özelliklerinin etkisini belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizi sonucuna göre göğüs yüksekliği çapı ve ağaç boyu ile toprak özellikleri arasında istatistiksel anlamda herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Göğüs yüksekliği çapı ile boy arasında %1 önem seviyesinde ( $r^2=0,916 / p=0,000$ ) pozitif yönlü ilişki bulunmuştur. Organik karbon ile azot arasında %1 önem seviyesinde ( $r^2=0,688 / p=0,001$ ) pozitif yönlü, kum miktarı arasında %5 önem seviyesinde ( $r^2=-0,468 / p=0,032$ ) negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Toplam azot ile kireç arasında %1 önem seviyesinde ( $r^2=-0,700 / p=0,000$ ) negatif yönlü, aktüel asitlik arasında %5 önem seviyesinde ( $r^2=-0,464 / p=0,034$ ) negatif yönlü, kil miktarı arasında %5 önem seviyesinde ( $r^2=0,461 / p=0,35$ ) pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Kireç ile aktüel asitlik arasında %1 önem seviyesinde ( $r^2=0,697 / p=0,000$ ) pozitif yönlü, potansiyel asitlik arasında %1 önem seviyesinde ( $r^2=0,588 / p=0,05$ ) pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Aktüel asitlik ile potansiyel asitlik arasında %1 önem seviyesinde ( $r^2=0,942 / p=0,000$ ) pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Kum ile kil arasında %1 önem seviyesinde ( $r^2=-0,751 / p=0,000$ ) negatif yönlü, toz arasında %1 önem seviyesinde ( $r^2=-0,829 / p=0,000$ ) negatif yönlü ilişkiler bulunmuştur (Çizelge 4).

### 4. Tartışma ve sonuçlar

Yapmış olduğumuz çalışmada da toprak parametreleri ile ağaçların gelişimi (çap-boy değerleri) arasında istatistiksel açıdan bir ilişki bulunamamıştır. Özkan ve Kuzgedenli

(2010), tarafından yapılan “Akdeniz Bölgesi Sütçüler Yöresi’nde kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) verimliliği ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler” konulu çalışmada çalışmamıza benzer şekilde; bonitet endeksi ile bağımsız değişkenler (bakı, yamaç konumu, denizden yükseklik, eğim, toprak derinliği, genel taşlılık, iskelet miktarı, pH, kireç, organik madde, kil, toz, kum, üst boy) arasında yapılan basit regresyon analizi sonucunda toprak özellikleri ile ağaç boyu arasında ilişki bulunamamış olup sadece, denizden yükseklik ile üst boy arasında önemli negatif ilişki bulunmuştur. Çalışmamız sonuçlarına benzer olarak Çelik ve Özkan (2015), tarafından yapılan bir başka çalışmada da kızılçamın yetiştirme ortamı özellikleri ile ikili ilişkileri araştırmak için yapılan korelasyon analizi sonucunda hiç bir yetiştirme ortamı özelliği ile istatistiksel olarak önemli bir ilişki tespit edilememiştir.

Fizyolojik derinlik orman ağaçlarının gelişimi bakımından mutlak derinliğe göre çoğu zaman daha ön plan çıkmaktadır. Tortul kayalar ve materyallerde fizyolojik derinlik anakayanın çatlak yapısı tortul materyallerin istiflenme şekline göre değişkenlikler gösterebilmektedir. Toprak özellikleri ile ağaç gelişimi arasında istatistiksel açıdan bir ilişki bulunamamasının ana sebebi çalışma alanımızda ağaç gelişiminde etkin olan ana faktörün fizyolojik derinlik olması ile açıklanabilir. Fizyolojik derinlik değerini sayısallaştırmak oldukça güç olduğu için fizyolojik derinlik ile ağaç gelişimi arasındaki ilişki istatistiksel olarak araştırılmamıştır.

Ağaç gelişiminin en iyi olduğu saha 5 nolu saha olarak belirlenmiştir. Bu sahada ağaç gelişiminin iyi olması fizyolojik derinliğin pek derin olduğu sahada yapılan profil incelemesinde blok kaya gözlemlenmemesine bağlı olarak pedondaki toprak miktarının fazla olması ve toprağın killi balçık türde olması ile açıklanabilir. Karatepe vd. (2005), tarafından yapılan Isparta Gölçük Tabiat Parkı’nda Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)’nin Farklı Anakayalardan Oluşmuş Topraklardaki Gelişiminin Ekolojik İrdelenmesi başlıklı çalışmada da, Toros sedirinin en iyi boy büyümesi ve çap artımını çalışmamıza benzer şekilde pedondaki toprak miktarının en çok olduğu alüvyon topraklarında

yaptığını tespit etmişlerdir. Özkan vd. (2008), tarafından Beyşehir Gölü Havzası'nda, Karaçam (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana*) ormanlarında yapılan çalışmada da ağaç büyümesinin, derinliğe bağlı olarak aşağı yamaçlara inildikçe arttığını tespit etmişlerdir. Bu sonuçta aşağı yamaçlarda derinliğe ilaveten birim hacimdeki (pedondaki) toprak miktarının artışı ile açıklanabileceğinden 5 nolu sahadaki tespitimize benzerlik göstermektedir.

Gelişimin 2. olarak en iyi olduğu sahan 3 numaralı saha olarak belirlenmiştir. Bu sahada fizyolojik derinliğin pek çok yerde 120 cm'nin altına inemediği gözlemlenmiştir. Sahada yapılan profil incelemesinde profil boyunca yer yer kaya blokları gözlemlenmiştir. Bu durum 5 numaralı sahaya göre pedon içerisindeki toprak miktarını azaltmış olup, bu sebeple de ağaç gelişimi besin ve özellikle su tutumunun 5 numaralı sahaya göre daha az olması sebebiyle daha

geride kalmış olabilir. Quezell (1977) tarafından yapılan çalışmada da son derece kanaatkar olan kızılçamın iyi gelişim gösterebilmesinin anakayanın çatlak yapısı dolayısıyla fizyolojik derinlikle ilişkili olduğu belirtilmektedir.

Ağaç gelişimin 3. ve 4. olarak en iyi olduğu sahalara sırasıyla 2 ve 1 numaralı sahalara olarak belirlenmiştir. Bu sahalarda fizyolojik derinlik yer yer 120 cm'yi bulsa da genel olarak 50-60 cm civarında gözlemlenmiştir. Fizyolojik derinliğin 5 ve 3 numaralı sahalara göre genel olarak daha az oluşu gelişimin bu iki sahaya göre daha az olmasının nedeni olarak gösterilebilir. Bu iki sahadan 2 numaralı sahada gelişimin daha iyi olması sahadaki taban suyu yüksekliğinin yanı sıra kil oranındaki yüksekliğe bağlı olarak toprağın su besin tutma kapasitesinin daha iyi olması ile açıklanabilir.

Çizelge 3. Göğüs yüksekliği çapı ve boy değerlerinin Duncan testi sonuçları

Saha no	Ağaç sayısı	Çap (cm)				Boy (m)					
		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 5	Grup 6
7	30	2,490				2,767					
6	30		5,030				3,210				
1	30		5,707					4,417			
4	30			7,267				4,520	4,520		
2	30			7,957					4,813		
3	30				9,763					5,643	
5	30				10,377						7,347

Çizelge 4. Göğüs çapı yüksekliği ve boy ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler (n=21)

		Göğüs yüksekliği çapı (cm)	Boy (m)	Organik C (%)	Toplam N (%)	Kireç (%)	pH (H <sub>2</sub> O)	pH (KCl)	Kum (%)	Kil (%)	Toz (%)
Göğüs yüksekliği çapı (cm)	Korelasyon katsayısı	1	,916**	,032	,311	-,272	-,080	-,027	-,220	,276	,088
	p değeri		,000	,889	,171	,233	,729	,906	,338	,226	,703
Boy (m)	Korelasyon katsayısı	,916**	1	-,004	,246	-,136	-,092	-,048	-,216	,155	,184
	p değeri		,000	,985	,282	,558	,693	,838	,348	,501	,424
Organik C (%)	Korelasyon katsayısı	,032	-,004	1	,688**	-,302	,035	,070	-,468*	,396	,350
	p değeri		,889	,985	,001	,184	,881	,764	,032	,076	,120
Toplam N (%)	Korelasyon katsayısı	,311	,246	,688**	1	-,700**	-,464*	-,333	-,334	,461*	,097
	p değeri		,171	,282	,001	,000	,034	,140	,139	,035	,674
Kireç (%)	Korelasyon katsayısı	-,272	-,136	-,302	-,700**	1	,697**	,588**	-,180	-,102	,351
	p değeri		,233	,558	,184	,000	,000	,005	,434	,660	,119
pH (H <sub>2</sub> O)	Korelasyon katsayısı	-,080	-,092	,035	-,464*	,697**	1	,942**	-,338	,140	,377
	p değeri		,729	,693	,881	,034	,000	,000	,134	,545	,092
pH (KCl)	Korelasyon katsayısı	-,027	-,048	,070	-,333	,588**	,942**	1	-,349	,160	,376
	p değeri		,906	,838	,764	,140	,005	,000	,121	,490	,093
Kum (%)	Korelasyon katsayısı	-,220	-,216	-,468*	-,334	-,180	-,338	-,349	1	-,751**	-,829**
	p değeri		,338	,348	,032	,139	,434	,134	,121	,000	,000
Kil (%)	Korelasyon katsayısı	,276	,155	,396	,461*	-,102	,140	,160	-,751**	1	,253
	p değeri		,226	,501	,076	,035	,660	,545	,490	,000	,269
Toz (%)	Korelasyon katsayısı	,088	,184	,350	,097	,351	,377	,376	-,829**	,253	1
	p değeri		,703	,424	,120	,674	,119	,092	,093	,000	,269

\*\* p<0,01 ve \* p<0,05'i göstermektedir.

Ağaç gelişimin en kötü olduğu saha 7 numaralı saha olarak tespit edilmiştir. Bu sahada anakayanın yatay tabakalı tortul bloklardan oluşması fizyolojik derinliği çok azaltmıştır. Anakaya ağırlıklı olarak kıltaşı ve daha az miktarda da kumtaşı, ince çakıltaşı ve konglomeradan oluşmaktadır. Bu sahada ağaç gelişiminin kötü oluşu tortul tabakaların yeryüzüne paralel uzanması sebebiyle ağaçların aşağı doğu kök gelişimini rahat yapamaması ile açıklanabilir. Çalışmamızdaki gelişiminin en kötü olduğu 7 numaralı sahadaki anakaya yapısının büyüme üzerindeki olumsuzluklarını destekler nitelikte bazı araştırma sonuçları bulunmaktadır. Şöyle ki; Şad (1976), yaptığı çalışmada kompakt metamorfik kayalar üzerinde kızılçamın yetişmediğini belirtmiştir. Anakayanın, köknüfuzuna imkân verebilecek yeterlilikte çatlaklı olup olmaması ve tabakalanma biçimi, kızılçamın gelişmesinde anakayanın türünden daha önemli gibi görünmekte olup, çatlaklı olmayan kalker ve travertenler ile toprak yüzeyine paralel tabakalanış gösteren flişler üzerinde ya hiç gelişmemekte ya da çok zayıf bir gelişim gösterdiğini ifade etmiştir.

Ağaç gelişiminin 2. olarak en kötü olduğu saha 6 numaralı saha olarak tespit edilmiştir. Bu sahada ise anakayanın kalın yataya yakın tabakalı kumtaşı ve sert yapıli konglomera oluşu fizyolojik derinlik yer yer uygun olsa da yoğun miktardaki iskelet miktarı sebebiyle su ve besin tutumunu azaltmıştır. Bu durum ağaç gelişiminin kötü oluşunun sebebi olarak gösterilebilir. Polat vd. (2014), tarafından yapılan bir çalışmada da, çalışmamızdaki 6 numaralı saha sonuçlarına benzer olarak taşlılığın fazla olduğu araştırma sahalarında iskelet hacmindeki artışın sedir ve karaçam üst boyuna olumsuz etki yapmakta olduğu belirtilmiştir.

Ağaç gelişiminin 3. olarak en kötü olduğu saha 4 numaralı saha olarak tespit edilmiştir. Bu sahada anakayanın karışık tabakalanma gösteren kıltaşıdır. Ağaç gelişiminin bu sahada kötü oluşunun sebebi tabakaları yoğun istifli yapısı sebebiyle kök gelişimi zorlaştırması ve iskelet içeriğinin % 75'in üzerinde oluşu ile açıklanabilir.

Sonuç olarak tortul kayaç ve anamateryal yapısının hakim olduğu sahalarda fizyolojik derinlik oldukça değişken olup, fizyolojik derinlik durumuna göre ağaç gelişimleri değişmektedir. Bu sebeple bu tip sahalarda yapılacak suni tensil, tabii tensil ve ağaçlandırma çalışmaları öncesinde yapılacak etüd çalışmalarında özellikle bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Mutlak toprak derinliğini az bile olsa şayet fizyolojik derinlik uygun ise gelişimin çok iyi olabileceği dikkatten kaçınılmamalıdır.

## Teşekkür

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından 3961-YL1-14 No' lu, "Isparta Orman Bölge Müdürlüğü kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) doğal gençleştirme sahalarında anakaya - toprak özelliklerinin ağaç gelişimine etkisi" isimli proje ile desteklenen yüksek lisans tezinin özeti olup, katkılardan dolayı Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Anonim, 2012. Türkiye Orman Varlığı. Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayın No: 85, Ankara.
- Asmaz, H., 1993. Akdeniz peyzajında kızılçamın önemi. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu, 18-23 Ekim 1993, Bildiriler Kitabı, s.48-55, Marmaris.
- Atalay, İ., 1983. Türkiye Vejetasyon Coğrafyasına Giriş. E. Ü. Edebiyat Fak. Yay. No:19.
- Atalay, İ., Sezer, İ., Çukur, H., 1998. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ormanlarının Ekolojik Özellikleri Ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Yayın No.6, 108 s., Ege Üniversitesi Basım Evi, İzmir.
- Çelik, H., Özkan, K., 2015. Antalya Ovacık Dağı Yöresinde kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın gelişimi ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(2):190-197.
- Kantarcı, M.D., 1982. Akdeniz Bölgesinde Doğal Ağaç ve Çalı Türlerinin Yayılışı ile Bölgesel Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No. 3054/330, s.105, İstanbul.
- Kantarcı, M.D., 1984. Türkiye'nin Batı Akdeniz Bölümündeki kızılçam ağaçlandırmalarında ekolojik değerlendirmeler. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Cilt: 2, 81-100.
- Karaöz, M.Ö., 1989a. Toprakların su ekonomisine ilişkin bazı fiziksel özelliklerinin laboratuvarında belirlenmesi yöntemleri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 39(2):133-144.
- Karaöz, M.Ö., 1989b. Toprakların bazı kimyasal özelliklerinin (pH, karbonat, tuzluluk, organik madde, total azot, yararlanılabilir fosfor) analiz yöntemleri. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 39(3): 64-82.
- Karatepe, Y., 2004. Eğirdir Gölü Havzasının yetiştirme ortamı özellikleri ve sınıflandırılması. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karatepe, Y., Süel, H., Yetüt, İ., 2005. Isparta Gölçük Tabiat Parkında Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)'nin farklı anakayalardan oluşmuş topraklardaki gelişiminin ekolojik irdelenmesi. SDÜ. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 1: 64-75.
- Kayacık, H., 1965. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği Gymnospermae (Açık Tohumlular) I. Cilt. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 1105/98, 390s. İstanbul.
- Neyişçi, T., 1987a. Kızılçamın doğal yayılışı. Kızılçam, El Kitabı Dizisi 2, OAE Yayını, Muhtelif Yayınlar Serisi, No. 52, 15-22.
- Neyişçi, T., 1987b. Kızılçamın ekolojisi. E. Öktem (ed), Kızılçam, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi 2, s. 23 – 56.
- Özkan, K. Gülsöy, S, Mert, A., 2008. Interrelations between height growth and site characteristics of *Pinus nigra* Am. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe. J. The Malaysian Forester, 71: 9-17.

- Özkan, K., Kuzugüdenli, E., 2010. Akdeniz Bölgesi Sütçüler Yöresinde kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) verimliliği ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 1:16-29.
- Quezell, P., 1977. Forest of the Mediterranean Basin in Mediterranean Forest and Maquis: Ecology, Conservation and Management, MAB Technical Notes: 2.
- Pantelas, V., 1986. The Forests of Brutia Pine in Cyprus. Ciheam, 86(1): 43-46.
- Polat, S., Polat, O., Kantarcı, M.D., Tüfekçi, S., Aksay, Y., 2014. Mersin-Kadıncık Havzası'ndaki sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ağaçlandırmalarının boy gelişimi ile bazı yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkiler. Ormanlık Araştırma Dergisi, Cilt:1(A): 22-37.
- Saatçioğlu, F., Pamay, B., 1962. Adana bölgesinin kalkınmasında kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) önemi ve silvikültürü. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt XII, Sayı: 2:88-101.
- Şad, H.C., 1976. Türkiye'de Reçine Üretimi Yapılan Ormanların Amenajman Esasları Hakkında Araştırmalar. İÜ Orman Fakültesi, Yayın No: 214, İstanbul.
- Şenel, M., 1997. MTA Türkiye Jeoloji Haritası, Isparta 4 Paftası, 1:250000 No: 14. Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.



## Batı Akdeniz Yöresi doğal sedir meşcereleri için hacim denklemleri

Ramazan Özçelik<sup>a,\*</sup>, Meryem Çevlik<sup>b</sup>

**Özet:** Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ülkemizin ekolojik ve ekonomik açıdan en önemli ağaç türlerinden birisidir. Bu nedenle, sedir ormanlarının bugün ve geleceğe dönük yönetim ve planlama stratejilerinin geliştirilmesinde, türün büyüme ve hasılatına ilişkin bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Ormanların büyüme ve hasılatına ilişkin tahminlerde kullanılan en önemli yapı taşlarından birisi, ağaç hacim tahminleridir. Bu amaçla, çalışmada Batı Akdeniz Yöresi doğal Toros sediri meşcerelerinin hacim tahminleri için hacim denklemleri geliştirilmiştir. En uygun hacim denkleminin seçimi; model geliştirme ve test verileri için, altı farklı uygunluk ölçütü (uyum indeksi, ortalama hata, ortalama mutlak hata, maksimum mutlak hata, hata kareler ortalamasının karekökü ve Akaike bilgi kriteri) kullanılarak belirlenen model nisbi sıralamalarına göre gerçekleştirilmiştir. Model nisbi sıralarına göre, en başarılı hacim modelleri, Takata (1958) ve Schumacher ve Hall (1933)'dir. Ancak, yörede doğal sedir meşcerelerinde yapılacak ağaç hacim tahminleri için, yaygın olarak kullanılan ve nispeten daha kolay bir model olması nedeniyle, Schumacher-Hall (1933) hacim denklemi önerilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Sedir, Hacim denklemi, Göğüs çapı, Boy, Nisbi sıra

## Volume equations for natural Taurus cedar stands in West Mediterranean Region

**Abstract:** Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) is one of the most important tree species in Turkey. Therefore, the information is necessary about growth and yield of the species for developing future management and planning strategies. The one of the essential building blocks in forest growth and yield prediction models is the equations for estimating individual tree volume. In this study, tree volume equations were developed for Taurus cedar stands in West Mediterranean Region. The tested models were compared using six performance criteria (Fit index, average bias, average absolute residuals, absolute maximum bias, and Akaike Information criteria) for model development and validation dataset. According to relative ranks of models, the best volume equations are Takata (1958) and Schumacher-Hall (1933) for Taurus cedar. As a result, tree volume can be estimated with high precision using Schumacher-Hall (1933)'s equation for natural cedar stands in this region.

**Keywords:** Taurus cedar, Volume equation, Diameter, Height, Relative rank

### 1. Giriş

Ülkemizde orman kaynaklarının planlanması çalışmaları, 2008 yılında yürürlüğe giren yeni amenajman yönetmeliğine göre, ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama ilkelerine uygun bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Ekosistem tabanlı fonksiyonel planların düzenlenebilmesi, bu planlara bağlı olarak ormanların işletilmesi ve ormanların sürdürülebilir yönetimi için ağaç türlerine ilişkin dinamik büyüme ve hasılat modellerine ihtiyaç duyulmaktadır. Büyüme ve hasılat modellerinin en önemli altlıklarından birisi ağaç ve meşcere hacim tahminleridir.

Hacim tahminleri, ağaç ve meşcerelere ilişkin hacmin ve bu hacim miktarının farklı ticari sınıflara dağılımının doğru hesaplanmasında (Dieguez-Aranda vd., 2006; Crecente-Campo vd., 2009), orman amenajman planlarının düzenlenmesinde (de-Miguel vd., 2012; Rodríguez vd., 2014), orman ürünleri sanayisinin geleceğine ilişkin projeksiyonların yapılmasında (Fang vd., 2000; Jiang vd., 2005; de-Miguel vd., 2012) ve uygun biyokütle dönüşüm faktörleri yardımı ile biyokütle ve karbon birikim miktarının hesaplanmasında (Castedo-Dorado vd., 2012; Gomez-

Garcia vd., 2015) kullanılan önemli bir meşcere parametresidir. Bu nedenle; ülkemizde, tek ağaç hacminin en doğru şekilde belirlenmesine olanak veren, büyüme ve hasılat modellerine entegre edilebilen, esnek ve güvenilir hacim tahmin metodlarına ihtiyaç duyulmaktadır (de-Miguel vd., 2012).

Hacim denklemleri veya ağaç hacim tabloları geçmişten günümüze dikili bir ağacın gövde hacmini ya da kalın odun hacmini tahmin etmek amacıyla en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Ağaç hacmi; göğüs yüksekliği çapı ( $d$ ), ağaç boyu ( $h$ ) ve göğüs boyu şekil katsayısının (şekil faktörü) ( $f$ ) bir fonksiyonu olarak tahmin edilmektedir. Ancak, pek çok araştırmacı gövde hacmi ve ağırlık denklemlerinin geliştirilmesinde şekil katsayısını bir değişken olarak kullanmamayı tercih etmektedirler (Clutter vd., 1983; Husch vd., 2003).

Ağaç hacim tablolarının düzenlenmesinde, genel olarak tek girişli, çift girişli ya da çok girişli ağaç hacim denklemleri kullanılmaktadır. Ağaç hacim denklemlerinde bir, iki veya ikiden fazla bağımsız değişken kullanmasına bağlı olarak sırasıyla, tek girişli, çift girişli ve çok girişli ağaç hacim denklemi isimlerini almaktadır. Geçerli

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

<sup>b</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.12.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 14.02.2017



oldukları alanın büyüklüğüne göre de “Yöresel (Lokal) Ağaç Hacim Denklemleri”, “Bölgesel Ağaç Hacim Denklemleri” ve “Genel Ağaç Hacim Denklemleri” olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Burkhart ve Tome, 2012).

Ağaç hacim denklemlerinin geliştirilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda, oldukça fazla sayıda ve farklı tipte modelin kullanıldığı görülmektedir (Ritchie ve Hann, 1984; Burk vd., 1989; Hjelm ve Johansson, 2012; Rachid vd., 2014). Ülkemizde, çeşitli araştırmacılar tarafından bazı asli ağaç türleri için yöresel ağaç hacim denklemleri geliştirilmiştir (Saraçoğlu, 1988; Bozkuş ve Carus, 1997; Yavuz, 1999; Özkurt, 2002; Mısır ve Mısır, 2004; Sakıcı ve Yavuz, 2005; Özçelik, 2010)

Ülkemizde, ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama çalışmalarının başarıyla gerçekleştirilebilmesi, farklı yetiştirme ortamları ve bu yetiştirme ortamlarındaki tek ağaç ve meşcereler için düzenlenmiş ağaç hacim denklemlerinin bulunmasını zorunlu hale getirmiştir. Ancak, orman amenajman planları incelendiğinde, aynı hacim tablosunun yetiştirme ortamı farklılıkları dikkate alınmadan geniş coğrafi bölgeler içerisinde kullanıldığı da çoğu zaman göze çarpmaktadır. Bunun sonucu olarak, gövde hacim tahminlerinde oldukça büyük hataların ortaya çıkabildiği değişik çalışmalarda ortaya konulmuştur (Özçelik, 2010; Brooks vd., 2008; Özçelik ve Alkan, 2016). Pillsbury vd. (1995); aynı hacim tablosunun farklı yetiştirme ortamı özelliklerine sahip yörelerde kullanılması ile ortaya çıkacak hacim hatasının %40'a kadar yükselbileceğini belirtmiştir. Bu nedenle; eldeki olanaklar izin verdiği müddetçe farklı yetiştirme ortamı özelliklere sahip alanlar için farklı hacim tablolarının düzenlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Brooks ve Wiant, 2008). Özellikle, ülkemiz gibi tür çeşitliliğinin ve yetiştirme ortamı farklılıklarının yüksek olduğu yerlerde, her yöre ve tür için ayrı yöresel hacim denklemlerinin geliştirilmesi, doğru ve güvenilir hacim tahminleri için gerekli ve zorunludur.

Toros sediri, ülkemiz için ekolojik ve ekonomik açıdan en önemli ağaç türlerinden biridir. Türün, doğal yayılış gösterdiği Suriye ve Lübnan'da plansız üretim, aşırı otlama ve yangınlar gibi sebeplerle varlığı neredeyse tükenmiş, yayılış alanı ülkemiz ile sınırlı bir hal almıştır (Boydak, 2003). Bu nedenle, doğal sedir ormanları ülkemiz için, korunması gereken en önemli kültürel miras, doğal hazine ve anıtlar niteliğindedir. Sedir ormanları; toprak ve su kaynaklarının korunması, ilkim değişiminin olumsuz etkisinin azaltılması ve buna adaptasyon sağlanması ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi önemli çevresel konularda anahtar bir role sahiptir.

Diğer yandan, sedir değerli ve çok yönlü kullanıma sahip odunu nedeniyle de halen önemli bir ekonomik değere sahiptir ve piyasada yüksek miktarda talebe konu olmaktadır. Bu çerçevede, sedir ormanlarının bir taraftan korunması, diğer taraftan da sürdürülebilir işletilmesi amacıyla, geleceğe dönük planlama ve stratejilerin oluşturulması için bu ormanların mevcut durumuna, büyüme ve gelişme özelliklerine ilişkin güvenilir ve nitelikli bilgilere ihtiyaç bulunmaktadır. Ağaç hacim tahminleri de; bir türün en önemli büyüme ve gelişme parametrelerinden biridir. 2012 yılı orman envanteri sonuçlarına göre, sedir, yaklaşık 463.500 ha alanda yayılış göstermekte ve bu alanlar üzerindeki dikili ağaç serveti de, yaklaşık olarak 27 milyon m<sup>3</sup> civarındadır. Bu orman alanlarının çok büyük bir kısmı Akdeniz Bölgesinde, özellikle Antalya ve Mersin Orman

Bölge Müdürlükleri (%65) içerisinde yer almaktadır. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Orman İşletme Şefliklerinin amenajman planları incelendiğinde; toplamsedir alanlarının yaklaşık %28'inin Antalya Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde kaldığı ve Batı Akdeniz Bölgesi (Elmalı, Kaş ve Kumluca Orman İşletme Müdürlükleri) içerisinde yer alan doğal sedir meşcerelerinin ise bu alanların yaklaşık %50'sini oluşturduğu görülmüştür.

Bu çalışmada, Batı Akdeniz Bölgesi doğal sedir meşcereleri için ağaç hacim denklemleri geliştirilmiştir. Bu amaçla değişik formlarda 30 adet ağaç hacim denklemi seçilmiş, model geliştirme ve bağımsız veri setleri kullanılarak test edilmiş ve yöre için en uygun ağaç hacim denklem veya denklemlerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1 Materyal

Örnek ağaç verileri, Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Elmalı, Kaş ve Kumluca Orman İşletme Müdürlüklerinin sırasıyla; Çıglıkara, Sütleğen, Gömbe ve Yukaralakır Orman İşletme Şefliklerindeki doğal sedir meşcerelerinden toplanmıştır. Bu amaçla toplam 427 adet örnek ağaç ölçülmüş, bu verilerin rasgele yöntemle, yaklaşık %75'i (329 ağaç) model geliştirmek, geri kalan yaklaşık %25'lük (98) kısmı ise geliştirilen modellerin test edilmesi amacıyla ayrılmıştır. Örnek ağaçların seçiminde, ağaçların meşcere kuruluşlarını ve dolayısıyla farklı çap ve boy sınıflarının en iyi şekilde temsil etmesini sağlamak amacıyla, tüm çap ve boy sınıflarına eşit dağılımın sağlanmasına dikkat edilmiştir. Örnek ağaçlar hem galip hem de müşterek galip ağaçlar arasından seçilmiştir. Örnek ağaçların seçiminde gövdelerin çatalı ve eğri, tepelerin kırık olmamasına ve yetiştirme ortamı koşullarının en iyi biçimde yansıtmasına dikkat edilmiştir. Örnek ağaçların çapı (*d*), elektronik çap ölçer yardımı ile 0.1 cm, boyu (*h*) ise laser boy ölçer yardımı ile 0.05 m hassasiyetle ölçülmüştür. Ağaç hacimlerinin belirlenmesi amacıyla Bailey (1995) tarafından önerilen üst üste eklemeli seksiyon metodu (the overlapping bolt method) kullanılmıştır. Ölçümü yapılan tüm ağaçların çap-boy dağılım grafiği Şekil 1'de verilmiştir.

Model geliştirmek ve geliştirilen modellerin test edilmesi amacıyla kullanılan örnek ağaçların çap ve boy sınıflarına dağılımları Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir. Çizelge 3'te ise ölçümü yapılan örnek ağaçların çap, boy ve hacim değerlerine ilişkin nitelendirici istatistikler bulunmaktadır.

### 2.2 Yöntem

Ormancılık çalışmalarında; 50 yılı aşkın zamandır pek çok ağaç hacim denklemi geliştirilmiştir (Scott, 1981; Clutter vd., 1983; Kelly ve Beltz, 1987; Saraçoğlu, 1988; van Laar ve Akça, 1997; Fowler, 1997; Yavuz, 1999; Teshome 2005; Akindele ve LeMay, 2006; Perez, 2008). Çalışmada çeşitli kaynaklardan temin edilen farklı formlardaki hacim fonksiyonları kullanılmıştır (Yavuz, 1999; Bi ve Hamilton, 1998; Mısır ve Mısır, 2004; Alegria ve Tome, 2011; Hjelm ve Johansson, 2012). Bu fonksiyonlara ilişkin detaylı açıklamalar aşağıda verilmiştir:

- $v = \beta_0 + \beta_1 d$  (Pehlivan, 2004) (1)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 h$  (Multiple Linear) (2)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$  (Hohenadl-Krenn, 1899) (3)
- $v = \beta_0 d^2 h$  (Spurr, 1982) (4)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d^2 h$  (Spurr, 1952) (5)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 h + \beta_3 d^2 h$  (Graves, 1978) (6)
- $v = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2}$  (Schumacher-Hall, 1933) (7)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d^{\beta_2} h^{\beta_3}$  (Schumacher-Hall, 1933) (8)
- $v = \frac{d^2}{\beta_0 + \beta_1 h^{-1}}$  (Honer, 1967) (9)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d^{\beta_2} + \beta_3 (d^{\beta_4}) h^{-1}$  (Scott, 1979) (10)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + (\beta_3 + \beta_4 d + \beta_5 d^2) h$  (Spurr, 1952) (11)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d^2 + (\beta_2 h + \beta_3 d \cdot h + \beta_4 d^2 h) h$  (Naslund, 1947) (12)
- $v = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{h}{d}\right)^{\beta_2} (d^2 h)$  (Teshome, 2005) (13)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d^2 h + \beta_2 h$  (Casnati, 2014) (14)
- $v = \frac{d^2 h}{\beta_0 + \beta_1 d}$  (Takata, 1958) (15)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h^2$  (Alegria ve Tome, 2011) (16)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \beta_3 d^2 h^2$  (Alegria ve Tome, 2011) (17)
- $v = d^2 (\beta_0 + \beta_1 h)$  (Ogaya, 1968) (18)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d^2$  (Kopezky, 1899) (19)
- $v = \beta_0 d^2 + \beta_1 d^2 h - \beta_2 d^2 h^2 - \beta_3 dh + \beta_4 dh^2$  (Eriksson, 1973) (20)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d - \beta_2 d^2 + \beta_3 d^2 h$  (Opdahl, 1992) (21)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d^2 h + \beta_2 d^3 h + \beta_3 d^2 h^2 + \beta_4 d$  (Bi ve Hamilton, 1998) (22)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d^2 h + \beta_2 d^3 h + \beta_3 d^2 h^2 + \beta_4 d + \beta_5 h$  (Bi ve Hamilton, 1998) (23)
- $v = \beta_0 + \beta_1 dh + \beta_2 dh^2 + \beta_3 d^2 h^2$  (Alegria ve Tome, 2011) (24)
- $v = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 dh^2 + \beta_3 d^2 h^2$  (Alegria ve Tome, 2011) (25)
- $\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 \ln h$  (26)
- $\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 (\ln d)^2 + \beta_3 \ln h + \beta_4 \ln h^2$  (27)
- $\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 \ln h + \beta_3 d^2$  (28)
- $\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 \ln h + \beta_3 d^2 h$  (29)
- $\ln v = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 \ln h + \beta_3 dh^2$  (30)

Çizelge 1. Model geliştirme verilerinin çap ve boy basamaklarına dağılımı

Çaplar (cm)	Boylar (m)											Σ	
	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27		29
10	1												1
14		10	6										16
18	1	5	17	12	2								37
22		1	11	11	8	6	1						38
26			5	15	12	11	3	2					48
30				4	10	13	15	10	1				53
34					3	17	6	11	8	2	1		48
38					2	5	8	11	8	4	3	1	42
42						3	5	7	7	5	1		28
46						1	3		5	3	1		13
50							1		2		1		4
54											1		1
Σ	2	16	39	42	37	56	42	41	31	14	8		1329

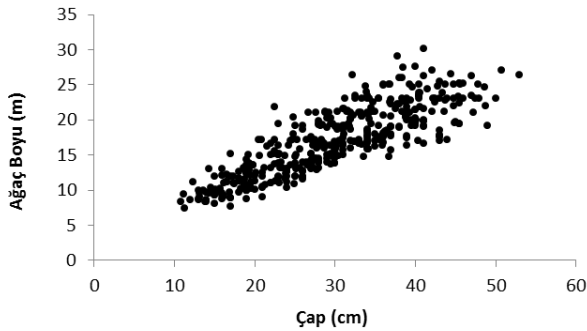
Çizelge 2. Model test verilerinin çap ve boy basamaklarına dağılımı

Çaplar (cm)	Boylar (m)											Σ	
	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29		
10	2												2
14	5	2	1										8
18	4	2	5	1									12
22		1	2	1				1					5
26			1	8	1	2		1					13
30					7	4	3						14
34					2	1	4	2					9
38					2	3	1	2	2				10
42					3	3	2	5			3		16
46						1	1	3	3	1			9
Σ	11	6	16	10	13	11	10	12	5	4			98

Çizelge 3. Çalışmada kullanılan örnek ağaçlara ilişkin nitelendirici istatistikler

Değişkenler	Model geliştirme verileri (n = 329)				Model test verileri (n = 98)			
	Ortalama	Min.	Max.	S.D.	Ortalama	Min.	Max.	S.D.
DBH (cm)	29.82	11.30	53.00	8.92	30.30	10.80	47.80	10.16
TH (m)	17.05	7.40	30.20	4.72	16.92	8.10	27.60	5.23
V (m <sup>3</sup> )	0.6356	0.0358	2.2904	0.47	0.6686	0.0360	1.8367	0.5068

DBH: göğüs çapı; TH: Toplam ağaç boyu; V: hacim.



Şekil 1. Ölçümü yapılan örnek ağaçlara ilişkin çap-boy dağılım grafiği

Çalışmada, 1 ve 19 nolu (tek girişli ağaç hacim denklemi) ağaç hacim denklemleri dışındaki denklemler, çift girişli ağaç hacim denklemdir.

Yukarıda verilen doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon denklemlerinin çözümü için doğrusal ve doğrusal olmayan en küçük kareler yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada bazı logaritmik denklemler de test edilmiştir. Ancak bu modeller ağaç gövde hacminin logaritmasını göğüs çapı ve ağaç boyunun logaritmasına göre vermektedir. Gerçek gövde hacim değerlerinin hesaplanabilmesi için elde edilen logaritmik değerlerin antilogaritmalarının alınması gerekmektedir (Burkhardt ve Tome, 2012). Hacim değerleri, model katsayılarının logaritmaları alınarak belirlendiği için sistematik bir hata ortaya çıkmaktadır. Bu sistematik hatanın giderilmesi için gerekli düzeltme faktörünün hesaplanması için farklı yöntemler uygulanmıştır (Burkhardt ve Tome, 2012). Bu çalışmada, düzeltme faktörü hesabı için Baskerville (1972) tarafından önerilen düzeltme faktörü  $\left(\frac{se^2}{2}\right)$  modele

eklenmiştir. Örneğin Schumacher–Hall (1933) hacim fonksiyonu için bu düzeltme aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

$$Y = e^{\left(0.00006 + 1.77342 * \log d + 1.10086 * \log h + \frac{se^2}{2}\right)} \quad (31)$$

Bu formülde;  $Y$ , ilgili ağacın düzeltilmiş hacim değerini;  $d$ , ağacın göğüs çapını;  $h$ , ağacın toplam boyunu,  $se$ , ilgili modelin standart hatasını ve  $e$  (2.718282) doğal logaritma tabanını ifade etmektedir.

En uygun hacim fonksiyonunun belirlenmesinde ise; uyum indeksi ( $FI$ ), ortalama hata ( $E$ ), ortalama mutlak hata ( $AAE$ ) ve maksimum mutlak hata ( $MAE$ ), hata kareler ortalamasının karekökü ( $RMSE$ ) ve Akaike bilgi kriteri ( $AIC$ ) gibi altı farklı uygunluk ölçütü kullanılmıştır.

$$AAE = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} |y_i - \hat{y}_i|}{n} \quad (32)$$

$$MAE = \max(|y_i - \hat{y}_i|) \quad (33)$$

$$FI = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (34)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - p}} \quad (35)$$

$$E = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (y_i - \hat{y}_i)}{n} \quad (36)$$

$$AIC = n \ln(RMSE) + 2p \quad (37)$$

Burada sırası ile  $y_i$ ,  $\hat{y}_i$  ve  $\bar{y}$  ölçülen, tahmin edilen ve ölçülen değerlerin aritmetik ortalamasını ifade etmektedir.  $\bar{y}_{est}$  tahmin edilen değerlerin ortalamasını,  $n$  model geliştirmek için kullanılan toplam gözlem sayısını,  $p$  geliştirilen modellerdeki parametre sayısını ve  $ln$  ise doğal logaritmayı ifade etmektedir.

$M$  tane yöntemin sıralanması geleneksel olarak 1, 2, ...,  $m$  şeklinde gösterilmektedir. Bu geleneksel sıralama biçimi, yöntemlerin sıralamasını göstermekle birlikte, yöntemler ile elde edilen sonuçların birbirine ne kadar yakın olduğu hakkında bilgi vermemektedir (Poudel ve Cao, 2013). Bu çalışmada, modellerin başarı sıralarının daha gerçekçi bir şekilde ortaya konabilmesi için Poudel ve Cao (2013) tarafından geliştirilen nispi sıralama yöntemi kullanılmıştır. Nispi sıralama yöntemiyle, karşılaştırılan metodların birbirine olan nispi yakınlıkları hakkında bilgi edinilebilmektedir. Bir  $i$  modelinin nispi sıralaması aşağıdaki formülasyon yarımı ile bulunabilmektedir.

$$R_i = 1 + \frac{(m-1)(S_i - S_{\min})}{S_{\max} - S_{\min}} \quad (38)$$

Burada,

- $R_i$  :  $i$  yönteminin nispi sırasını ( $i=1, 2, \dots, m$ ),  
 $S_i$  :  $i$  yöntemi ile elde edilen uyum istatistiğini,  
 $S_{\min}$  : uyum istatistiğinin minimum değerini,  
 $S_{\max}$  : uyum istatistiğinin maksimum değerini ifade etmektedir.

Bu sıralama sisteminde, en iyi ve en kötü yöntemler sırasıyla 1 ve  $m$  nispi değerini almaktadır. Kalan yöntemlerin nispi sıralama değerleri ise 1 ile  $m$  arasında değişen gerçek sayılar olarak ifade edilmektedir.  $S_i$ 'nin sıralama değerinin yanı sıra, bu değer rakamsal büyüklüğü de göz önünde bulundurulduğundan, bu yeni sıralama sistemi, geleneksel sıralama sistemlerine göre daha fazla bilgi sunmaktadır. Örneğin, nispi sıralaması 1, 1.2, 4.7, 4.9 ve 5 olan beş yöntem, söz konusu nispi sıralama sistemiyle, sıralama değerleri arasındaki büyük fark sayesinde iki ayrı gruba ( $\{1, 1.2\}$  ve  $\{4.7, 4.9, 5\}$ ) ayrılabilir (Poudel ve Cao, 2013).

Çalışmada, yukarıda açıklanan altı ölçüt değeri kullanılarak modellerin nisbi sıraları belirlenmiştir. Uyum indeksi dışındaki bütün ölçütler için, en küçük değere sahip olan model en iyi olarak nitelendirilmiştir.

### 3. Bulgular

Doğal sedir meşcerelerinden alınan örnek ağaçlar kullanılarak, 30 farklı ağaç hacim denklemi için yapılan parametre tahminleri, logaritmik denklemler için düzeltme faktörleri (D.F) ve parametrelerin önem düzeyleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Model geliştirme verileri kullanılarak, test edilen modellerin ölçüt değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. Çok fazla modelin test edilmiş olması nedeniyle ölçüt değerlerine bağlı olarak doğrudan bir modelin diğer modellere göre daha başarılı olduğunu söylemek neredeyse imkânsızdır. Bu nedenle model geliştirme verileri için modellerin nisbi

sıraları hesaplanmış ve buna ilişkin sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelge 6'da ve Şekil 2'de ortaya çıkan durum değerlendirildiğinde, modelleri nisbi sıra değerlerine bağlı olarak 5 gruba ayırmak mümkündür. Birinci ve en başarılı tahminlerin yapıldığı grup 7 ve 15 nolu modellerden oluşmaktadır. 25 ve 27 nolu modeller ikinci grupta; 4, 9 ve 18 nolu modeller dördüncü grupta ve, 1, 2, 3 ve 19 nolu modeller ise beşinci ve en kötü model grubunda yer almaktadır. Diğer modeller ise üçüncü gruba oluşturmaktadır. Radar grafiğinde en içteki kutuda yer alan model ya da modeller en başarılı gruba en dışta yer alan modeller ise en başarısız gruba oluşturmaktadır. Şekil 3'te ise en başarılı (7 ve 15 nolu modeller) ve en başarısız (1 ve 2 nolu modeller) olan modellere ilişkin tahmin edilen hacim değerlerinin ölçülen hacim değerlerine göre dağılımları verilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi başarılı olan modellerde sonuçlar, 1:1 çizgisine çok yakın iken, başarısız modellerde noktalar, 1:1 çizgisinden oldukça ayrılmaktadır. Genel olarak tüm modellerin hata dağılımı, büyük hacim değerleri için daha yüksek bir varyans değeri göstermektedir.

