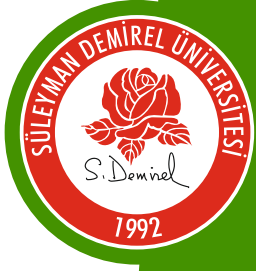


ISSN: 2149-3898



TURKISH JOURNAL OF FORESTRY

TÜRKİYE ORMANCILIK DERGİSİ



Year: 2017
Yıl: 2017

Volume: 18
Cilt: 18

Issue: 3
Sayı: 3



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: 3

Editorial board / Dergi yayın kurulu

Editor-in-chief / Baş editör
Mehmet Korkmaz

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

Layout editor / Dizgi editörü
Süleyman Uysal

Secretary / Sekreteryası
Esra Bayar
Tuğba Yılmaz Aydın

Publisher / Yayıncı kuruluş
SDU Faculty of Forestry – Isparta

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

Advisory board / Danışma kurulu

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

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

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

CONTENTS

Research

- Assessment of the visual landscape quality based on the subjectivist paradigm to design the memorial garden
Sahar Pouya, Homa Irani Behbahani 171-177
- Cone pests of fir, pine and cedar forests in Isparta Forest Regional Directorate
Tuğçe Özek, Mustafa Avcı 178-186
- Evaluation of the combating against chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*) in terms of silviculture: The sample of Kütahya Simav
İbrahim Turna, Mustafa Gökhan Sertkaya, Fahrettin Atar 187-196
- The importance of visitor characteristics and perceptions in the planning and effective management of protected areas: Kuşunlu Waterfall Natural Park example
Ayhan Akyol, Ersin Akbulut 197-206
- Comparison of vegetation properties on the protected and grazed rangeland areas: The case of Kocapınar Rangeland
Ahmet Alper Babalık, Hüseyin Fakir 207-211
- Using Bayesian Network to predict the watershed land use type of Çankırı Acıçay-Tatlıçay
Semih Ediş, Efehan Ulaş 212-218
- Relationships between essential oil yield and physical properties of cones in juniper species (*Juniperus excelsa* Bieb. and *Juniperus foetidissima* Willd.)
Serkan Gülsoy, Uysal Utku Turhan, Gülcan Özkan 219-225
- Development of the small yarder system (AcarMHH300) for logging from forest stands
H. Hulusi Acar 226-231
- Relationships between spectral and bird species rarefaction curves in a brutian pine forest ecosystem
İbrahim Özdemir, Ahmet Mert, Ulaş Yunus Özkan, Şengül Aksan, Yasin Ünal 232-240
- Investigating the possibility of using Shigometer for determining wood density and radial growth performance among Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) populations
Bilgin İçel 241-246
- Effect of boron compounds on the thermal and combustion properties of wood-plastic composites
Ertuğrul Altuntaş, Eyyüp Karaoğul