Çizelge 7'de ise model test verileri kullanılarak denenen modellerin ölçüt değerlerine ilişkin sonuçlar verilmiştir. Çizelge 8'de ise her bir ölçüt değerine ve bu ölçütlerin geneline göre elde edilen nisbi sıralar verilmiştir.

Şekil 4'te de altı ölçüt değerine göre test edilen modellerin radar grafiği sonuçları verilmiştir. Çizelge 8 ve Şekil 4 incelendiğinde, model test verileri için en başarılı modellerin sırasıyla 7, 15 ve 13 nolu modeller olduğu ve birinci grupta yer aldığı görülmektedir. Model 20, 21, 25, 5, 11, 17, 24 ise üçüncü grupta yer almaktadır. Model 1, 2, 3 ve 19 ise en başarısız modeller olarak dördüncü gruba oluşturmaktadır. Diğer modeller ise ikinci grupta yer almaktadır. Bu sonuçlardan da görüleceği gibi, model geliştirme ve model test verileri için yapılan tüm değerlendirmelerde 7 ve 15 nolu modellerin diğer modellere göre daha başarılı modeller olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak; model 7 (Schumacher-Hall, 1933) gerek çok bilinen ve yaygın olarak kullanılan bir model olması, gerekse model 15'e göre daha kolay kullanılacak bir model olması nedenleriyle Batı Akdeniz Yöresi doğal sedir meşcerelerinde tek ağaç ve buna bağlı olarak meşcere hacimlerinin tahmin edilmesi gerektiğinde kullanılacak bir modeldir.

Her iki veri seti içinde yapılan değerlendirmeler ışığında, en başarılı modellerin 7 ve 15 nolu modeller olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar ışığında, tüm veri seti için 7 ve 15 nolu modeller yeniden çözülmüş ve sırasıyla aşağıdaki katsayılar elde edilmiştir. 7 nolu model için katsayılar,  $\beta_0=0.000063$ ,  $\beta_1=1.752831$  ve  $\beta_2=1.088602$ ; 15 nolu model için ise,  $\beta_0=23540.17$ ,  $\beta_1=157.9884$ 'dir. 7 nolu model için tüm veri seti kullanılarak elde edilen katsayılar kullanılarak Batı Akdeniz Yöresi doğal sedir meşcereleri için çift girişli ağaç hacim tablosu düzenlenmiş ve Çizelge 9'da verilmiştir. Bu çizelge kullanılarak, göğüs çapı 8-60 cm ve ağaç boyu 8-30 m arasında değişen ağaçların dikili gövde hacim değerleri  $m^3$  olarak bulunabilmektedir.

Çizelge 4. Ağaç hacim fonksiyonlarına ilişkin parametre tahminleri

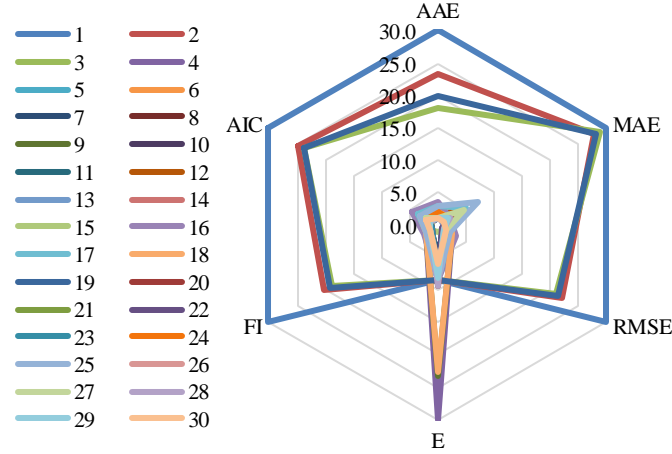
Model No	Katsayılar					D.F	
	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$		$\beta_5$
1	-0.8255 ****	0.048992 ****					
2	-0.9549 ****	0.03424 ****	0.03340 ****				
3	0.02542 NS	-0.01274 *	0.001022 ****				
4	0.000034 ****						
5	0.02354 ***	0.000033 ****					
6	-0.07801 **	$1.63 \times 10^{-6}$ NS	0.008744 ****	0.00003 ****			
7	0.00006 ****	1.773424 ****	1.100861 ****				
8	-0.0219 NS	0.00008 ****	1.722543 ****	1.066532 ****			
9	71.66391 NS	28065.27 ****					
10	-0.02724 NS	0.00032 **	2.421576 ****	-0.00026 NS	3.118315 ****		
11	0.22993 NS	-0.01384 NS	0.000136 NS	-0.02498 **	0.00173 **	$9.30 \times 10^{-6}$ NS	
12	-0.0371 NS	0.000345 ****	-0.00026 NS	0.000033 *	$1.92 \times 10^{-7}$ *		
13	0.01845 **	0.00004 ****	0.159969 ****				
14	-0.0772 ****	0.00003 ****	0.008709 ****				
15	24190.31 ****	136.8592 ****					
16	0.009035 NS	0.00034 ****	$8.05 \times 10^{-7}$ ****				
17	-0.19473 ****	0.015114 ****	0.00006 NS	$8.60 \times 10^{-7}$ ****			
18	0.00003 ****	0.000032 ****					
19	-0.15584 ****	0.00082 ****					
20	-0.00008 NS	0.000041 ****	$5.27 \times 10^{-7}$ **	0.000083 NS	0.000018 NS		
21	-0.1429 ****	0.013586 ****	0.000328 ****	0.00004 ****			
22	0.060823 NS	0.000052 ****	$-2.8 \times 10^{-7}$ ****	$-9.8 \times 10^{-8}$ *	-0.0055 NS		
23	-0.00096 NS	0.000042 ****	$-2.5 \times 10^{-7}$ **	$1.29 \times 10^{-7}$ NS	-0.00121 NS		
24	-0.12352 ****	0.001464 ****	-0.00004 ****	$9.78 \times 10^{-7}$ ****			
25	-0.23839 ****	0.017774 ****	$5.11 \times 10^{-6}$ NS	$7.75 \times 10^{-7}$ ****			
26	-9.98869 ****	1,86939 ****	1,056201 ****				0.0044
27	-9.96731 ****	2.75324 ****	-0.13174 *	-0.0186 NS	0.191708 **		0.0043
28	-10.132 ****	1.92447 ****	1.053016 ****	-0.00003 NS			0.0044
29	-10.0519 ****	1.88481 ****	1.064076 ****	-5.62E-7 NS			0.0044
30	-9.97642 ****	1.868231 ****	1.052429 ****	2.03E-7 NS			0.0044

D.F: Düzeltme Faktörü; NS= $p > 0.05$ ; \*= $p < 0.05$ ; \*\*= $p < 0.01$ ; \*\*\*= $p < 0.001$ ; \*\*\*\*= $p < 0.0001$

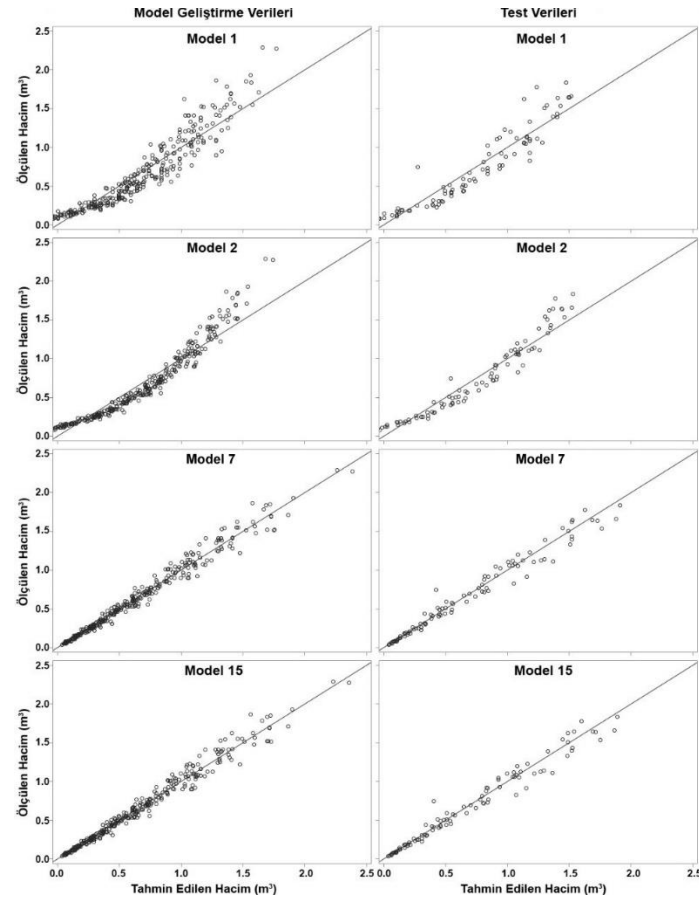
Diğer taraftan, ilgi model ile elde edilen sonuçlar, Evcimen (1963) tarafından geliştirilen çift girişli ağaç hacim denklemi sonuçları ile bağımsız veri seti kullanılarak karşılaştırılmıştır. Şekil 5'ten de görüleceği gibi her iki model de, özellikle 10-20 cm arasındaki göğüs çapı değerleri için oldukça yakın sonuçlar üretmiştir. Ancak, özellikle 30 cm ve daha yukarı göğüs çapı değerleri için Evcimen (1963) tarafından geliştirilen modelin daha yüksek

hacim hatası değerleri ürettiği ve buna bağlı olarak da daha yüksek hata varyansına sahip oldukları söylenebilir.

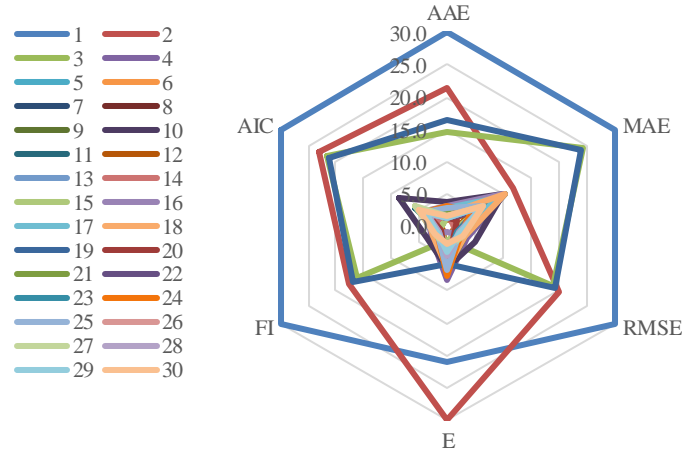
Sedir ağaç türü için elde edilen en başarılı model olan Schumacher-Hall (1933) modelinin, bölgesel olarak kullanılabilirliğinin denetimi için, kontrol verileri kullanılarak yapılan "Eşlendirilmiş t-testi" sonuçlarına göre de, geliştirilen hacim denkleminin  $p > 0.05$  önem düzeyinde güvenle kullanılacağı sonucuna varılmıştır.



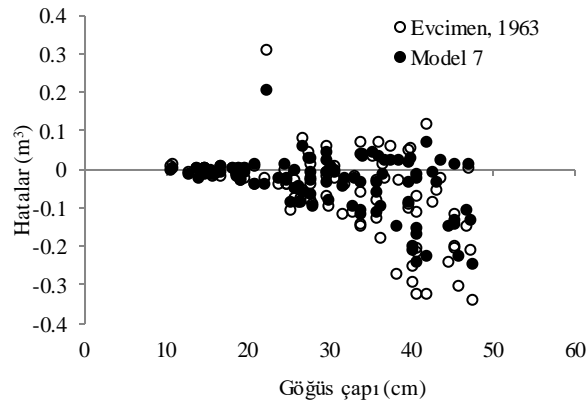
Şekil 2. Model geliştirme verileri için modellerin altı ölçüte göre rölatif sıralarının radar grafiği



Şekil 3. En başarılı (7 ve 15) ve en başarısız (1 ve 2) modeller için ölçülen hacim değerlerine karşı tahmin edilen hacimlerin dağılımı



Şekil 4. Model test verileri için modellerin altı ölçüte göre rölatif sıralarının radar grafiği



Şekil 5. İki farklı hacim denklemi ile elde edilen sonuçlarının karşılaştırılması

Çizelge 5. Model geliştirme verileri için elde edilen ölçüt değerleri

Model No	AAE	MAE	RMSE	E	FI	AIC
1	0.1263	0.6320	0.1628	0.0000	0.8784	-596.9211
2	0.1079	0.6077	0.1376	0.0000	0.9133	-650.4371
3	0.0922	0.6180	0.1339	0.0000	0.9179	-659.5014
4	0.0473	0.2813	0.0719	0.0085	0.9762	-869.2036
5	0.0473	0.2936	0.0706	0.0000	0.9771	-873.2452
6	0.0453	0.2941	0.0679	0.0000	0.9789	-882.1123
7	0.0444	0.2857	0.0672	-0.0017	0.9793	-887.5259
8	0.0445	0.2891	0.0671	0.0000	0.9795	-886.3461
9	0.0468	0.2925	0.0717	0.0058	0.9764	-868.1636
10	0.0471	0.2938	0.0691	0.0000	0.9783	-874.6333
11	0.0440	0.2868	0.0668	0.0000	0.9798	-883.6097
12	0.0458	0.3185	0.0688	0.0000	0.9785	-876.1430
13	0.0450	0.2724	0.0682	0.0000	0.9787	-882.7907
14	0.0453	0.2938	0.0678	0.0000	0.9789	-884.6163
15	0.0454	0.3024	0.0676	-0.0030	0.9790	-887.5914
16	0.0511	0.2890	0.0745	0.0000	0.9746	-853.6080
17	0.0497	0.3248	0.0716	0.0000	0.9766	-864.9145
18	0.0468	0.2900	0.0718	0.0056	0.9764	-867.9302
19	0.0976	0.6108	0.1350	0.0000	0.9163	-658.7347
20	0.0442	0.2967	0.0670	0.0003	0.9796	-884.4938
21	0.0453	0.2825	0.0678	0.0000	0.9790	-882.9303
22	0.0441	0.2886	0.0668	0.0000	0.9797	-885.7789
23	0.0444	0.2850	0.0670	0.0000	0.9796	-884.5543
24	0.0472	0.2840	0.0691	0.0000	0.9782	-876.6544
25	0.0492	0.3515	0.0713	0.0000	0.9768	-865.9703
26	0.0446	0.2746	0.0683	-0.0009	0.9787	-882.5021
27	0.0442	0.3177	0.0685	-0.0008	0.9787	-877.5027
28	0.0443	0.2868	0.0673	0.0003	0.9793	-885.2888
29	0.0443	0.2842	0.0676	-0.0002	0.9791	-883.5452
30	0.0447	0.2740	0.0685	-0.0010	0.9786	-879.2667



Çizelge 6. Model geliştirme verileri ve modeller için nisbi sıralama sonuçları

Model No	Nispi Sıralama						Sıra Toplamları	Genel Sıralama
	AAE	MAE	RMSE	E	FI	AIC		
1	30.000	30.000	30.000	8.590	30.000	30.000	158.590	30.000
2	23.498	28.036	22.406	8.590	20.009	24.661	127.199	23.899
3	17.986	28.866	21.283	8.590	18.687	23.756	119.168	22.338
4	2.164	1.713	2.555	30.000	2.024	2.835	41.290	7.204
5	2.136	2.709	2.162	8.590	1.759	2.431	19.788	3.025
6	1.443	2.751	1.348	8.590	1.232	1.547	16.911	2.466
7	1.136	2.071	1.138	4.421	1.128	1.007	10.900	1.298
8	1.175	2.347	1.088	8.589	1.080	1.124	15.404	2.173
9	1.977	2.619	2.492	23.177	1.964	2.938	35.168	6.014
10	2.080	2.726	1.691	8.590	1.416	2.293	18.795	2.832
11	1.000	2.157	1.010	8.590	1.000	1.397	15.154	2.125
12	1.620	4.716	1.596	8.590	1.360	2.142	20.025	3.071
13	1.353	1.000	1.431	8.590	1.299	1.479	15.152	2.124
14	1.436	2.725	1.317	8.590	1.233	1.297	16.597	2.405
15	1.473	3.419	1.257	1.000	1.215	1.000	9.364	1.000
16	3.477	2.335	3.330	8.590	2.474	4.391	24.596	3.960
17	2.989	5.220	2.443	8.590	1.892	3.262	24.397	3.921
18	1.990	2.421	2.508	22.716	1.973	2.962	34.570	5.898
19	19.872	28.283	21.622	8.590	19.156	23.833	121.356	22.764
20	1.059	2.960	1.079	9.335	1.057	1.309	16.799	2.444
21	1.437	1.815	1.298	8.590	1.203	1.465	15.808	2.252
22	1.019	2.305	1.000	8.590	1.012	1.181	15.106	2.116
23	1.115	2.013	1.075	8.590	1.055	1.303	15.151	2.124
24	2.130	1.937	1.690	8.590	1.434	2.091	17.872	2.653
25	2.827	7.380	2.374	8.590	1.850	3.157	26.178	4.267
26	1.198	1.173	1.449	6.378	1.310	1.508	13.014	1.709
27	1.073	4.648	1.511	6.559	1.310	2.007	17.107	2.504
28	1.081	2.161	1.152	9.237	1.118	1.230	15.979	2.285
29	1.098	1.948	1.260	8.038	1.181	1.404	14.927	2.081
30	1.224	1.123	1.526	6.054	1.337	1.831	13.094	1.724

Çizelge 7. Model test verileri için elde edilen ölçüt değerleri

Model No	AAE	MAE	RMSE	E	FI	AIC
1	0.1410	0.5413	0.1755	0.0097	0.8814	-166.5545
2	0.1166	0.3900	0.1458	0.0208	0.9189	-182.6854
3	0.0968	0.4924	0.1418	-0.0136	0.9233	-185.4353
4	0.0618	0.3762	0.0961	-0.0060	0.9641	-227.5723
5	0.0625	0.3616	0.0935	-0.0133	0.9663	-228.2873
6	0.0608	0.3008	0.0899	-0.0086	0.9695	-228.1154
7	0.0599	0.3257	0.0901	-0.0113	0.9690	-229.8723
8	0.0596	0.3260	0.0901	-0.0087	0.9693	-227.8288
9	0.0613	0.3761	0.0953	-0.0081	0.9650	-226.3509
10	0.0667	0.3742	0.1003	-0.0085	0.9624	-215.3460
11	0.0592	0.3548	0.0922	-0.0099	0.9686	-221.6141
12	0.0585	0.3349	0.0888	-0.0092	0.9705	-227.2401
13	0.0625	0.3300	0.0924	-0.0113	0.9674	-227.3998
14	0.0609	0.3008	0.0894	-0.0087	0.9695	-230.5994
15	0.0589	0.3439	0.0893	-0.0130	0.9693	-232.7282
16	0.0648	0.3759	0.0954	-0.0152	0.9653	-224.2461
17	0.0635	0.3663	0.0932	-0.0102	0.9672	-224.5578
18	0.0611	0.3766	0.0952	-0.0084	0.9650	-226.4316
19	0.1029	0.4908	0.1431	-0.0091	0.9211	-186.5129
20	0.0589	0.3077	0.0897	-0.0083	0.9700	-226.2829
21	0.0617	0.3414	0.0923	-0.0089	0.9679	-225.5269
22	0.0591	0.3316	0.0911	-0.0098	0.9690	-224.7447
23	0.0589	0.3449	0.0911	-0.0096	0.9690	-224.7711
24	0.0644	0.3281	0.0925	-0.0069	0.9677	-225.3159
25	0.0641	0.3460	0.0924	-0.0079	0.9678	-225.4116
26	0.0603	0.3456	0.0937	-0.0128	0.9666	-226.0818
27	0.0604	0.3438	0.0944	-0.0124	0.9667	-221.2721
28	0.0592	0.3450	0.0914	-0.0105	0.9685	-226.4223
29	0.0595	0.3444	0.0923	-0.0114	0.9678	-225.4684
30	0.0605	0.3459	0.0945	-0.0131	0.9663	-223.2121

Çizelge 8. Model test verileri ve test edilen modeller için nisbi sıralama sonuçları

Model No	Nispi Sıralama						Sıralamalar Toplamı	Genel Sıralama
	AAE	MAE	RMSE	E	FI	AIC		
1	30.000	30.000	30.000	21.009	30.000	30.000	171.009	30.000
2	21.435	11.759	20.077	30.000	17.789	22.931	123.991	21.341
3	14.470	24.105	18.726	2.280	16.350	21.726	97.656	16.492
4	2.174	10.091	3.421	8.391	3.106	3.260	30.443	4.114
5	2.394	8.330	2.542	2.458	2.362	2.946	21.031	2.381
6	1.826	1.004	1.343	6.259	1.328	3.022	14.782	1.230
7	1.493	3.999	1.418	4.135	1.483	2.252	14.780	1.229
8	1.403	4.034	1.432	6.168	1.386	3.147	17.570	1.743
9	1.971	10.082	3.167	6.703	2.803	3.795	28.520	3.760
10	3.879	9.851	4.839	6.390	3.633	8.618	37.210	5.360
11	1.243	7.510	2.121	5.244	1.625	5.871	23.614	2.857
12	1.000	5.115	1.000	5.802	1.000	3.405	17.322	1.698
13	2.424	4.526	2.189	4.151	2.004	3.335	18.630	1.939
14	1.829	1.000	1.195	6.241	1.335	1.933	13.533	1.000
15	1.147	6.198	1.156	2.777	1.413	1.000	13.691	1.029
16	3.209	10.064	3.201	1.000	2.708	4.717	24.899	3.093
17	2.745	8.895	2.456	4.965	2.074	4.581	25.716	3.244
18	1.927	10.137	3.140	6.420	2.784	3.759	28.168	3.695
19	16.603	23.916	19.175	5.904	17.091	21.253	103.942	17.649
20	1.140	1.833	1.292	6.496	1.189	3.825	15.775	1.413
21	2.134	5.901	2.149	6.031	1.866	4.156	22.236	2.603
22	1.215	4.720	1.767	5.358	1.501	4.499	19.060	2.018
23	1.159	6.319	1.759	5.455	1.495	4.487	20.674	2.315
24	3.073	4.292	2.215	7.689	1.911	4.248	23.429	2.822
25	2.959	6.448	2.185	6.883	1.890	4.206	24.572	3.033
26	1.643	6.404	2.608	2.901	2.293	3.913	19.762	2.147
27	1.686	6.183	2.868	3.239	2.241	6.021	22.238	2.603
28	1.252	6.327	1.868	4.744	1.677	3.764	19.631	2.123
29	1.356	6.262	2.167	3.996	1.878	4.182	19.842	2.162
30	1.699	6.442	2.887	2.693	2.371	5.170	21.263	2.423

Çizelge 9. Batı Akdeniz Yöresi sedir meşcereleri için çift girişli hacim tablosu (m<sup>3</sup>)

Çap (cm)	Ağaç boyu (m)											
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
8	0.0232											
10	0.0343	0.0437										
12	0.0472	0.0602	0.0734									
14	0.0619	0.0789	0.0962	0.1138								
16	0.0782	0.0997	0.1216	0.1438	0.1663							
18		0.1338	0.1494	0.1767	0.2044							
20		0.1612	0.1797	0.2126	0.2458	0.2795						
22			0.2124	0.2512	0.2905	0.3303						
24			0.2474	0.2926	0.3384	0.3847						
26			0.2847	0.3367	0.3894	0.4426						
28			0.3242	0.3834	0.4434	0.5040	0.5653	0.6271	0.6894			
30				0.4327	0.5004	0.5688	0.6380	0.7077	0.7780			
32					0.5603	0.6370	0.7144	0.7925	0.8712	0.9505	1.0304	
34						0.7084	0.7945	0.8813	0.9689	1.0571	1.1459	
36						0.7830	0.8782	0.9742	1.0710	1.1685	1.2666	
38						0.8608	0.9655	1.0710	1.1774	1.2846	1.3926	1.5012
40						0.9418	1.0563	1.1718	1.2882	1.4055	1.5236	1.6424
42						1.0259	1.1506	1.2764	1.4032	1.5310	1.6596	1.7890
44						1.1131	1.2484	1.3848	1.5224	1.6610	1.8006	1.9410
46						1.2033	1.3495	1.4971	1.6458	1.7956	1.9465	2.0983
48						1.2965	1.4540	1.6130	1.7733	1.9347	2.0973	2.2608
50						1.3926	1.5619	1.7327	1.9048	2.0782	2.2528	2.4285
52						1.4918	1.6730	1.8560	2.0404	2.2261	2.4131	2.6014
54						1.5938	1.7875	1.9829	2.1799	2.3784	2.5782	2.7793
56							1.6987	1.9051	2.1134	2.3234	2.5349	2.7479
58								2.0260	2.2475	2.4708	2.6957	2.9222
60								2.1500	2.3851	2.6220	2.8608	3.1011
62								2.2772	2.5262	2.7772	3.0300	3.2846
64									2.4075	2.6707	2.9361	3.2034
66										2.8188	3.0988	3.3809
68										2.9702	3.2653	3.5626
70										3.1250	3.4355	3.7482
72										3.2832	3.6094	3.9380
74										3.6095	3.9682	4.3294
76										3.7777	4.1530	4.5311
78										3.9491	4.3415	4.7367
80										3.9491	4.3415	4.7367

#### 4. Sonuçlar ve öneriler

Bu çalışmada; Batı Akdeniz yöresi doğal sedir meşcereleri için hacim denklemleri geliştirilmiştir. Bu amaçla seçilen farklı formlardaki 30 adet hacim denklemi, altı farklı ölçüt değeri kullanılarak test edilmiştir. Yörede 429 örnek ağaç ölçülmüş, bu ağaçların tesadüfi olarak yaklaşık %75'i (329 ağaç) model geliştirmek ve geri kalan yaklaşık %25'lik kısım (98 ağaç) ise geliştirilen modellerin test edilmesi için kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda, gerek model geliştirme verisi, gerekse de model test verileri için en başarılı sonuçlar 7 (Schumacher-Hall, 1933) ve 15 (Takata, 1958) nolu modeller ile elde edilmiştir. Benzer sonuçlar tüm veri setin için yapılan değerlendirmelerde de ortaya çıkmıştır.

Ancak 7 nolu model; yaygın olarak kullanılması, çok bilinen bir model olması, bu model yardımı ile ağaç hacim tahminlerinin daha kolay yapılabilir olması ve diğer çalışmalarında elde edilen sonuçlarla karşılaştırma yapılabilme imkânı sağlaması nedeniyle 15 nolu modele tercih edilmiştir. Geliştirilen ve yörede kullanılması önerilen ağaç hacim denkleminin yöresel olarak kullanılabilirliğinin denetimi için kontrol verileri ile gerçekleştirilen denetimler sonucunda bu modelin ilgili ağaç türü için gövde hacim tahminlerinde güvenle kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Sedir ağaç türü için geliştirilen ve önerilen ağaç hacim denkleminin ilgili yörede ağaç hacim tahminlerinde kullanılabilmesi için, ağaç boyunun ve göğüs yüksekliği çapının ölçülmesi yeterli olacaktır. Bu değerler ilgili ağaç hacim denkleminde yerine konularak ağaç gövde hacmi  $m^3$  olarak hesaplanabilir. Örneğin 47 cm göğüs çapına ve 19 m boya sahip bir sedir ağacının gövde hacmini bulmak istendiğinde, en uygun model olan 7 nolu modelin tüm veri seti için elde edilen katsayıları, ilgili ağacın göğüs çapı ve boy değerleri ilgili denklemde yerine konarak gövde hacmi  $m^3$  olarak tahmin edilmelidir. Bu amaçla aşağıdaki işlemin yapılması yeterlidir. Bu işlem ile gövde hacmi  $V = 0.00006 * 47^{1.752831} * 19^{1.088602} = 1.3253 m^3$  olarak bulunur.

Çalışmada geliştirilen ve sedir ağaç hacim tahminleri için önerilen 7 nolu hacim denklemi ile ilgili ağaç türü için Evcimen (1963) tarafından geliştirilen çift girişli hacim denklemi karşılaştırılmış ve Evcimen (1963) denkleminin daha yüksek hacim hatası verdiği görülmüştür. Özellikle hata miktarı kalın çap sınıflarında daha da yüksektir.

Sonuç olarak; Schumacher-Hall (1933) modeli ve elde edilen katsayılar kullanılarak, Batı Akdeniz Yöresi doğal sedir meşcereleri için ağaç hacim değerleri gerçeğe yakın bir şekilde tahmin edilebilir. Ancak genel bir kural olarak, imkânlar el verdiği ölçüde ve yeterli miktarda örnek ağaç ölçümü yapılabildiği sürece her yöre ve ağaç türü için ayrı hacim fonksiyonlarının geliştirilmesi gerçeğe daha yakın hacim tahminleri yapılabilmesi için daha yararlı olacaktır.

#### Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan veriler, SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen olan BAP-4672-YL1-16 no'lu "Batı Akdeniz Yöresi Doğal Sedir (*Cedrus libani* A. Rich) Meşcereleri İçin Ağaç Hacim Denklemlerinin Geliştirilmesi" isimli proje çalışmasında elde edilmiştir.

#### Kaynaklar

- Akindele, 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.
- Bailey, R.L., 1995. Upper stem volumes from stem analysis data: an overlapping bolts method. *Can. J. For. Res.*, 26(1): 170-173.
- Baskerville, G.L., 1972. Use of logarithmic regression in the estimation of plan biomass. *Canadian Journal of Forest Research*, 2:49-53.
- 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.
- Boydak, M., 2003. Regeneration of Lebanon cedar (*Cedrus libani* A. Rich.) on karstic lands in Turkey. *Forest Ecology and Management*, 178: 231-243.
- Bozkuş, H.F., Carus, S., 1997. Toros göknarı (*Abies cilicica* Carr.) sedir (*Cedrus libani* Link.)'in çift girişli gövde hacmi tabloları ve mevcut tablolarla karşılaştırılması. *Journal of the Faculty of Forestry İstanbul University (JFFIU)*, 47(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.
- Burk, T. E., 1989. Individual Tree volume equations for The Northeastern United States: Evaluation and new form quotient board foot equations. *Northern Journal of Applied Forestry*, 6(1):27-31.
- Burkhart, H.E., Tome, M., 2012. Modeling forest trees and stands. Springer, Dordrecht.
- Castedo-Dorado, F., Gomez-Garcia, E., Dieguez-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.
- Crecente-Campo, F., Alboreca, A.R., Dieguez-Aranda, U., 2009. A Merchantable volume system for *Pinus sylvestris* L. in the major mountain ranges of Spain. *Annals of Forest Science*, 66-808.
- de-Miguel, S., L. Mehtatalo, Z. Shater, B. Kraid, T. Pukkala., 2012. Evaluating marginal and conditional predictions of taper models in the absence of calibration data. *Can. J. For. Res.*, 42: 1383-1394.
- Dieguez-Aranda, U., Castedo-Dorado, F., Alvarez-Gonzalez, J.G., Rojo, A., 2006. Compatible taper function for Scots Pine plantations in Northwestern Spain. *Canadian Journal of Forest*, 36(5): 1190-1205.

- Evcimen, B.S., 1963. Türkiye Sedir ormanlarının ekonomik önemi, hasılat ve amenajman esasları. Orman Genel Müdürlüğü Yayını, İstanbul.
- Fang, Z., Borders, B.E., Bailey, R.L., 2000. Compatible volume taper models for loblolly and slash pine based on system with segmented-stem form factors. *Forest Science*, 46: 1-12.
- Fowler, G.W., 1997. Individual tree volume equations for Red Pine in Michigan. *Northern Journal of Applied Forestry*, 14:53-58.
- Gomez-Garcia, E., Crecente-Campo, F., Barrio-Anta, M., Dieguez-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.
- Husch, B., Beers, T.W., Kershaw, T.A., 2003. *Forest mensuration*, Wiley 4, New York.
- Jiang, L., Brooks, J.R., Wang, J., 2005. Compatible taper and volume equations for yellow-poplar in West Virginia. *Forest Ecology and Management*, 213: 399-409.
- 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.
- Mısır, N., Mısır, M., 2004. Developing double-entry tree volume table for Ash in Turkey. *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 3(4):135-144.
- Özçelik, R., 2008. Comparison of formulae for estimating tree bole volumes of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23: 412-418.
- Özkurt, A., 2000. Okaliptüs (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden) için hacim tablosu. *Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 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 taperequations for *P. taeda* (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.*, 47: 1-17.
- Rodriguez, 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., 2005. Kastamonu-Bostan yöresi Uludağ Göknarı meşcerelerinde gövde profili denklemleriyle biyokütle miktarının belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Orman Fakültesi Dergisi*, 5(1): 7-22.
- Saraçoğlu, N., 1988. Kızılağaç (*Alnus glutinosa* Gaertn subsp. Barbata (C.A. Mey.) Yalt.) gövde hacim ve biyokütle tablolarının düzenlenmesi. *Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon*.
- Schumacher, F.X., Hall, F.D.S., 1933. Logarithmic expression of timber-tree volume. *J. Agric. Res.*, 47: 719-734.
- Scott, C.T., 1981. Northeastern forest survey revised cubic-foot volume equations. *USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Research Note NE-304*.
- 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.
- Van Larr, A., Akça, A., 1997. *Forest mensuration*. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Yavuz, H., 1999. Taşköprü yöresinde Karaçam için hacim fonksiyonları ve hacim tabloları. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 1181-1188.

## Türkiye’de orman sertifikasyonu uygulamalarının orman kaynakları yönetimine etkileri

Sadettin Koçak<sup>a</sup>, Ahmet Tolunay<sup>b</sup>, Türkyay Türkoğlu<sup>c,\*</sup>

**Özet:** Türkiye’de ormanların tamamına yakınının mülkiyeti devlete aittir ve Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından yönetilmektedir. OGM, 2011 yılından başlayarak yönetimindeki ormanların bir kısmına Orman Yönetim Konseyi (Forest Stewardship Council, FSC) sertifikası almaktadır. 2016 yılı itibarı ile 29 orman işletme müdürlüğü ve 1 işletme şefliği FSC sertifikası almıştır. Bu çalışmada, Türkiye’deki FSC sertifikalı orman kaynaklarının sertifikasyon süreci sonrasındaki mevcut durumu ve Türkiye ormancılığına katkıları incelenmiştir. Araştırmanın birincil verileri anket tekniğinden yararlanılarak, ikincil veriler ise bu konuda yapılan çalışmalar, kitaplar taranarak elde edilmiştir. Anket tekniği ile elde edilen veriler, istatistik paket program (SPSS 20) vasıtasıyla analiz edilmiştir. Veriler, normal dağılım göstermediği için istatistik analizler Ki-kare (Chi-square) testi ve Kruskal Wallis H testi kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışma ile, Türkiye’deki orman yönetim sertifikasyonunun ormancılık uygulamalarında; idarede şeffaflık ve toplumu bilgilendirme, çevresel ve sosyal etki değerlendirilmesi uygulamaları, iş güvenliği ve işçi sağlığı ile çevre hassasiyeti ve uygulamaların izlenmesine olumlu etkiler kazandırdığı tespit edilmiştir. Ancak sertifikasyonun dolayısıyla üretim, talep, satış ve ürün fiyatı artışında olumlu bir gelişme yaratmadığı görülmüştür. Sonuç olarak orman yönetim sertifikasyonunun Türkiye’deki ormancılık uygulamalarında olumlu çevresel ve sosyal katkılar yarattığı, ancak ekonomik olarak beklenen olumlu katkının henüz sağlanmadığı ortaya çıkmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Orman yönetim sertifikası, FSC’nin etkileri, Orman kaynakları yönetimi, Türkiye

## Effects of forest certification applications on forest resources management in Turkey

**Abstract:** Almost all of the forests in Turkey are owned by the state and they are managed by General Directorate of Forestry (GDF). GDF has been getting forest management certified some of its forests by Forest Stewardship Council (FSC) since 2011. As of 2016, 29 forest district directorates and 1 forest sub-district directorate become certified. In this study, it is aimed to investigate forest certification and primary certification schemes with present situation and contributions of FSC certified forest resources in Turkey after certification process. Primary data of this study is obtained by questionnaire method and secondary data is obtained from the searches that are conducted on books and studies on this subject. The statistical software (SPSS 20) is used to analyze the data which is obtained by questionnaire method. Due to non-normal distribution of the data, non-parametric Chi-Square test and Kruskal-Wallis H test are used for evaluation. In the result of this study, it is seen that forest management certification applications in Turkey has positive effects on subjects like occupational health and safety, transparency in management and informing public, environmental impact assessment practices, environmental sensitivity and monitoring practices, on the other hand it has not any positive effects on subjects like production, demand, sales and forest product prices. As conclusion it is revealed that forest management certification applications in Turkey has positive contribution for forest practices on environmental and social issues but it has no positive contribution on economic issues.

**Keywords:** Forest management certification, Effects of FSC, Forest resources management, Turkey

### 1. Giriş

Ormanlar, odun ve odun dışı orman ürünlerinin üretildiği önemli bir hammadde kaynağı olmasının yanında önemli ekolojik ve sosyal fonksiyonlara sahiptir. Ormanların hem çevresel koşullara uygun hem de sosyal ve ekonomik açılardan topluma fayda sağlayıcı bir şekilde yönetilmesi, günümüz orman yönetim felsefesinin temelini oluşturmaktadır. Bu sebeple, bazı uluslararası çevreci sivil toplum kuruluşları tarafından dünya ormanlarının sosyal, çevresel ve ekonomik olarak iyi yönetilmesini sağlamak

maksadıyla çeşitli sertifika sistemleri oluşturulmuştur (Türkoğlu, 2011).

Temelleri 1980’li yıllardaki yağmur ormanlarını koruma kampanyaları ile tropik keresteleri boykot kampanyalarına dayanan ve ana fikir olarak orman kaynaklarının sürdürülebilir, doğayla barışık işletilebilmesini hedefleyen orman sertifikasyon işlemleri, gerek dünyada gerek ülkemizde her geçen gün önemini arttırmaktadır. Bunun yanında sertifikalı orman ürünlerinin, uluslararası ticarete her geçen gün artan oranda aranan unsurlardan birisi haline gelmiştir. Sertifikasyonun amacı dünya ormanlarının

✉ <sup>a</sup> Orman Genel Müdürlüğü, İşletme ve Pazarlama Dairesi Başkanlığı, Ankara

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

<sup>c</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Köyceğiz Meslek Yüksekokulu, Ormanlık Bölümü, Muğla

✉ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): turkayturkoglu@mu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 20.06.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 19.08.2016

**Citation** (Atıf): Koçak, S., Tolunay, A., Türkoğlu, T., 2017. Türkiye’de orman sertifikasyonu uygulamalarının orman kaynakları yönetimine etkileri. Turkish Journal of Forestry, 18(1): 49-56.

DOI: [10.18182/tjf.307447](https://doi.org/10.18182/tjf.307447)



yönetimi ve uygulamalarının iyileştirilmesi ve yasal olmayan yollarla elde edilen orman kaynaklarının işletmeler tarafından kullanılmasının önlenmesidir (Tolunay ve Türkoğlu, 2011). Uluslararası kabul görmüş en uygun standartlar çerçevesinde yönetilen ormanlara, orman yönetim sertifikası verilerek, bu sayede, çevreci bilince sahip kuruluşlar ve tüketiciler tarafından bu ormanlardan üretilen hammaddelerin kullanılması teşvik edilmektedir (Türkoğlu ve Tolunay, 2013).

Orman Yönetim Konseyi (Forest Stewardship Council, FSC) ve Orman Sertifikasyon Onay Programı (The Programme for the Endorsement of Forest Certification, PEFC) en çok tanınan orman yönetim sertifikası sistemi bulunan iki uluslararası kuruluştur. FSC orman yönetim sertifikası, FSC tarafından geliştirilmiş prensip ve kriterlerin sağlanması ile orman işletmelerini sertifikalandırırken, PEFC orman yönetim sertifikası ise orman işletmelerinin bulunduğu ülkede ulusal bir sertifika sisteminin kurulması ve sistemin PEFC tarafından onaylanması gerekmektedir. Nitekim, her iki sertifika sisteminde orman işletmeleri, uluslararası sertifikalandırma kuruluşları tarafından orman yönetimine ilişkin oluşturulmuş ölçüt ve göstergeleri karşılaması durumlarına göre sertifikayı kullanmaya hak kazanmaktadır (Türkoğlu ve Tolunay, 2014).

Türkiye’de PEFC sertifikası için ulusal sertifika sisteminin bulunmaması, ayrıca Avrupa Ülkelerinde ve Türkiye’de FSC sertifikalı hammadde talebinin daha fazla olması nedeniyle, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından FSC orman yönetim sertifikası sisteminin kullanılması tercih edilmiştir (Tolunay ve Türkoğlu, 2014). Bunun yanında, 2013 yılında Türk Standartları Enstitüsü (TSE) ve OGM tarafından “Ulusal Sürdürülebilir Orman Yönetimi Standartları” hazırlama çalışmaları başlatılmış olup, bu standartlar ile PEFC sertifikalandırma sistemine ulusal üye statüsü kazandırılması hedeflenmektedir (Türkoğlu ve Tolunay, 2014).

Orman sertifikasyonunun üç ana amacı bulunmaktadır (Vogt vd., 2000). Bunlar; ormancılık uygulamalarını geliştirmek, ormanların yönetimini daha çevresel ve sosyal açıdan sorumlu hale getirmek ve ulusal, devlet ve özel ormanları ekosistem yönetimini aynı normlar üzerinde birleştirmek ve geliştirmektir. Sertifikalandırma işlemi aynı zamanda orman ürünlerini pazarlamak için oluşturulmuş bir program olduğu ve sertifika dolayısıyla orman ürünleri işletmelerine eşsiz bir pazar avantajı sağladığı belirtilmektedir. Bu pazar avantajından faydalanmak isteyen işletmeler hammadde için sertifikalı orman kaynaklarına yöneleceklerinden, orman sahiplerinin de kar yapmalarını sağlamaktadır (Maser ve Smith, 2001). Piyasa ile orman kaynaklarının yönetimi arasında ilişki kurması nedeniyle, sertifikalandırma işletmenin pazarlama sisteminin bir aracı haline gelmektedir. Başka bir deyişle, işletmenin pazarlama sisteminde çevresel veya ekolojik pazarlama stratejilerinin kullanılmasını gerektirmektedir (Durusoy, 2002). Dünya genelinde ulusal ve uluslararası orman sertifikasyon kurumlarının kurulması ve bu kurumların ormancılık yönetimi ve politikaları gibi zor bir konuda standartlar geliştirmesinin ve birbirleriyle yarışmasının ormancılık sektörü için olumlu etkileri bulunmaktadır (Cashore vd., 2004; Newsom vd., 2006).

Sertifikasyon, bağımsız ve yetki almış bir kuruluş tarafından ürün, sistem, personel ya da yönetimin önceden belirlenmiş standartlara uygun olduğunun belgelendirilmesi

işlemdir. Standartlar performansa dayalı ve yönetim sistemleri olarak ayrıldığı gibi bölgesel, ulusal ve uluslararası olarak da farklılık gösterebilir, fakat bu standartların genel özelliği belirli bir kesimin (konsey) ya da konunun uzmanlarının saygınlığını kazanarak kabul edilmiş olmasıdır (Türkoğlu, 2011). Sertifikalandırma işleminde gerekli kriterlere uyulduğunun denetimi bağımsız denetçiler tarafından hem saha incelemeleri hem de belge ve dokümanların incelenmesi ile yapılmaktadır. Bu kriterlerin karşılanmaması durumu büyük ve küçük hata olarak adlandırılmakta ve verilen sürede hataların telafi edilmesi beklenmektedir.

Türkiye’de FSC orman yönetimi sertifikalandırma çalışmaları, 2010 yılında pilot çalışma alanı olarak belirlenen Bolu Orman Bölge Müdürlüğü (OBM), Aladağ Orman İşletme Müdürlüğüne (OİM) bağlı Aladağ Orman İşletme Şefliğinde başlamıştır. Aladağ Orman İşletme Şefliği 9 152 ha alan için FSC Orman Yönetim Sertifikasını 2011 yılında almaya hak kazanmıştır. Bolu OBM’deki pilot çalışmanın başarılı olması sonucunda sertifikasyon çalışmaları hızlandırılmış ve 2012 yılında Kastamonu OBM, Daday OİM’nde 85 511 ha alan için FSC orman yönetim sertifikası alınmıştır. OGM, 2012 yılında Muğla, Kastamonu ve Zonguldak Orman Bölge Müdürlüklerine bağlı bir kısım işletmelerde FSC sertifikalandırma çalışmalarını başlatmıştır. Muğla OBM’ne bağlı Orman İşletme Müdürlüklerinin tamamında FSC orman yönetim sertifikasının 2012 yılının sonunda alınması ile birlikte, Türkiye’deki sertifikalı alan miktarında büyük bir artış meydana gelmiştir. Kastamonu OBM’ne bağlı Araç, Ayancık, Taşköprü ve Tosya Orman İşletme Müdürlükleri de 2013 yılının başında sertifikalı işletmeler kategorisine geçmiştir. Bursa OBM’de Yalova, Keles ve İnegöl Orman İşletme Müdürlükleri, İstanbul OBM’nde Demirköy, Kırklareli ve Vize Orman İşletme Müdürlükleri, Zonguldak OBM’nde Karabük and Yenice Orman İşletme Müdürlükleri ve Bolu OBM’nde Bolu, Gerede ve Seben Orman İşletme Müdürlüklerinin 2014 yılında sertifikalandırılması ile birlikte, Türkiye’de 2 365 753 ha orman alanı FSC orman yönetim sertifikasına sahip olmuştur. FSC orman yönetim sertifikasına sahip tüm birimlerin sertifika numaraları, bağlı oldukları orman bölge müdürlükleri, sertifikayı ilk aldıkları tarih ve sertifikalı orman alanlarının miktarlarına ilişkin bilgiler Çizelge 1’de ve Türkiye haritası üzerinde sertifikaya sahip orman alanları ise Şekil 1’de gösterilmiştir.

Bu çalışmada, Türkiye’deki sertifikalı orman kaynaklarının mevcut durumu ve FSC sertifikalandırma işleminin, ülke orman kaynakları yönetimine getirdiği çevresel, sosyal ve ekonomik yönlerden olumlu ve olumsuz etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Anket formunda yer alan sorular, Türkiye’de FSC orman yönetim sertifikasına sahip çeşitli Orman Bölge Müdürlüklerine bağlı 29 Orman İşletme Müdürlüğü ve 1 Orman İşletme Şefliğinde görev yapan yöneticilerin görüşleri doğrultusunda hazırlanmış ve bu anketlerden sağlanan veri ormancılık yönetimi ile uygulamalarındaki gelişmeler göz önünde bulundurularak hazırlanan altı adet hipotez üzerinden değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Türkiye'deki FSC orman yönetim sertifikasına sahip işletmeler

Sertifika no	Bağlı olduğu OBM	Sertifikaya sahip OİM	Sertifikanın ilk alındığı tarih	Alan miktarı (ha)
FSC-C107954	Bolu	Aladağ Orman İşletme Şefliği	04.10.2011	9152
FSC-C109883	Kastamonu	Daday Orman İşletme Müdürlüğü	21.02.2012	85511
FSC-C105419	Muğla	Kavaklıdere, Dalaman, Kemer, Aydın, Milas ve Yatağan Orman İşletme Müdürlükleri	12.12.2012	1158925
FSC-C115893	Kastamonu	Araç, Ayancık, Taşköprü ve Tosya Orman İşletme Müdürlükleri	05.04.2013	304204
FSC-C106794	Bursa	Yalova, Keles ve İnegöl Orman İşletme Müdürlükleri	07.03.2014	150554
FSC-C120338	İstanbul	Demirköy, Kırklareli ve Vize Orman İşletme Müdürlükleri	18.03.2014	257744
FSC-C121425	Zonguldak	Karabük ve Yenice Orman İşletme Müdürlükleri	01.04.2014	170804
FSC-C106592	Bolu	Bolu, Gerede ve Seben Orman İşletme Müdürlükleri	17.04.2014	228859
Türkiye'deki FSC Orman yönetim sertifikasına sahip toplam orman alanı				2365753



Şekil 1. Türkiye'deki sertifikalı orman alanları (OGM Geoportal verileri, 2016)

## 2. Materyal ve yöntem

Araştırmanın birincil verileri, Türkiye'de FSC orman yönetim sertifikasına sahip 29 orman işletme müdürlüğü ve 1 işletme şefliğinde görev yapan yöneticilere uygulanan anket formu vasıtasıyla elde edilmiştir. İlk veriler ise bu konuda yapılan çalışmalar, ilgili sertifika kurumlarından elde edilen bilgilerden sağlanmıştır. Anket formunda 14 soruya yer verilmiştir. Anket sorularının cevaplarında çok olumlu, olumlu, kararsız, olumsuz ve çok olumsuz şeklinde 5'li likert ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen anket verisinin değerlendirilmesi için SPSS 20 istatistik paket programından yararlanılmış ve istatistiksel analizlerde 0,05 anlamlılık düzeyi ölçüt alınmıştır. Verilerin güvenilirliğinin hesaplanmasında Cronbach's Alpha katsayısı kullanılmıştır. Bağımsız değişkenleri açıklayan ifadelere uygulanan güvenilirlik analizi sonucunda, Cronbach's Alpha katsayısı 0,873 bulunmuş ve ölçeğin yüksek güvenilir olduğu anlaşılmıştır (Akgül ve Çevik, 2005).

Anket verisinin değerlendirilmesinde kullanılacak istatistik analiz tekniğini belirlemek için normallik testleri (Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri) yapılmıştır. Bunun için veriler %95 güven aralığında normal dağılım göstermektedir şeklinde  $H_0$  varsayımı kurulmuştur. Veri setinin normal dağılıma uygun olup olmadığına ait test sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Anket verisinin normal dağılıma uygunluğunun tespitinde Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri; örnek sayısının azlığı ve araştırmalarda daha çok kullanılması etkili olmuştur. Çizelge 2'de görüldüğü üzere gerek Shapiro-Wilk gerekse Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre önem düzeyi (p) değerleri 0,05'den küçük olduğu için araştırma ( $H_1$ ) hipotezi kabul edilmiştir. Sonuç olarak veri setlerinin, %95 güven aralığında normal dağılımlı olmadığı tespit edilmiştir. Veri setleri normal dağılıma sahip olmadığı için istatistik analizler parametrik olmayan testlerden Ki-kare ve Kruskal Wallis H testleri ile belirlenmiştir. Ayrıca veri setlerinin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiklerden (ortalama, standart sapma ve yüzde) yararlanılmıştır.

Çizelge 2. Verilere ait Normallik Testi Sonuçları

Veri seti	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
1.Ormancılık faaliyetleri için paydaşların bilgilendirilmesi	0,457	30	0,00*	0,554	30	0,00*
2.Tüm faaliyetlerin yeterli oranda izlendiğinin kanıtlanması	0,367	30	0,00*	0,737	30	0,00*
3.Ormancılık faaliyetleri için karar alınırken yöre halkı ile fikir paylaşımı	0,343	30	0,00*	0,784	30	0,00*
4.Ormancılık uygulamalarının sosyal etki değerlendirmelerinin yapılması	0,390	30	0,00*	0,703	30	0,00*
5.Ormancılık uygulamalarının çevresel etki değerlendirmelerinin yapılması	0,412	30	0,00*	0,669	30	0,00*
6.Kişisel koruyucu ekipmanların kullanımı	0,316	30	0,00*	0,674	30	0,00*
7.İş güvenliği ve ilk yardım eğitimleri	0,372	30	0,00*	0,632	30	0,00*
8.Ormanda üretim işlerinde çalışanların çalışma koşullarının iyileştirilmesi	0,386	30	0,00*	0,688	30	0,00*
9.Sertifikalı orman ürünlerine olan talebin artması	0,235	30	0,00*	0,800	30	0,00*
10.Sertifikalı orman ürünlerinin satış fiyatlarında sertifika dolayısı ile artış	0,241	30	0,00*	0,822	30	0,00*
11.Sertifika dolayısıyla müşteri portföyünün genişlemesi	0,225	30	0,00*	0,839	30	0,00*
12.Sertifika dolayısıyla orman ekosisteminin biyoçeşitliliğinin sağlanması	0,344	30	0,00*	0,795	30	0,00*
13.Sertifika uygulamalarının ülkemiz sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarına katkı sağlaması	0,395	30	0,00*	0,733	30	0,00*
14.Sertifika sisteminin yöneticilere ve personele ekstra iş yükü getirmesi	0,289	30	0,00*	0,819	30	0,00*

\* p&lt;0,05

Ki-kare testleri için oluşturulan hipotezler şunlardır;

- H<sub>1</sub>: FSC orman yönetim sertifikası, ülkemiz ormancılık yönetiminde şeffaflık ve toplumu bilgilendirmeye yönelik olumlu katkılar sağlamıştır.
- H<sub>2</sub>: Ormancılık uygulamalarının çevresel ve sosyal etkilerinin belirlenmesine olumlu katkılar sağlamıştır.
- H<sub>3</sub>: FSC orman yönetim sertifikasının, ormanda üretim işlerinde çalışanların iş güvenliği, işçi sağlığı ve çalışma koşullarının iyileştirilmesine yönelik olumlu katkıları olmuştur.
- H<sub>4</sub>: Sertifikalı orman ürünlerine olan talep ve ürün fiyatlarında artış ile müşteri portföyünün genişlemesine olumlu katkılar sağlamıştır.
- H<sub>5</sub>: Türkiye sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarına olumlu katkılar sağlamıştır.

Ki-kare testi sonuçlarına göre önem düzeyi sonuçları (P) 0,05'ten büyük olursa sıfır hipotezleri, aksi halde araştırma hipotezleri (H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>, H<sub>4</sub>, H<sub>5</sub>) kabul edilmiştir.

Kruskal Wallis testi ile aşağıdaki hipotezler test edilmektedir;

- H<sub>0</sub>: Sertifikasyon uygulamaları yapılan birimlerin ortalamaları (medyanları) arasında anlamlı fark yoktur.
- H<sub>1</sub>: Sertifikasyon uygulamaları yapılan bazı birimlerin ortalamaları (medyanları) birbirine eşit değildir.

Bu testlerde hangi hipotezin kabul edileceği hesaplanan önem düzeyi ile belirlenmiştir. Eğer P değeri 0,05'den büyük ise H<sub>0</sub> kabul edilmiş, şayet P değeri 0,05'den küçük ise karşılaştırılan ortalamalardan en az ikisi arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık vardır kararı verilmiştir.

### 3. Bulgular ve tartışma

Araştırma, OGM'ye bağlı FSC orman yönetim sertifikasına sahip bütün ormanları kapsayan 29 OİM ve 1 işletme şefliğinde yapılmıştır. Araştırmaya katılan OBM'lerine ait OİM'leri sayısı ve oransal dağılımları Çizelge 3'de verilmiştir.

Araştırmaya katılan OİM'leri içinde en yüksek pay (%40) Muğla OBM'ne aittir. Ardından Bolu ve Kastamonu

OBM'lüklerine ait OİM'ler (%16,7) gelmektedir. Zonguldak OBM %6,7'lik bir orana sahiptir (Çizelge 3). Günümüzde, Türkiye ormanlarının 2 365 753 ha bölümü FSC orman yönetim sertifikasına sahiptir. Türkiye sertifikalı orman alanı içinde Muğla OBM en yüksek paya sahiptir (%48,94). Çünkü Muğla OBM'deki tüm işletmeler FSC sertifikasına sahiptir ve bu OİM toplam alanı 1 157 871 ha'dır (Türkoğlu ve Tolunay, 2014).

#### 3.1. Betimleyici analiz sonuçları

Anket verileri; (1) Orman idaresinde şeffaflık ve toplumu bilgilendirme, (2) Ormancılık uygulamalarının çevresel ve sosyal etkilerinin değerlendirilmesi, (3) İşçi sağlığı, iş güvenliği ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi, (4) Sertifikalı orman ürünlerine olan talep ve ürün fiyatlarında artış ile müşteri portföyünün genişlemesi, (5) Ülkemiz sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarına katkı sağlaması başlıkları altında incelenmiştir.

Orman idaresinde şeffaflık ve toplumu bilgilendirme konusundaki gelişmelere ilişkin araştırmada elde edilen betimleyici analiz sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Orman işletme yöneticileri, ormancılık faaliyetleri için paydaşların bilgilendirilmesi konusunda idareye %100'lük oranda olumlu bir etki oluşturduğunu açıklamıştır. Tüm ormancılık faaliyetlerin yeterli oranda izlendiğinin kanıtlanması konularının ise %86,7'lik oranında olumlu etki oluşturduğu belirtilmiştir. Ormancılık faaliyetleri için karar alınırken yöre halkı ile fikir paylaşımı da %80 olumlu bir etki oluşturduğu anlaşılmıştır (Çizelge 4). Sertifika belgesi alan işletmelerde izlenebilirlik bilincinin gelişmesinin aynı zamanda orman kaynaklarının daha iyi korunabileceğini de beraberinde getirdiği belirtilmiştir (Dursun, 2015).

Çizelge 3. Araştırmaya katılan OBM'lerine ait OİM'leri sayısı ve oransal dağılımları

OBM	Sayı	Yüzde
Bolu	5	16,7
Kastamonu	5	16,7
Bursa	3	10,0
Zonguldak	2	6,7
İstanbul	3	10,0
Muğla	12	40,0
Toplam	30	100,0



Ormancılık uygulamalarının çevresel ve sosyal etkilerinin değerlendirilmesi konusundaki gelişmelere ilişkin araştırmada elde edilen betimleyici analiz sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Orman yönetim sertifikasına sahip olabilmek amacıyla yapılan ormancılık uygulamalarının çevresel ve sosyal etki değerlendirilmelerinin yapılması sırasıyla %93,3 ve %96,7 oranında orman yönetim uygulamalarına olumlu etki sağladığı görülmüştür (Çizelge 5). Dursun (2015) Bursa OBM, Keleş OİM'nde sertifikalı ormanlarda yapılan yol ve gölet çalışmalarında çevreye etkilerinin ve risk değerlendirilmesinin yapılmasının olumlu sonuçlar ortaya çıkardığını belirtmiştir.

Çizelge 6'da işçi sağlığı, iş güvenliği ve çalışma koşullarının iyileştirilmesine ilişkin bulgular sunulmuştur.

Orman yönetim sertifikasının, işçi sağlığı, iş güvenliği ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi konusundaki göstergelerinden ormanda üretim işlerinde çalışanların kişisel koruyucu ekipmanları kullanmasının zorunlu olması, iş güvenliği ve ilk yardım eğitimlerinin ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi sırasıyla %96,6; %86,7 ve %83,3'lük oranda olumlu etki oluşturduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6). Yine, Dursun (2015) tarafından sertifikalandırma çalışmaları kapsamında Keleş OİM'nde işçi sağlığı ve iş güvenliği ile ilgili tedbirlerin alınmasının

ve iş kazalarına karşı çalışanların bilinçlendirilmesinin, uluslararası standartlara göre sürdürülebilir orman yönetim kalitesinin oluşmasının yolunu açacağı açıklanmıştır.

Sertifikalı orman ürünlerine olan talep ve ürün fiyatlarında artış ile müşteri portföyünün genişlemesine ilişkin bulgular Çizelge 7'de verilmiştir.

Sertifika dolayısıyla orman ürünlerine talep ve ürün fiyatlarında artış ile müşteri portföyünün genişlemesi konularında ise olumlu etki yüzdeleri yaklaşık %16,7-26,7 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda işletme yöneticilerinin büyük çoğunluğunda sertifika dolayısıyla satışların gelişmesi konusunda olumlu bir etkiye sahip olmadığı görüşü yaygındır (Çizelge 7).

Çizelge 8'de Ülkemiz sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarına katkı sağlaması hakkındaki bulgular sunulmuştur.

Sertifika dolayısıyla orman ekosisteminde biyoçeşitliliğin korunması ve sertifika uygulamalarının ülkemiz sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarını geliştirmesi konusundaki olumlu katkıları ise sırasıyla %66,7 ve %76,7 olarak bulunmuştur. Sertifika sisteminin kurulması ve yürütülmesi konusundaki prosedürler dolayısıyla yöneticilere ve personele iş yükü getirdiğine yöneticilerin %50'si katılmaktadır (Çizelge 8).

Çizelge 4. Orman idaresinde şeffaflık ve toplumu bilgilendirmeye ilişkin bulgular

Orman idaresinde şeffaflık ve toplumu bilgilendirme	N	En küçük	En büyük	Ortalama	Std. sapma	Olumlu etki yüzdesi
Ormancılık faaliyetleri için paydaşların bilgilendirilmesi	30	4,00	5,00	4,2667	0,44978	100,0
Tüm faaliyetlerin yeterli oranda izlendiğinin kanıtlanması	30	2,00	5,00	4,0000	0,64327	86,7
Ormancılık faaliyetleri için karar alınırken yöre halkı ile fikir paylaşımı	30	2,00	5,00	3,9000	0,92289	80,0

Çizelge 5. Ormancılık uygulamalarının çevresel ve sosyal etkilerinin değerlendirilmesi ilişkin bulgular

Ormancılık uygulamalarının çevresel ve sosyal etkilerinin değerlendirilmesi	N	En küçük	En büyük	Ortalama	Standart sapma	Olumlu etki yüzdesi
Ormancılık uygulamalarının sosyal etki değerlendirmelerinin yapılması	30	3,00	5,00	4,1667	0,53067	93,3
Ormancılık uygulamalarının çevresel etki değerlendirmelerinin yapılması	30	3,00	5,00	4,2333	0,50401	96,7

Çizelge 6. İşçi sağlığı, iş güvenliği ve çalışma koşullarının iyileştirilmesine ilişkin bulgular

İşçi sağlığı, iş güvenliği ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi	N	En küçük	En büyük	Ortalama	Standart sapma	Olumlu etki yüzdesi
Kişisel koruyucu ekipmanların kullanımı	30	2,00	5,00	4,4667	0,68145	96,6
İş güvenliği ve İlk yardım eğitimleri	30	3,00	5,00	4,0667	0,58329	86,7
Ormanda üretim işlerinde çalışanların çalışma koşullarının iyileştirilmesi	30	1,00	5,00	3,9000	0,75886	83,3

Çizelge 7. Sertifikalı orman ürünlerine olan talep ve ürün fiyatlarında artış ile müşteri portföyünün genişlemesine ilişkin bulgular

Sertifikalı orman ürünlerine olan talep ve ürün fiyatlarında artış ile müşteri portföyünün genişlemesi	N	En küçük	En büyük	Ortalama	Standart sapma	Olumlu etki yüzdesi
Sertifikalı orman ürünlerine olan talebin artması	30	2,00	4,00	2,9000	0,80301	26,7
Sertifikalı orman ürünleri satış fiyatlarında sertifika dolayısı ile artış	30	2,00	4,00	2,8000	0,71438	16,7
Sertifika dolayısıyla müşteri portföyünün genişlemesi	30	2,00	4,00	2,8333	0,74664	20,0

Çizelge 8. Ülkemiz sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarına katkı sağlamasına ilişkin bulgular

Ülkemiz sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarına katkı sağlaması	N	En küçük	En büyük	Ortalama	Standart sapma	Olumlu etki yüzdesi
Sertifika uygulamalarının ülkemiz sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarına katkı sağlaması	30	2,00	5,00	3,8000	0,61026	76,7
Sertifika dolayısıyla orman ekosisteminde biyoçeşitliliğin korunması	30	2,00	5,00	3,7000	0,65126	66,7
Sertifika sisteminin yöneticilere ve personele iş yükü getirmesi	30	1,00	5,00	3,2000	1,29721	50,0

### 3.2. Ki-kare ve Kruskal Wallis testi sonuçları

“Materyal ve Yöntem” bölümünde açıklanan araştırma hipotezlerinin Ki-kare testi sonuçları Çizelge 9’da sunulmuştur.

Çizelge 9’da verilen Ki-kare testi sonuçlarına göre H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub> ve H<sub>5</sub> araştırma hipotezleri kabul edilmiş (P<0,05), H<sub>4</sub> araştırma hipotezi ise reddedilmiştir. Bu istatistik analiz sonuçlarını ayrıntılı ifade etmek gerekirse; OGM tarafından yürütülen sertifikasyon uygulamalarının ülkemiz ormancılık yönetiminde şeffaflık ve toplumu bilgilendirme düzeylerini arttırdığı, ormancılık uygulamalarının çevresel ve sosyal etkilerinin belirlenmesine yönelik çabaları desteklediği, orman üretim işlerinde çalışanların iş güvenliğinin, işçi sağlığının ve çalışma koşullarının iyileştirilmesine yardımcı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte sertifikasyon çalışmalarının sertifikalı orman ürünleri üretiminde, talebinde, ürün fiyatlarının artışında ve müşteri portföyünün genişlemesinde olumlu bir katkısı olduğunu söylemek mümkün değildir.

Çizelge 9’dan sertifikasyonun, ülkemiz ormancılık yönetiminde şeffaflık ve toplumu bilgilendirmeye yönelik olumlu katkılar sağladığı (H<sub>1</sub> hipotezi kabul edilmiştir (P<0,05)); ormancılık uygulamalarının çevresel ve sosyal etkilerinin belirlenmesine olumlu katkılar sağladığı (H<sub>2</sub> hipotezi- kabul edilmiştir (P<0,05)); ormanda üretim işlerinde çalışanların iş güvenliği, işçi sağlığı ve çalışma koşullarının iyileştirilmesine yönelik olumlu katkılar sağladığı (H<sub>3</sub> hipotezi kabul edilmiştir (P<0,05)); Türkiye sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarına olumlu katkılar sağladığı (H<sub>5</sub> hipotezi kabul edilmiştir (P<0,05)) görülmektedir. Ancak, sertifikalı orman ürünleri talep ve ürün fiyat düzeylerinde artış ile müşteri portföyünün genişlemesine olumlu katkı sağladığını belirten H<sub>4</sub> hipotezi onaylanmayarak, olumlu katkı düzeyi istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Türkoğlu ve Tolunay, 2014’de Muğla OBM sertifikasyon çalışmalarının en önemli kazanımları aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- Paydaş katılımcı yönetim anlayışının gelişmesi,
- Çalışanların, çalışma koşulların uluslararası standartlara ulaşması (nitelik, donanım ve güvenlik olarak),
- Tüm ormancılık faaliyetleri için sürdürülebilir izleme-değerlendirme planlarının ya da raporlarının oluşturulması ve faaliyetlerin düzenli bir şekilde kayıt altına alınması,
- Ormanlarda ve ormancılık faaliyetlerinde çevresel kirliliğin (çöpler, atık yağlar, hasat artıkları gibi) farkına varılması ve önleyici tedbirlerin uygulamaya konulması.

Dursun ve Daşdemir (2015 ve 2016) tarafından Bursa OBM bağlı Keles Orman İşletmesinde FSC sertifikasyon sürecinin ekolojik, ekonomik, sosyal ve yönetsel etkilerini araştırdıkları çalışmalarda, çevre bilinci ve farkındalığının arttığı, biyolojik çeşitliliğin, doğanın ve orman kaynaklarının daha iyi korunduğu, ürünlerin sınıflandırılmasına ve standardizasyona gereken önemin verildiği, üretim ve pazarlama konularında olumlu gelişmelerin olduğu, işletme gelirlerinin arttığı, risk analizleri yapılarak iş sağlığı ve güvenliği konularına önem verildiği, işletme çalışanlarının eğitildiği, paydaşlarla işbirliği yapılarak katılımcılığın sağlandığı, yöre insanına iş ve gelir olanağı sağlandığı, sosyal baskılar azaltılarak ormanların gençleştirilmesinde ve devamlılığının sağlanmasında başarılı olduğu ve işletme yönetim anlayışında sürdürülebilir orman yönetimi doğrultusunda olumlu değişimlerin olduğunu tespit etmişlerdir.

Türkiye’de orman yönetiminde sertifikasyon çalışmaları 6 farklı OBM’lüğüne ait 29 OİM’nde ve 1 işletme şefliğinde gerçekleştirilmiştir. Bu iktisadi birimlerde gerçekleştirilen orman yönetimindeki sertifikasyon uygulamalarının sürdürülebilir orman yönetimine sağladığı katkılar bakımından aralarında farklılık bulunabileceği ihtimalini değerlendirmek için yapılan Kruskal Wallis testi sonuçları Çizelge 10’da verilmiştir.

Çizelge 9. Ki-kare test sonuçları

	Ki-kare değeri	Serbestlik derecesi	p
İdarede şeffaflık ve toplumu bilgilendirme			
Ormanlık faaliyetleri için paydaşların bilgilendirilmesi	6,533 <sup>a</sup>	1	0,011*
Tüm faaliyetlerin yeterli oranda izlendiğinin kanıtlanması	33,467 <sup>b</sup>	3	0,000*
Ormanlık faaliyetleri için karar alınırken yöre halkı ile fikir paylaşımı	17,733 <sup>b</sup>	3	0,000*
Ormanlık uygulamalarının çevresel ve sosyal etkilerinin değerlendirilmesi			
Ormanlık uygulamalarının sosyal etki değerlendirmelerinin yapılması	19,400 <sup>c</sup>	2	0,000*
Ormanlık uygulamalarının çevresel etki değerlendirmelerinin yapılması	20,600 <sup>c</sup>	2	0,000*
İşçi sağlığı, iş güvenliği ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi			
Kişisel koruyucu ekipmanların kullanımı	12,600 <sup>c</sup>	2	0,002*
İş güvenliği ve İlk yardım eğitimleri	13,333 <sup>a</sup>	1	0,000*
Ormanda üretim işlerinde çalışanların çalışma koşullarının iyileştirilmesi	33,200 <sup>b</sup>	3	0,000*
Sertifikalı orman ürünlerine olan talep ve ürün fiyatlarında artış ile müşteri portföyünün genişlemesi			
Sertifikalı orman ürünlerine olan talebin artması	,600 <sup>c</sup>	2	0,741
Sertifikalı orman ürünleri satış fiyatlarında sertifikaya dolayısı ile artış	4,200 <sup>c</sup>	2	0,122
Sertifika dolayısıyla müşteri portföyünün genişlemesi	2,600 <sup>c</sup>	2	0,273
Sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarına katkı sağlanması			
Sertifika uygulamalarının ülkemiz sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarına katkı sağlanması	34,267 <sup>b</sup>	3	0,000*
Sertifika dolayısıyla orman ekosisteminin biyoçeşitliliğinin sağlanması	24,667 <sup>b</sup>	3	0,000*
Sertifika sisteminin yöneticilere ve personele iş yükü getirmesi	18,000 <sup>d</sup>	4	0,001*

\* P<0,05

Çizelge 10. Kruskal Wallis test sonuçları

Veri seti	Kruskal Wallis Test		
	Kı-kare Değeri	sd	p
1.Ormancılık faaliyetleri için paydaşların bilgilendirilmesi	4,284	5	0,509
2.Tüm faaliyetlerin yeterli oranda izlendiğinin kanıtlanması	10,295	5	0,067
3.Ormancılık faaliyetleri için karar alınırken yöre halkı ile fikir paylaşımı	2,790	5	0,732
4.Ormancılık uygulamalarının sosyal etki değerlendirmelerinin yapılması	3,304	5	0,653
5.Ormancılık uygulamalarının çevresel etki değerlendirmelerinin yapılması	2,624	5	0,758
6.Kişisel koruyucu ekipmanların kullanımı	4,940	5	0,423
7.İş güvenliği ve ilk yardım eğitimleri	4,872	5	0,432
8.Ormanda üretim işlerinde çalışanların çalışma koşullarının iyileştirilmesi	10,045	5	0,074
9.Sertifikalı orman ürünlerine olan talebin artması	10,520	5	0,062
10.Sertifikalı orman ürünlerinin satış fiyatlarında sertifika dolayısı ile artış	9,243	5	0,100
11.Sertifika dolayısıyla müşteri portföyünün genişlemesi	7,211	5	0,205
12.Sertifika dolayısıyla orman ekosisteminin biyoçeşitliliğinin sağlanması	3,583	5	0,611
13.Sertifika uygulamalarının ülkemiz sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarına katkı sağlaması	4,137	5	0,530
14.Sertifika sisteminin yöneticilere ve personele ekstra iş yükü getirmesi	8,680	5	0,123

Gerçekleştirilen Kruskal Wallis testine ait tüm P değerleri 0,05'ten büyüktür. Bu durumda, gerek bölge müdürlüğü bazında gerekse işletmeler bazında orman yönetimi sertifikasyon uygulamalarının yarattığı katkılar bakımından herhangi bir görüş farklılığının bulunmadığı kabul edilmiştir ( $H_0$  hipotezi kabul edilmiştir).

#### 4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, Türkiye'de orman yönetimi sertifika sistemlerinden FSC sertifikasına sahip 29 Orman İşletme Müdürlüğü ve 1 Orman İşletme Şefliğinde sertifika sisteminin ülkemiz ormancılık uygulamalarına sağladığı katkılar araştırılmıştır. Bu işletmeler Türkiye Ormancılığında odun hammaddesi üretiminde ön planda yer alan işletmeler olmakla beraber Ege ve Marmara bölgelerinde bulunan işletmelerin de bulunması sebebiyle çevresel ve sosyal hassasiyetlerin yoğun olduğu yerleri alanlarında barındırmaktadırlar. Nitekim orman yönetim sertifikasyonu, dünya genelinde toplumlarda her geçen gün artan çevre hassasiyetinin doğurduğu çevresel endişeleri gidermeye yönelik orman yönetiminin sürdürülebilir şekilde, doğayla barışık sorumlu işletmecilik anlayışı ile faaliyetlerin yürütüldüğünü tescil eden bir araçtır.

Orman yöneticileri tarafından, orman yönetim sertifikasının, Türkiye ormancılığına olumlu birçok katkısının olduğu yönünde görüşler belirtilmiştir. Ülkemiz ormancılık uygulamalarına sağladığı katkılar, ormancılık faaliyetleri için paydaşların bilgilendirilmesi, yönetsel kararlar alınırken yöre halkı ile fikir paylaşımının yapılması ve faaliyetlerin izlenmesi gibi orman yönetiminde şeffaflığı sağlamak ve toplumu bilgilendirme yönünde olumlu gelişmeler olduğu tespit edilmiştir. Ormancılık uygulamalarının çevresel ve sosyal etki değerlendirmelerinin yapılması ve raporlanması da sertifikasyonun önemli bir katkısıdır. Sertifikanın, ülkemiz ormancılık uygulamalarına olan diğer bir katkısı ise ormanda üretim işlerinde çalışanların kişisel koruyucu ekipmanları kullanmasının zorunlu olması, iş güvenliği ve ilk yardım eğitimlerini alması ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi olarak karşımıza çıkmıştır. Yine, ülkemiz sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarına olumlu katkı sağlaması ve sertifika dolayısıyla biyoçeşitliliğin korunması ve izlenmesi olumlu katkılardır. Sertifika sisteminin yürütülmesi esnasında orman yöneticilerine ve personele iş yükü getirdiği belirtilmiştir.

Sertifikalı orman ürünlerine olan talebin artması sertifika dolayısıyla satış fiyatlarında artış ve müşteri portföyünün genişlemesi konularında ise olumlu katkı düzeyinin düşük olduğu görülmüştür.

Ekonomik fayda sağlamayan bir uygulamanın kalıcı olması güçtür. Bu nedenle orman sertifikasyonunun sonuçlarının daha iyi değerlendirilebilmesi için sertifikalı ürünlerinin fiyatlarının ve bu ürünleri satın alan müşterilerinin kayıtlarının ayrı bir başlık altında izlemeye alınması gerekmektedir. Ayrıca PEFC gibi ulusal ihtiyaçlara yönelik çözümler de üretebilen ulusal bir sertifikasyon şemasının oluşturulması da yararlı olacaktır.

Orman yönetim sertifikasının, Türkiye Ormancılığına en büyük katkısı, ülkemizde yürütülen sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarının uluslararası kabul görmüş standartlar çerçevesinde yeterliliğinin göstergesi olmasıdır. Çünkü FSC ya da PEFC Orman Yönetim Sertifikası sistemini oluşturan prensipler, ölçütler ve göstergeler sürdürülebilir orman yönetimi ilkeleri ve göstergeleri doğrultusunda geliştirilmiştir. Türkiye'de ormanların yönetimi, OGM tarafından belirlenen usul ve esaslar çerçevesinde yürütülmesi dolayısıyla, sertifikayı almak için başvuru yapan işletmelerin orman yönetimlerinin denetlenmesi sonucu ortaya çıkan eksiklikler, ülkemiz ormancılık uygulamalarının eksiklikleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim Bolu, Kastamonu, Muğla, Bursa, İstanbul, Zonguldak Orman Bölge Müdürlüklerinde orman yönetim sertifikası alma çalışmalarında ortaya çıkan eksiklikler ve alınan tedbirlerin benzer olduğu görülmüştür. Bu sebeple, OGM, mevcut sürdürülebilir orman yönetimi ölçüt ve göstergelerini sertifika dolayısıyla edinilen tecrübelerden yola çıkarak yeniden gözden geçirmesi ve güncellemesi gerekmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda tamamlanan "Türkiye'de Orman Sertifikasyonu Uygulamalarının Orman Kaynaklarının Yönetimine Getirdiği Etkiler" konulu yüksek lisans tez çalışmasının bir özeti'dir. Çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 4294-YL1-15 nolu proje ile desteklenmiş olup, bu desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

**Kaynaklar**

- Akgül, A., Çevik, O., 2005. İstatistiksel analiz teknikleri, spss'te işletme yönetimi uygulamaları. Emek Ofset, Ankara.
- Cashore, B., Auld, G., Newsom, D., 2004. Governing through markets: Forest certification and the emergence of non-state authority. Yale University Press, New Haven, CT, ABD.
- Dursun, Ö., 2015. FSC (Orman Yönetim Konseyi) sertifikalandırma sürecinin Bursa Orman Bölge Müdürlüğünde uygulanması ve değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Dönem Projesi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Dursun, Ö., Daşdemir, İ., 2016. The impacts of FSC certification process on Keleş Forest Enterprise. International Forestry Symposium (IFS2016), 7-10 Aralık 2016, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu, s.13.
- Durusoy, İ., 2002. Sertifikalandırma ve Türkiye ormancılığında gerekliliği, olabilirliği, uygulanması sürecinde karşılaşılması muhtemel darboğazların ve fırsatların irdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Maser, C., Smith W., 2001. Forest certification in sustainable development healing the landscape. Lewis Publishers, ABD.
- Newsom, D., Bahn, V., Cashore, B., 2006. Does forest certification matter? An analysis of operation-level changes required during the SmartWood certification process in the United States. Forest Policy and Economics, 9(3):197-208.
- OGM, 2016. Geoportal verileri. www.ogm.gov.tr, Erişim: 10.02.2016.
- Tolunay, A., Türkoğlu, T., 2011. Orman ürünleri sertifikasyonu, amacı, uygulamalar ve tüketici üzerine etkileri. Orman ve Av Dergisi, 6: 26-27.
- Tolunay, A., Türkoğlu T., 2014. Perspectives and attitudes of forest products industry companies on the chain of custody certification: a case study from Turkey. Sustainability, 6 (2): 857-871.
- Türkoğlu, T., 2011. Türkiye'deki orman endüstrisi işletmelerine sürdürülebilir orman yönetimi çerçevesinde odun hammaddesi tedariki ve orman ürünlerinin sertifikasyonu. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Türkoğlu, T., Tolunay, A., 2013. Türkiye'deki orman ürünleri ithalatçısı işletmelerin sertifikalı orman ürünlerine ilişkin görüşleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14 (2): 95-101.
- Türkoğlu, T., Tolunay, A., 2014. FSC orman yönetim sertifikasının Muğla ormanlarına etkisinin nitel olarak araştırılması. II. Ulusal Akdeniz Çevre ve Orman Sempozyumu, 22-24 Ekim 2014, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, s.506-517.
- Vogt, A. K., Larson, B. C., Gordon, J. C., Vogt, D. J., Fanzers, A., 2000. Forest Certification Roots, Issues, Challenges, and Benefits. CRC Pres., ABD.

## Kütahya-Simav jeotermal sularıyla emprenyeli çam odunlarının çekme ve şişme özellikleri ile kullanım yeri stabilitesi

Ahmet Ali Var<sup>\*a</sup>, İbrahim Kardeş<sup>a</sup>

**Özet:** Bu çalışmada, üç farklı jeotermal kaynak suyunun, iki farklı çam odununun çekme ve şişme özellikleri ile kullanım yeri stabilitesine etkileri açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, Kütahya-Simav jeotermal sahasından Naşa (N-1), Çitgöl (Ç-1) ve Eynal (E-6) jeotermal kaynak suları, kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) odun örneklerine batırma yöntemiyle uygulanmıştır. Emprenye işlemi ve testler, laboratuvarında normal şartlarda gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki, jeotermal sularla emprenyede, test örneklerinin radyal, teğet, hacimsel ve anizotropik çekme ve şişme değerleri azalmıştır. Bu azalmalar, jeotermal suların kızılçam ve karaçam odunlarının çalışma özellikleri ve kullanım yeri stabilitesini iyileştirdiğini göstermektedir. Bu iyileşmelerin, E-6 için diğer jeotermal sulara göre daha fazla olduğu gözlenmiştir.  
**Anahtar kelimeler:** Odun, Jeotermal, Emprenye, Çekme, Şişme, Stabilite

## Shrinking and swelling properties and stability of use place in pine woods impregnated with geothermal waters of Simav, Kütahya, Turkey

**Abstract:** The purpose of this study is to evaluate the effects of three different geothermal resource water shrinking and swelling properties and stability of use place on two different pine wood. This study used sapwood samples of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) and Crimean pine (*Pinus nigra* Arnold.), dipping method, and Naşa (N-1), Çitgöl (Ç-1) and Eynal (E-6) geothermal waters from Simav, Kütahya, Turkey. The impregnation procedures and tests were carried out under normal conditions in the laboratory. Results showed that the geothermal waters significantly decreased values of radial, tangential, volumetric and anisotropic shrinking and swelling of treated wood samples compared to untreated wood samples. These reductions showed that the shrinkage and swelling properties and stability of use place in pine wood samples were improved by geothermal waters in comparison to untreated wood samples. It was observed that these improvements were higher than other geothermal waters for the E6.

**Keywords:** Wood, Geothermal, Impregnation, Shrinking, Swelling, Stability

### 1. Giriş

Ülkelerin gelişmişlik düzeyi ve artan nüfusuna bağlı olarak, odun esaslı yapısal malzemelere olan talepler artmaktadır. Ancak üretim artışı, talep edilen miktarı karşılayamadığı için hammadde odun açığı giderek artmaktadır. Bu açığı kapatmanın akla en uygun yollarından biri, onu en ideal ve rasyonel şekilde değerlendirip kullanmaktır. Böyle bir kullanım, oduna dayalı yapısal malzemelerin faydalı özelliklerini koruyup sakıncalı özelliklerini iyileştiren ahşap emprenye maddelerinin ve bu maddelerin etki düzeylerinin bilinmesiyle mümkün olabilir.

Son yıllarda, dünya genelinde gittikçe artan sağlık ve çevresel sorunlara dayalı baskılardan dolayı, ahşap emprenye maddeleri kullanımında doğal, yenilenebilir, çevre dostu kimyasal maddeler tercih edilmektedir (Bozkurt vd., 1993). Ayrıca kirlenici etkenleri sınırlandırıp denetim altına alabilmek için tercih edilen doğal kaynaklardan birinin de jeotermal sular olduğu belirtilmektedir (Mutlu, 2004).

Jeotermal sular, tabiatın sunduğu yenilenebilir önemli kaynaklardan biridir. Bu kaynaklar, yüksek oranda

çözünmüş zengin kimyasal maddeler ve mineral tuzlar içermekte, sıcaklıklarına göre farklı alanlarda değerlendirilmektedir. Bu bakımdan, kullanımları sanayiden tarım, hayvancılık ve tıbbi tedaviye kadar önemli ölçüde genişlemiştir (Gürü, 2005). Bunların ekonomik olarak işletilebilmesi için, sahip oldukları bütün özelliklerinin doğrudan/dolaylı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Mutlu, 2004). Bu kaynaklar planlı programlı bir şekilde işletilebildiği takdirde, elde edilecek ürünlerin de sürdürülebilirliği sözkonusu olmaktadır. Ancak bunların büyük bir kısmı henüz endüstride tam olarak kullanılmamaktadır (Gürü, 2005).

Jeotermal kaynakların kullanılmadığı endüstrilerden biri de ahşap koruma sektörüdür. Bu sektöre yönelik olarak, jeotermal kaynakların emprenye maddesi potansiyeline ilaveten odun esaslı yapısal malzemelerin özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması da gerekmektedir. Bunların belirlenmesi, çevre dostu doğal bir kaynağın, emprenye maddesi olarak taşınması gereken niteliklerin ortaya konması bakımından önemlidir. Ancak jeotermal suların, bahsedilen bu özelliklerini inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmalardan bazıları şunlardır; jeotermal akışkanlarda

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

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 01.04.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 28.07.2016



ahşap emprenye maddesi potansiyeli (Var, 2009), jeotermal bölgesel ısıtma sistemlerinin ekonomik değerlendirmesi (Erdoğan vd., 2006), jeotermal bölgesel ısıtma sistemlerinin performansı (Özgener vd., 2006), Uşak yöresi jeotermal akışkanlarıyla emprenyeli ahşabın performansı (Karademir, 2012), jeotermal akışkanların antifungal aktivitesi (Var vd., 2012), Afyonkarahisar-Ömer-Gecek jeotermal sularıyla işlem görmüş ahşabın bazı özellikleri (Genç, 2013), İzmir-Doğanbey jeotermal sularıyla emprenyeli kızılçam odununda absorpsiyon, retensiyon ve genişleme (Var vd., 2013), Afyonkarahisar bölgesi jeotermal suları ile emprenyeli çam diri odunlarının bazı özellikleri (Var vd., 2014), Türkiye jeotermal kaynakları envanteri (Akkuş vd., 2005). Diğer yandan, ağaç malzemenin çekme ve şişme özelliklerini inceleyen öne çıkmış pek çok çalışmadan bazıları şunlardır; buharlanmış ağaç malzemenin özellikleri (Kubler, 1978), sığla odununun fiziksel ve mekanik özellikleri (Bozkurt vd., 1990), kereste kurutma ve buharlama (Kantay, 1993), halep çamı odunun fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi (Erten ve Sözen, 1996), Türkiye'de yetişen endüstriyel öneme sahip ağaçların anatomik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri (As vd., 2001), masif ahşap döşemelerde duvar dibi genişleme boşluklarını etkileyen faktörler (Kantay ve Güngör, 2009), toros sediri odunun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri (Bal vd., 2012).

Kimyasal madde ve mineral tuz çeşidi bakımından çok zengin olan jeotermal sular, suda çözünen emprenye maddeleri kapsamında farklı kimyasal tuzlar/mineraller içermektedir (Var, 2009). Bu bağlamda, Kütahya-Simav yöresi jeotermal kaynak suları incelendiğinde, kimyasal madde ve mineral tuz çeşitleri ve derişimleri bakımından zengin oldukları anlaşılmaktadır (Çağlar, 1948; Öktü, 1984; Erişen vd. 1996; Bayram 1999; Akkuş vd. 2005; Özalp ve Ordu, 2010). Diğer yandan, ağaç malzeme emprenyesinde kullanılacak kimyasal maddeye karar verilmeden önce, o maddenin dayanma süresi ile derişiminin ve uygulanacak yöntemin belirlenmesi önemlidir (Bozkurt vd., 1993). Bu durumda, jeotermik maddelerin, ağaç malzemenin çekme ve şişme özellikleri ile kullanım yeri stabilitesini etkilemeleri beklenebilir. Ancak bu etkinin, emprenyesiz örneklere göre ne derece etkili olup olmadığının bilinmesi de önemlidir.

Günümüze kadar yapılan birçok çalışmada yerli çam türü ağaçlarımızın odunlarının daralma ve genişleme özellikleri belirlenmiştir. Ancak kimyasal madde ve mineral tuz çeşidi bakımından zengin olmasına karşılık, Simav yöresi jeotermal kaynak sularının, bu çam odunlarının çalışma özelliği ve kullanım yeri stabilitesi üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik bir araştırma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu makalede, sözkonusu yöreden alınan jeotermal suların, yerli çam odunlarının çalışma özellikleri ve kullanım yeri stabilitesine etki düzeylerinin araştırılması amaçlanmıştır. Makale, bu boşluğu doldurmakla beraber, doğal yenilenebilir bir kaynağın, yerli çamlarımızdan elde edilen ağaç malzemelerin çalışma özelliklerini ve kullanım yeri stabilitesini ne derece etkilediğinin belirlenmesi, benzer konularda yapılacak araştırmalar ve literatüre katkı sağlaması bakımından önem taşımaktadır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Deneysel materyal ve emprenye işlemi

Çalışmada, odun materyali olarak, kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) odunları kullanılmıştır. Deneysel için, sağlam, düzgün lifli ve budaksız seçilen örnekler diri odun kısmından radyal yönde alınmıştır. Her test için 20 x 20 x 30 mm ebadında 15'er adet örnek kullanılmıştır. Emprenye materyali olarak, Kütahya-Simav yöresi jeotermal alanından, Eynal (E-6), Çitgöl (Ç-1) ve Naşa (N-1) olmak üzere, üç farklı jeotermal kaynak suyu kullanılmıştır. Kaynaklardan sıcak/kızgın alınan jeotermal sular, normal hava koşullarında oda sıcaklığına kadar soğuduktan sonra, emprenye işlerinde kullanılmıştır. Emprenye işleri, laboratuvarında normal hava şartlarında gerçekleştirilmiştir (TS EN 47, 2011). Bu işlemde, odun örnekleri jeotermal su içine en fazla 24 saat batırılmıştır. Emprenyeden sonra, bütün örnekler, en az iki hafta bekletildikten sonra, çekme ve şişme özellikleri ile kullanım yeri stabilitesi test edilmiştir.

### 2.2. Radyal, teğet ve hacimsel çekme

Radyal ve teğet yönlerdeki çekmeler TS 4083 (1983)'e uyularak tayin edilmiştir. Hacimsel çekme tayininde radyal ve teğet yönlerdeki çekme deneyine ilişkin değerlerden yararlanılmıştır. Bu değerler kullanılarak hacimsel çekme TS 4085 (1983)'e göre tayin edilmiştir. Hesaplama boyuna yöndeki çekmeler dikkate alınmamıştır.

### 2.3. Radyal, teğet ve hacimsel şişme

Radyal ve teğet yönlerdeki şişmeler TS 4084 (1983)'e uyularak tayin edilmiştir. Hacimsel şişme tayininde radyal ve teğet yönlerdeki şişme deneyine ilişkin değerlerden yararlanılmıştır. Bu değerler kullanılarak hacimsel şişme TS 4086 (1983)'ya göre tayin edilmiştir. Hesaplama boyuna yöndeki şişmeler dikkate alınmamıştır.

### 2.4. Kullanım yeri stabilitesi

Kullanım yeri stabilitesi, anizotropik çekme ve şişmelerle yakından ilgilidir. Anizotropik çekme, teğet yöndeki çekmenin radyal yöndeki çekmeye oranıdır. Anizotropik şişme ise teğet yöndeki şişmenin radyal yöndeki şişmeye oranıdır. Kullanım yeri stabilitesinin tayininde radyal ve teğet yönlerdeki çekme ve şişme deneylerine ait değerlerden yararlanılmıştır. Bu değerler kullanılarak anizotropik çekme ve şişmeler, Kubler (1978) ve Bozkurt vd. (1993)'a göre aşağıdaki eşitliklerle tayin edilmiştir. Hesaplama boyuna yöndeki anizotropik çekme ve şişmeler dikkate alınmamıştır.

$$AD = TD / RD \quad (1)$$

$$AG = TG / RG \quad (2)$$

Bu eşitlikte; *AD* ve *AG*, sırasıyla, anizotropik çekme ve şişmedir. *TD* ve *TG*, teğet yönde, sırasıyla, çekme (%) ve şişmedir (%). *RD* ve *RG*, radyal yönde, sırasıyla, çekme (%) ve şişmedir (%).

## 2.5. İstatistiksel analiz

Çalışmaya ilişkin değerler, SPSS (Versiyon 20, 2012) yazılım programında varyans analizi (ANOVA) ve Duncan testi kullanılarak analiz edilmiştir. ANOVA, jeotermal kaynak türünün, kızılçam ve karaçam odun örneklerinin çekme ve şişme özelliği ile kullanım yeri stabilitesi üzerine etkilerinin istatistiksel anlamda güvenilirlik düzeyini belirlemede kullanılmıştır. Etkiler önemli ( $p \leq 0.05$ ) bulunduğu, jeotermal kaynaklar arasındaki homojenlik grupları ve bunların ortalamaları arasındaki anlamlı farklılıklar %95 güven düzeyinde Duncan testiyle belirlenmiştir.

## 3. Bulgular ve tartışma

### 3.1. Radyal, teğet ve hacimsel çekme

Kütahya-Simav'da üç değişik kaynaktan alınan jeotermal sularla empenyeli kızılçam ve karaçam odun örneklerinden elde edilen radyal, teğet ve hacimsel çekmelere ilişkin istatistik değerlendirmeler Çizelge 1'de verilmiştir.

Kızılçamda, en düşük radyal ve hacimsel çekme, Ç-1 için, sırasıyla, %5.29 ve %12.00 olurken, en düşük teğet çekme, E-6 için %7.02 olmuştur. En yüksek teğet ve hacimsel çekme, N-1 için, sırasıyla, %7.72 ve %13.17 olurken, en yüksek radyal çekme, E-6 için %6.25 olmuştur. Test örnekleri kontrol grubu örneklerle karşılaştırıldığında, bu üç özellik bakımından, kontrol ile Ç-1 ve E-6 arasında önemli farklılık varken, N-1 ile arasındaki fark önemli değildir. Aynı şekilde, jeotermal kaynaklar kendi aralarında karşılaştırıldığında, radyal çekmede N-1, Ç-1 ve E-6 arasında önemli farklılık varken, hacimsel çekmede N-1 ile E-6 arasında önemli bir fark yoktur. Radyal ve hacimsel çekmede Ç-1 ve E-6 arasındaki farklılık önemliyken, teğet çekmedeki fark önemsizdir. Ayrıca kızılçamda, E-6 radyal çekmeyi N-1 ve Ç-1'e göre arttırmıştır. Ç-1 radyal ve hacimsel çekmeyi N-1 ve E-6'ya göre azaltırken, teğet çekmede E-6'ya göre yaptığı değişiklik gözardı edilebilir. N-1 teğet çekmeyi E-6'ya göre arttırırken, hacimsel çekmede hiçbir değişiklik yapmamıştır.

Karaçamda, en düşük teğet çekme, N-1 için %5.89 olurken, en düşük radyal ve hacimsel çekme, sırasıyla, Ç-1 için %4.49 ve E-6 için %10.36 bulunmuştur. En yüksek teğet çekme, Ç-1 için %6.18 olurken, en yüksek radyal ve hacimsel çekme, N-1 için, sırasıyla % 4.96 ve %10.77 olmuştur. Test örnekleri kontrol grubu örneklerle karşılaştırıldığında, bu üç özellik bakımından, kontrol ile N-1, Ç-1 ve E-6 arasında önemli farklılıklar vardır. Aynı şekilde, jeotermal kaynaklar kendi aralarında karşılaştırıldığında, bu üç özellik bakımından, N-1 ve E-6 arasındaki farklılık önemli çıkarken, Ç-1 ve E-6 arasındaki farklılık önemsiz çıkmıştır. Ayrıca karaçamda, N-1 teğet çekmeyi Ç-1 ve E-6'ya göre azaltmıştır. Ç-1 ve E-6 radyal, teğet ve hacimsel çekmede hiçbir değişiklik yapmazken, radyal ve hacimsel çekmeyi N-1'e göre arttırmıştır.

Çalışmamıza ait radyal, teğet ve hacimsel çekme değerleri literatürle karşılaştırıldığında (Bozkurt vd., 1993; Erten ve Sözen, 1996; Bozkurt ve Erdin, 1997; As vd., 2001), literatürde, bu özelliklere ait değerlerin, sırasıyla, %3.10 - %5.60, %5.40 - %8.20 ve %8.80 - %13.90 arasında olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, çalışmamızda bulunan radyal, teğet ve hacimsel çekme değerlerinin literatürle uyumlu olduğu söylenebilir.

Bilindiği üzere, bir ağacın çalışma özelliğinin iyi olması, teğet ve radyal yönlerdeki çekme değerleri arasındaki farkın azalmasına bağlıdır. Diğer bir ifadeyle, teğet ve radyal yönlerdeki çekmeler arasındaki fark ne kadar az olursa, çalışma özelliği de o kadar iyi olur (Kubler, 1978; Bozkurt ve ark., 1993). Buna göre, çalışmamıza ilişkin sonuçlar göstermiştir ki, empenyesiz kontrol örneklerine göre, empenyeli test örneklerinin radyal, teğet ve hacimsel çekmeleri önemli derecede azalmıştır. Bu sonuca göre, genel olarak, jeotermal suların, kızılçam ve karaçam odun örneklerinin radyal, teğet ve hacimsel çekme özelliklerini iyileştirdikleri söylenebilir.

### 3.2. Radyal, teğet ve hacimsel şişme

Kütahya-Simav'da 3 farklı kaynaktan alınan jeotermal sularla empenyeli kızılçam ve karaçam odun örneklerinde elde edilen radyal, teğet ve hacimsel şişmelere ait istatistik değerlendirmeler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Jeotermal sularla empenyeli kızılçam ve karaçamda radyal, teğet ve hacimsel çekmelere ait ortalama değerler\*

Ağaç türü	Jeotermal kaynak	Radyal çekme (%)	Teğet çekme (%)	Hacimsel çekme (%)
Kızılçam	Kontrol	6.08 (±0.33) a	7.48 (±0.36) d	13.11 (±0.59) f
	N-1	5.91 (±0.31) a	7.72 (±0.36) d	13.17 (±0.65) f
	Ç-1	5.29 (±0.27) b	7.10 (±0.38) e	12.00 (±0.40) g
	E-6	6.25 (±0.35) c	7.02 (±0.47) e	12.83 (±0.50) f
Karaçam	Kontrol	5.52 (±0.18) j	6.94 (±0.22) m	12.20 (±0.32) ö
	N-1	4.96 (±0.22) k	5.89 (±0.15) n	10.77 (±0.28) p
	Ç-1	4.49 (±0.10) l	6.18 (±0.20) o	10.45 (±0.29) r
	E-6	4.53 (±0.14) l	6.13 (±0.17) o	10.36 (±0.28) r

\*: Ayraç içindekiler standart sapmadır. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur.

Çizelge 2. Jeotermal sularla empenyeli kızılçam ve karaçamda radyal, teğet ve hacimsel şişmelere ait ortalama değerler\*

Ağaç türü	Jeotermal kaynak	Radyal şişme (%)	Teğet şişme (%)	Hacimsel şişme (%)
Kızılçam	Kontrol	6.20 (±0.27) a	9.07 (±0.34) ç	15.85 (±0.32) f
	N-1	5.76 (±0.47) b	7.79 (±0.38) d	14.00 (±0.76) g
	Ç-1	5.08 (±0.48) c	7.20 (±0.37) e	12.65 (±0.67) ğ
	E-6	5.72 (±0.51) b	7.27 (±0.30) e	13.41 (±0.67) h
Karaçam	Kontrol	6.61 (±0.18) k	7.57 (±0.18) o	14.60 (±0.30) s
	N-1	4.15 (±0.09) l	6.76 (±0.21) ö	11.20 (±0.29) ş
	Ç-1	4.51 (±0.07) m	7.08 (±0.23) p	12.00 (±0.19) t
	E-6	4.72 (±0.11) n	6.46 (±0.16) r	11.45 (±0.28) u

\*: Ayraç içindekiler standart sapmadır. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur.

Kızılçamda, en düşük radyal, teğet ve hacimsel şişme, Ç-1 için, sırasıyla, %5.08, %7.20 ve %12.65 olurken, en yüksek değerler, N-1 için, sırasıyla, %5.76, %7.79 ve %14.00 olmuştur. Test örnekleri kontrol grubu örneklerle karşılaştırıldığında, bu üç özelliğe ilişkin değerler, kontrol ile üç jeotermal su arasında önemli farklılık göstermiştir. Aynı şekilde jeotermal kaynaklar kendi aralarında karşılaştırıldığında, radyal şişme, sırasıyla, N-1 ve Ç-1 arasında farklılık gösterirken, N-1 ve E-6 arasında farklılık göstermemiştir. Teğet ve hacimsel şişme değerleri, N-1 ile Ç-1 ve E-6 arasında farklılık gösterirken, teğet şişme E-6 ve Ç-1 arasında farklılık ortaya koymamıştır. Ayrıca, kızılçam için, N-1 radyal, teğet ve hacimsel şişmeyi Ç-1 ve E-6'ya göre arttırmıştır. Bu artış, teğet ve hacimsel şişmeler için önemliyken, radyal şişme için, E-6'da önemsiz bulunmuştur.

Karaçamda, en düşük radyal ve hacimsel şişme değerleri, N-1 için, sırasıyla, %4.15 ve %11.20 olurken, en düşük teğet şişme, E-6 için, %6.46 olmuştur. En yüksek teğet ve hacimsel şişme değerleri, Ç-1 için, sırasıyla, %7.08 ve %12.00 olurken, en yüksek radyal şişme, E-6 için, %4.72 olmuştur. Bu üç özelliğe ilişkin değerler, hem kontrol ile jeotermal sular arasında hem de jeotermal suların kendileri arasında önemli bir farklılık göstermiştir. Ayrıca karaçam için, Ç-1 teğet ve hacimsel şişmeyi N-1 ve E-6'ya göre arttırırken, N-1 radyal ve hacimsel şişmeyi azaltmıştır. E-6 teğet şişmeyi azaltırken, radyal şişmeyi arttırmıştır.

Çalışmada elde edilen radyal, teğet ve hacimsel şişme değerleri literatür (Erten ve Sözen, 1996) sonuçlarıyla karşılaştırıldığında, radyal şişmenin %5.01 - %5.75, teğet şişmenin %7.24 - %9.36 ve hacimsel şişmenin %12.83 - %15.46 arasında değiştiği görülmüştür. Buna göre, çalışmamızda bulunan radyal, teğet ve hacimsel şişmelerin, genel olarak, literatürden farklı (düşük) olduğu söylenebilir. Bu farklılık deneysel materyal ve emprenye işleminden kaynaklanmış olabilir.

Bir ağacın çalışma özelliğinin iyi olması, teğet ve radyal yönlerdeki şişme değerleri arasındaki farkın azalmasına bağlıdır. Diğer bir ifadeyle, teğet ve radyal yönlerdeki genişlemeler arasındaki fark ne kadar az olursa, çalışma özelliği de o kadar iyi olur (Kubler, 1978; Bozkurt vd., 1993). Buna göre, çalışmamıza ilişkin sonuçlar göstermiştir ki, kontrol grubu örnekler göre, bütün test grubu örneklerin radyal, teğet ve hacimsel şişme değerleri önemli derecede azalmıştır. Bu sonuca göre, genel olarak, jeotermal suların, kızılçam ve karaçam örneklerinin radyal, teğet ve hacimsel şişme özelliklerini iyileştirdikleri söylenebilir.

### 3.3. Kullanım yeri stabilitesi

Kütahya-Simav jeotermal sahasında 3 değişik kaynaktan alınan jeotermal sularla emprenyeli kızılçam ve karaçam odun örneklerinde elde edilen kullanım yeri stabilitesine ilişkin istatistik değerlendirmeler Çizelge 3'de verilmiştir.

Kızılçamda, anizotropik çekme ve şişmede, en düşük değer, E-6 için, sırasıyla, 1.13 ve 1.28 olurken, en yüksek değer, Ç-1 için, sırasıyla, 1.35 ve 1.43 olduğu belirlenmiştir. Çekme anizotropisinde kontrol ile jeotermal sular arasında önemli bir farklılık olmasına karşılık, N-1 ve Ç-1 arasında hiçbir farklılık yokken, E-6 ile diğer iki kaynak arasında önemli farklılık bulunmuştur. Şişme anizotropisinde ise Ç-1 ile hem kontrol hem de N-1 arasında önemli hiçbir farklılık olmamasına karşılık, Ç-1 ve E-6 arasındaki farklılığın önemli, N-1 ve E-6 arasındaki farklılığın önemsiz olduğu görülmüştür. Ayrıca kızılçamda, anizotropik çekmeyi, N-1, E-6'ya göre arttırırken, Ç-1'e göre değişiklik yapmamıştır. Anizotropik şişmeyi ise N-1, Ç-1'e göre azaltıp E-6'ya göre değişiklik yapmazken, Ç-1, E-6'ya göre azaltmıştır.

Karaçamda, anizotropik çekme ve şişmede, en düşük değer, sırasıyla, N-1 için 1.19 ve E-6 için 1.37 bulunurken, en yüksek değer, sırasıyla, Ç-1 için 1.38 ve N-1 için 1.63 olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca her iki ağaç için, çekme ve şişme anizotropisi yönünden, hem kontrol ile jeotermal sular arasında hem de jeotermal suların kendi arasında önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca karaçamda, anizotropik çekmeyi, N-1, Ç-1 ve E-6'ya göre azaltırken, Ç-1 ve E-6 birbirine göre değişiklik yapmamıştır. Anizotropik şişmeyi ise N-1 ve Ç-1, E-6'ya göre önemli derecede arttırmıştır. Bu artış, N-1'de Ç-1'dekinden daha fazla olmuştur.

Bir ağaç türünün kullanım yeri stabilitesi, onun, anizotropik çekme ve şişmesiyle yakından ilgilidir. Dolayısıyla, kullanım yerindeki stabilitenin iyi olması, anizotropik çekme ve şişmenin azalmasına bağlıdır. Diğer bir ifadeyle, teğet yöndeki çekme ve şişmenin radyal yöndeki, sırasıyla, çekme ve şişmeye oranı ne kadar az olursa, kullanım yeri stabilitesi de o kadar iyi olur (Kubler, 1978; Bozkurt vd., 1993). Buna göre, çalışmamıza ilişkin sonuçlar göstermiştir ki, kontrol örneklerine göre, bütün test örneklerinin anizotropik şişme değeri karaçamda artıp kızılçamda azalmasına karşılık, anizotropik çekme değeri, kızılçam için, E-6'da azalıp N-1 ve Ç-1'de artarken, karaçam için, N-1'de azalıp Ç-1 ve E-6'da artmıştır. Bu sonuca göre, genel olarak, E-6 kaynağının, kızılçam ve karaçam odun örneklerinin kullanım yeri stabilitesini iyileştirdiği söylenebilir.

Çizelge 3. Jeotermal sularla emprenyeli kızılçam ve karaçam odunlarının kullanım yeri stabilitesine ait ortalamadeğerler

Ağaç türü	Jeotermal kaynak	Kullanım yeri stabilitesi*	
		Anizotropik çekme	Anizotropik şişme
Kızılçam	Kontrol	1.23 (± 0.08) a	1.47 (± 0.10) d
	N-1	1.31 (± 0.10) b	1.36 (± 0.11) ef
	Ç-1	1.35 (± 0.07) b	1.43 (± 0.15) de
	E-6	1.13 (± 0.09) c	1.28 (± 0.10) f
Karaçam	Kontrol	1.26 (± 0.04) g	1.15 (± 0.03) j
	N-1	1.19 (± 0.06) h	1.63 (± 0.06) k
	Ç-1	1.38 (± 0.05) ı	1.57 (± 0.06) l
	E-6	1.35 (± 0.05) ı	1.37 (± 0.04) m

\*: Ayraç içindekiler standart sapmadır. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur.



Bu çalışmaya dair anizotropik çekme ve şişme değerleri literatürle karşılaştırıldığında, literatürde, bu değerlerin, sırasıyla, 1.39 - 1.74 ve 1.45 - 1.63 arasında değiştiği görülmüştür (Bozkurt vd. 1993; Erten ve Sözen, 1996; Bozkurt ve Erdin 1997; As vd. 2001). Buna göre, çalışmamızda bulunan anizotropik çekme ve şişmelerin, diğer deyişle, kullanım yeri stabilitesinin, genel olarak, literatürden biraz düşük olduğu söylenebilir. Bu farklılık, kullanılan deneysel materyal ve emprenye işleminden kaynaklanmış olabilir.

#### 4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, elde edilen sonuçlar ve yapılan öneriler, aşağıda verilmiştir:

Karaçam için, radyal, teğet ve hacimsel şişme değerleri, her üç kaynakta önemli farklılık gösterirken, çekme değerleri N-1'de farklı olup Ç-1 ve E-6'da hiçbir farklılık göstermemiştir. Ayrıca anizotropik çekme değerleri N-1'de farklı olup Ç-1 ve E-6'da farksız olmasına karşın, anizotropik şişme değerleri ise her üç kaynakta da farklılık göstermiştir.

Kızılçam için, radyal çekme değerleri her üç kaynakta farklılık gösterirken, şişme değerleri N-1 ve E-6'da bir farklılık ortaya koymamıştır. Teğet çekme ve şişme değerleri N-1'de farklı olup Ç-1 ve E-6'da farksız olmasına karşılık, hacimsel çekme değerleri Ç-1'de farklı olup N-1 ve E-6'da farksız iken, şişme değerleri her üç kaynakta bir farklılık göstermemiştir. Ayrıca anizotropik çekme değerleri E-6'da farklı olup N-1 ve Ç-1'de farksız bulunmuşken, anizotropik şişme değerleri Ç-1 ve E-6'da farklı olup N-1 ve Ç-1'de birbirine yakın değerler vermiştir.

Bir ağaç malzemedeki radyal, teğet ve hacimsel çekme ve şişme değerleri, onun, çalışma özelliğini doğrudan etkilerken, anizotropik çekme ve şişme değerlerinin ise kullanım yeri stabilitesiyle çok yakından ilgili olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla, çalışma özelliğinin iyi/düşük olması, teğet ve radyal yöndeki çekme değerleri arasındaki farkın azalmasına bağlı iken, aynı şekilde, teğet ve radyal yöndeki şişme değerleri arasındaki farkın azalmasına da bağlıdır. Kullanım yeri stabilitesinin iyi olması ise anizotropik çekme ve şişme değerlerinin düşük olmasına bağlıdır. Buna göre, Kütahya-Simav yöresi jeotermal suları, kızılçam ve karaçam odun örneklerinde, radyal ve teğet yöndeki çekme ve şişme değerleri arasındaki farkları, emprenyesiz kontrol örneklerine göre önemli derecede azaltmıştır. Bu azalmalar, diğerlerine göre E-6'da daha fazla olmuştur. Diğer yandan, kızılçam ve karaçam odun örneklerinin çekme ve şişme bakımından kullanım yeri stabilite E-6'da azalıp Ç-1'de artmıştır. N-1'de ise kızılçamın kullanım yeri stabilitesi çekme bakımından artıp şişme bakımından azalırken, karaçamda tam tersi bir durum sergilenmiştir.

Radyal ve teğet yöndeki çekme ve şişmeler arasındaki farkların azalması, çalışma özelliğinin iyileştiğini gösterirken, anizotropik çekme ve şişmenin düşük olması ise kullanım yeri stabilitesinin iyileştiğini ortaya koymaktadır. Buna göre, çekme ve şişme özelliği ile kullanım yeri stabilitesinin önemli olduğu mekânlar için, kızılçam ve karaçam odunlarının, radyal biçmeye ilaveten, E-6 jeotermal ile emprenye edilmesi, N-1 ve Ç-1'e göre daha iyi sonuçlar verebilir.

#### Teşekkür

Bu çalışma, tasarımı ve geliştirilmesi Ahmet Ali VAR tarafından önerilip denetlenen ve SDU BAP 3365-YL1-12 numaralı proje ile desteklenip SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nde İbrahim KARDAS tarafından hazırlanan Yüksek Lisans tezinin bir bölümünün özetidir. Yazarlar, finansal ve jeotermal kaynak destekleri için, sırasıyla, SDU BAP Koordinasyon Birimi ile Eynal, Çitgöl ve Naşa jeotermal tesislerine teşekkür ederler.

#### Kaynaklar

- Akkuş, I., Akıllı, H., Ceyhan, S., Dilemre, A., Tekin, Z., 2005. Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri. MTA Genel Müdürlüğü Yayınları, Envanter Serisi-201, Ankara.
- As, N., Koç, K.H., Doğu, D., Atik, C., Aksu, B., Erdinler, S., 2001. Türkiye'de yetişen endüstriyel öneme sahip ağaçların anatomik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri. İ.Ü. OF Dergisi, 51(1): 71-88.
- Bal, B.C., Bektaş, İ., Kaymakçı, A., 2012. Toros sedirinde genç odun ve olgun odunun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri. KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(2): 17-27.
- Bayram, F., 1999. Simav Jeotermal Alanının Hidrojeoloji İncelemesi. Doktora Tezi, SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bozkurt, A.Y., Goker, Y., Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği. İÜ Yayınları No: 3779/425, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi. İÜ Yayınları No: 3998/445, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Kurtoğlu, A., 1990. Sığla odununun fiziksel ve mekanik özellikleri. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 40(2): 1-18.
- Çağlar, K.O., 1948. Turkey's mineral waters and hot springs (in Turkish). Publications of Mineral Research and Exploration of Turkey (MTA), Ankara.
- Erdoğan, B., Toksoy, M., Özerdem, B., Aksoy, N., 2006. Economic assessment of geothermal district heating systems: A case study of Balçova-Narlıdere, Turkey. Energy Build., 38: 1053-1059.
- Erişen, B., Akkus, I., Uygur, N., Kocak, A., 1996. Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri. MTA Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Erten, P., Sözen, M.R., 1996. Halep çamı (*Pinus halepensis* Mill.) odunun fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. İç Anadolu Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, 268:1-40.
- Genç, A., 2013. Afyonkarahisar Ömer-Gecek Jeotermal Kaynaklarında Emprenye Maddelerinin ve Bu Kaynaklarla İşlem Görmüş Ahşabın Bazı Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Gürü, M., 2005. Jeotermal enerji kaynaklarının değerlendirilmesi. Çevreye Genç Bakış, 7.
- Usta, İ., Guray, A., 2000. Korsika çamının (*Pinus nigra* var. *maritima*) daralma ve genişleme özelliklerinin karşılaştırılması. Turk J Agric For., 24:461-464.
- Kantay, R., 1993. Kereste Kurutma ve Buharlama. Ormanlık Eğitim ve Kültür Vakfı, Yayın No: 6, İstanbul.

- Kantay, R., Güngör, N. M., 2009. Masif ahşap Döşemelerde duvar dibi genişleme boşluklarını etkileyen faktörler ve hesaplanması. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 59(1): 93-103.
- Karademir, E., 2012. Jeotermal akışkanlarla emprenye edilen ahşabın performansı: Uşak yöresi örneği. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kubler, H., 1978. Buharlanmış ağaç malzemenin özellikleri, İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 28(1): 231-240.
- Mutlu, M. A., 2004. Jeotermal enerji ve Türkiye'deki durumu, Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Potansiyeli ve Enerji Politikaları Konferans Notları [www.turkocagi.org.tr/toa/grup-enerji](http://www.turkocagi.org.tr/toa/grup-enerji), Erişim: 21 Ocak 2007.
- Özalp, M., Ordu, M., 2010. Kereste kurutmada kullanılan enerji kaynağının maliyete etkileri. Dumlupınar Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22: 99-108.
- Oktu, G., 1984. Hydrological investigation of Eynal and Çitgöl-Naşa (Simav) Hot Springs [in Turkish]. Publications of Mineral Research and Exploration of Turkey (MTA), Ankara.
- Özgener, L., Hepbaşlı, A., Dincer, İ., 2006. Performance investigation of two geothermal district heating systems for building applications: Energy analysis. Energy and Buildings, 38:286-292.
- TS EN 47, 2011. Ahşap koruma – Ev teke böceği larvalarına karşı zehirlilik değerlerinin tayini (laboratuvar metodu). TSE, Ankara.
- TS 4083, 1983. Odunda radyal ve teğet doğrultuda çekmenin tayini. TSE, Ankara.
- TS 4084, 1983. Odunda radyal ve teğet doğrultuda şişmenin tayini. TSE, Ankara.
- TS 4085, 1983. Odunda hacimsel çekmenin tayini. TSE, Ankara.
- TS 4086, 1983. Odunda hacimsel şişmenin tayini. TSE, Ankara.
- Var, A.A., 2009. Quantative of potential wood preservatives in geothermal fluids and their suitability for wood impregnation treatment. SDU Faculty of Forestry Journal, 1:184-197.
- Var, A.A., Yalçın, M., Şen, S., Taşçıoğlu, C., 2012. Antifungal activity of geothermal fluids from different regions of Turkey. Bioresources, 7(3):4226-4236.
- Var, A.A., Göncü, D., Karsantiözü, F., 2013. Investigation of absorption, retention and swelling in Izmir-Doğanbey geothermal waters-treated pine wood (*Pinus brutia* Ten.). SDU Faculty of Forestry Journal, 14:127-133.
- Var, A.A., Genç, A., Kardaş, I., 2014. Investigation of some properties of Afyonkarahisar-Omer-Gecek-Gazlıgöl geothermal waters-impregnated Crimean pine (*P. nigra* Arnold.) and Turkish red pine (*P. brutia* Ten.) sapwoods. SDU Faculty of Forestry Journal, 15:114-122.

## Hidroelektrik enerji santralleri sırasında bozulan sahalarda peyzaj onarım sürecinin Kabaçağlayan Şelalesi örneğinde incelenmesi

Metin Demir<sup>a,\*</sup>, Mehmet Akif Irmak<sup>a</sup>, Hasan Yılmaz<sup>a</sup>, Turan Karadeniz<sup>b</sup>

**Özet:** Gelişen sanayi, teknoloji ve hızlı nüfus artışı ülkemizde enerji ve hammaddeye olan ihtiyacı arttırmıştır. Ancak, yapılan faaliyetler doğal çevrede birçok değişime neden olmakta, bu değişimler ise doğayı olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuz etkiler, doğa onarım ve rehabilitasyon çalışmaları ile büyük ölçüde onarılabilmekte, biyolojik üretim potansiyelleri ve peyzaj kalitesi arttırılabilmektedir. Araştırma alanı olarak seçilen Kabaçağlayan şelalesi, Giresun ili, Dereli ilçesinde bulunmakta olup, şelale güzergahında bulunan Hidroelektrik santral regülatörü, kazı fazlası malzemeleri şelale çevresinde tahribata sebep olmuştur. Bu çalışma ile alanda meydana gelen tahribatın giderilmesi için uygun peyzaj onarım yöntemi belirlenmiş ve detaylandırılmıştır. Çalışmada biyolojik onarım süreci 5 kısımda ele alınmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda alan için peyzaj onarım çalışmaları kapsamında, toplam 14.627,81 m<sup>2</sup> alanın ıslah edilmesi önerilmiştir. Rehabilitasyon alanının 5.719,67 m<sup>2</sup> lik bölümünde ağaçlandırma çalışması, 7.852,36 m<sup>2</sup> lik alanında ise çelik ağlarla şev koruması yapılması planlanmıştır. Ayrıca onarım sahası için rekreasyonel odaklı peyzaj projesi hazırlanmıştır. Benzer problemlerin yaşandığı onarım alanları için bazı önerilere yer verilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Peyzaj onarımı, Biyolojik onarım, Hidroelektrik santral, Kabaçağlayan Şelalesi

## Evaluation of landscape restoration process in damaged areas during the construction of hydroelectric power plants in the sample of Kabaçağlayan Waterfall

**Abstract:** Evolving industry, technology and the rapid population growth have increased the demand for energy and raw materials in our country. However, the activities cause many changes in the natural environment, so these changes adversely affect the nature. These negative effects can be largely restored by repairing nature and through rehabilitation works. In this way, biological production potential and landscape quality can be improved. Kabaçağlan waterfall, chosen to be the research area, is located in Dereli district in the city of Giresun. Hydroelectric power regulator on the waterfall route, excavation of excessive materials has caused destruction around the waterfall. In this study, landscape restoration method has been determined and detailed to overcome the resulting damage in the area. Biological repairing process is discussed in this study as well. The result of the evaluation, in the context of landscape restoration works, rehabilitation has been proposed for the total area of 14627.81 m<sup>2</sup>, in 5719.67 m<sup>2</sup> and 7852.36 m<sup>2</sup> of which were left for reforestation efforts and slope protection made with steel mesh, respectively. In addition, recreational oriented landscape project was prepared for repairing area. Some proposals are given for repairing areas where similar problems are seen.

**Keywords:** Landscape repairment, Biological rehabilitation, Hydroelectric power, Kabaçağlayan Waterfall

### 1. Giriş

Ülkemizde ve bütün dünyada sosyal ve ekonomik kalkınmanın temel göstergesi olan enerjiye gün geçtikçe daha çok ihtiyaç duyulması, enerji kaynaklarının sınırlı olması ve sürekli tüketilmesi gerçeğinin daha geniş kesimlerce anlaşılması, ülkeleri; enerji politikalarını yeniden gözden geçirmeye ve enerjiyi daha etkin kullanmaya yöneltmiştir. Hidroelektrik enerji kaynakları; temiz ve yenilenebilir olması, yerli doğal kaynak olması, işletme ve bakım giderlerinin düşük olması, fiziki ömürlerinin uzun oluşu gibi nedenlerle kömür, doğal gaz ve petrol gibi fosil yakıtlardan üretilen enerjiye göre daha çok çevreyle dost

enerji kaynaklarıdır (Acar ve Doğan, 2008; Aksungur vd, 2011).

Hidroelektrik enerji üretiminin doğal, tarihi, kültürel varlıklar ve sosyoekonomik çevre üzerinde, boyutları projeden projeye değişen birçok etkisi mevcuttur (Demir ve Güven, 2014). Hidroelektrik santrallerin doğaya en az zarar veren enerji üretim yöntemlerinden biri olduğu varsayılmaktadır. Ancak hidroelektrik santrallerinin yapım aşamalarında meydana gelen tahribatlar nedeni ile oldukça olumsuz durumlar da meydana gelebilmektedir. Ayrıca yapım aşamasından sonra da bir takım olumsuzluklar görülebilmektedir. Su alma yapıları olan regülatörler, küçük birer baraj gibi davranarak akarsuların bütünlüklerini bozmaktadır. Su alma yapıları ile suyun yeniden akarsuya

✉ <sup>a</sup> Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 25240, Erzurum

<sup>b</sup> Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bolu

@ \* **Corresponding author** (İletişim yazarı): metin@atauni.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 08.03.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 16.08.2016



**Citation** (Atıf): Demir, M., Irmak, M.A., Yılmaz, H., Karadeniz, T., 2017. Hidroelektrik enerji santralleri sırasında bozulan sahalarda peyzaj onarım sürecinin Kabaçağlayan Şelalesi örneğinde incelenmesi. Turkish Journal of Forestry, 18(1): 63-73.  
DOI: [10.18182/tjf.224624](https://doi.org/10.18182/tjf.224624)

verildiği alan arasında suyun çok büyük miktarını alarak akarsuyun doğal akımını değiştirmektedir (Ürker ve Çobanoğlu, 2012).

Ünlü ve Kızıgıt (2000)'a göre açık enerji ve maden çalışmalarından sonra alanda tarihi değeri olan yapılar ve doğal değerler kaybedebilmektedir. Örtü-kazı çalışması sonucu, sahadaki flora ve fauna zarar görerek, oluşturulan şevler büyük çukurlar meydana getirmektedir. Hiçbir onarım çalışması yapılmaz ise, önceden yeşil olan bölge taş ve toprak yığını haline gelmektedir. Bu tür bir bölgenin kendiliğinden bitkisel hayatı barındırması için asgari 40-50 yıllık bir sürenin geçmesi gerekmektedir (Özbe, 2005).

Türkiye’de bütün HES’ler inşaata başlanmadan önce kapsamlı bir düzenleme ve inceleme sürecinden geçmektedirler. Elektrik Üretim Hakkı ve Su Kullanım Hakkı Anlaşması imzalamaya hak kazanan firmalar Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Raporlarını hazırlamaya başlarlar. Çevre etki değerlendirme raporları, çevre ile yapının karşılıklı etkilerini açıklayan raporlardır. ÇED, belirli bir proje veya gelişmenin, çevre üzerindeki önemli etkilerinin belirlendiği bir süreçtir. Bu süreç, kendi başına bir karar verme süreci olmayıp, karar verme süreci ile birlikte gelişen ve onu destekleyen bir süreçtir (Aksungur vd., 2011; Ürker ve Çobanoğlu, 2012). Ön ÇED’e tabi HES projeleri için, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından; aşağıda sunulan ana başlıklar incelenir;

1. Proje alanının yer aldığı ekosistemin ekolojik ihtiyaçları,
2. Hassas, endemik, nesli tehlike altındaki bitki ve hayvan türleri,
3. Proje yakınında korunan alan olup olmaması, sınırları, ilişkisi ve varsa yönetim planları,
4. Projenin etki alanı (tünel uzunluğu, mansap değerleri, muhtemel rezervuar alanı vb.),
5. Akarsuyun debisi,
6. Çevresel akış değerlendirmesi,
7. Çevresel akış miktarı

Ayrıca, aynı Bakanlık tarafından “HES projeleri ve diğer faaliyet talepleri için değerlendirme raporu”, “Peyzaj onarım değerlendirme raporu”, istenir. Peyzaj onarımının temel hedefi, bozulan arazilerin, ekonomik, ekolojik ve estetik değerlerine yeniden kavuşturulmasıdır. Faaliyet öncesi, faaliyet yapımı ve sonrasında yapılması gereken bir dizi planlama ve uygulama çalışmalarını kapsar. Bu çalışmaların özünde, alana yeni bir kullanımın kazandırılması ya da faaliyet öncesi alan kullanımının canlandırılması yatmaktadır (Akpınar ve Çelem, 2000).

Yapılan çalışmada; Giresun İli, Dereli İlçesi, Kabaçağlayan Şelalesi yakınlarında gerçekleştirilen Hidro-Elektrik-Santrali (HES) tesisinin, şelale çevresinde meydana getirdiği tahribatların onarımı ve rekreasyona kazandırılması amaçlanmıştır. Regülâtör kurulması aşamasında, ulaşım yolu ve tünel açılması sırasında meydana gelen hafriyatın orman izni olan kazı fazlası malzeme alanına bırakılması ile tahrip olan doğal peyzajın, ekolojik ve estetik değerlerinin yeniden kazandırılması için yapılması gerekenler belirlenmiştir. Ayrıca, çevreye uyum sağlayan bir arazi morfolojisinin tasarlanması ve tahrip edilen yüzeylerin bitkilendirilmesinden (Biyo-restorasyon) sonra, saha eski haline dönüşümü için uygun yöntemler ortaya konulmuştur.

## 2. Materyal ve yöntem

Araştırma alanı olan Baybahan regülâtörü kazı fazlası malzeme alanı peyzaj onarım sahası, Giresun ili, Dereli İlçesi, Tepeköy Köyü, Baybahan yaylası sınırları içerisinde bulunmaktadır. Onarım sahasının konumunu gösterir yer haritası Şekil 1’de, alandan görünüm ise Şekil 2’de verilmektedir.

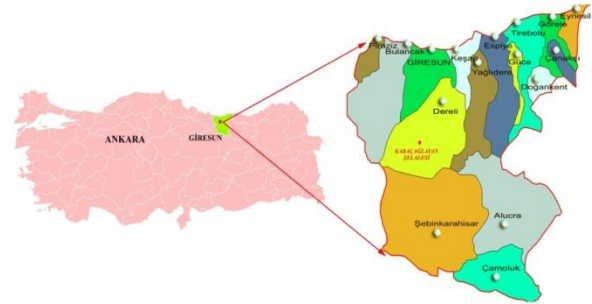
Çalışma alanı, Doğu Karadeniz Bölgesi’nde yer almakta olup, 1/25.000 Ölçekli Giresun-G40c4 no’lu paftada bulunmaktadır. Peyzaj onarım alanı, 23.657,87 m<sup>2</sup> olup, Giresun İline 80 km, Dereli ilçesine ise 48 km mesafededir.

Peyzaj Onarım Projesinin arazi çalışması, 2014 yılında, Giresun ili, Dereli İlçesi, Tepeköy Köyü, Baybahan yaylasında, proje ekibi tarafından gerçekleştirilmiştir. Proje ekibi tarafından alana ait önceki çalışmaların verileri toplanmış, arazi sörveyleri ve vejetasyon tespiti ile mevcut durum analizi yapılmıştır.

Araştırma alanının Peyzaj Onarım Projesinin oluşturulması aşamasında, (Kocadağistan vd., 2007; Uzun ve Yılmaz, 2009; Deniz ve Şen, 2011; Anonim, 2012; Ulusoy ve Ayaşlıgil, 2012)’nin çalışmalarından faydalanılmıştır. Yöntem altı aşamadan oluşmuştur. Araştırmada izlenen yöntemin akış şeması Şekil 3.’de verilmiştir.

Çalışmanın ilk iki aşamasında araştırma alanın seçimi ve amacının belirlenmesi oluşturmaktadır. Üçüncü aşamada çalışma alanına ve yöntemine ilişkin literatür çalışması yapılmış alana gidilerek arazi gözlemleri ve ilgi gurupları ile görüşmeler yapılmıştır. Dördüncü aşamada araştırma alanında “Doğal Peyzaj Envanteri” olan, flora, fauna, topografya, jeoloji, hidroloji, toprak, iklim, araştırılarak tanımlanmıştır. Alana yönelik gerek kamu kurumlarından gerekse bilimsel araştırmalardan elde edilen verilerden, sayısal olmayan veriler sayısallaştırma işlemleri yapıp, veri tabanlarında biriktirilerek, Coğrafik Bilgi Sistemi (CBS) ortamına aktarılmıştır. Çalışmada CBS tekniklerinden faydalanılmış olup, ArcGIS 10.2 yazılımı ve uzanımları kullanılmıştır.

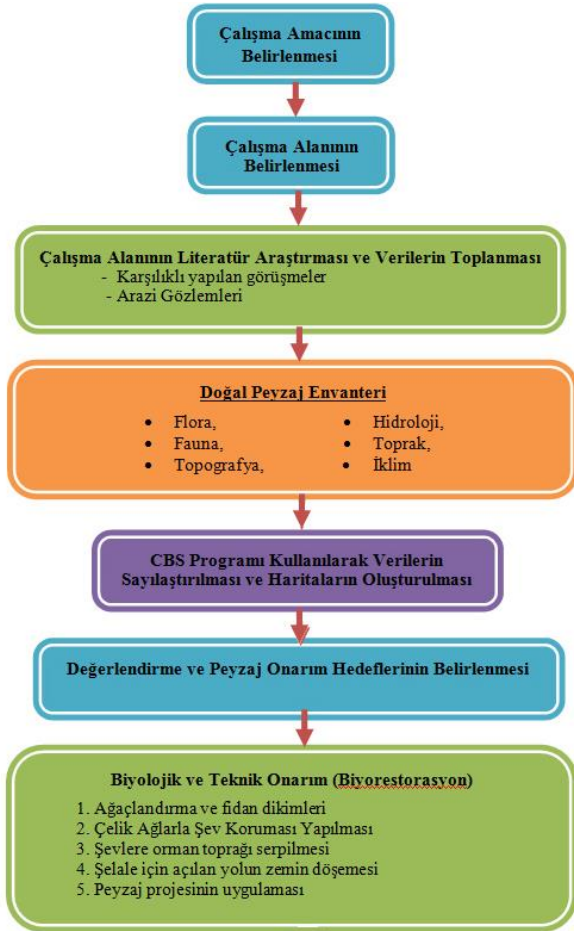
Beşinci aşamada değerlendirme ve peyzaj onarım hedeflerinin belirlenmesi yapılmıştır. Altıncı ve son aşama ise Biyolojik ve Teknik Onarım (Biyorestorasyon) kısmından oluşmaktadır.



Şekil 1. Peyzaj onarım sahası



Şekil 2. Araştırma alanından görünümeler



Şekil 3. Araştırma yönteminin akış şeması

### 3. Araştırma bulguları

Peyzaj Onarım sahası ile ilgili olarak Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Giresun Orman Bölge Müdürlüğü tarafından verilen 1/25.000 Ölçekli Meşçere Haritası Şekil 4'de verilmiştir. Peyzaj Onarım sahası Giresun Orman Bölge Müdürlüğü, Dereli Orman İşletme Şefliğine bağlı, İkisü Orman İşletme Şefliği serisi içerisinde bulunmaktadır. Onarım sahası 122 ve 126 Bölmeleri içerisinde olup,

meşçere tipleri ise BL-2: Bozuk ladin kuru meşçeresi ve OT: Ağaçsız Orman Toprağı olarak tespit edilmiştir (Anonim, 2013). Proje ekibinin arazi çalışmaları sırasında elde ettiği bitki örneklerinin teşhisleri yapılmıştır. Teşhis edilen yaygın yayılış gösteren başlıca ağaç ve çalı bitkilerin çekilen fotoğraflardan bazıları ise Şekil 5'de verilmiştir.

Proje alanındaki tespit edilen bitki türlerinden bazıları, doğu ladini (*Picea orientalis* L.), mürver (*Sambucus nigra* L.), yabani ahududu (*Rubus idaeus*), mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum* L.), orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), ada çayı (*Salvia verticillata* L. subsp. *verticillata*), meşe (*Quercus* L.), kartal eğrelti (*Pteridium aquilinum* L. Kuhn), sarı çiçekli ormangülü (*Rhododendron flavum* Don.) olarak tespit edilmiştir.

#### 3.1. Fauna

Dereli İlçesi sınırları içerisinde olan çalışma alanı olan hayvan varlığı bakımından oldukça zengin bir potansiyele sahip olmaktadır. İlçenin orman alanlarında yaban keçisi (*Capra aegagrus*), kızılgeyik (*Cervus*) ve karaca (*Capreolus capreolus*) türlerine rastlanmaktadır. Araştırma alanında ayrıca, yabani tavşan (*Lepus*), kurt (*Canis*), yaban domuzu (*Sus scrofa*), çakal (*Canis aureus*), tilki (*Vulpes vulpes*), porsuk (*Meles meles*), ayı (*Ursus arctos*), alacasansar (*Vormela peregusna*), sincap (*Sciurus anomalus*), gelincik (*Mustela navilis*) türleri bulunmaktadır.

Alanın yakın çevresinde kaydedilen kuş türlerinden; Akkuyruk (*Ciconia ciconia*), atmaca (*Accipiter nisus*), kızıl şahin (*Buteo rufinus*), kaya güvercini (*Columba livia*), kuzgun (*Corvus corax*), kerkenez (*Falco tinnunculus*), kukumav (*Athya noctua*), arıkuşu (*Merops apiaster*), ibibik çavuşkuşu (*Upupa epops*), albaş ağaçkakan (*Dendrocopos medius*), saka (*Carduelis carduelis*) yörede görülür (Anonim, 2014a).

#### 3.2. Topografya, jeoloji ve jeomorfoloji

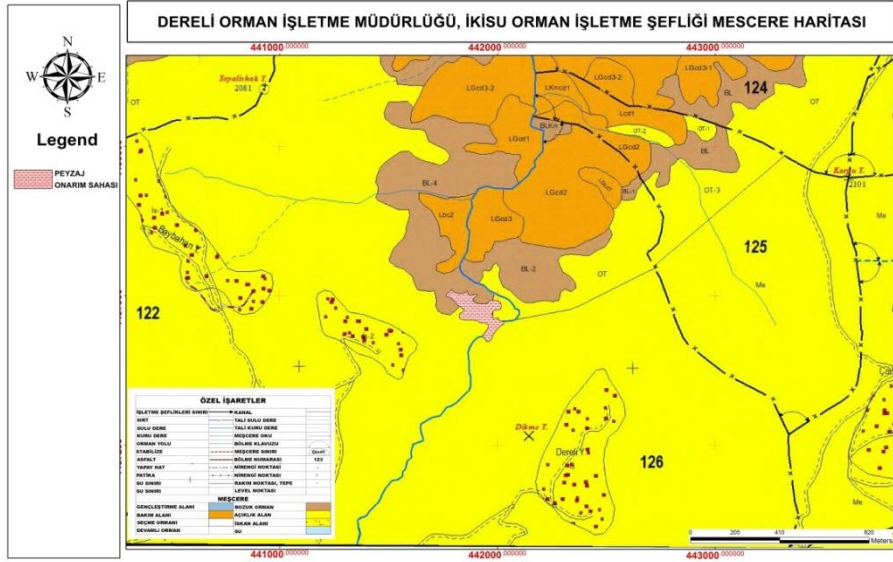
Dereli İlçesi sınırları içerisinde olan proje sahasında dağlar dik yamaçlar halinde yükselir. Bu dağlar Dereli ilçesi içinden geçen Aksu deresi vadisi etrafında sıralar halinde, kimi yerde kuzeyden güneye, kimi yerde batıdan doğuya kıvrımlar halinde uzanırlar. Saha aşımının doğal sonucu

olarak dik ve devamlı yamaçların egemen olduğu dağlık bir görüntü kazanmıştır (Şekil 6). Araştırma alanının sayısal arazi modeli Şekil 7'de verilmiştir.

Dereli ilçesinin toprak yapısının, büyük bölümünü, dağlar, ormanlar ve çayırlar kaplamaktadır. İlçe çevresinden başlayan ve orman kesimine kadar uzanan topraklar genellikle kırmızı renkli killi topraklardır. İlçe toprakları dik

yamaçlar üzerinde çoğu zaman erozyondan etkilenir. En çok yağmur erozyonu görülür.

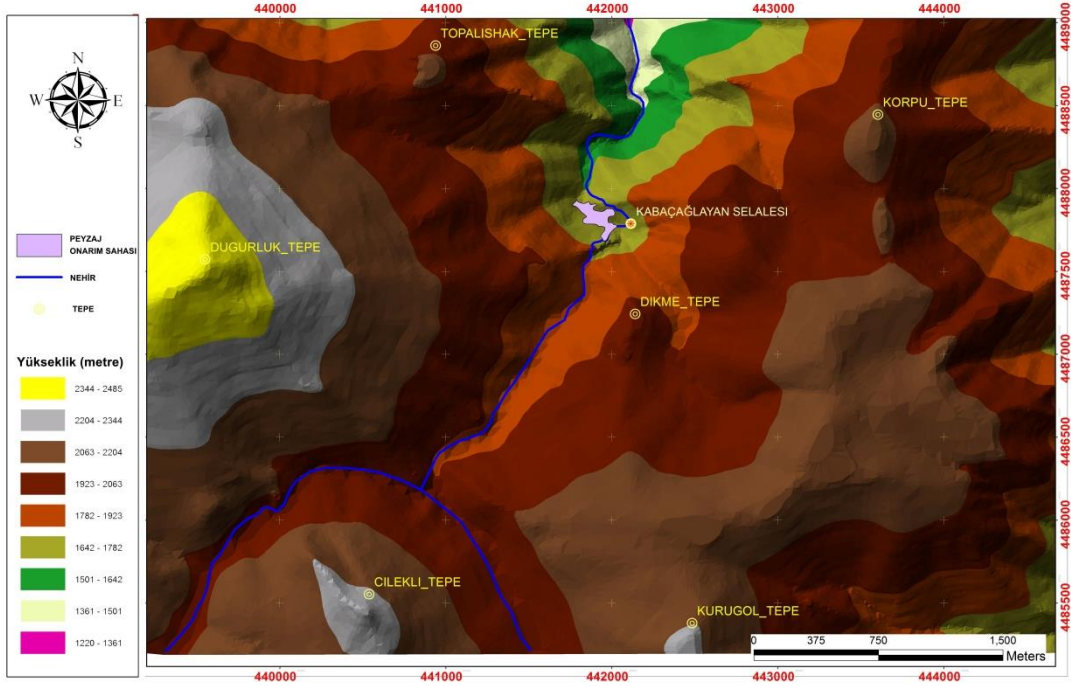
Araştırma bölgesi Üst-Kretase volkanik fasiyesi (mineralleri bileşim bakımından her yerde aynı olan yer katmanına verilen ad) arazi çok geniş yer kaplar. Bunun sonucu olarak kıvrımlı ve kırıklı yapılar oluşmuştur (Anonim, 2011).



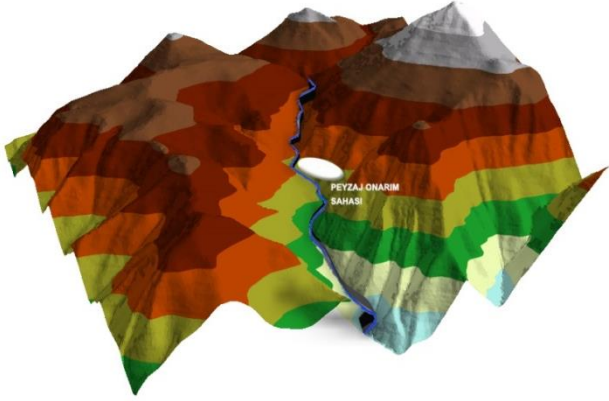
Şekil 4. Araştırma alanı ve yakın çevresinin amenajman haritası



Şekil 5. Araştırma alanından doğal bitki görüntüleri



Şekil 6. Araştırma alanı ve yakın çevresinin topoğrafik yapısı



Şekil 7. Araştırma alanı ve yakın çevresinin sayısal arazi modeli



Şekil 8. Deli Deresi çevresinden doğal peyzaj kaynak değerleri

### 3.3. Hidrojeoloji

Araştırma alanı üzerindeki yerüstü su potansiyelini; Karagöl bölgesinden doğan Kızıltaş, Sarıyakup, Pınarlar ve Güdül bölgelerinin sularını topladıktan sonra Karadeniz'e dökülen, 60 km uzunluğunda Aksu Deresi'ni besleyen yaklaşık 6530 m uzunluğundaki Deli Deresi oluşturmaktadır (Şekil 8). Aksu deresi çok sayıda akarsularla beslenmekte, eğim değerinin yüksek olması, yağışların büyük ölçüde akışa geçmesine neden olmaktadır. Aksu deresini önemli derelerden biri olan Deli dere üzerinde kaynaktan (Çilekli tepe yamacı) yaklaşık 1838 m uzaklıkta HES Regülatörü inşa edilmiştir. Baybahan regülatörü kazı fazlası malzeme alanı sınırları dışında Kabaçağlayan Şelalesi bulunmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Kabaçağlayan Şelalesinden görüntüler

### 3.4. Toprak yapısı

Araştırma alanı ve yakın çevresinde iki çeşit toprak grubu görülmektedir. Bunlar Kahverengi Orman Toprakları ve Yüksek Dağ Çayır Topraklarıdır.

**Kahverengi Orman Toprakları:** Bu topraklar yüksek kireç içeriğine sahip ana madde üzerinde oluşurlar. A (B) C profili olup horizonlar birbirlerine tedricen geçiş yaparlar. Koyu kahverenginde olan A horizonu belirgindir. Gözenekli veya granüler bir yapıya sahiptir. Reaksiyonu kalevi bazen de nötrdür. A horizonundaki organik madde, mineral madde ile iyice karışmıştır. B horizonu daha açık renktedir ve genellikle kahverengidir. Renk bazen kırmızıdır. Reaksiyonları genellikle kalevi bazen de nötrdür. Granüler veya yuvarlak köşeli blok yapısıdır. Çok az miktarda kil birikmesi olabilir. Horizonun aşağı kısımlarında CaCO<sub>3</sub> birikmesi görülebilir. Genellikle geniş yapraklı orman örtüsü altında oluşurlar.

**Yüksek Dağ Çayır Toprakları:** Serin ılımandan, alpin alanlara kadar yer alan bu topraklar, yüksek enlem derecelerinin ve yüksek irtifa topraklarıdır ve orman sınırının yukarı kesimlerinde bulunur. Çeşitli ana maddeden bozuk drenaj ve soğuk iklim koşullarında gleyleşme ve birazda kalsifikasyon işlemleri yardımı ile oluşmuşlardır. Üstte koyu kahverengi 30–60 cm. kalınlıkta bir A horizonu bulunmaktadır. Bunun altında grimsi ve pas rengi, çizgili ve benekli toprak yer alır. Üzerindeki doğal bitki örtüsü ot, saz ve çiçekli bitkilerdir. Soğuk iklimlerden dolayı verimleri sınırlıdır. Çoğunlukla yazın otlamada kullanılırlar (Anonim, 2014b).

### 3.5. İklim yapısı

Peyzaj onarım sahası olan Dereli İlçesinde bulunan alanın iklim özellikleri ve koşulları DMİ Genel Müdürlüğü, Giresun Meteoroloji İstasyonundan, temin edilen 1975-2011 yıllarını kapsayan iklim verileri ile ortaya konulmuştur. Alanın ortalama sıcaklığı 14,5 °C, Ortalama yüksek sıcaklık 17,8 °C, Ortalama düşük sıcaklık 11,9 °C'dir. Alana yağın Ortalama Toplam Yağış Miktarı 1258,2 mm olup, Ortalama Nispi Nem oranı ise % 73,2 olarak gerçekleşmektedir.

Proje sahasına en yakın ve proje sahasının iklim özelliklerini en iyi şekilde tanıtabilecek iklim değerleri, Çok Yıllık Ortalama Meteorolojik Değerler Bülteninden alınarak Prof. Dr. Sırrı Erinç'in "Erinç Yağış Etkinliği İndisi" ne göre değerlendirilmiştir (Çizelge 1).

Alanın; yıllık ortalama yağış: 1258,2 mm, ortalama yüksek sıcaklık: 14,5°C'dir.

$$Im(\text{Yıllık yağış müessiriyet indisi}) = \frac{\text{Yıllık ort. yağış (P)}}{\text{Yıllık ort. sıcaklık (Tom)}}$$

$$Im = \frac{1258,2}{14,5} \quad Im = 86,77$$

>55 indisli peyzaj onarım sahası; çok nemli orman sınıfı içerisinde yer almaktadır.

### 3.6. Değerlendirme ve peyzaj onarım hedeflerinin belirlenmesi

Giresun İli, Dereli İlçesi, Tepe Köyü, Babahan yaylası sınırları içerisinde HES projesinin, Regülatör yapımı etabında, alana ulaşım için açılan yol ve hafriyatın resmi izinli kazı fazlası malzeme alanına dökülmesi oluşan ve hasar gören peyzajın onarımı gerektiren alanlar bulunmaktadır (Şekil 10).

Baybahan regülatörü kazı fazlası malzeme alanı ve yakın çevresinin Peyzaj Onarım Projesinin hedefi; yol açma çalışmaları ve hafriyatın dökülmesinden kaynaklanan tahrip edilmiş alanların rehabilite edilerek bu alanların ekolojik koşullarının iyileştirilerek şelaleye ulaşımının da sağlandığı eski haline (Şekil 11), dönüştürülmesi olarak belirlenmiştir.

Bu hedefler doğrultusunda; Peyzaj Onarım Projesinde, Kabaçağlayan Şelalesi ve yakın çevresinde planlı bir peyzaj onarımını sağlayabilmek için;

Alanın doğal kaynak değerleri ortaya konulmuş, mevcut durum belirlenmiş, peyzaj onarımına ışık tutacak gerekli veriler tespit edilmiştir.

### 3.7. Biyolojik ve teknik onarım (biyorestorasyon) süreci

Peyzaj onarım yapılacak saha içerisinde onarıma ihtiyaç duyulan Rehabilitasyon alanları 3 kısım olarak ele alınmıştır. Onarım sahasının uydu görüntüsü Şekil 12 ve 13'de verilmiştir. Peyzaj Onarım Projesinin hedefleri doğrultusunda uygulanacak aşamalar ise;

1. Ağaçlandırma ve fidan dikimleri,
2. Ağaçlandırma ve fidan dikimleri uygun olmayan aşım eğimli yamaç şevlerinde "Çelik Ağlarla Şev Koruması Yapılması",
3. Galvanizli kafes tel veya geonet ile çit yapımı gerçekleştirilen yamaçlarda, tesise zarar vermeyecek şekilde en fazla 5 cm kalınlığa kadar yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) tohumu ile karıştırılmış orman toprağının işçi gücüyle yamaçtan aşağıya doğru serilmesi,
4. Şelale için açılan yolun zemin döşemesi,
5. Peyzaj projesinin uygulanması,

Rehabilite edilecek alanlarının kapladıkları alanlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Yağış etkinliği indisi

Sınıfı	İndis (Im)	Bitki Örtüsü
Tam kurak	<8	Çöl
Kurak	8-15	Çöl-step
Yarı kurak	15-23	Step
Yarı nemli	23-40	Park görünümlü kuru orman
Nemli	40-55	Nemli orman
Çok nemli	>55	Çok nemli orman

Çizelge 2. Peyzaj onarım alanları

Rehabilitasyon Alanları	Alan (m <sup>2</sup> )
Rehabilitasyon Alanı I	5.719,67
Rehabilitasyon Alanı II	3.936,93
Rehabilitasyon Alanı III	3.915,43
Şelale yolu	1.055,78
Toplam	14.627,81

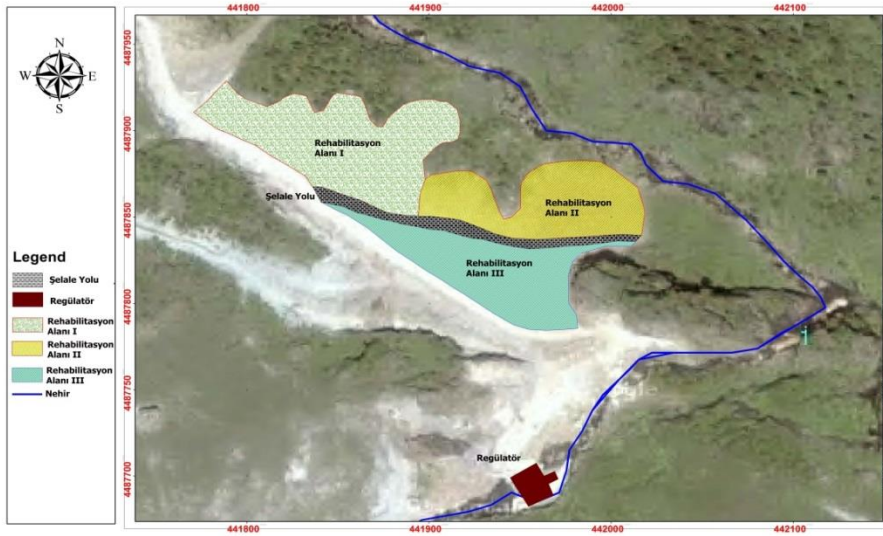




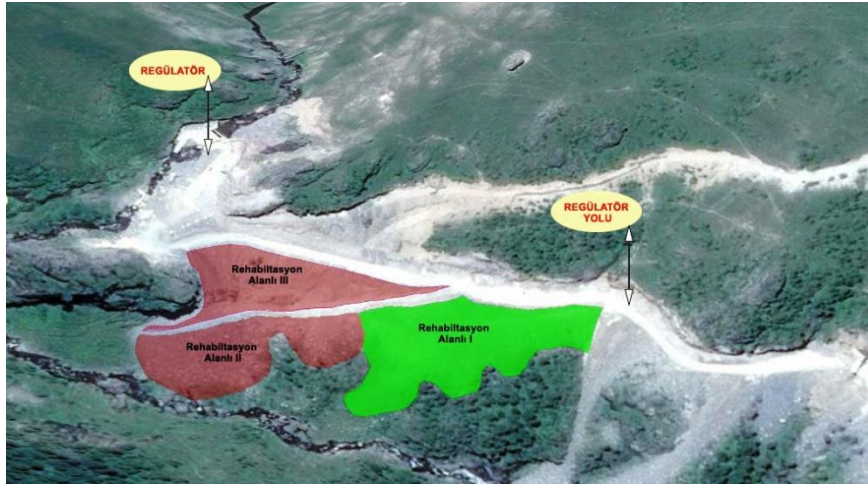
Şekil 10. Peyzaj onarımı yapılacak sahadan görünüm



Şekil 11. Peyzaj Onarım sahasının tahrip edilmeden ve edildikten sonraki görünümleri



Şekil 12. Peyzaj onarımı yapılacak sahanın uydu görüntüsü



Şekil 13. Peyzaj onarımı yapılacak sahanın 3D uydu görüntüsü

### 3.7.1 Ağaçlandırma ve fidan dikimleri

Peyzaj Onarım alanında ağaçlandırma ve fidan dikimi yapılacak alan yalnızca; Rehabilitasyon Alanı I (5.719,67 m<sup>2</sup>)'lik alanda yapılacaktır. Fidan dikim alanına alanın hâkim türü olan doğu ladini yapraklı orman ağacı önerilmiştir. Ayrıca alana mürver ve süs üvezi (*Sorbus aucuparia* L.)'ne de yer verilmiştir.

Dikim yapılacak alanda karışık dikim şeklinde tüplü fidan dikimi önerilmiştir. Ağaçlandırmada alanında, dikimin temel ağaç türü olan doğu ladini ile birlikte % 10 oranlarında ayrı ayrı gruplar halinde mürver ve süs üvezi dikimi alana gruplar halinde, alanın % 20'sini kaplayacak şekilde dikilmesi önerilmiştir.

Dikimler 3x3 m aralık ve mesafelerle (hektara 1111 tane fidan) dikim uygulaması şeklinde gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Dikilecek fidan adedi (Çizelge 3)'de belirtilmiştir. Dikim için toplam fidan adedi 635 olarak hesaplanmıştır.

Onarım sahasında önerilen mürver ve süs üvezi için ahşap herak uygulaması (uzunluğu en az 1 m.) yapılması gerekliliği vurgulanmıştır.

### 3.7.2. Çelik ağlarla şev koruması yapılması

Toprak derinliğinin ve yapısının teras yapımına müsait olmadığı arazi meylinin genellikle %60 ve üzerinde olduğu alanlarda yamaç stabilizasyonunun sağlanması için çelik ağlarla şev koruması yapılmaktadır. Peyzaj Onarım sahasında Rehabilitasyon Alanları II ve III'de çelik ağlarla şev koruması yapılması önerilmiştir. Çelik ağlarla yapılacak şev koruması için toplam alan 7.852,36 m<sup>2</sup>'lik bir alan öngörülmektedir.

Kullanılacak sistem, max 0.50 m çapında düşmesi muhtemel kayaların bulunduğu yamaç boyunca serilir. Çok sarp ve dik yamaçlarda tel ağ şev üstüne tepe ankrajlar ile sabitlenmelidir. Bu uygulamalar düşen kaya ve taş parçalarının kontrollü olarak şev dibine inmesini sağlar. Tel ağ ve şev arası mesafe sınırlandırmak istendiğinde tel ağ yüzeye ankraj veya çivilerle tutturulmalıdır (Şekil 14).

Ankrajlama yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, düşen kaya ve taş parçalarının güvenli şekilde aşağıya inmesini engellemeyecek şekilde olmasıdır. Çift

bükümlü çelik tellerden imal edilmiş ağlardan yapılmalıdır. Tek bükümlü çelik tellerden imal edilmiş ağlar hasar gördüğünde aynı emniyeti sağlayamamaktadırlar (Anonim, 2012).

Rehabilitasyon Alanları II ve III'de yapılacak olan kaya ve taş düşmesine karşı çelik ağlarla şev koruması projesine göre, çelik ağlarla şev koruması yapılmalıdır. Çelik ağların düşey zemine hangi aralıklar ve bulon deliği mesafesinde olacağı ise yapılacak olan zemin etüdü sonucu ayrıca yapılacak olan Kaya Bulonu projesi ile belirlenmelidir.

### 3.7.3. Çit yapımı gerçekleştirilen yamaçlarda orman toprağı serilmesi

Galvanizli kafes tel veya geonet ile çit yapımı gerçekleştirilen yamaçlarda, tesise zarar vermeyecek şekilde en fazla 5 cm kalınlığa kadar orman toprağı serilmesi için gerekli olan orman toprağı sahanın güneyinde bulunan yerleşim alanına giden patika yolun genişletilmesinden elde edilecek üst toprak ile gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Yol açılmasından elde edilecek orman toprağı yalnızca akasya tohumu ile karıştırılarak ve işçi gücüyle yamaçtan aşağıya doğru serpme yoluyla ekim yapılmalıdır. Serpme usulü ile ekim için 5 kg. tohum kullanılması gerekliliği ortaya konulmuştur.

### 3.7.4. Kazı fazlası malzeme alanı için açılan yolun zemin dökmesi

Kazı fazlası malzeme alanı için açılan 1.055,78 m<sup>2</sup> yolun 4 cm kalınlıkta andezit plaklarla dökme (30 cm x serbest boy) ile kaplanması yapılmalıdır.

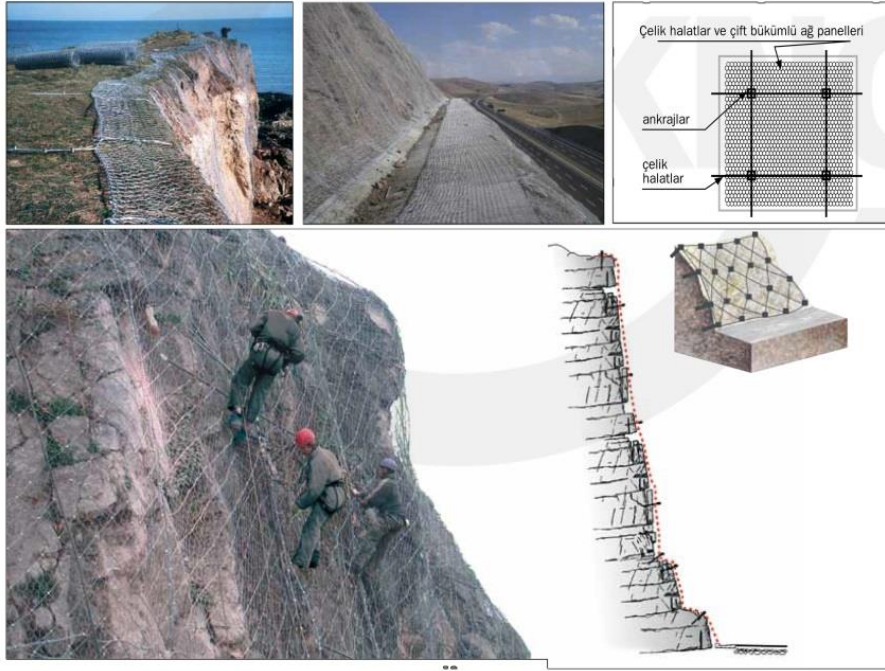
### Çizelge 3. Dikilecek fidan adedi

Tür	Latince adı	Yaşı	Aralık mesafe	Adet
Doğu Ladini	<i>Picea orientalis</i> L.	3+0 tüplü	3 x 3	507
Mürver	<i>Sambucus nigra</i> L.	3+0 tüplü	3 x 3	64
Süs üvezi	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	3+0 tüplü	3 x 3	64
<b>Toplam</b>				<b>635</b>

### 3.7.5. Peyzaj tasarım projesi

Peyzaj çalışma alanını, kazı fazlası malzeme alanına ulaşımı sağlayan ulaşım yolu ve çevresi için hazırlanmıştır. Öncelikle elde edilen, belge ve dokümanlardan yararlanılarak alanın mevcut durumu, sorunları ve sahip olduğu kaynak değerleri ortaya konulmuştur. Daha sonra Kabaçağlayan şelalesine ulaşım sağlayan yolun peyzaj tasarımının gerçekleştirilebilmesi için mevcut alt haritalar sayısallaştırılmıştır.

Arazi çalışmaları ile gözlem ve incelemelerle elde edilen veriler doğrultusunda bilgisayar ortamında AutoCAD, ArcGIS ve SketchUp programları yardımıyla tasarım çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Peyzaj onarım sahasından elde edilen veriler ve analiz sonucunda amaçlara uygun mekânsal peyzaj tasarım paftaları (1/100 ölçekli) plantasyon ve ölçülendirme ve detay paftaları (1/100 - 1/20 ölçekli) oluşturularak alanın gelecekteki kullanımına ilişkin ilkeler ve öneriler sunulmuştur. Peyzaj projesi ve perspektif paftalarından örnekler Şekil (15-16)'da sunulmuştur.



Şekil 14. Çelik ağlarla şev koruması yapılmasından görünüm (Anonim 2012)



Şekil 15. Peyzaj tasarım projesi



Şekil 16. Peyzaj tasarım projesi

#### 4. Sonuç

HES projelerinde çevresel sorunların başında gelen iki ana unsur olan, tesis aşamasında doğaya verilen zarar ile dereye bırakılması planlanan can suyu miktarları büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma kapsamında Giresun ili sınırlarında bulunan Kabaçağlayan Şelalesi örneğinde, benzer alanlar için biyolojik onarımda izlenmesi gereken yöntem aşamalarına yer verilmiştir. Ortaya konulan yöntem ile bundan sonraki uygulamaya yönelik olarak bir örnek olabilecektir. Yapılan proje ile toplam 14.627,81 m<sup>2</sup> alanın ıslah edilmesi planlanmıştır. Rehabilitasyon alanı içerisinde ağaçlandırma, çelik ağlarla şev koruması planlanmış ve onarım sahasının için peyzaj projesi çizilmiştir.

Peyzaj onarım çalışmaları sonrası doğanın kendini onarması çok uzun yıllar almaktadır. Bu kapsamda alanda seçilecek bitki türlerinin çeşitleri, dağılımları ve alana özgü bitki türleri seçimi bu süreci etkileyen en önemli konuların başında gelmektedir. Yapılan çalışmada onarım sahasının eski haline getirilmesi amacıyla alana özgü bitki türleri seçimi yapılmıştır. Alanın doğal vejetasyonu içerisinde olan ve rehabilitasyon projesinde temel bitki türü olarak seçilen ve tüplü fidan olarak uygulanacak olan doğu ladininin (*Picea orientalis*), doğal peyzaja tutanlamıyla uyumlu hale gelebilmesi için 8-10 yıllık bir sürece ihtiyaç duyulacaktır. Çelik ağlarla şev koruması yapılan ve orman toprağı ile yalancı akasya tohumunun karıştırılarak yüzeye serilmesi şeklinde planlanan alandaki rehabilitasyon çalışmasının başarısı ise; 2-3 yıllık bir dönem içerisinde kendini gösterecek ve peyzaja verilen tahribatın giderilmesi hedeflenmiştir.

Günümüzde yapılmakta olan enerji ve madencilik faaliyeteler sonrası onarım ve planlama çalışmalarında farklı meslek disiplinleri bir arada çalışmaktadır. Onarım plan ve uygulamaları çok disiplinli yaklaşımla yapılmalı, stabilizasyon için toprak mekanikçisi, toprak verimliliği için toprak bilimcisi, yüzey ve yeraltı suları için hidrojeolog, temel bilimler için ekolog ve alan kullanım planlaması için peyzaj mimarları katılmalıdır (Ulusoy ve Ayaşlıgil, 2012).

#### Kaynaklar

- Acar, E., Doğan, A., 2008. Türkiye'nin hidroelektrik enerji potansiyeli ve çevresel etkilerinin değerlendirilmesi. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 17-19 Aralık 2008, İstanbul, s. 675-682.
- Akpınar, N., Çelem, H., 2000. Madencilik sonrası peyzaj onarımında alan kullanım planlamasına yönelik bir yöntem: En yüksek değerler haritası yaklaşımı. Peyzaj Mimarlığı Kongresi, 19-21 Ekim 2000, Ankara, s. 383-391.
- Aksungur, M., Ak, O., Özdemir, A., 2011. Nehir Tipi Hidro. Santrallerinin Sucul Ekosisteme Etkisi: Trabzon Örneği, Journal of Fisheries Sciences, 5(1): 79-92.
- Anonim, 2011. Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2012. Kaya ve Taş Düşmesine Karşı Koruma Uygulamaları, Problemler ve Çözümler. Tekno Maccaferri Çevre Teknolojileri, Mühendislik San. ve Ticaret A.Ş. İstanbul, <http://www.tekno.com.tr/images/gnel/2622013121812843.pdf>, Erişim Tarihi: 16.08.2016

- Anonim, 2013. Giresun Orman Bölge Müdürlüğünün, Dereli Orman İşletme Şefliği, İkisu Orman İşletme Şefliği Amenajman haritaları, Giresun.
- Anonim, 2014a. Dereli Kaymakamlığı resmi web sayfası. <http://www.dereli.gov.tr/>. Erişim Tarihi: 15.08.2016
- Anonim, 2014b. Giresun İli, Alucra İlçesi, Çakrak Köyü, Yağhdere İlçesi, Akpınar Köyü, Çakrak Deresi Üzeri, Göktepe Regülatörü ve HES Projesi. TENET Enerji A.Ş.
- Demir, M., Güven, M., 2015. In the Context of Energy Policy on Turkey; Evaluation of Environmental Impact of Hydroelectric Power Plants (HPP). 16-19 September 2015, Florence, Italy, pp. 192-204
- Deniz, M., Şen, İ., 2011. AKFEN HES, Saraçbendi HES Erozyon Kontrolü ve Restorasyon Uygulama Projesi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Kocadağistan, M.E., Kırzioğlu, M.I., Kocadağistan, B., 2007. Kum Ocağı İşletmesinin Yeniden Doğaya Kazandırılması; Esendere Kum Ocağı Örneği, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1: 9-18.
- Özbey, D., 2005. Açık Ocak Madenciliği Sonrası Onarım Çalışmalarında Peyzaj Mimarlarının Rolü. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, 5-6 Mayıs 2005, Ankara, s. 69-72,
- Ulusoy, Y., Ayaşlıgil, T., 2012. Açık Maden Ocaklarının Rehabilitasyonu ve Doğaya Yeniden Kazandırılmasının "Şile-Avcıkoru" Örneğinde İrdelenmesi. Istanbul University Journal of the Faculty of Forestry, 62 (2): 21-36.
- Uzun, O., Yılmaz, O., 2009. Düzce Asarsuyu Havzası Peyzaj Değerlendirmesi ve Yönetim Modelinin Geliştirilmesi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 15(1):79- 87.
- Ürker, O., Çobanoğlu, N., 2012. Türkiye’de Hidroelektrik Santrallerin Durumu (HES) ve Çevre Politikaları Bağlamında Değerlendirilmesi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3(2):65-88.

## Kırsal turizm türlerinin belirlenmesinde bir araç: Ekosistem hizmetleri yaklaşımı

E. Seda Arslan Muhacir<sup>a,\*</sup>, İlkden Tazebay<sup>b</sup>

**Özet:** Ankara-Haymana İlçesi örneğinde gerçekleştirilen bu çalışmada ekosistem hizmetleri kırsal turizm türleri ile birlikte ele alınmıştır. Bu çalışmada amaçlanan ekosistem hizmetlerinin tanımlanması ve önceliklendirilmesi ile çalışma alanında ekosistem hizmetlerine dayalı en uygun kırsal turizm türünün belirlenmesidir. Bu amaçla analitik hiyerarşi süreci (AHS) ve Fuzzy set tekniklerinin birleşiminden oluşan bir model kullanılmıştır. Belirlenen ekosistem hizmetleri (gıda, tatlı su, biyokimyasal ve tıbbi ürünler, biyolojik hammadde, zararlı kontrolü, doğal afet kontrolü, polenleme, erozyon kontrolü, estetik değerler, rekreasyon ve eko turizm, bilgi sistemi, eğitim değeri) ile kırsal turizm türleri (tarımsal, termal ve kültürel turizm) ilişkilendirilerek ekosistem hizmetleri kapsamında en uygun kırsal turizm türü olarak termal turizm belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Ekosistem hizmetleri, Kırsal turizm, Analitik hiyerarşi süreci, Fuzzy set, Haymana

## A tool in determination of rural tourism alternatives: The ecosystem services approach

**Abstract:** This study is conducted in Ankara-Haymana County and based on linking ecosystem service benefits with rural tourism types. It aims to identify and prioritize ecosystem services and propose the suitable rural tourism type for the area by means of associating the benefits of these services with rural tourism types. For this purpose, the combination of Analytic Hierarchy Process (AHP) model and Fuzzy set technique is used. Selected ecosystem services -food, fresh water, biochemical natural medicines and pharmaceuticals, biological materials, pest regulation, natural hazard regulation, pollination, erosion regulation, aesthetic values, recreation and ecotourism, knowledge systems and educational values are associated with selected rural tourism options -agricultural, thermal and cultural tourism. Based on the findings, "thermal tourism" has been proposed as the most suitable tourism type for the study area under ecosystem services based decision support tools.

**Keywords:** Ecosystem services, Rural tourism, Analytic hierarchy process, Fuzzy set, Haymana

### 1. Giriş

Geleneksel turizm anlayışında yaşanan değişimler ve yeni arayışlar sonucu önem kazanan kırsal turizm, kırsal alanlarda gerçekleştirilen fiziksel, kültürel ve sosyal aktiviteler ile ilişkilidir. Kırsal alanlardaki ekolojik ve kültürel değerler potansiyeli üzerine kurgulanan kırsal turizm aktiviteleri rasyonel bir biçimde planlanmadıkları takdirde doğal ve kültürel değerlerin yanı sıra peyzajın özgün özelliklerinin kaybına neden olabileceğinden sürdürülebilirliği tehdit etmektedir. Ülkemizdeki kırsal alanların sürdürülebilir anlayışa uygun olarak kullanılması çevrenin kalitesine, çevrenin tüm kaynaklarından koruma-kullanma dengesinin sağlanarak yararlanılmasına ve turisti o yeri ziyaret etmeye motive eden tüm değerlerin devamlı bir süreç halinde korunmasına bağlıdır (Soykan, 2003). Bu kapsamda gerçekleştirilmesi düşünülen kırsal turizm faaliyetleri için ekosistem hizmetlerine dayalı planlama yaklaşımları oldukça önemlidir. Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı destekleyen bu yaklaşımların kırsal turizm aktivitelerinin planlanması sürecinde benimsenmesi kırsal peyzajın sunduğu doğal işlevler üzerindeki olumsuz baskıyı azaltacaktır.

Bu doğrultuda, kırsal turizm aktivitelerinin gerçekleştirildiği alanların ekosistem hizmetleri kapsamında

değerlendirilmesi, potansiyellerinin belirlenmesi ve her alanın potansiyeline yönelik aktivitelerin planlanması, bu alanların sürdürülebilirliğinin sağlanmasına destek olacaktır. Ayrıca ekosistem hizmetlerine dayalı planlama, yönetim ve tasarım çalışmalarında yenilikçi araçların uygulanması ekolojik süreçlerin sürdürülebilirliğini destekleyici bir rol üstlenecektir. Ekosistem hizmetlerine dayalı planlama yaklaşımlarıyla, insanın doğal kaynaklardan sağladığı ürün ve faydalar daha gerçekçi olarak belirlenebilir, ekosistem hizmetlerinin mekânsal dağılımları ve birbirleriyle ilişkileri irdelenerek koruma-kullanma dengesini sağlayan sürdürülebilir mekânsal yönetim yaklaşımları gerçekleştirilebilir (Tezer vd., 2015).

Çalışmanın konusu, kırsal turizm ve ekosistem hizmetleri ilişkisini kurmak ve bu doğrultuda ekosistem hizmetleri kapsamında en uygun kırsal turizm türünü belirlemektir. Bu çerçevede ekosistem hizmetleri ve kırsal turizm türleri AHS yoluyla ilişkilendirilerek her bir kırsal turizm türünün çalışma alanındaki ekosistem hizmetleri bağlamında uygunluk derecesi belirlenmiştir.

#### 1.1. Kavramsal çerçeve

Dünya Kaynakları Enstitüsü tarafından 2005 yılında yayımlanan Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi (MEA)

✉ <sup>a</sup> Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Artvin

<sup>b</sup> Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Ankara

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 11.05.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 14.11.2016



raporunda tanımlandığı biçimiyle ekosistem hizmetleri, ekosistemlerden elde edilen faydaları ifade etmektedir. Ekosistem hizmetleri kavramı daha çok ekosistem süreçleri ve biyoçeşitlilik konuları ile ilişkilendirilerek ele alınmış, yorumlanmış ve farklı şekillerde tanımlanmıştır. Ekosistem hizmetleri temel olarak “insan hayatının sürdürülebilmesi ve insan refahının sağlanabilmesi için ekosistemlerin sunduğu durumlar, süreçler, işlevler, faydalar ve ürünlerin tümü” olarak da tanımlanmaktadır (Albayrak, 2012). Ekosistemler pek çoğu toplumun sağlığı ve refahı için hayati önem taşıyan sayısız hizmet üretmektedirler (Comino vd., 2014). Ekosistemlerden elde edilen faydalar gıda, su, temiz hava, tıbbi hammadde, rekreasyon ve kültürel değerler gibi pek çok farklı şekilde ortaya çıkmakta, doğanın bu faydaları yeryüzündeki diğer canlılar gibi insanlar için de hayati önem taşımaktadır (Albayrak, 2012). Ekosistem hizmetleri konusunda literatürde yer alan çok sayıda çalışma ekosistem hizmetlerini ekolojik, ekonomik ve sosyal açıdan ele alan, tanımlayan ve sınıflandıran çalışmalardır (Costanza vd., 1997, Boyd ve Banzhaf, 2007, Daily vd., 2009, De Groot vd., 2010, Hermann vd., 2011, Logsdon, 2011, Kubiszewski ve Costanza, 2012.). Son yıllarda bilim dünyasında ekosistem hizmetleri konusuna verilen önem ve artan farkındalık sonucunda ekosistem hizmeti yaklaşımını geliştirmeye yönelik çalışmalar yayımlanmıştır. Ekosistem hizmetlerini tanımlama ve sınıflandırma konularında yapılan bu çalışmalarda MEA (2005)’de yer alan tanımlama ve sınıflandırmanın esas alındığı ve bu doğrultuda değerlendirmeler yapıldığı görülmektedir (Costanza vd., 1997, Boyd ve Banzhaf, 2007, Daily vd., 2009, Albayrak, 2012). MEA (2005)’de ekosistem hizmetleri dört başlık altında sınıflandırılmıştır. Bunlar tedarikçi, düzenleyici, kültürel ve destekleyici hizmetlerdir. Bu kapsamda bu

çalışmada da MEA (2005)’de yer alan sınıflandırma ve tanımlamalardan yararlanılmış, MEA (2005) raporunda yer aldığı biçimiyle destekleyici hizmetlerin doğrudan insan faaliyetlerini etkilememesi ya da değişmesine sebep olmaması nedeniyle değerlendirme kapsamına alınmamıştır (Çizelge 1).

Kırsal turizm, geleneksel kitle turizmine alternatif olarak ortaya çıkan, kırsal alanların sosyo-ekonomik olarak canlanması ve turizme bağlı sanayi sektörünün gelişmesine katkı sağlayan (Hernandez vd., 2016), yerel halk tarafından yerel kültür ve peyzaja bağlı olarak şekillendirilen, yönetilen ve geliştirilen bir turizm türü olarak tanımlanmaktadır (Aleksieva ve Stamov, 2005; Barkauskas vd., 2015). Bu kapsamda yapılan çalışmalarda; tarımsal turizm, yayla turizmi, avcılık, balıkçılık kültürel turizm, termal turizm, kuş gözlemciliği, macera tatilleri, kano ve rafting, dağcılık gibi turizm türleri kırsal turizm bağlamında değerlendirilmektedir.

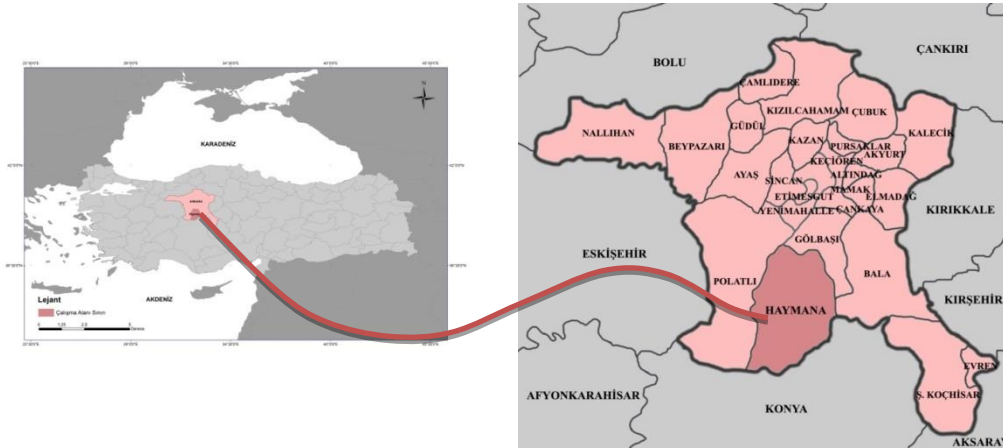
Bu çalışmada, çalışma alanının kültürel, termal ve tarımsal özellikleri göz önünde bulundurularak potansiyel turizm türleri olarak “kültürel”, “termal” ve “tarımsal” turizm türleri değerlendirmeye alınmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Çalışma alanı olarak belirlenen Haymana İlçesi, nüfus yoğunluğunun düşük, tarımın ekonomik faaliyetlerin temelini oluşturduğu Ankara İlinin güney ve güneydoğu kesimlerini kapsayan bölgede yer almaktadır (Şekil 1). Bölge genelinde yüksek oranda nüfus kaybı yaşanmaktadır. İlçenin, 2008-2015 yılları arasında nüfus değişim oranı % 22 ve 2015 yılı nüfusu 31.176 kişidir (AKA, 2015).

Çizelge 1. Ekosistem hizmetleri sınıflandırması (MEA, 2005)

Ekosistem hizmetleri ana grubu	Ekosistem hizmetleri
Tedarikçi	Gıda, tatlı su, lifli ürünler, biyolojik hammadde, genetik kaynaklar, biyokimyasal ve tıbbi ürünler, dekoratif kaynaklar
Düzenleyici	Hava kalitesi düzenleme, iklim düzenleme, su akışı kontrolü, erozyon kontrolü, su ve katı atık arıtma, salgın hastalık önleme, doğal afet kontrolü, zararlı kontrolü, polenleme
Kültürel	Kültürel çeşitlilik, manevi ve etik değerler, eğitim değeri, bilgi sistemi, estetik değerler, ilham, mekan hissi, sosyal değerler, kültürel miras değeri, rekreasyon ve ekoturizm



Şekil 1. Çalışma alanının konumu (Muhacir, 2014)

İlçede tarım ve hayvancılık faaliyetleri yoğun olarak gerçekleştirilmekte olup, halkın büyük çoğunluğu geçimini bu yolla sağlamaktadır. Ayrıca mevcut termal kaynaklar termal turizm faaliyetleri için potansiyel oluşturmaktadır. Uluslararası Şifalı Su Kaynakları Araştırma Merkezi'nin 30 ülkeyi kapsayan araştırmasına göre; Haymana Kaplıcaları nitelik bakımından dünyada ikinci sırada yer almaktadır (HB, 2016).

İlçe tarihte pek çok uygarlığa ev sahipliği yapması sebebiyle doğal, kültürel ve tarihi değerler açısından da zengin bir potansiyele sahiptir. Atatürk Evi ve Gavur Kalesi'nin yer aldığı Çalış Beldesi tarihi ve kültürel özellikler bakımından, Yenice ve Bumsuz beldeleri ve bunlara bağlı köyler ise yaylaların ve diğer alanlara nazaran farklı peyzaj görünümünün yer aldığı doğal özellikler bakımından zengindir.

Çalışma kapsamında ekosistem hizmetleri ile kırsal turizm türleri, Fuzzy Set ve Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) teknikleri ile anket yoluyla ilişkilendirilerek değerlendirilmiştir. Arazi örtüsü haritası (1/100000 ölçekli CORINE 2006), arazi çalışmasında elde edilen koordinatlar, Türkiye'deki Peyzaj Mimarlığı Bölümlerinde görev yapan ve çalışma alanı hakkında bilgi sahibi akademisyenlerden (15 kişi) oluşan uzman grup anketi sonuçları ana materyali oluşturmaktadır. Yüz yüze görüşme yoluyla gerçekleştirilen anket 2 bölümden oluşmaktadır. Bu kapsamda katılımcılardan öncelikle önem derecesine göre ekosistem hizmetlerini (tedarikçi, düzenleyici, kültürel) birbirleri ile daha sonra ise her bir ekosistem hizmet türünü çalışma alanı için belirlenmiş olan kırsal turizm türleri (tarımsal, termal, kültürel) ile karşılaştırmaları istenmiştir.

Çalışma dört temel aşamadan oluşmaktadır:

- Aşama 1: Ekolojik birimler ve potansiyel ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi
- Aşama 2: Öncelikli ekosistem hizmetleri ve kırsal turizm türlerinin belirlenmesi
- Aşama 3: Öncelik belirleme anketinin oluşturulması ve uygulanması
- Aşama 4: Öncelik belirleme anketine ilişkin hesaplamaların yapılması

AHS, 1970'lerin sonlarında Saaty tarafından geliştirilmiştir (Saaty 1990). AHS'nin karar vericiler tarafından tercih edilmesinin nedeni çok kriterli kararların alınmasında subjektif kriterleri dikkate alabilmesidir. Çok kriterli karar verme yaklaşımlarından olan AHS'de, nitel faktörler başlıca öneme sahiptir. Alternatiflerin ayrıntılı değerlendirmesinde nitel ve sayısal faktörleri birleştirebilen bir tekniktir. AHS çeşitli seviyelerde birbirinden bağımsız olan faktörlerin, içinde buldukları hiyerarşik yapıda değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Anık, 2007).

Saaty (1990) tarafından geliştirilen AHS'nin temel ilkeleri çerçevesinde şekillenen Fuzzy set tekniği, alan kullanım alternatiflerinin değerlendirilmesi ve seçiminde kullanılabilecek bir tekniktir. Fuzzy set fikri, AHS ile her faktörün göreceli değerinin alternatifler üzerindeki etkisine dayanmaktadır (Çizelge 2, Akpınar, 1995).

Analitik sıralama işlemlerine göre geliştirilmiş teknik, özellikleri bakımından bir grup olarak incelemeye alınacak kadar birbirine yakın ama eşit olmayan nesnelerin analiz edilmesine, irdelenmesine olanak tanır. Fuzzy set tekniği çoklu kriter tekniği olarak bilinir ve bu teknik incelenen her alternatifin toplam etkisinin hesaplanmasını ve alternatiflerin seçimine etki eden her faktörün göreceli değerinin analizini kolaylaştırır. Fuzzy set analizinin sonucu, alternatiflere toplamları 1 olacak şekilde önem ağırlıkları ortaya koyar ve ağırlığı en yüksek olan alternatifini önem ağırlıkları düşük olanlara göre üstün kılar (Akpınar, 1995).

Tekniğin uygulanması sırasında AHS'nin temel değerlendirme ölçeğine göre iki elemanın karşılaştırılmasında birinin diğerine göre önemi konusunda değerlendirme yapacak bir uzman ya da uzman grubuna ihtiyaç duyulur. Matrislerin oluşturulmasının ardından her fuzzy set elemanın göreceli ağırlığı, karşılıklı matris için temel özvektörün hesaplanmasıyla belirlenir (Akpınar, 1995).

### 3. Bulgular

#### 3.1. Ekolojik birimler ve potansiyel ekosistem hizmetleri

CORINE 2006 arazi örtüsü haritasında kodların belirttiği arazi sınıfları üzerinden yapılan değerlendirmede, aşağıdaki arazi örtüsü tipleri elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3'de belirtildiği şekilde düzenlenen CORINE 2006 arazi örtüsü haritasına göl, gölet ve sulama kanalları da işlenmiştir.

Haymana İlçesi'nin arazi örtüsü haritasına göre ekolojik birimlere ayrılmasında, MEA (2005) raporundaki ekolojik birimler ve sağladığı ekosistem hizmetlerinden yararlanılmıştır. Bu kapsamda arazi örtüsü-ekolojik birimler ilişkisi kurulmuş ve harita üzerinde gösterilmiştir. Çalışma alanı arazi örtüsüne göre dört başlık altında sınıflandırılarak ekolojik birimler tanımlanmıştır. Arazi örtüsü üzerinde yer alan kırsal yerleşim alanları ve yer altı kaynakları bir ekolojik birim olmaması sebebiyle tarım alanları kapsamında değerlendirilmiştir. Ayrıca arazi örtüsü haritasında yer alan göl, gölet ve sulama kanalları da birleştirilerek ekolojik birim haritasında iç sular olarak ele alınmıştır. Buna göre ekolojik birimler haritasında yer verilen ekolojik birimler "tarım alanları", "meralar", "yarı doğal alanlar" ve "iç sular"dır (Şekil 2).

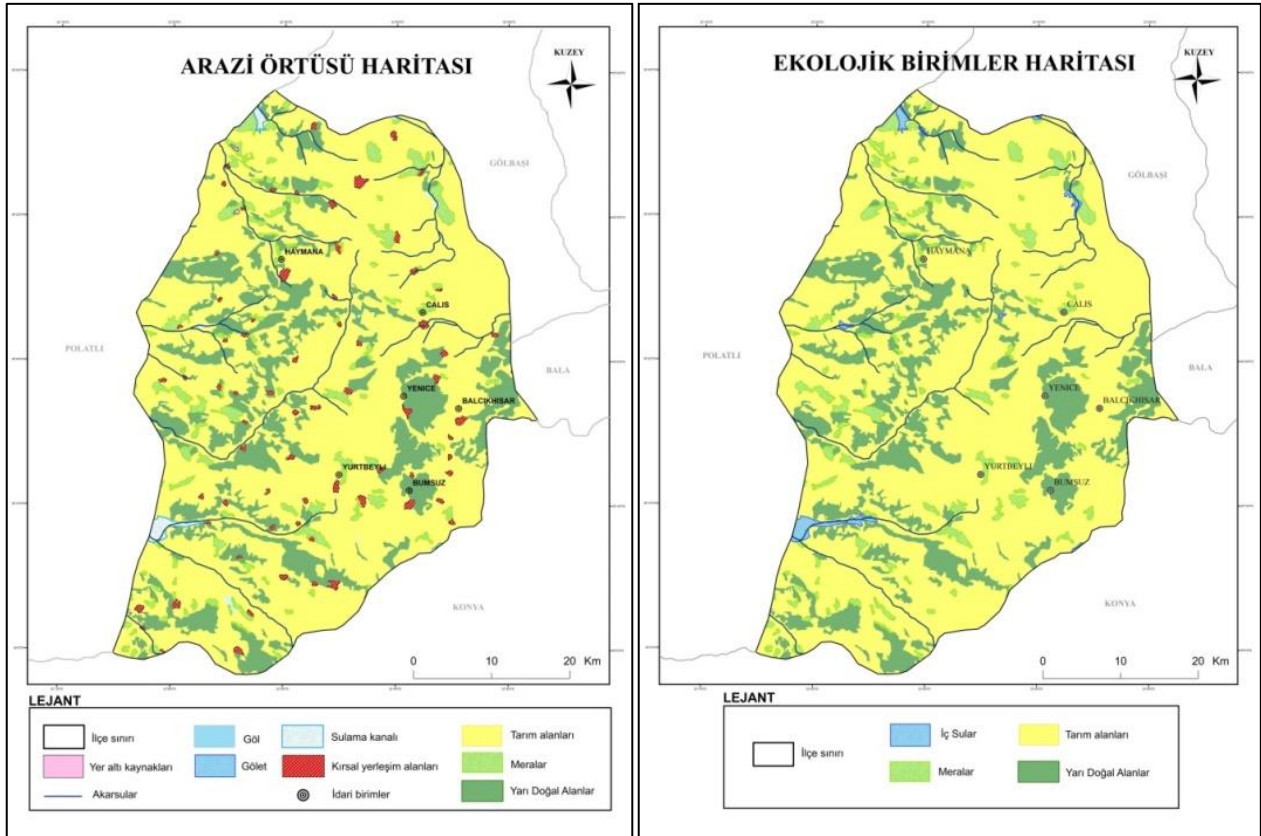
Çizelge 2. AHS temel değerlendirme ölçeği (Saaty, 1990)

Önem derecesi	Tanımı	Açıklaması
1	Eşit derecede önemli	1.ve 2.etken eşit derecede önemli
3	Zayıf derecede daha önemli	1.etken 2.etkene göre biraz daha önemli
5	Azımsanmayacak derecede daha önemli	1.etken 2.etkene göre fazla önemli
7	İspatlanmış derecede daha önemli	1.etken 2.etkene göre çok fazla önemli
9	Kesinlikle daha önemli	1.etken 2.etkene göre aşırı derecede önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler	1 ve 2.etken birbirine yakın değerlere sahip, ya da iki değer arasında uzlaşma var



Çizelge 3. Corine arazi örtüsü sınıflandırmasına göre arazi örtüsü tipleri

Corine arazi örtüsü sınıfı	Corine arazi kodu	Arazi örtüsü tipi
Maden çıkarım sahaları	131	Maden çıkarım sahaları
Meralar	231	Meralar
Kesikli kırsal yapı	1122	Kırsal yerleşim alanları
Doğal bitki örtüsü ile bulunan tarım alanları	243	
Sulanmayan ekilebilir alan	2111	
Sulanan alan	2121	Tarım alanları
Sulanmayan karışık tarım	2421	
Sürekli sulanan karışık tarım	2422	
Doğal çayırliklar	321	
Bitki değişim alanları	324	Yarı doğal alanlar
Seyrek bitki alanları	333	
Bataklıklar	411	
Su kütleleri	512	İç sular



Şekil 2. Arazi örtüsü ve ekolojik birimler (Muhacir, 2014)

### 3.2. Öncelikli ekosistem hizmetleri ve kırsal turizm türleri

Çalışma alanındaki öncelikli ekosistem hizmetlerini belirlemek için MEA 2005 raporundaki potansiyel ekosistem hizmetleri ele alınmış ve çalışma alanındaki ekolojik birimlerin bu hizmetlerin hangileri tarafından sağlandığı Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3'de gösterilen ve çalışma alanındaki ekolojik birimler tarafından sağlanan ekosistem hizmetleri aşağıdaki kriterlere göre değerlendirilerek öncelikli ekosistem hizmetleri belirlenmiştir. Kriterlerin belirlenmesinde Albayrak (2012) çalışması ve çalışma alanının sahip olduğu ekosistem hizmeti potansiyeli dikkate alınmıştır.

Kriter 1: Çalışma alanının tarımsal potansiyeli yüksek bir alan olması

Kriter 2: Ekolojik hizmetlerin en az 2 ekolojik birim tarafından sağlanıyor olması

Kriter 3: Belirlenen hizmetlerin değerlendirilmesi ile ilgili yeterli verinin mevcut olması

Kriter 4: Belirlenen hizmetlerin farklı ekosistem hizmet sınıflarını ifade etmesi (Tedarikçi, Düzenleyici, Kültürel gibi)

Kriter 5: Belirlenen hizmetlerin kırsal turizm faaliyetlerini destekleyici özellikleri sağlıyor olması

Buna göre her bir ES ana grubu kapsamında belirlenen öncelikli ekosistem hizmetleri aşağıdaki gibidir:

Tedarikçi: Gıda, tatlı su, biyolojik hammadde, biyokimyasal ve tıbbi ürünler

Düzenleyici: Zararlı kontrolü, doğal afet kontrolü, polenleme, erozyon kontrolü

Kültürel: Estetik değerler, rekreasyon ve eko turizm, bilgi sistemi, eğitim değeri

Çizelge 4. Ekolojik birimler tarafından sağlanan potansiyel ekosistem hizmetleri (MEA, 2005)

Ekolojik birimler	Potansiyel ekosistem servisleri	Ekolojik birimler	Potansiyel ekosistem servisleri
Tarım alanları	Gıda	Meralar	Gıda
	Tatlı su		Genetik kaynaklar
	Biyolojik hammadde		Biyokimyasal ve tıbbi ürünler
	Lifli ürünler		Su akışı kontrolü
	Biyokimyasal ve tıbbi ürünler		Erozyon kontrolü
	Zararlı kontrolü		Polenleme
	Polenleme		Toprak formasyonu
	Besin döngüsü		Besin döngüsü
	Fotosentez		Su döngüsü
	Bilgi sistemi		Fotosentez
	Estetik değerler		Bilgi sistemi
	Eğitim değeri		Estetik değerler
	Kültürel miras değeri		Eğitim değeri
	Rekreasyon ve ekoturizm		İlham
Yarı doğal alanlar	Gıda	İç sular	Gıda
	Biyolojik hammadde		Tatlı su
	Dekoratif kaynaklar		Hava kalitesi düzenleme
	Biyokimyasal ve tıbbi ürünler		İklim düzenleme
	Su akışı kontrolü		Su akışı kontrolü
	Erozyon kontrolü		Salgın hastalık önleme
	Zararlı kontrolü		Doğal afet kontrolü
	Doğal afet kontrolü		Besin döngüsü
	Estetik değerler		Estetik değerler
	Mekan hissi		Eğitim değeri
	Sosyal ilişkiler		Rekreasyon ve ekoturizm
	Manevi ve etik değerler		
	Rekreasyon ve ekoturizm		

Çalışma alanındaki potansiyel kırsal turizm türlerinin belirlenmesinde ise Türkiye Turizm Stratejisi 2023, Eylem Planı 2007-2013 (KTB, 2007) ve çalışma alanındaki turizm kaynakları dikkate alınmıştır. Kırsal turizm türlerinin belirlenmesinde;

- Türkiye Turizm Stratejisi 2023 ve Eylem Planı 2007-2013'de çalışma alanının da içinde bulunduğu bölgenin Frigya Termal ve Kültür Turizmi Gelişim Bölgesi olarak ilan edilmesi,
- Çalışma alanında tarım faaliyetlerinin yoğun olarak yapılması,
- Çalışma alanının pek çok uygarlığa ait izler taşıması ve çalışma alanında kültürel yapıların yer alması dikkate alınmıştır.

Bu kapsamda aşağıdaki kırsal turizm türleri (KTT) belirlenmiştir.

- KTT1: Tarımsal Turizm
- KTT2: Termal Turizm
- KTT3: Kültürel Turizm

### 3.3. Öncelik belirleme anketi

Anket, kırsal turizm türlerinin önceliklerini belirlemek amacı ile uygulanmıştır. Bu amaçla, çalışma alanındaki öncelikli ekosistem hizmetlerine ilişkin veriler, kırsal turizm türleri ile Fuzzy set tekniğine uygun olarak hiyerarşik şekilde gruplandırılmıştır (Şekil 3).

Şekil 3'deki hiyerarşik modele göre hazırlanan öncelik belirleme anketi belirlenen uzman gruba uygulanmıştır. Anket kapsamında uzmanlar tedarikçi, düzenleyici ve kültürel hizmetler ve belirlenen kırsal turizm alternatifleri dahil olmak üzere toplam 54 adet karşılaştırmalı soruya cevap vermişlerdir.

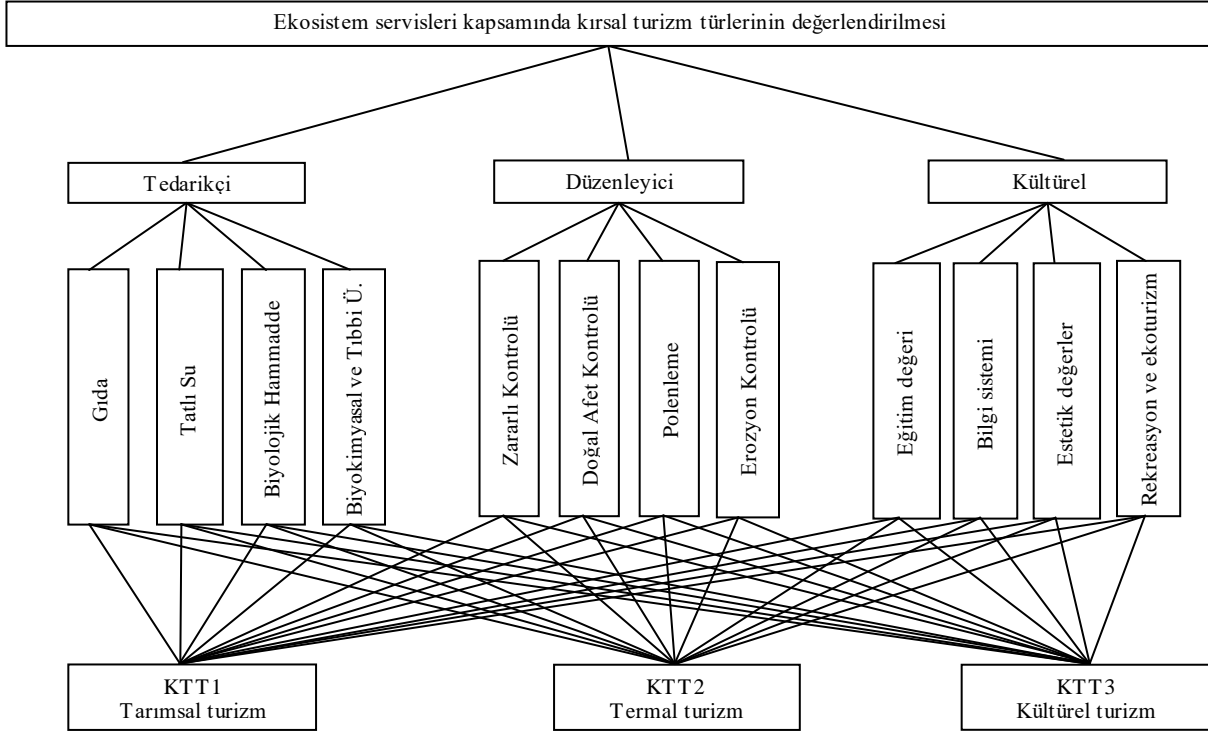
Örneğin tedarikçi hizmetler için yapılan değerlendirilmede;

- Ekosistem hizmetleri karşılaştırılmıştır.
- Tedarikçi hizmetler karşılaştırılmıştır.
- Tedarikçi hizmetlerin her biri için kırsal turizm türleri karşılaştırılmıştır.
- Tedarikçi hizmetlerin tümü için kırsal turizm türleri karşılaştırılmıştır.

Yukarıda tedarikçi hizmetler için izlenen sıralama, benzer şekilde düzenleyici ve kültürel hizmetler için de uygulanmıştır.

### 3.4. Öncelik belirleme anketi hesaplamaları

Ekosistem hizmetlerinin AHS kullanılarak değerlendirilmesinde öncelikle ekosistem hizmetleri karşılaştırılmıştır. Aşağıda, karşılaştırılması yapılan tedarikçi (T), düzenleyici (D) ve kültürel hizmetlerden (K) her birinin bir ekosistem hizmet tipini ifade etmesi nedeniyle önemi eşit olarak kabul edilmiştir (Çizelge 5).



Şekil 3. Çalışma alanında kırsal turizm türleri ve değerlendirme faktörlerine ilişkin Fuzzy set modeli (Muhacir, 2014)

Çizelge 5. Ekosistem hizmetlerinin birbirlerine göre ağırlıkları

	T	D	K
Tedarikçi hizmetler	1	1	1
Düzenleyici hizmetler	1	1	1
Kültürel hizmetler	1	1	1

$$\mu_{ES} = \begin{bmatrix} 0.3333 \\ 0.3333 \\ 0.3333 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \hat{U}_{max} = 3 \\ CI = 0 \\ CR = 0 \end{array}$$

$\mu$ : Temel özvektör,  $\hat{U}_{max}$ : Maximum özdeğer, CI: Matrisin uyumluluğu, CR: Uyumluluk oranı

Her bir ekosistem hizmet tipinin eşit olarak kabul edilmesinin ardından tedarikçi, düzenleyici ve kültürel hizmetler karşılaştırılmıştır (Çizelge 6, 7 ve 8).

Tedarikçi hizmetlerden gıda (T1), tath su (T2), biyolojik hammadde (T3) ve biyokimyasal ve tıbbi ürünler (T4) birbirleri ile karşılaştırılmış ve aşağıdaki değerler elde edilmiştir. Buna göre, T1 satırı ile T2 sütununun keşitirilmesinden T1'in T2'ye göre ağırlığı 4.6930 olarak bulunmaktadır.

Çizelge 6. Tedarikçi hizmetlerin birbirlerine göre ağırlıkları

	T1	T2	T3	T4
T1	1.0000	4.6930	2.4910	1.7750
T2	0.2131	1.0000	1.1500	0.2190
T3	0.4014	0.8696	1.0000	1.3340
T4	0.5634	4.5662	0.7496	1.0000

T1:Gıda, T2:Tath su, T3: Biyolojik hammadde, T4:Biyo kimyasal ve tıbbi ürünler

$$\mu_T = \begin{bmatrix} 0.4362 \\ 0.1100 \\ 0.1876 \\ 0.2662 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \hat{U}_{max} = 4.3371 \\ CI = 0.1124 \\ CR = 0.1249 \end{array}$$

Tedarikçi hizmetlerin karşılaştırılmasının ardından, belirlenen her bir kırsal turizm türü de tedarikçi hizmetlerin tümüyle ayrı ayrı karşılaştırılarak uygunlukları belirlenmiştir. Tedarikçi hizmetlerin tümünün karşılaştırılması sonucu, hangi kırsal turizm türünün en uygun olduğu ortaya çıkmıştır. Aşağıda T1, T2, T3 ve T4 hizmetlerinin altında yazan değerler, her bir tedarikçi hizmetin kırsal turizm türleri ile karşılaştırılmasından elde edilen  $\mu$  değerleridir. Bu değerler yan yana yazılarak, tedarikçi hizmetlerin birbirleri ile karşılaştırılmasından edilen özvektör ile ayrı ayrı çarpılıp, karşılıklı toplanarak kırsal turizm türlerinin uygunluk değeri belirlenmiştir. Aynı işlemler düzenleyici ve kültürel hizmetler için de ayrı ayrı tekrarlanmıştır.

$$\begin{bmatrix} 0.2856 & 0.5113 & 0.1482 & 0.4099 \\ 0.5384 & 0.3089 & 0.6418 & 0.3410 \\ 0.1760 & 0.1798 & 0.2101 & 0.2491 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 0.4362 \\ 0.1100 \\ 0.1876 \\ 0.2662 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3177 \text{ (KTT1)} \\ \mathbf{0.4800 \text{ (KTT2)}} \\ 0.2023 \text{ (KTT3)} \end{bmatrix}$$

Tedarikçi hizmetlerin tümü dikkate alındığında uygunluk sıralaması; 0,4800 değeri ile termal turizm (KTT2) ve 0,3177 değeri ile tarımsal turizm (KTT1)'dir.

Çizelge 7. Düzenleyici hizmetlerin birbirlerine göre ağırlıkları

	D1	D2	D3	D4
D1	1.0000	3.8360	3.5360	3.3740
D2	0.2607	1.0000	1.8470	2.6870
D3	0.2828	0.5414	1.0000	2.3890
D4	0.2964	0.3722	0.4186	1.0000

D1:Zararlı kontrolü, D2:Doğal afet kontrolü, D3: Polenleme, D4:Erozyon kontrolü

$$\mu_D = \begin{bmatrix} 0.5338 \\ 0.2149 \\ 0.1558 \\ 0.0954 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \ddot{U}_{\max} = 4.1794 \\ CI = 0.0598 \\ CR = 0.0665 \end{array}$$

D1	D2	D3	D4	Özvektör	Türler
0.2448	0.4836	0.1518	0.3727	* $\begin{bmatrix} 0.5338 \\ 0.2149 \\ 0.1558 \\ 0.0954 \end{bmatrix}$	= $\begin{bmatrix} 0.2939 \text{ (KTT1)} \\ \mathbf{0.4670 \text{ (KTT2)} \\ 0.2391 \text{ (KTT3)} \end{bmatrix}$
0.4801	0.3678	0.5788	0.4346		
0.2751	0.1486	0.2694	0.1927		

Düzenleyici hizmetlerin tümü dikkate alındığında uygunluk sıralaması; 0,4670 değeri ile termal turizm (KTT2) ve 0,2939 değeri ile tarımsal turizm (KTT1) dir.

Çizelge 8. Kültürel hizmetlerin birbirlerine göre ağırlıkları

	K1	K2	K3	K4
K1	1.0000	3.9280	3.1340	3.7960
K2	0.2546	1.0000	2.7160	4.3130
K3	0.3191	0.3682	1.0000	2.9840
K4	0.2634	0.2319	0.3351	1.0000

K1:Eğitim değeri, K2:Bilgi sistemi, K3:Estetik değerler, K4:Rekreasyon ve eko turizm

$$\mu_K = \begin{bmatrix} 0.5247 \\ 0.2557 \\ 0.1455 \\ 0.0742 \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \ddot{U}_{\max} = 4.3195 \\ CI = 0.1065 \\ CR = 0.1183 \end{array}$$

K1	K2	K3	K4	Özvektör	Türler
0.3955	0.4957	0.3931	0.6414	* $\begin{bmatrix} 0.5247 \\ 0.2557 \\ 0.1455 \\ 0.0742 \end{bmatrix}$	= $\begin{bmatrix} 0.4390 \text{ (KTT1)} \\ \mathbf{0.4700 \text{ (KTT2)} \\ 0.0910 \text{ (KTT3)} \end{bmatrix}$
0.5091	0.4145	0.5224	0.2814		
0.0954	0.0898	0.0845	0.0772		

Kültürel hizmetlerin tümü dikkate alındığında uygunluk sıralaması; 0,4700 değeri ile termal turizm (KTT2) ve 0,4390 değeri ile tarımsal turizm (KTT1) dir.

Ekosistem hizmetlerinin tümünün karşılaştırılması sonucunda ise hangi kırsal turizm türünün çalışma alanı için en uygun olduğu ortaya çıkmıştır.

T	D	K	Özvektör	Türler
0.3177	0.2939	0.4390	* $\begin{bmatrix} 0.3333 \\ 0.3333 \\ 0.3333 \end{bmatrix}$	= $\begin{bmatrix} 0.3500 \text{ (KTT1)} \\ \mathbf{0.4721 \text{ (KTT2)} \\ 0.1773 \text{ (KTT3)} \end{bmatrix}$
0.4800	0.4670	0.4700		
0.2023	0.2391	0.0910		

T: Tedarikçi hizmetler, D: Düzenleyici hizmetler, K: Kültürel hizmetler  
KTT1: Tarımsal Turizm, KTT2: Termal Turizm, KTT3: Kültürel Turizm

Ekosistem hizmetlerinin tümü dikkate alındığında en uygun kırsal turizm türü, 0,4721 değeri ile termal turizm (KTT2)'dir. Termal turizmi 0,3500 değeri ile tarımsal turizm (KTT1) izlemektedir. Oluşturulan matrislerdeki katsayıların tutarlı oluşu sonuçların güvenilirliğini kanıtlamaktadır.

#### 4. Değerlendirme ve sonuç

Çalışma kapsamında kırsal turizm ile ekosistem hizmetleri ilişkisi kurularak, bu ilişkiye yönelik öneri bir model geliştirilmiş ve çalışma alanı için belirlenen kırsal turizm türleri, ekosistem hizmetleri kapsamında değerlendirilerek en uygun kırsal turizm türü belirlenmiştir.

Termal turizmin en uygun tür olarak belirlenmesi Haymana İlçesi'nde ekosistem hizmetlerinden elde edilen faydaların dolaylı faydalar olduğunu göstermektedir. Öyle ki AHS ile öncelik belirleme anket çalışması sonuçları incelendiğinde rekreasyon ve ekoturizm hizmeti için tarımsal turizm uygun tür olarak belirlenirken, gıda hizmeti içinse termal turizmin en uygun tür olduğu görülmektedir.

Ayrıca tedarikçi, düzenleyici ve kültürel hizmetlerin her biri ayrı ayrı kırsal turizm türleri ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuçlar, gerçekleştirilecek olan kırsal turizm faaliyetlerinin her biri için hangi hizmetler üzerinde baskı kurulacağını, ya da hangi hizmetlerin en çok bu faaliyetleri destekleyeceği konusunda bilgi vermektedir. Örneğin, termal turizm faaliyetlerini gıda, biyolojik hammadde, zararlı kontrolü, polenleme, erozyon kontrolü, eğitim değeri ve estetik değer hizmetleri desteklerken, tarımsal turizm faaliyetlerini tatlı su, biyokimyasal ve tıbbi ürünler, doğal afet kontrolü, bilgi sistemi ve rekreasyon ve ekoturizm hizmetleri desteklemektedir. Her bir ekolojik birimden birden fazla ekosistem hizmeti üretme potansiyeli olduğu gerçeğiyle, çalışma alanında ekosistem hizmetlerinin büyük çoğunluğunun her bir ekolojik birim tarafından üretildiği görülmektedir. Çalışma alanının nüfus yoğunluğu olmayan kırsal bir alan olması sebebiyle olası termal ve tarımsal turizm faaliyetleri kapsamında ekosistem hizmetleri üzerinde sürdürülebilirliğe yönelik olumsuz bir etkinin oluşacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışma alanında ulaşımdan kaynaklı kirlilik sorunlarının olmaması ve bununla beraber alanda ekolojik birimlerin ekosistem hizmeti üretme potansiyelini kısıtlayacak endüstri kuruluşunun bulunmaması tarımsal ve termal turizm faaliyetlerini kısıtlayabilecek etkilerin minimum düzeylerde olacağını belirgin göstergeleri arasındadır. Bu durum seçilen çalışma alanı ile ilişkili olup, her alan için farklı sonuçlar elde edilebileceği unutulmamalıdır.

Elde edilen sonuçlara göre ekosistem hizmetleri dikkate alındığında kültürel turizm faaliyetlerinin uygunluğu konusunda fikir birliğine varılamamıştır. Bu da Haymana İlçesi'ndeki kültürel turizm faaliyetleri için ekosistem hizmetlerinin doğrudan bir etkisinin bulunmadığını göstermektedir.

Ekosistem hizmetleri kapsamında en uygun kırsal turizm türü olarak belirlenen termal turizmin, Haymana İlçesi'nde gerçekleştirilebilecek diğer turizm türleri ile desteklenmesi, turistlerin Haymana'da geçirdiği zamanı nitelikli hale getirerek, faaliyetlerin sürdürülebilirliğine katkı sağlayacak ve yakın çevredeki diğer kültürel ve doğal değerlerle de ilişki kurulmasına yardımcı olacaktır. Ayrıca tek bir turizm türüne dayalı faaliyetlerin yer aldığı alanlarda ekosistemler üzerindeki baskının giderek artacağı, bunun da ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğine zarar vereceğinin unutulmaması gerekmektedir.

## Teşekkür

Bu makale, Prof. Dr. İlkden Tazebay danışmanlığında E. Seda Arslan Muhacir tarafından Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde hazırlanan "Ekosistem Servisleri Kapsamında Kırsal Turizm Alternatiflerinin Değerlendirilmesi: Ankara-Haymana İlçesi Örneği" başlıklı doktora tez çalışması esas alınarak hazırlanmıştır.

## Kaynaklar

- AKA, 2015. İstatistiklerle Ankara 2015. Ankara Kalkınma Ajansı, 240, Ankara.
- Akpınar, N., 1995. Madencilik Sonrası Alan Kullanım Alternatiflerinin Değerlendirilmesinde Fuzzy Set Tekniğinden Yararlanma Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 38, Ankara.
- Albayrak, İ., 2012. Ekosistem servislerine dayalı havza yönetim modelinin İstanbul- Ömerli havzası örneğinde uygulanabilirliği. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aleksieva, J., Stamov, St., 2005. Specialized Tourism Types. Rural tourism. Part II. Publishing, House Kota, Stara Zagora.
- Anık, Z., 2007. Nesne yönelimli yazılım dillerinin analitik hiyerarşi ve analitik network prosesi ile karşılaştırılması ve değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Barkauskas, V., Barkauskine, K., Jasinskas, E., 2015. Analysis of macro environmental factors influencing the development of rural tourism: Lithuanian case. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 213: 167-172.
- Boyd, J., Banzhaf, S., 2007. What are ecosystem services? They need for standardized environmental accounting units. Journal of Ecological Economics, 63: 616-626.
- Costanza, R., Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hanhoun, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., 1997. The value of the world ecosystem services and natural capital. Nature, 387: 253-260.
- Comino, E., Bottero, M., Pomarico, S., Rosso, M., 2014. Exploring the environmental value of ecosystem services for a riverbasin through a spatial multicriteria analysis. Land Use Policy, 36: 381-395.
- Daily, G.C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P.M., Mooney, H.A., Pejchar, L., Ricketts, T.H., Salzman, J., Shallenberger, R., 2009. Ecosystem services in decision making: Time to deliver. Journal of Frontiers in Ecology and the Environment, 7: 21-28.
- De Groot, R.S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemen, L., 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. Ecological Complexity, 7(3): 260-272.
- HB, 2016. Haymana Belediyesi Web Sitesi, Haymana, www.haymana.bel.tr, Erişim:25.04.2016.
- Hermann, A., Schleifer, S., Wrbka, T., 2011. The concept of ecosystem services regarding landscape research: A review. Living Reviews in Landscape Research, 5:1.
- Hernandez, J.M., Suarez-Vega, R., Santana-Jimenez, Y., 2016. The inter-relationship between rural and mass tourism: The case of Catalonia, Spain. Tourism Management, 54: 43-57.
- Kubisewski, I., Costanza, R., 2012. Sürdürülebilir Refah İçin Ekosistem Hizmetleri. Worldwatch Enstitüsü Dünyanın Durumu 2012. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, 303-312, İstanbul.
- KTB, 2007. Türkiye Turizm Stratejisi 2023 Eylem Planı 2007-2013. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Logsdon, R.A., 2011. Development of a quantification method for ecosystem services. Master thesis, Purdue University, Department of Engineering, India.
- MEA, 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, DC.
- Muhacir, E.S.A., 2014. Ekosistem servisleri kapsamında kırsal turizm alternatiflerinin değerlendirilmesi: Ankara-Haymana ilçesi örneği. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Saaty, T.L., 1990. How to make a decision: The analytic hierarchy process. European Journal of Operational Research, 48: 9-26.
- Soykan, F., 2003. Kırsal turizm ve Türkiye turizmi için önemi. Ege Coğrafya Dergisi, 12: 1-11.
- Tezer, A., Çetin, N.İ., Onur, A.C., Mentеше, E.Y., Albayrak, İ., Cengiz, E.C., 2015. TR10/14/DFD/0039 No'lu Ömerli Havzası'nda Ekosistem Hizmetlerine Dayalı Bütünleşik Havza Yönetim Planının Geliştirilmesi Projesi araştırma raporu. 157 s., İstanbul.

## Veri zarflama analizinin ormancılıkta kullanımı

Mahmut M. Bayramoğlu<sup>a,\*</sup>, Devlet Toksoy<sup>a</sup>

**Özet:** Devlet orman işletmeleri, ormancılık faaliyetlerinin en yoğun gerçekleştiği ekonomik birimlerdir. Devlet orman işletmelerinin varlıklarını gerçek anlamda devam ettirebilmeleri ancak sahip oldukları üretim araçlarını etkin kullanabilmeleriyle mümkündür. Bu noktada etkinlik kavramı ve ölçümü ön plana çıkmaktadır. Veri zarflama analizi, son yıllarda özellikle kar amacı gütmeyen kamu kurumlarının etkinlik düzeylerini ölçme ve kullanımı artan, parametrik olmayan doğrusal tabanlı bir yöntemdir. Bu yöntem, birimleri birbirinden farklı birçok değişkenin aynı anda kullanımına izin vermesinin yanında, analize sokulan birimlerin birbirleriyle karşılaştırılmalarına da imkan vermektedir. Bundan dolayı, devlet orman işletmelerinin etkinlik düzeylerinin belirlenmesinde veri zarflama analizinin kullanımı, karar vericilere uygulamada ve yorumlamada kolaylıklar sağlayacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Veri zarflama analizi, Etkinlik, Devlet orman işletmesi

## Uses of data envelopment analysis in forestry

**Abstract:** In Turkey, State Forest Enterprises are accepted as the most intensive economic units for forestry activities. The sustainability of state forest enterprises can be obtained by efficient usage of their resources. Recently, Data Envelopment Analysis is based on the non-parametric linear method, which provides the efficiency level for the public institute without any profit purpose. This method allows to use many different variables in the same time, in addition, it can enable to be compared with each other. Because of this fact, especially the determination of the efficiency levels of state forest enterprises will provide easy way for decision makers in application and assessment process though Data Envelopment Analysis in Turkey.

**Keywords:** Data envelopment analysis, Efficiency, State forest enterprise

### 1. Giriş

Yeryüzündeki kaynakların hızla tükendiği günümüzde, ülkeler ihtiyaçlarının mümkün olan en üst düzeyde karşılanabilmesi için ciddi kararlar almak zorundadırlar. Üretim olanaklarının ülke sınırlarıyla kısıtlı olacağı değerlendirildiğinde, mevcut kıt kaynakların kullanım şekilleri hayati önemi taşımaktadır. Üretim faaliyetlerinin en uygun şekilde yapılıp yapılmadığı ise, mikro ve makroekonomi açısından günümüz dünyasının en önemli sorunu durumundadır (Demirci, 2012). Bununla birlikte gittikçe karmaşıklaşan üretim süreçleri ve her geçen gün daha da artan rekabet baskısı, işletmelerin başarılı olmasını, rakiplerine karşı avantaj elde etmesini ve uzun dönemde de bu avantajlarını korumasını zorunlu kılmaktadır. İşletmelerin rekabet avantajı sağlamaları, bilgi birikimlerine göre verecekleri kararlara bağlıdır. Bu durum, işletmelerin karar verebilmesine yönelik bilgiye olan ihtiyacı arttırmaktadır (Şafak, 2009). Bu ihtiyaç da, modern işletmecilik anlayışının özünü oluşturan verimlilik ve etkinliğin ölçümü konusunu ön plana çıkarmaktadır (Yeni, 2012). Etkinlik ve verimlilik çoğunlukla kavramları birbirleriyle eş anlamlı kullanılmaktadır. Verimlilik daha çok teknik bir durumu vurgulamaktadır. Etkinlik ise, işletmelerin sahip oldukları kaynak potansiyeli ile işletmeler tarafından kullanılan bölümü arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Ancak verimlilik, kaynakların kullanımı ile

elde edilen çıktı arasındaki ilişkiyi değerlendirmektedir (Yükçü ve Atağan, 2009). Verimlilik tanımlayıcı, etkinlik ise kuralcı bir kavramdır. Etkinliğin nasıl hesaplanacağına kuralları, yol ve yöntemleri bellidir (Subhash, 2004). Genel anlamda etkinlik, bir işletmenin veya örgütün tanımlanmış amaçlarına ve stratejik hedeflerine ulaşmak amacıyla gerçekleştirdikleri faaliyetlerin sonucunda, bu amaç ve hedeflere ulaşma derecesini belirleyen bir performans boyutudur. Etkinlik hedeflerin ne ölçüde başarılı olduğunu ve bir faaliyetin planlanan etkisi ile gerçekleşen etkisi arasındaki ilişkiyi göstermektedir (Arslan, 2002). Kavramsal açıdan etkinlik birçok alanda kullanılmaktadır. Buna göre ekonomik etkinlik; kaynakların veya malların bir kısmının yeniden dağılımı ile kendi değer yargıları içerisinde diğer kişileri daha kötü konuma getirmeden, insanların bir kısmını veya tamamını, yine kendi değer yargıları içerisinde, daha iyi konuma getirme imkanının olmadığı bir durum olarak tanımlanmaktadır (Yaylalı, 2004). Teknik etkinlik ise; bir karar birimi, herhangi bir çıktıyı artırmak için en azından başka bir çıktıyı azaltmak veya girdiyi artırmak; herhangi bir girdiyi azaltmak için de en azından başka bir girdiyi artırmak veya çıktıyı azaltmak zorunda kalıyorsa, teknik olarak etkindir şeklinde tanımlanmaktadır (Koopmans, 1951). Her iki tanımda incelendiğinde konunun Pareto optimalite çerçevesinde düşünüldüğünü görülmektedir. Bu kapsamda Koopmans'ın ekonomi literatürüne kazandırdığı etkinlik kavramı, Pareto-Koopmans teknik etkinliği olarak

✉ <sup>a</sup> KTÜ Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 06.12.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.02.2017



**Citation** (Atf): Bayramoğlu, M.M., Toksoy, D., 2017. Veri zarflama analizinin ormancılıkta kullanımı. Turkish Journal of Forestry, 18(1): 82-93.

DOI: [10.18182/tjf.273413](https://doi.org/10.18182/tjf.273413)

adlandırılmıştır (Subhash, 2004). Etkinlik ölçümde iki ampirik yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan biri parametrik yaklaşımdır. Bu yaklaşımda üretim fonksiyonunun şeklinin istatistiksel olarak hem biliniyor hem de tahmin edilebiliyor olduğu kabul edilmektedir. Parametrik olmayan yaklaşımda ise hiçbir üretim fonksiyonunun şekli varsayım olarak ele alınmaz. Bunun yerine daha iyi bir pratik fonksiyon, gözlenen girdi ve çıktılardan ampirik olarak oluşturulmaktadır (Zeydan, 2005). Veri Zarflama Analizi (VZA) kamu kuruluşlarının, yani kar amacı gütmeyen işletmelerin performansını ölçebilmek için geliştirilmiş olan doğrusal programlama tabanlı ve parametrik olmayan bir yöntemdir. VZA, birbirinden farklı ölçülerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktı değerlerinin karşılaştırılmasının güç olduğu durumlarda karar verme birimlerinin (KVB) görelî performanslarını oluşturarak en uygun kararın alınmasına yardımcı olan bir analizdir (Charnes vd.,1989). Analizin temelinde benzer türden KVB'nin üretim etkinliklerinin değerlendirilmesi yer alır. Analiz konu olacak KVB'nin aynı hedefe yönelik benzer işlevler görmesi, aynı pazar şartlarında çalışması ve gruptaki bütün birimlerin verimliliklerini nitelendiren etmenlerin, yoğunluk ve büyüklüklerindeki farklılıklar hariç, aynı olması şartları aramaktadır (Karsak ve İşcan, 2000).

Bu çalışmada, son yıllarda özellikle kamu sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin performanslarını ölçmede kullanılan veri zarflama analizinin ormancılık alanında kullanımı irdelenmiştir. Bu kapsamda literatürde yer alan çalışmalar detaylı bir şekilde incelenerek Türkiye ormancılığında bu yöntemin kullanılabilirliği ortaya konulmuştur.

## 2. Etkinlik ölçümü

Ekonomik anlamda kaynakların sınırlı olduğu günümüzde etkinlik ve verimlilik gibi konular önemini her zaman korumuş ve korumaya devam etmektedir. Özellikle günümüzde var olan rekabet, firmaları kaynaklarını optimal, başka bir ifade ile en etkin şekilde kullanmaya itmektedir. Dönemsel olarak firma yöneticileri firmanın hedeflenen planlarından sapmaları belirlemek, rakiplerine karşı piyasadaki konumunu görmek amacı ile ölçümlere ve değerlendirmelere ihtiyaç duymaktadırlar (Yalama ve Sayim, 2008). Etkinlik ölçümü yardımıyla, incelenen firma ya da işletmelerin, girdilerinin çıktılara dönüştürme sürecinde ortaya çıkan etkin olmayışları belirlenebilmektedir. İşletme, etkin olmayışın kaynağını tanımlayarak üretim verimliliğini, dolayısıyla kazancını artırmak ve mali yapısını güçlendirmek olanağına kavuşmaktadır. Ayrıca, işletme sektörde rekabet ettiği diğer işletmeler arasında bulunduğu konumu belirleme şansına da sahip olmaktadır. Bu amaçlarla yapılan etkinlik ölçümü, oran analizi, parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler olmak üzere üç ana başlık altında toplanmaktadır (Çağlar, 2003).

### 2.1. Oran analizi

Oran analizi, kolay uygulanabilirliği ve diğer yöntemlere göre daha az veri gerektirmesinden dolayı performans ölçümünde kullanılan en yaygın yöntemdir. Bu yöntemde tek bir girdi ve çıktı incelenebilmekte ve birden çok girdinin ve çıktının değerlendirilmesinde yetersiz kalmaktadır. Çok sayıda girdi ve çıktı kullanılması

gerekliliği taşıyan ekonomik etkinlik ölçümlerinde oran analizini kullanmak pek uygun değildir (Kıran, 2008). Oran analizi, tek boyutludur (Kaya ve Aktan, 2011) ve tek bir oranın seçilmesinden dolayı işletmenin performansına ilişkin değişik boyutlar hakkında yeterince bilgi sağlayamamaktadır. Oran analizinde her bir oranın ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucunda işletme bazı oranlara göre etkin, bazı oranlar için ise etkin olmayan olarak nitelendirilebilmektedir. Dolayısıyla, işletmenin etkinliği konusundaki karar vermek güç olmakta ve yorumlanması olanaksız durumlara ortaya çıkabilmektedir (Çingi ve Tarım, 2000). Ayrıca etkin olmayan olarak bulunan birimlerin etkin duruma geçmeleri için bir öneri sunulamamaktadır (Thanassoulis vd., 1996). Çok sayıda orana başvurarak bilgi sahibi olmak ise oldukça maliyetleri arttırmakla birlikte yanıltıcı göstergelerin oluşmasına neden olabilmektedir.

### 2.2. Parametrik yöntemler

Parametrik testler; ilgili parametreye, belirli bir dağılıma ve varyans kavramına dayanarak işlemler yapan esnek olmayan istatistiksel yöntemlerdir (Karagöz ve Ekici, 2004).

Bu yöntemlerde, etkinlik ölçümü yapılacak sektörlerle ilişkin üretim fonksiyonunun analitik bir yapıya sahip olduğu varsayımı yapılır ve bu fonksiyonun parametrelerinin belirlenmesine çalışılır (Bates vd., 1996).

Parametrik etkinlik ölçüm yöntemlerinin en yaygın olanı aralarında neden sonuç ilişkisi olduğu bilinen, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin nedensel yapısını belirlemeye yönelik bir yöntem olan regresyon analizidir. Regresyon analizi, bilinen bulgulardan, bilinmeyen gelecekteki olaylarla ilgili tahminler yapılmasına izin verir. Regresyon analizinde, değişkenler arasındaki ilişkiyi fonksiyonel olarak açıklamak ve bu ilişkiyi bir modelle tanımlayabilmek amaçlanmaktadır. Parametrik yöntemlerde genel olarak bir gözlem kümesi bulunmaktadır. Bu küme içinde en iyi performansın regresyon çizgisi (etkinlik sınırı) üzerinde olduğu varsayılarak, bu çizgiden sapma göstermeyen gözlemler etkin; bu gözleme göre başarısız olan diğer gözlemlerde etkisiz olarak tanımlanmaktadır.

Regresyon analizi sonucunda elde edilen regresyon denklemi bağımsız girdi miktarlarıyla, bağımlı çıktı miktarı arasındaki ilişkiyi verdiği için üretim fonksiyonu olarak düşünülebilmektedir. Ancak, bir üretim fonksiyonu, tanım gereği belirli girdi düzeyinde üretilebilecek maksimum çıktı miktarını gösterirken, regresyon analiziyle bulunan üretim fonksiyonu ortalama değer vermektedir. Regresyon analizinin etkinlik ölçümünde kullanılmasının yarattığı sakıncalar etkinlik ölçümünün en yüksek performans yerine ortalama performansa göre yapılmasının yanında sadece tek bir çıktı faktörünün bulunabilmesi ve gözlemlerden hareketle elde edilen ortalama üretim fonksiyonunun endüstri içindeki çeşitliliği değerlendirememesi ve tüm üretim birimlerinin aynı şekilde üretim yaptığı varsayımında bulunmasıdır (Tarım, 2001).

### 2.3. Parametrik olmayan yöntemler

Parametrik olmayan yöntemler; parametreye, belirli bir dağılıma ve varyans kavramına dayanmadan işlemler yapan, genellikle veriler yerine onların sıralama puanlarını kullanarak işlem yapan esnek istatistiksel yöntemlerdir

(Özdamar, 2002). Parametrik yöntemlere alternatif olarak ortaya çıkan parametrik olmayan yöntemlerde üretim fonksiyonunun yapısı hakkında herhangi bir analitik biçim öngörülmektedir. Bu açıdan parametrik yöntemlerden daha esnek bir yapıya sahiptir. Ayrıca girdi ve çıktı sayısının birden çok olduğu durumlarda da rahatlıkla kullanılmaktadır (Çağlar, 2003). Etkinlik sınırına olan uzaklığın ölçülmeye çalışıldığı bu yöntemlerde genellikle matematiksel programlamadan yararlanılmaktadır (Çukur, 2005).

Etkin sınırdan sapmaları etkisizlik olarak değerlendiren parametrik olmayan yöntemler, çok girdi ve çok çıktı bulunan bir üretim sürecini bütün olarak ele alabilmektedir. Parametrik olmayan yöntemlerin, farklı ölçü birimlerindeki üretim faktörlerini ortak bir paydada buluşturmak için ihtiyaç duyulan ağırlıklandırma işlemini ortadan kaldırması, bu yöntemlerin, diğer yöntemlerden üstünlüğünü sağlayan bir diğer özelliktir. Bu özelliklerine ek olarak, parametrik olmayan yöntemlerin, göreceli etkinlik ölçümlerinde çok yaygın kullanılmasının temel nedenleri arasında farklı uzmanlıkları olan, fakat aynı ürünleri üreten veya hizmetleri sunan karar birimlerinin özelliklerini dikkate alması, üretim ekonomisinin teorik çevresiyle uyum içinde olması, etkinlik skorunu oluşturan etkinlik bileşenlerini belirleyebilmesi sayılabilir (Gözü, 2016).

Etkinlik ölçüm modellerinin birbirlerine göre üstün ve zayıf yönleri bulunmaktadır. Önemli olan ölçülmek istenen duruma karşı en uygun modelin seçilmesidir. Üte (2002) çalışmasında analiz tekniklerini aşağıdaki şekilde sınıflandırarak karşılaştırmıştır.

### 3. Veri zarflama analizi

İşletmeler amaçlarını gerçekleştirebilmek için, dış çevreden sağladıkları girdileri, belirli bir üretim teknolojisinden yararlanarak mal ve hizmet biçiminde çıktılara dönüştürmekte ve günümüzün yoğun rekabet koşulları altında, üretim süreci içerisinde, kıt kaynaklarını etkin bir biçimde kullanmak durumundadırlar. İşletmeler rekabet ettikleri ve yaşamlarını sürdürdükleri sektör içinde, diğer işletmelerle arasındaki teknik etkinlik farklarını bilmelidirler. Negatif yönde ortaya çıkacak olan bir teknik etkinlik farkı, kaynaklarını israf ettiklerinin göstergesi olmaktadır. İşletmeler, sektör içinde teknik etkinliği en yüksek olan işletmeyi kendilerine referans olarak seçip, kaynak kullanım ya da üretim düzeylerinin her hangi birini, referans olan işletmeye yaklaştırmalıdır. İşletmelerin istenilen çıktı düzeylerini elde etme sürecinde, girdilerini ne ölçüde kullandıklarının belirlenmesinde göreceli etkinlik ölçümleri çok önemli bir yere sahiptir (Avcı, 2004). İşletmelerin, göreceli etkinlik ölçümünde kullandıkları en yaygın yöntem olan VZA'da KVB'lerin girdi ve çıktıları incelenerek, en iyi performansa sahip olanlar seçilir ve bu KVB'ler kullanılarak etkin sınır oluşturulur. Oluşturulan bu etkin sınırın üzerinde yer almayan birimlerin etkin olmama dereceleri yine bu etkin sınıra göre belirlenir (Bayazıtlı ve Çelik, 2004). Optimal girdi bileşimiyle elde edilebilecek en yüksek üretim miktarlarının oluşturduğu bu teorik sınıra

etkin üretim sınırı denir (Aktaş, 2001). VZA, herhangi bir gözlem kümesi içinde en az girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini üreten "en iyi" gözlemleri, diğer bir ifadeyle etkinlik sınırını oluşturan KVB'leri belirler. Söz konusu sınırı "referans" olarak kabul edip, etkin olmayan KVB'lerinin bu sınıra olan etkinlik düzeylerini radyal olarak ölçer. VZA çoklu girdi ve çıktı değişkenlerinin bir doğrusal programlama modelinde kullanılarak her bir gözlem için bir tek etkinlik skorunun elde edilmesini sağlar (Depren, 2008).

Analiz sürecinde elde edilen etkin KVB'lerin oluşturduğu etkin üretim sınırının çizimindeki zarflama sürecinden dolayı yöntemin adı VZA olarak belirlenmiştir.

VZA'nın göreceli etkinliği ölçme şekli, iki aşamalı olarak kısaca şu şekilde özetlenebilir;

- Herhangi bir gözlem kümesi içinde en az girdi bileşimini kullanarak en çok çıktı bileşimini üreten "en iyi" gözlemleri ( ya da etkinlik sınırını oluşturan karar birimlerini) belirler,
- Söz konusu sınırı "referans" olarak kabul edip, etkin olmayan karar birimlerinin bu sınıra olan uzaklıklarını (ya da etkinlik düzeylerini) "radyal" olarak ölçer (Yolalan, 1993).

VZA'nın kullanılabilmesi için öncelikle aynı kararların uygulandığı ve benzer organizasyona sahip olan karar verme birimlerinin seçilmesi gerekmektedir. Karar verme birimlerinin etkinliğinin ölçülebilmesi için bu birimlere ait girdi ve çıktı değişkenleri belirlenmelidir. VZA modelinin araştırma yeteneğinin çok iyi olabilmesi için girdi ve çıktı sayısının çok olması arzulanır. Bu nedenle mümkün olduğunca çok sayıda girdi ve çıktı elemanı seçilmelidir. Ancak seçilen girdi ve çıktı elemanlarının her karar birimi için kullanılıyor olması gerekmektedir. Ayrıca seçilen girdi sayısı  $m$ , çıktı sayısı da  $p$  ise en az  $m + p + 1$  tane karar birimi araştırmanın güvenilirliği açısından gerekli bir kısıttır. Diğer bir kısıt ise değerlendirmeye alınan karar verme birimi sayısı, değişken sayısının en az iki katı olmalıdır (Boussofiane vd., 1991).

Değişken sayısının belirlenmesinden sonra etkin üretim sınırının çiziminde aşağıdaki adımlar izlenmektedir;

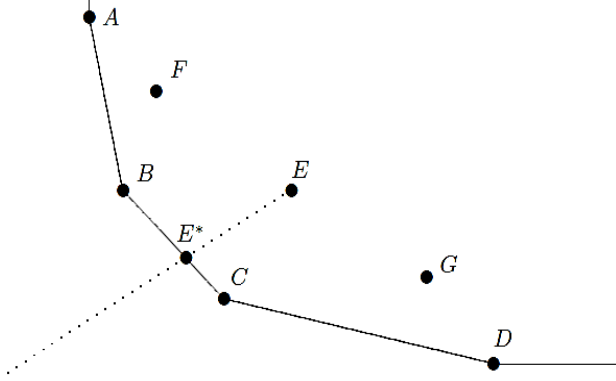
- Yatay eksene paralel olarak alınan bir doğru, ilk gözleme temas edene kadar yukarı kaydırılır,
- Gözleme temas edildiğinde, gözlem pivot noktası olacak şekilde, doğrunun sol tarafı saat yönünde çevrilir,
- Çevirme işlemi yeni bir gözleme temas edilene veya doğrunun sol tarafı düşey eksene paralel olana kadar sürer,
- Doğrunun sol tarafı düşey eksene paralel olduğunda işlem sona erer, yoksa ikinci adıma dönlür.

Bu adımlar sayesinde, tüm gözlemlerin etkin sınır tarafından zarflanması sağlanmış olmaktadır ve bu sınırın dışında hiç bir gözlem kalmamaktadır. Zarfın içinde kalan tüm gözlemler, zarf üzerinde bulunan gözlemlerin doğrusal kombinasyonlarıyla yaratılabilecek hipotetik gözlemlerden daha düşük performans göstermiştir olacaktır (Tarım, 2001).



Çizelge 1. Etkinlik ölçüm yöntemleri

Yöntemler	Oran analizi	Parametrik yöntemler	Parametrik olmayan yöntemler
Karşılaştırma ölçütleri	Oranlamalar	Regresyon	Matematiksel programlama
Çözüm tekniği	Tek girdi/Tek çıktı	Çok girdi/Çok çıktı	Çok girdi/Çok çıktı
İçerik	Basit	Basit	Detaylı
Ön hazırlık	Kolay	Kolay	Detaylı
Uygulama	Kısıtlı	Kısıtlı	Geniş



Şekil 1. Etkinlik Sınırı

Şekil 1.'de etkin sınır üzerinde yer alan A, B, C, D gözlemler ile zarf içinde yer alan E, F, G gözlemleri gösterilmektedir. Etkinlik değeri 0.0 – 1.0 aralığındadır. Etkin üretim sınırı üzerindeki gözlemlerin (A, B, C, D) etkinlik değeri 1.0 ve bu gözlemler etkindir. Zarf içinde kalan gözlemler (D, E, F) kendilerine bir rol model seçerek etkin sınıra üzerinde yer almaya çalışmaktadırlar. Şekilde etkin olmayan E gözlemi etkin sınıra üzerinde tanımlanan E\*'yi kendine rol model seçerek kendini etkin duruma getirmeye çalışacaktır.

VZA doğrusal programlama yönteminin geliştirilmiş bir biçimi olduğu için tüm doğrusal programlama modelleri için geçerli özellikler VZA için de geçerlidir. VZA modellerinde de sınırlayıcı kısıtlar altında, amaç fonksiyonu maksimizasyon ya da minimizasyon şeklindedir. Sınırlı kaynakların etkin kullanımı istendiğinden doğrusal programlama için geçerli olan;

**Kesinlik:** Modelin tüm katsayılarının kesinlikle bilindiği

**Orantı:** Hem amaç fonksiyonunda hem de kısıtlarda bir orantı olduğu

**Toplanabilirlik:** Tüm ürünlerin birbirinden bağımsız olduğu

**Bölünebilirlik:** Çözüm değerlerinin tam sayı olmasının gerekmediği

**Negatif olmama:** Tüm değişkenlerin sıfır ya da pozitif olduğu varsayımları VZA modelleri içinde geçerlidir (Oruç, 2008).

VZA'nın uygulanabilmesi için gerekli olan aşamalar aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır.

- 1- Karar verme birimlerinin belirlenmesi,
- 2- Girdi ve çıktı kümelerinin belirlenmesi,
- 3-VZA ile göreceli etkinlik ölçümü,
- 4- Her karar birimi için detay analizi ve
- 5- Sonuçların değerlendirilmesidir.

VZA modelinde, bir KVB' nin etkin olması için iki şart bulunmaktadır ve bu şartlara uyan KVB'lerin etkinlik skoru 1'e eşittir. Etkinsiz bir karar birimin performansı, bu

KVB'lerin oluşturduğu etkinlik sınıra olan uzaklıkla belirlenir.

Bu şartlar;

1. Hiçbir çıktının değeri, bir ya da daha fazla girdinin değeri artırılmadan veya bir ya da daha fazla çıktının değeri azalmadan arttırılmaz.
2. Hiçbir girdinin değeri, bir ya da daha fazla girdinin değeri artırılmadan veya bir ya da daha fazla çıktının değeri azalmadan düşürülemez şeklindedir (Özyiğit ve ark., 2008).

VZA'da, zarflama şekli ve etkin olmayan birimlerin etkin üretim sınırına olan uzaklıklarına göre farklı modeller tanımlanmıştır (Paradi ve Schaffnit, 2004).

Zarflama şekli ile ilgili olarak;

1. 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından Ölçeğe Göre Sabit Getiri (girdilerin bileşim oranı değiştirilmeden kullanılan girdiler  $\lambda$  kat artırıldığında, çıktılarının da  $\lambda$  kat arttığı Constant Return to Scale (CRS) varsayımı altında,
2. 1984 yılında Banker, Charnes ve Cooper (BCC) tarafından Ölçeğe Göre Değişken Getiri (girdilerin bileşim oranı değiştirilmeden kullanılan girdiler  $\lambda$  kat artırıldığında, çıktılarının  $\lambda$ 'dan farklı oranda arttığı Variable Return to Scale-VRS) varsayımı altında modeller tanımlanmıştır.

Etkin olmayan birimlerin etkin üretim sınırına olan uzaklıklarına göre de;

1. Girdiye yönelik (Çıktı seviyesini değiştirmeden, bu çıktı düzeyini en etkin şekilde elde etmek için girdi bileşiminin ne kadar azaltılması gerektiğini araştıran model)
2. Çıktıya yönelik (Girdi seviyesini değiştirmeden, bu girdi düzeyi ile işletmeyi etkin hale getirebilmek için çıktı bileşiminin ne kadar artırılması gerektiğini araştıran model) VZA modelleri tanımlanmıştır.

BCC modeline ölçeğe göre değişken getiri varsayımı altında elde edilen etkinlik değerleri, CCR modeli ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında elde edilen etkinlik değerlerine eşit ya da daha büyük değerler vermektedir (Delikdaş, 2002).

Çalışmada kapsamında Girdiye Yönelik CCR Modeli açıklanmıştır.

### 3.1. Girdiye yönelik CCR modeli

Ölçeğe göre sabit getiri varsayımını temel alan bu yöntem çıktı seviyesini değiştirmeden, en etkin şekilde bu çıktı düzeyini elde etmek için, girdi bileşiminin ne kadar azaltılması gerektiğini araştıran model olarak tanımlanmaktadır. Temelde kesirli programlama olan bu model aşağıdaki gibidir ve bu bölümün oluşturulmasında

(Onaran, 2006; Oruç, 2008; Yaşa, 2008; Deniz, 2009; Kecek, 2010)'dan yararlanılmıştır.

Girdiye yönelik kesirli programlama modeli aşağıdaki şekilde kurulmaktadır.

İncelenen sistemde,  $s$  tane çıktı faktörü,  $m$  tane girdi faktörü kullanılarak üretilmektedir. Her biri bir gözlem olan  $N$  tane karar birimi içinden karar birimi  $k$ 'nın,  $k=1, \dots, N$ , kullandığı girdi  $i$ ,  $i=1, \dots, m$ , miktarı  $X_{ik}$  ve ürettiği çıktı miktarı  $r$ ,  $r=1, \dots, s$ , miktarı  $Y_{rk}$ ,  $x_{ij}$ :  $j$ . karar biriminin kullandığı  $i$ . girdi miktarı,  $y_{rj}$ :  $j$ . karar biriminin kullandığı  $r$ . çıktı miktarı, olarak tanımlanmıştır.

Model

$$E_0 = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik}} \quad (1)$$

st.

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, \dots, N$$

$u_{rk} \geq \epsilon$ ,  $v_{ik} \geq \epsilon \quad r = 1, \dots, s, i = 1, \dots, m$   
 $\epsilon$ : Yeterince küçük pozitif bir sayıyı (0,0000001) göstermektedir.

Etkinlik değerlerinin hesaplanmasında kesirli programlama modeli kullanılmamaktadır. Bunun nedeni girdi ve çıktı sayılarının fazla olduğu durumlarda modelin çözümünün oldukça güç olmasıdır. Kesirli programlama modelinin çözümündeki güçlükleri ortadan kaldırmak amacıyla Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından 1978 yılında kesirli programlama modelini, doğrusal programlama modeline dönüştürebilmek için bir transformasyon kullanmışlardır (Çekin, 1999).

Dönüşüm işlemi, amaç fonksiyonun paydası normalize edilip 1'e eşitlenerek, doğrusal programlama modelinde

$\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} = 1$  şeklinde kısıtların olduğu yere yerleştirilmiştir.

Eşitlik (1)'de verilen doğrusal programlama modelinin kısıtının her iki tarafı payda ile çarpılarak yeni kısıt elde edilmiştir. Çarpan modeli (MI) olarak da adlandırılan bu model simplex algoritması yardımıyla kolaylıkla çözülebilir (Tarım, 2001; Charnes ve ark., 1981):

Model (MI)

max

$$\theta_k = \sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rk} \quad (2)$$

st.

$$\sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ik} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_{rk} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ik} x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, N$$

$$u_{rk} \geq 0, v_{ik} \geq 0 \quad r = 1, \dots, s, i = 1, \dots, m$$

Eşitlik 2 ile verilen modelin çözümü sonucunda, etkinliği ölçülen  $k$  karar birimi için  $\theta^* = 1$ ,  $v_{ik}^* > 0$  ve

$u_{rk}^* > 0$  olmak üzere en az bir  $v^*, u^*$  optimal çözümü varsa KVB etkindir. Diğer durumlarda ise KVB etkin değildir. Etkin olmayan KVB için  $j \in \{1, 2, \dots, N\}$  ve

$$E_k = \left\{ j : \sum_{r=1}^s u_{rk}^* y_{rj} = \sum_{i=1}^m v_{ik}^* x_{ij} \right\} \text{ olacak şekilde bir}$$

$E_k$  kümesi tanımlanırsa, bu küme karar birimi  $k$  için referans kümesini oluşturacaktır. Bu küme aynı zamanda etkinlik sınırını oluşturan kümenin de bir alt kümesidir. Her ne kadar bulunan ağırlık değerleri karar birimi  $k$  için seçilmiş olsalar da başka karar birimleri için bu ağırlıklar daha uygun olabilmekte ve kısıtın her iki tarafını eşitleyerek etkinlik değerini 1.0 yapabilmektedir. İşte bu tip karar birimleri sınır üzerinde yer alarak  $k$  karar birimi için referans kümesini yada diğer bir deyişle rol modellerini tanımlarlar. Bu durumda etkin olmayan karar birimi  $k$ , girdilerini belirli bir oranda azaltarak kendisine referans olan bu karar birimlerinin doğrusal kombinasyonları sonucunda oluşan ve etkin olan hipotetik karar birimine benzemeye çalışacaktır (Kaynar, 2004).

Her doğrusal programlama probleminin ilişkili olduğu bir ikiz problemi vardır. Herhangi bir doğrusal programlama problemi primal olarak isimlendirilirken ikizine dual adı verilir. Primal ve dual problemlerin optimal çözüm değerleri birbirinin aynısıdır. Bazı doğrusal programlama modellerinde bazen primal model yerine dual modeli kullanmak daha az hesaplama gerektirir (Öztürk, 2007) Çarpan modeli olarak eşitlik 2'de verilen modelin dual formu, kısıt sayısının daha az olması ve yönetsel açıdan önemli bilgiler içermesi nedeniyle incelenmesi ve üzerinde durulması gerekmektedir. Zarflama modeli olarak da adlandırılan bu model aşağıda verilmiştir.

Model

$$\min \theta_k \quad (3)$$

st.

$$\theta x_{ik} - \sum_{j=1}^N x_{ij} \lambda_{jk} - s_{ik}^- = 0 \quad i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^N y_{rj} \lambda_{jk} = y_{rk} + s_{rk}^+ \quad r = 1, \dots, s$$

$$s_{ik}^-, s_{rk}^+, \lambda_{jk} \geq 0, \theta \text{ kısıtsız} \quad j = 1, \dots, N$$

$\theta$  etkinlik skorunu gösterirken  $\lambda_{jk}$  değişkeni ise referans kümenin belirlenmesinde kullanılır.  $\lambda_{jk} \geq 0$  olan karar birimleri etkin olarak değerlendirilir. Bu karar birimleri, etkin olmayanlar karar birimleri için referans kümesini oluştururlar. Genellikle, eğer  $k$  etkin ise, dual değişken,  $\lambda_{kk}$ 'nin değeri de 1'e eşit olacaktır o zaman

referans kümesindeki tek karar birimi kendisi bulunacaktır. Modelde yer alan  $s_{ik}^-$  ve  $s_{rk}^+$  değişkenleri ise, sırasıyla girdilerdeki fazlalığı ve çıktılardaki eksikliği gösteren aylak değişkenlerdir (Tarm, 2001).

#### 4. Ormancılıkta VZA uygulamaları

Son yıllarda dünyada ve Türkiye’de çağdaş devlet anlayışında meydana gelen değişimin bir sonucu olarak ekonomide kamu sektörünün payının azaltılması, piyasa ekonomisine işlerlik kazandırılması ve üretim faktörlerinin verimli ve etkin kullanılması görüşü önem kazanmaya başlamıştır. Bu kapsamda bir kamu malı niteliğindeki ormanların da etkin ve verimli bir şekilde işletilmesi önem kazanmıştır. Etkinlik ölçümünde parametrik ve parametrik olmayan yöntemler mevcut olmakla birlikte, en çok tercih edilen yöntem VZA’dır. VZA, işletmelerin performansını ölçebilmek için geliştirilmiş olan doğrusal programlama tabanlı ve parametrik olmayan bir yöntemdir. Literatürde orman kaynaklarının etkin kullanımının VZA ile ölçülmesi üzerine çalışmaların yanında özellikle Devlet Orman İşletmelerinin başarı düzeylerinin ölçülmesi üzerine çalışmalar bulunmaktadır.

Kao ve Yang (1991)’de ormanların sağlamış olduğu hizmetlerin birçoğunun piyasa değerinin belirlenememesinden dolayı, ormanların çok amaçlı ve etkin bir şekilde yönetiminin güç olduğu vurgulanmıştır. Çalışmalarında 1978–1987 yıllarına ait verilerin ortalaması alınarak 10 yıllık dönemde 13 doğal orman bölgesinin teknik etkinliği ölçülmüştür. Çalışmada dört girdi ve dört çıktı değişkeni kullanılmıştır. Kullanılan çıktı değişkenleri; hektardaki odun üretim miktarı, hektar başına üretilen odun dışı orman ürünlerinin parasal değeri, toprak koruma ve hektardaki yıllık ziyaretçi sayısı olup; girdi değişkenleri ise hektar başına yıllık bütçe, başlangıç yılında hektardaki servet miktarı, hektarda kullanılan işgücü sayısı ve arazi büyüklüğüdür.

Carter ve Cabbage (1995)’de 1979 ve 1987 yıllarında Güney Amerika’da 12 eyalette kâğıtlık odun üreten firmaların stokastik sınır yaklaşımı (SFA) ile teknik etkinliğini ölçmüşlerdir. Çalışmada girdi olarak sermaye, işgücü miktarı, fabrika sahibinin yaşı ve hasat tipi (ibrelili, yapraklı, karışık); çıktı olarak da haftalık ortalama toplam üretim miktarı dikkate alınmıştır.

Hseu ve Buongiorno (1995)’de Kanada ve Amerika’daki kâğıt hamuru ve kâğıt endüstrisindeki teknoloji ve üretici davranışlarını deterministik ve stokastik testlerle araştırmıştır. Çalışmada dört çıktı değişkeni olarak; kâğıt hamuru, gazete kâğıdı, gazeteden küçük kâğıtlar, afiş kâğıdı ve dokuz girdi değişkeni olarak da sermaye, üretimde çalışan işgücü miktarı, üretim dışındaki çalışan işgücü miktarı, enerji miktarı, kimyasallar, atık kâğıtlar, odun hamuru, kâğıtlık odun ve diğer materyaller kullanılmıştır.

Shiba (1997)’de veri zarflama analiziyle ormancılık faaliyetlerindeki yönetsel ve teknik performans etkinliğini ölçmüştür. Çalışma Japonya’daki 28 adet orman sahipleri birliğine ait 1991-1994 yılları arasındaki finansal verilerin ortalamasına dayanmaktadır. Üç farklı etkinlik modelinde 16 adet girdi ve 3 adet çıktı olmak üzere toplam 19 değişken kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan girdiler; toplam orman sahipleri birliği üye sayısı, toplam çalışan sayısı, 50 hektar ve üzerinde orman sahibi sayısı, toplam devamlı orman işçisi sayısı, toplam yatırım gideri, birliğin yetki alanındaki

ormancılık alan, toplam maliyet, aktifler toplamı, üretimde kullanılan makine sayısı, 50 kw üstündeki kereste makinesi, toplam depo alanı, toplam odun üretimi, toplam ormanlaştırılan alan, toplam açılan alan ve toplam tomruk üretimidir. Çıktılar ise; toplam hasılat, toplam net kar ve orman sahipleri birliğindeki toplam çalışan sayısıdır.

Yin (1998)’de 5 tanesi Kanada’da olmak üzere Kuzey Amerika’da ki toplam 44 adet oluklu mukavva üreticisinin VZA ile teknik, ölçek ve tahsis etkinliğini ölçmüştür. Analizde 7 girdi ve 1 çıktı olmak üzere toplam 8 adet değişken kullanılmıştır. Çalışmada girdi değişkenleri olarak üretimde bir birimde kullanılan fiber, yakıt, elektrik gücü, işgücü, ücret, hammadde ve kimyasallar kullanılırken, çıktı değişkeni olarak ise yıllık toplam üretim miktarı değerlendirilmiştir.

Viitala ve Hanninen (1998)’de Finlandiya’da 19 bölgesel ormancılık kuruluşunun etkinliği VZA kullanılarak araştırılmıştır. Çalışmada, 1 girdi ve 15 çıktı değişkeni kullanılmıştır. Tek girdi değişkeni olarak toplam maliyet kullanılırken, çıktı olarak toplam 6 grupta (planlanan ve kontrol edilen yol miktarı, planlanan ve denetlenen drenaj uzunluğu, hazırlanan orman yönetim planı, eğitim ve yayım faaliyetleri, orman kanunlarının uygulamasının denetimi, orman ıslahının yönetsel sorunlarının ele alınması) toplanan planlanan orman yolu miktarı, denetimi yapılan orman yolu inşaatı, incelenen ve onaylanan orman yolu, planlanan drenaj uzunluğu, denetimi yapılmış drenaj uzunluğu, incelenen ve onaylanan drenaj uzunluğu, planlanan bölgesel orman yönetimi alanı olarak, ev yapımında ve yakıt olarak kullanılacak ağaç yetiştirmek için orman planlarında ayrılan yer sayısı, orman sahiplerinin yüz yüze istedikleri yardım sayısı, grup çalışmalarına katılan orman sahibi sayısı, orman kurumlarının personeline verdiği kursların toplam gün sayısı, onaylanmış orman ıslah proje sayısı ve onaylanmış yenileme proje sayısı değişkenleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda potansiyel girdilerde % 20 oranında tasarruf sağlanması ile ormancılık kurumlarının etkinliğinin önemli ölçüde değişeceği ifade edilmiştir.

Kao (1998)’de çoklu çalışma serileriyle ormanların etkinlik ölçümü çalışması Taiwan’da 8 ormanlık bölgede ve 34 çoklu çalışma serisinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada VZA’da 4 girdi ve 3 çıktı olmak üzere toplam 7 değişken kullanılmıştır. Çıktı değişkenleri olarak; yıllık odun üretim miktarı, toprak koruma ve rekreasyon, girdi değişkenleri olarak; alan, personel sayısı, masraflar ve periyot başındaki stok miktarı kullanılmıştır. Analiz sonucunda araştırma bölgesindeki ormanlık alanların performansları ve bu performansları karşılaştırılmıştır.

Lebel ve Stuart (1998)’de VZA tekniği ile 1988-1994 yılları arasında kereste üretimi işlerinde çalışan 23 firmadaki 109 işçinin teknik etkinlikleri değerlendirilmiştir. Çalışmada üretilen odun miktarı çıktı değişkeni; sermaye, sarf malzeme giderleri ve emek ücreti ise girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 1988-1994 yılları arasında kereste üretiminde çalışanların etkin çalıştığı ancak bazılarının diğerlerine göre oldukça düşük etkinliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Düşük kapasite kullanımının teknik etkinlik üzerine olumsuz etkisi olduğu ortaya konularak işlem hacminin teknik etkinlik üzerinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır. En iyi işlem hacminin yıllık 75.000 ton olduğu hesaplanmıştır.

Joro ve Viitala (1999)’de etkinlik modelleri üzerindeki eleştirileri birleştirmek ve bunların devlet ormancılık

organizasyonunun etkinlik değerleri üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla VZA tekniği için üç farklı uzantı geliştirmişlerdir. Uzantılar, birimlerin doğru işler yapıp yapmadığını, yani onların girdi ve çıktı kombinasyonlarının bazı kârlılık kriterlerine göre optimal olup olmadığını değerlendirmektedir. Çalışma 19 ormancılık kurulunda gerçekleştirilmiş olup 1998'de Viitala ve Hanninen kullanmış oldukları bir girdi ve 15 çıktı değişkeni kullanılmıştır. Ancak çalışmada kullanılan modelde tüm çıktıların yer alması durumunda 19 ormancılık kurumunun bir tanesi hariç hepsi etkin çıkmıştır. Bu sebepten dolayı ormanlardaki altı aktiviteyi içeren farklı modeller oluşturularak alternatif yaklaşımlar geliştirilmiş ve her model iki veya üç çıktı değişkeni içerecek şekilde düzenlenmiştir.

Kao (2000a)'da Tayvan'da bir orman bölgesindeki 34 çalışma birimindeki bitkilerin, kısa ve uzun dönemdeki etkinlikleri VZA tekniği ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada arazi büyüklüğü, işgücü miktarı, yıllık harcamalar toplamı ve periyot başındaki servet miktarı girdi değişkeni; yıllık odun üretim miktarı, ortalama hacim, ziyaretçi sayısı çıktı değişkeni olarak alınmıştır. Teorik olarak daima her bir bitkinin uzun dönem etkinlik değerleri, kısa dönem etkinlik değerlerinden küçük veya eşittir. Ancak; burada karar vericilerin kısa ve uzun dönemdeki başarılarının bitkiler üzerinden karşılaştırılabileceği vurgulanmaktadır.

Kao (2000b)'de yeniden yapılandırılan Taiwan Ormanlarının performans gelişimini ölçmede 4 girdi ve 3 çıktı değişkeni kullanmıştır. Girdi değişkeni olarak alan, personel sayısı, yıllık harcama ve servet kullanılırken; çıktı değişkeni olarak üretim miktarı, servet ve yıllık ziyaretçi sayısı kullanılmıştır. Çıktı değişkeni olarak kullanılan servet, toprak muhafaza değerini temsil etmektedir. Diğer bir çıktı değişkeni olarak ormanların rekreasyon değeri kullanılmış ve bu değişken çıktılarda yıllık ziyaretçi sayısı olarak değerlendirilmiştir.

Kao (2000c)'de Tayvan'da 1989 ve 1992 yıllarındaki sekiz doğal orman bölgesinin etkinlik değerlerindeki değişim, VZA ve Malmquist Toplam Faktör Verimliliği (TFV) indeksi ile çözümlenmiştir. Çalışmada, 3 üç çıktı ve 4dört girdi değişkenden yararlanılmıştır. Kullanılan çıktı değişkenler, hektardaki odun üretim miktarı, toprak koruma, hektardaki yıllık ziyaretçi sayısı olup, girdi değişkenler arazi büyüklüğü, hektarda kullanılan iş gücü sayısı, yıllık masraflar, servet miktarıdır. Araştırmada, Malmquist TFV indeksinin daha kullanışlı olduğu belirtilmektedir.

Bogetoft ve arkadaşları (2001)'de Danimarka Ormancılık Servisine bağlı 14 bölge ofisinin 1997- 1999 yılları arasındaki etkinliğini VZA yöntemiyle ölçülmüştür. Çalışmada yöntem giderleri tek girdi olarak kullanılırken her ofisin yıllık sermaye fazlalığı, bölge ofislerinin üyelerine yarattığı sermaye fazlalığı ve bölge ofisinin üyelerine yıllık fide satışı çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır.

Zhang (2002)'de Çin'in Heilongjiang Bölgesindeki 40 devlet ormanında silvikültürel aktivitelerin etkinliği, reform öncesi (1985-87) ve reform sonrası (1995-97) geçiş dönemi, girdi yönelimli VZA tekniği ile karşılaştırılmıştır. Silvikültürel etkinlikler için ağaçlandırma alanı, orman içi ağaçlandırma alanı, genç orman bakımı temel çıktı değişkenleri olarak seçilmiştir. Çalışmada, toplam maliyetler girdi değişkeni olarak ele alınmıştır.

Nyrud ve Bergseng (2002) Norveç'teki kereste fabrikalarının üretim etkinliği ve büyüklüğü üzerine yapmış oldukları çalışmada etkinliği ölçmek için VZA yöntemini kullanırken; etkinlik değerleriyle büyüklüğü ilişkilendirmede ise sansürlü regresyon analizi ve parametrik olmayan testlerden yararlanılmıştır. Çalışmada 1974-1991 yılları arasındaki fabrika verilerinden yararlanılmıştır. Tomruk girişinin girdi ve üretilen kerestenin çıktı olarak kullanıldığı çalışmada ortalama etkinliklere bakıldığında düşük kapasiteli kereste fabrikalarının etkinliklerinin düşük olduğu sonucuna varılmıştır.

Strange (2003)'de Danimarka'da, biyolojik çeşitlilik için önerilen rezerv alanının etkinliğini belirlemek amacıyla VZA tekniği kullanılmıştır. Çalışmada biyolojik çeşitlilik, maliyet ve korumaya yönelik verilerinden yararlanılmıştır. Tarım arazilerinin satın alınması maliyeti ve koruma çatışma değeri girdi değişkeni, tür sayısı, koruma fırsat değeri ile rekreasyonel amaçlı kullanımın erişilebilirlik değeri de çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır.

Alım (2004)'de 1994-2002 yılları arasındaki Türkiye'deki 27 Orman Bölge Müdürlüğü'nün etkinliğini VZA ile ölçülmüştür ve ölçüğe göre değişen getiri yaklaşımı girdi yönelimli CCR modeli kullanılmıştır. Çalışmada, genel üretim giderleri, araştırma ve geliştirme giderleri, genel yönetim giderleri, alan ve personel sayısı değişkenleri girdi değişkeni, kereste üretimi ve yan ürünlerin parasal değeri de çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır.

Liu ve Yin (2004)'de 1978-1997 yıllarında 93 kırsal hanenin verimliliğini ölçmek amacıyla, VZA tekniğinden yararlanılmıştır. Çalışmada, tahıl üretiminde kullanılan arazi büyüklüğü, orman arazisi büyüklüğü, tahıl üretimindeki masraflar, ormancılıktaki masraflar, hayvan üretimi masrafları ve diğer masraflar girdi değişkeni, yine tahıl üretim değeri, orman ürünleri değeri, hayvan üretim değeri ve diğer üretim değerleri de çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır.

Illukpitiya (2005)'de Sri Lanka'da orman sınırlarındaki çiftçilik aktivitelerinin teknik etkinliğini değerlendirerek çiftçilerin verimlilik ve etkinliğini etkileyen faktörleri tanımlamıştır. Ayrıca orman ürünlerinin ekonomik değerini ve odun dışı orman ürünlerinin kırsal ekonomiye katkısını da ortaya koymaya çalışmıştır. Çalışmada, tarımsal arazi büyüklüğü, ailenin mevcut işgücü varlığı, kiralanmış işgücü miktarı, kullanılan suni gübre miktarı, kullanılan doğal gübre miktarı, kullanılan böcek ilacı miktarı ve diğer girdiler ile çiftçi yaşı, çiftçi deneyimi, çiftçi eğitim seviyesi, çiftçinin günlük aldığı kalori miktarı, cinsiyet, yayım gibi sosyo-ekonomik değişkenler girdi kullanılmıştır.

Balteiro ve arkadaşları (2006)'da İspanya'nın odun kökenli endüstrisinin üretim verimliliği ve yenilenme faaliyetleri ile arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Çalışmada, VZA ve logistik regresyon modelinden yararlanılmıştır. VZA tekniğinde girdi değişkenleri olarak işçi sayısı, fonlar, borçlar ve çıktı değişkenleri olarak da ücret ve kar kullanılmıştır.

Lien ve arkadaşları (2006)'da özel orman sahiplerinin orman mülkiyeti ve sahiplik karakteristiklerindeki önemli faktörlerin verimlilik üzerindeki etkisini, SFA ile değerlendirilmiştir. Girdi değişkeni olarak iş gücü miktarı, orman kesim alanı ve sermaye değeri (maksimum sürdürülebilir hasılatın parasal değeri) dikkate alınmıştır. Çıktı değişkeni olarak odun hammaddesi üretim miktarı

kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca sekiz dışsal değişkenden de (orman sahibinin yaşı, üretim yapılan alandan amaç dışında elde edilen gelirler, tarımsal gelir, maaş geliri, borçlar, yönetim planının olup olmaması, eğitim seviyesi, alanın kente yakın olup olmaması) yararlanılmıştır.

Sauer ve Abdallah (2007)'de Miombo Ormanları civarındaki beş köyde tütün üretiminin etkinliği, biyolojik çeşitlilik ve orman kaynakları yönetimi arasındaki ilişki VZA ile incelenmiştir. İlk olarak orman alanları sınırındaki tütün üretiminin etkinliği, ikinci adımda ise orman alanlarındaki biyolojik çeşitlilik, arazi verimliliği, eğitim seviyesi, tütün üretiminin etkinliği, kullanılan arazinin kalitesi, üretilen çıktılarının kalitesi ve orman yönetimi açısından kurumsal düzenlemeler analiz edilmiştir. Girdi değişkenleri olarak; toplam tütün üretim miktarı, yakacak odun miktarı, işgücü miktarı, arazi miktarı, kullanılan gübre miktarı ve çıktı değişkenleri olarak da; işgücü ücreti, yakacak odun fiyatı, gübre fiyatı, tarımsal arazi fiyatı, toplam tütün üretimi maliyeti, tür çeşitliliği indeksi, kullanılan arazi tipi, çiftçi deneyimi, tütün üretiminde kullanılan teknoloji, çiftçi eğitim yılı, tarım arazilerinin merkeze uzaklığı, orman sınırının tarım arazilerine olan uzaklığı, üretim miktarı ve kurumsal düzenlemeler kullanılmıştır.

Başar ve ark. (2009)'da Türkiye'de döner sermaye işletmeleri olan Devlet Orman İşletmelerinin (DOİ) etkinlik düzeylerini SFA ile tespit etmiştir. Bu kapsamda çalışma yılında Türkiye'de faaliyet gösteren 217 DOİ'nin etkinlik düzeylerini belirleme 4 girdi ve 1 çıktı değişkeni kullanmıştır. Girdi değişkenleri olarak servet, toplam verimli orman alanı, toplam çalışan sayısı ve üretim faaliyetine katılan köylü sayısı kullanılmıştır. Çıktı değişkeni olarak işletmenin bir yıl içinde yaptığı orman ürünleri satışlarının TL değeri kullanılmıştır.

Kao (2009)'da paralel üretim sistemlerinde etkinlik ölçümü çalışmasında Taiwan Ormanları verilerini kullanmıştır. Çalışmada 4 girdi ve 3 çıktı değişkeni kullanmıştır. Girdi değişkeni olarak alan, personel sayısı, yıllık harcama ve servet kullanılırken, çıktı değişkeni olarak üretim miktarı, servet ve yıllık ziyaretçi sayısı kullanılmıştır. Çıktı değişkeni olarak toprak muhafaza değeri kullanılmıştır yüksek servet miktarının toprak erozyonunu azaltıcı etkisi olduğu varsayımından bu değişken çıktılarda servet miktarı olarak değerlendirilmiştir. Diğer bir çıktı değişkeni olarak ormanların rekreasyon değeri kullanılmış ve bu değişken çıktılarda yıllık ziyaretçi sayısı olarak değerlendirilmiştir.

Şafak (2009)'da Ege Bölgesindeki Devlet Orman İşletmelerinin etkinlik düzeyleri toplam 26 devlet orman işletme müdürlüğünün 2005-2007 yıllarına ait faaliyetleri esas alınarak klasik ve bulanık VZA teknikleri ile değerlendirilmiştir. Çalışmada 9 girdi ve 7 çıktı değişkeni kullanılmıştır. girdi değişkenleri işletmenin toplam alanı, orman alanı, toplam ağaç serveti, planlanmış toplam üretim miktarı, toplam personel sayısı, işletme sorumluluk alanı nüfusu, toplam orman yangını gideri, üretilen toplam odun miktarı, giderler genel toplamı, çıktı değişkenleri olarak da yol yoğunluğu, silvikültür çalışması yapılan alan miktarı, toplam odun satış miktarı, brüt satışlar toplamı, dönem karı, döner varlıklar toplamı, duran varlıklar toplamı kullanılmıştır.

Korkmaz (2011)'de Akdeniz Bölgesi'nde ki 37 adet Devlet Orman İşletmesinin üretim etkinliğinin VZA yardımıyla ölçülmesi çalışmasında 8 girdi ve 4 çıktı değişkeni kullanılmıştır. Girdi olarak sermaye, toplam alan, ormanlık alan, verimli orman alanı, üretim maliyetleri, çalışan giderleri, teknik eleman miktarı ve toplam çalışan sayısı ; çıktı olarak ise üretim miktarı, satış gelirleri, satış miktarı ve katma değer kullanılmıştır.

Kara ve arkadaşları (2013) toplam 4 Devlet Orman İşletmesinin üretim, finansal ve servet artışı etkinliklerini analiz etmek amacıyla toplam 6 girdi ve 3 çıktı değişkenin kullanıldığı 3 model kurgulamışlardır. Modellerde girdi değişkenleri olarak dikili kabuk gövde hacmi, personel sayısı, verimli orman alanı, dikili ağaç satışları, döner sermaye toplam gideri ve silvikültür çalışma alanı, çıktı değişkenleri olarak da üretim miktarı, dönem karı/zararı ve toplam dikili ağaç serveti kullanılmıştır.

Bayramoğlu (2013) Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 2005-2010 yılları arasında faaliyet gösteren 24 DOİ'nin etkinlik düzeylerini 5 girdi 3 çıktı kullanarak VZA ile tespit etmiştir. Çalışmada oluşturulan amaç fonksiyonunda girdi değişkenleri olarak; DOİ Genel Alanı, DOİ Serveti, DOİ Genel Alanı İçindeki Nüfus, DOİ Personel Sayısı ve DOİ Toplam Giderleri kullanılmıştır. Çıktı değişkenleri olarak ise DOİ Üretim Miktarı, DOİ Satış Miktarı ve DOİ Toplam Geliri kullanılmıştır.

Şafak vd. (2012) Denizli, İzmir ve Muğla Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki Orman İşletme Şefliklerinin etkinliğini bulanık veri zarflama yöntemi ile belirlemişlerdir. Çalışmada Denizli Orman Bölge Müdürlüğü için 23 girdi 18 çıktı, İzmir Orman Bölge Müdürlüğü için 27 girdi 23 çıktı ve Muğla Orman Bölge Müdürlüğü için 33 girdi 21 çıktı ve Ege Bölgesi için oluşturulan amaç fonksiyonunda 36 girdi 21 çıktı değişkeni kullanılmışlardır.

Şafak vd. (2013) İzmir Orman Bölge Müdürlüğünde bulanık veri zarflama analizi kullanarak toplam 7 girdi 7 çıktı değişkeniyle etkinlik ölçümü yapmışlardır. Çalışmada amaç fonksiyonunda girdi değişkenleri olarak; Ormanlık alanda yaşayan nüfus, toplam silvikültür harcamaları, genel üretim giderleri, toplam çalışan sayısı, ormanlık alan, yıllık izin verilen kesim alanı ve toplam yangın söndürme aracı sayısı kullanılmıştır. Çıktı değişkenleri olarak toplam orman yolu uzunluğu, endüstriyel odun üretim miktarı, yıllık dikili satış miktarı, resmi orman suçu sayısı, yanan alan miktarı, silvikültürel müdahale gören (bakım) alan miktarı ve orman alanlarından verilen izin sayısı kullanılmıştır.

Şafak vd. (2014) Denizli Orman Bölge Müdürlüğü bünyesindeki orman işletme şefliklerinin etkinlik düzeylerini bulanık veri zarflama analiziyle tespit etmişlerdir. Çalışmada girdi değişkenleri olarak Ormanlık alanda yaşayan nüfus, toplam silvikültür harcamaları, genel üretim giderleri, toplam çalışan sayısı, ormanlık alan, yıllık izin verilen kesim alanı kullanılmıştır. Çıktı değişkenleri olarak toplam orman yolu uzunluğu, endüstriyel odun üretim miktarı, yanan alan miktarı, silvikültürel müdahale gören (bakım) alan miktarı ve orman alanlarından verilen izin sayısı kullanılmıştır.

Yukarıda özetlenen VZA'nın ormancılık uygulamalarında kullanılan 77 adet girdi ve 70 adet çıktı değişkeni aşağıda Çizelge 2 verilmiştir.

Çizelge 2. VZA çalışmalarında kullanılan girdi ve çıktı değişkenleri

No	Girdi değişkenleri	Çıktı değişkenleri
1	Hektar Başına Yıllık Bütçe (TL-Dolar)	Hektardaki Odun Üretim Miktarı (m <sup>3</sup> )
2	Başlangıç Yılında Hektardaki Servet Miktarı (m <sup>3</sup> )	Hektar Başına Üretilen Odun Dışı Orman Ürünlerinin Parasal Değeri (TL-Dolar)
3	Hektarda Kullanılan İşgücü Sayısı (kişi/ha)	Toprak Koruma (ha)
4	Arazi Büyüklüğü (ha)	Hektardaki Yıllık Ziyaretçi Sayısı (kişi)
5	Sermaye (TL-Dolar)	Haftalık Ortalama Toplam Üretim Miktarı (m <sup>3</sup> )
6	İşgücü Miktarı (kişi/ha)	Gazete Kâğıdı (kg)
7	Fabrika Sahibinin Yaşı (yıl)	Gazeteden Küçük Kâğıtlar (kg)
8	Hasat Tipi (sayı)	Afiş Kâğıdı (kg)
9	Üretim Dışında Çalışan İşgücü Miktarı (kişi/ha)	Kâğıt Hamuru (kg)
10	Enerji Miktarı (kW)	Toplam Hasılat (TL-Dolar)
11	Kimyasallar (kg)	Toplan Net Kar (TL-Dolar)
12	Odun Hamuru (kg)	Orman Sahipleri Birliğindeki Toplam Çalışan Sayısı (kişi)
13	Kâğıtlık Odun (m <sup>3</sup> )	Yıllık Toplam Üretim Miktarı (m <sup>3</sup> )
14	Diğer Materyaller	Planlanan Orman Yolu Miktarı (km)
15	Atık Kâğıtlar (kg)	Denetimi Yapılan Orman Yolu İnşaatı (km)
16	Toplam Orman Sahipleri Birliği Üye Sayısı (kişi)	İncelenen ve Onaylanan Drenaj Uzunluğu (km)
17	50 Hektar ve Üzerinde Orman Sahibi Sayısı (kişi)	Planlanan Drenaj Uzunluğu (km)
18	Toplam Devamlı Orman İşçisi Sayısı (kişi)	Denetimi Yapılmış Drenaj Uzunluğu (km)
19	Birliğin Yetki Alanındaki Ormanlık Alan (ha)	İncelenen ve Onaylanan Drenaj Uzunluğu (km)
20	Toplam Yatırım Gideri (TL-Dolar)	Planlanan Bölgesel Orman Yönetimi Alan Olarak, Ev Yapımında ve Yakıt Olarak Kullanılacak Ağaç Yetiştirmek İçin Orman Planlarında Ayrılan Yer Sayısı (adet)
21	Aktifler Toplamı (TL-Dolar)	Orman Sahiplerinin Yüz Yüze İstedikleri Yardım Sayısı (adet)
22	Üretimde Kullanılan Makine Sayısı (adet)	Grup Çalışmalarına Katılan Orman Sahibi Sayısı (kişi)
23	50 Kw Üstündeki Kereste Makinesi (adet)	Orman Kurullarının Personeline Verdiği Kursların Toplam Gün Sayısı (adet)
24	Toplam Depo Alanı (m <sup>2</sup> )	Onaylanmış Orman Islah Proje Sayısı (adet)
25	Toplam Odun Üretimi (m <sup>3</sup> )	Onaylanmış Rejenerasyon Proje Sayısı (adet)
26	Toplam Ormanlaştırılan Alan (ha)	Üretilen Odun Miktarı (m <sup>3</sup> )
27	Toplam Açılan Alan (ha)	Yıllık Sermaye Fazlalığı (TL-Dolar)
28	Toplam Tonruk Üretimi (m <sup>3</sup> )	Bölge Ofislerinin Üyelerine Yaratdığı Sermaye Fazlalığı (TL-Dolar)
29	Üretimde Bir Birimde Kullanılan Fiber (kg)	Bölge Ofisinin Üyelerine Yıllık Fide Satışı (adet)
30	Yakıt (kg)	Ağaçlandırma Alanı (ha)
31	Elektrik Gücü (kW)	Genç Orman Bakımı (ha)
32	İşgücü (kişi)	Orman İçi Ağaçlandırma Alanı (ha)
33	Ücret (TL-Dolar)	Koruma Fırsat Değeri (sayı)
34	Hammadde (TL-Dolar)	Erişilebilirlik Değeri (sayı)
35	Kimyasallar (kg)	Veri Tabanında Temsil Edilen Tür Sayısı (adet)
36	Sermaye (TL-Dolar)	Kereste Üretimi (m <sup>3</sup> )
37	Sarf Malzeme Giderleri (TL-Dolar)	Yan Ürünlerin Parasal Değeri (TL-Dolar)
38	Emek Ücreti (TL-Dolar)	Tahıl Üretim Değeri (TL-Dolar)
39	Toplam Maliyetler (TL-Dolar)	Orman Ürünleri Değeri (TL-Dolar)
40	Tarım Arazilerinin Satın Alma Maliyeti (TL-Dolar)	Hayvan Üretim Değeri (TL-Dolar)
41	Koruma Çatışma Değeri (TL-Dolar)	Diğer Üretim Değerleri (TL-Dolar)
42	Genel Üretim Giderleri (TL-Dolar)	Ücret (TL-Dolar)
43	Araştırma ve Geliştirme Giderleri (TL-Dolar)	Kar (TL-Dolar)
44	Genel Yönetim Giderleri (TL-Dolar)	Odun Hammaddesi Üretim Miktarı (m <sup>3</sup> )
45	Personel Sayısı (kişi)	Kurumsal Düzenlemeler
46	Tahıl Üretiminde Kullanılan Arazi Büyüklüğü (ha)	Üretim Miktarı (m <sup>3</sup> )
47	Tahıl Üretimindeki Masraflar (TL-Dolar)	Orman Sınırının Tarım Arazilerine Olan Uzaklığı (km)
48	Ormanlıktaki Masraflar (TL-Dolar)	Tarım Arazilerinin Merkeze Uzaklığı (km)
49	Hayvan Üretimi Masrafları (TL-Dolar)	Çiftçi Eğitim Yılı (yıl)
50	Diğer Masraflar (TL-Dolar)	Tütün Üretiminde Kullanılan Teknoloji
51	İşçi Sayısı (kişi)	Çiftçi Deneyimi (yıl)
52	Fonlar (TL-Dolar)	Kullanılan Arazi Tipi (sayı)
53	Borçlar (TL-Dolar)	Tür Çeşitliliği İndeksi (sayı)
54	Orman Kesim Alanı (ha)	Toplam Tütün Üretimi Maliyeti (TL-Dolar)
55	Sermaye Değeri (TL-Dolar)	Tarımsal Arazi Fiyatı (TL-Dolar)
56	Toplam Tütün Üretim Miktarı (kg)	Gübre Fiyatı (TL-Dolar)
57	Yakacak Odun Miktarı (m <sup>3</sup> )	Yakacak Odun Fiyatı (TL-Dolar)
58	Arazi Miktarı (ha)	İşgücü Ücreti (TL-Dolar)
59	Kullanılan Gübre Miktarı (kg)	Yol Yoğunluğu (km/ha)
60	İşletmenin Toplam Alanı (ha)	Silvikültür Çalışması Yapılan Alan Miktarı (ha)
61	Toplam Ağaç Serveti (m <sup>3</sup> )	Toplam Odun Satış Miktarı (m <sup>3</sup> )
62	Planlanmış Toplam Üretim Miktarı (m <sup>3</sup> )	Brüt Satışlar Toplamı (TL-Dolar)
63	İşletme Sorumluluk Alanı Nüfusu (kişi)	Dönen Varlıklar Toplamı (TL-Dolar)
64	Toplam Orman Yangını Gideri (TL-Dolar)	Üretim Miktarı (m <sup>3</sup> )
65	Üretilen Toplam Odun Miktarı (m <sup>3</sup> )	Dönem Kârı (TL-Dolar)
66	Giderler Genel Toplamı (TL-Dolar)	Duran Varlıklar Toplamı (TL-Dolar)
67	Sermaye (TL-Dolar)	Satış Gelirleri (TL-Dolar)
68	Toplam Alan (ha)	Satış Miktarı (m <sup>3</sup> )
69	Ormanlık Alan (ha)	Katma Değer (TL-Dolar)
70	Verimli Orman Alanı (ha)	Ormanlardan verilen izin sayısı (adet)
71	Üretim Maliyetleri (TL-Dolar)	
72	Teknik Eleman Miktarı (kişi)	
73	Çalışan Giderleri (TL-Dolar)	
74	Toplam Çalışan Sayısı (kişi)	
75	Silvikültür giderleri (TL)	
76	Yangın Aracı (adet)	
77	Dikili satış miktarı (m <sup>3</sup> )	

Çizelge 2 incelendiğinde, VZA yönteminin birimlerinin birbirinden farklı birçok değişkenin kullanımına olanak verdiği görülmektedir. Ayrıca girdi ve çıktı değişkenleri çalışmanın amacına göre de farklılık göstermektedir. Bir çalışmada girdi durumunda olan bir değişken diğer bir çalışmada çıktı olarak kullanılmaktadır. Bu durum araştırmacılara kolaylık sağlamakla birlikte VZA'nın özellikle etkinlik ölçümü çalışmalarında kullanımının artmasına neden olmaktadır.

## 5. Sonuç ve öneriler

Özellikle 1900'lü yılların başından itibaren işletmecilik alanında ortaya çıkan yeni yaklaşımlarla birlikte işletmeler çevreleri ile sürekli ilişki halinde olan açık sistemler olarak ele alınmaya başlanmıştır. Bununla birlikte işletmelerin sahip oldukları kaynakları, kullandıkları teknoloji ve çevresel faktörleri dikkate alarak etkin ve verimli bir şekilde kullanmalarının da önemi artmıştır. Bu durum neticesinde işletmelerin etkinlik düzeylerinin ölçülmesi konusu da gelişim göstererek bu konuda çeşitli yöntemlerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Kar amacı gütmeyen kamu işletmelerinin etkinlik düzeylerinin belirlenmesine yönelik kullanılan Veri Zarflama Analizi bu yöntemlerin başında gelmektedir. Bu yöntem etkin olan işletmeleri belirlemesinin yanında etkin olmayan işletmelerin niçin etkin olmadığını ve etkin olabilmeleri için neler yapması gerektiğini ortaya koymakta, özellikle de karar vericilere yol gösterebilmektedir.

Türkiye'de DOİ'lerin başarı düzeylerinin ölçülmesine yönelik yapılan çalışmalarda genellikle DOİ'lerin ekonomik fonksiyonları üzerinde durulmuştur. Ormanların odun hammaddesi üretiminin yanında sağladığı ekolojik ve sosyal fonksiyonlarının da parasal değerlerinin hesaplanarak bu değerlemelere dahil edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda DOİ'lere kanunlarca yüklenmiş olan sosyal amaçlar çoğu zaman ulaşmaları gereken ekonomik amaçların önüne geçmektedir. Özellikle DOİ'nin başarı düzeylerinin belirlenmesinde bu durumda göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

VZA, birimi birbirinden farklı birçok girdi ve çıktı değişkeninin aynı anda kullanılabilmesine imkan vermesinin yanında özellikle ormancılık gibi doğaya açık ve değişken sayısının çok olduğu alanlarda karar vericilere uygulama ve yorumlama kolaylığı sağlamaktadır. Bu nedenle Türkiye'de ormanların işletilmesinde temel birimler olan DOİ'lerin etkinlik düzeylerini ölçmede VZA'nın daha çok kullanılması ormanlarımız ve ormancılık örgütü açısından fayda sağlayacaktır.

## Teşekkür

Bu makale KTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine ait 2010.113.001.2 nolu proje olarak desteklenen Devlet Orman İşletmelerinin Başarı Düzeylerinin Ölçülmesi ve Optimal İşletme Büyüklüğünün Belirlenmesi (Doğu Karadeniz Bölgesi Örneği) adlı doktora tezinin bir bölümünden türetilmiştir.

## Kaynaklar

- Aktaş, H., 2001. İşletme performansının ölçülmesinde veri zarflama analizi yaklaşımı, Celal Bayar Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 7(1): 163-175.
- Alım, E., 2004. Veri zarflama analizi ve orman yönetiminde bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Arslan, A., 2002. Kamu Harcamalarında Verimlilik, Etkinlik ve Denetim, Maliye Dergisi, 140(2): 1-14.
- Avcı, B., 2004. İşletmeler arası göreceli etkinlik ölçüm yaklaşımı: Veri zarflama analizi ve uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.
- Balteiro, L.D., Herruzo, A.C., Martinez, M., Pachon, J.G., 2006. An analysis of productive efficiency and innovation activity using DEA: An application to Spain's wood-based industry. Forest Policy and Economics, 8:762-773.
- Başar, M., Tosunoğlu, Ş., Kılıçaslan, Y., 2009. Türkiye'de döner sermaye işletmelerinin etkinlik analizi: sorunlar, çözümler ve politika önerileri. TÜBİTAK Projesi, Proje No: 107K552, Ankara.
- Bates, J.M., Baines, D., Whyne, D.K., 1996. Measuring the efficiency of prescribing by general practitioner. Journal of the Operational Research Society, 47:1443-1451.
- Bayazıt, E., Çelik, O., 2004. Muhasebe eğitiminin kalitesinin artırılmasında ilk adım: yükseköğretim kurumlarında muhasebe eğitiminin etkinliğinin analizi, İstanbul Üniversitesi, Sürekli Yayınları, İstanbul.
- Bayramoğlu, M.M., 2013. Devlet orman işletmelerinin başarı düzeylerinin ölçülmesi ve optimal işletme büyüklüğünün belirlenmesi (Doğu Karadeniz Bölgesi Örneği) Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bogetoft, P., Strange, N., Thorsen, B.J., 2001. Efficiency and merger gains in the Danish forestry extension service. The Royal Veterinary and Agricultural University. Food and Resource Economic Institute. Units of Economics Working Papers, Frederiksberg C, Denmark. <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/24210/1/ew010008.pdf> Erişim:15/01/2017.
- Boussofiane, A., Dyson, R., Rhodes, E., 1991. Applied data envelopment analysis. European Journal of Operational Research, 52:1-15.
- Carter, R., Cabbage, D. F. W., 1995. Stochastic frontier estimation and sources of technical efficiency in southern timber harvesting. Forest Science, 41(3):576-593.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E., 1981. Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through. Management Science, 27(6): 668-697.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Li, S., 1989. Using data envelopment analysis to evaluate efficiency in the economic performance Chinese cities. Socio-Economic Planning Sciences, 23(6): 325-344.
- Çağlar, A., 2003. Veri zarflama analizi ile belediyelerin etkinlik ölçümü. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Çekin, İ., 1999. Veri zarflama yönteminin uygulamaya hazırlanması. Milli üretkenlik Merkezi Verimlilik Ölçme ve İzleme Bölümü, Ankara.
- Çingi, S., Tarım, A., 2000. Türk bankacılık sisteminde performans ölçümü. DEA-Malmquist TFP endeksi uygulaması. Hacettepe Üniversitesi İİBF Dergisi, 18:17-34.
- Çukur, S., 2005. Türk ticari bankacılık sisteminde etkinlik analizi. İktisat İşletme ve Finans, 20(233):17-27.
- Delikdaş, E., 2002. Türkiye özel sektör imalat sanayinde etkinlik ve toplam faktör verimliliği analizi. ODTÜ Geliştirme Dergisi, 29(3-4):247-284.
- Demirci, A., 2012. OECD üyesi ülkelerin ekonomik ve sosyal etkinliklerinin veri zarflama analizi yöntemiyle belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Deniz, N., 2009. Türkiye'deki illerin kaynak kullanımına göre göreceli etkinliklerinin klasik ve bulanık veri zarflama analizi yöntemleri ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Depren, Ö., 2008. Veri zarflama analizi ve bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gözü, C., 2003. Veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü ve tekstil işletmelerine yönelik bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Hseu, J.S., Buongiorno, J., 1995. Producer behavior and technology in the pulp and paper industries of the United States and Canada: A Nonparametric Analysis. Forest Science, 41(1):140-156.
- Illukpitiya, S., 2005. Technical efficiency in agriculture and dependency on forest resources: An economic analysis of rural households and the conservation of natural forests in Sri Lanka. EEPSEA Publications. University of Hawaii, USA.
- Joro, T., Viitala, E.J., 1999. The efficiency of public forestry organizations: A comparison of different weight restriction approaches. International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). Interim Report, Austria.
- Kao, C., 1998. Measuring the efficiency of forest districts with multiple working circles, Journal of the Operational Research Society, 49:583-590.
- Kao, C., 2000a. Short-run long-run efficiency measures for multiplant firms. Annals of Operational Research, 97:379-388.
- Kao, C., 2000b. Measuring the performance improvement of Taiwan forests after reorganization. Forest Science, 46(4):577-584.
- Kao, C., 2000c. Data envelopment analysis in resource allocation: An application to forest management, 31(9):1059-1066.
- Kao, C., Yang, Y., 1991. Measuring the efficiency of forest management. Forest Science, 37(5):1239-1252.
- Kao, C., 2009. Efficiency measurement for parallel production systems. European Journal of Operational Research, 196:1107-1112.
- Kara, O., Kayacan, B., Eratilla, M., 2013. Düzce ili devlet orman işletme müdürlüklerinin parametrik olmayan yöntemlerle etkinliğinin analizi. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 9(1): 97-123.
- Karagöz, Y., Ekici, S., 2004. Sosyal bilimlerde yapılan uygulamalı araştırmalarda kullanılan istatistiksel teknikler ve ölçekler. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 5(1):25-43.
- Karsak, E.E., İşcan, F., 2000. Çimento sektöründe göreceli faaliyet performanslarının ağırlıklı kısıtlamaları ve çapraz etkinlik kullanılarak veri zarflama analizi ile değerlendirilmesi. Endüstri Mühendisliği Dergisi, 11(3): 2-10.
- Kaya, P., Erdoğan Aktan, H., 2011. Türk tarım sektörü verimliliğinin parametrik olmayan bir yöntemle analizi. Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, 3(1):261-282.
- Kaynar, O., 2004. Veri zarflama analizi ve göreceli etkinlik analizi üzerine bir uygulama. Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Kecek, G., 2010. Veri zarflama analizi teori ve uygulama örneği. Siyasal Kitapevi, Ankara.
- Kıran, B., 2008. Kalkınmada öncelikli illerin ekonomik etkinliklerinin veri zarflama analizi yöntemi ile değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Koopmans, T.C., 1951. Analysis of production as an efficient combination of activities. In: Koopmans, T.C. (Ed.), Activity analysis of production and allocation, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Korkmaz, M., 2011. Measuring the productive efficiency of forest enterprises in mediterranean region of turkey using data envelopment analysis. African Journal of Agricultural Research, 6(19):4522-4532.
- Lebel, L., Stuart, G.W.B., 1998. Technical efficiency evaluation of logging contractors using a nonparametric model. Journal of Forest Engineering, 9(2):15-24
- Lien, G., Stordal, S., Baardsen, S., 2006. Private forest owners harvesting behaviors and technical efficiency: Effects of other income sources. Small-scale forestry and rural development: The intersection of ecosystems. Economics and Society, 18-23 June 2006, Galway, Ireland, pp:239-248.
- Liu, C., Yin, R., 2004. Poverty dynamics revealed in production performance and forestry in improving livelihoods: The case of west Anhui. China. Forest Policy and Economics, 6:391-401.
- Nyrud, A.Q., Bergseng, E.R., 2002. production efficiency and size in norwegian sawmilling. Scandinavian Journal of Forest Research, 17(6): 566-575.
- Onaran, S., 2006. Veri zarflama analizi kullanılarak üniversite kütüphanelerinin performanslarının değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri, Ankara.
- Oruç, K.O., 2008. Veri zarflama analizi ile bulanık ortamda etkinlik ölçümleri ve üniversitelerde bir uygulama. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Özdamar, K., 2002. Paket programlar ile istatistiksel veri analizi. Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Öztürk, A., 2007. Yöneylem araştırması. Ekin Basım Yayım Dağıtım, Bursa.
- Özyiğit, T., Serarslan, M.N., Karsak, E.E., 2008. Türkiye'de elektrik üretimi için enerji kaynaklarının etkinliğinin değerlendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi, 7(5): 55-66.



- Paradi, J.C., Schaffnit, C., 2004. Commercial branch performance evaluation and results communication in a Canadian bank – A DEA application. *European Journal of Operational Research*, 156(3): 719-735.
- Sauer, J., Abdallah, J.M., 2007. Forest diversity. *Tobacco Production and Resource Management in Tanzania. Forest Policy and Economics*, 9:421–429.
- Shiba, M., 1997. Measuring the efficiency on managerial and technical performances in forestry activities by means of data envelopment analysis (DEA). *Journal of Forest Engineering*, 8(1):7-19.
- Strange, N., 2003. Cost and preference based selection of biodiversity sites. 10th Ulvön Anniversary Conference on Environmental Economics & Karl–Gustaf Löfgren Symposium, Ulvön, Sweden, pp. 22.
- Subhash, C.R., 2004. *Data envelopment analysis: Theory and techniques for economic and operations research*. Cambridge University Press, Newyork.
- Şafak, İ., 2009. Ege Bölgesi orman işletmelerinin etkinlik düzeylerinin değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Şafak, İ., Gül, A.U., Akkaş, M., E., Gediklili, M., Kanat, Ş.M., Portakal, S.Ü., 2012. Orman işletme şeffiklerinin etkinliğinin bulanık veri zarflama yöntemi ile belirlenmesi (Denizli, İzmir ve Muğla Orman Bölge Müdürlüğü Örneği). TÜBİTAK, Proje No: 110O126; Başlama Bitiş:15.10.2010- 15.10.2012.
- Şafak, İ., Gül, A.U., Akkaş, M.E., Portakal, S.Ü., Gediklili, M., Kanat, Ş.M., 2013. efficiency determination of the forest subdistricts by using fuzzy data envelopment analysis (Case Study: İzmir Forest Regional Directorate). *Eurasian Journal of Forest Science*, 1(1): 1-19.
- Şafak, İ., Gül, A.U., Akkaş, M.E., Gediklili, M., Kanat, Ş.M., Portakal, S.Ü., 2014. Efficiency determination of the forest sub-districts by using fuzzy data envelopment analysis (Case Study: Denizli Forest Regional Directorate). *International Journal of Fuzzy Systems*, Vol. 16 (3):358-367.
- Tarım, A., 2001. Veri zarflama analizi matematiksel programlama tabanlı görelî etkinlik ölçüm yaklaşımı. Sayıştay Yayınları, Ankara.
- Thanassoulis, E., Boussofiane, A., Dyson, R.G., 1996. A comparison of data envelopment analysis and ratio analysis as tools for performance assessment. *Omega*, 24(3):229-244.
- Üte, E., 2002. Veri zarflama analizi tekniği ile sağlık sektörünün operasyonel etkinliğinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Vitälä, E.J., Hänninen, H., 1998. Measuring the efficiency of public forestry organizations. *Forest Science*, 44(2):298–307.
- Yalama, A., Sayım, M., 2008. Veri zarflama analizi ile imalat sektörünün performans değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1):89-107.
- Yaşa, A., 2008. Bankacılık sektöründe etkinlik ve veri zarflama analizi yöntemi ile ölçülmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yaylalı, M., 2004. *Mikro iktisat*. 3. Baskı, Beta Yayınları, İstanbul.
- Yeni, A., 2012. Türkiye broyler sektöründe üretim kümeslerinin ekonomik yapısı ve etkinlik analizi: doğu marmara bölgesi örneği. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Yin, R., 1998. DEA: A new methodology for evaluating the performance of forest products producers. *Forest Products Journal*, 48(1): 29-34.
- Yolalan, R., 1993. İşletmelerarası görelî etkinlik ölçümü. Milli Produktivite Yayınları, Ankara.
- Yükçü, S., Atağan, G., 2009. Etkinlik, etkililik ve verimlilik kavramlarının yarattığı karışıklık. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 23(4):1-13.
- Zeydan, M., 2005. İMKB’de yer alan bankaların verimliliğinin DEA (Veri Zarflama Analizi) yöntemi kullanılarak belirlenmesi. *Active Bankacılık ve Finans Dergisi*, 44:2.
- Zhang, Y., 2002. The impacts of economic reform on the efficiency of silviculture: A non–parametric approach. *Environment and Development Economics*, 7:107–122.

## 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 "[giris](#)" yaptıktan sonra, makaleleri ile birlikte "[üst yazı ve telif devir](#)" formunu sisteme yüklemelidirler.

## Appendix 1. References

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

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

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

### *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.

Sarkaya, 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. Yahyaoglu, 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.

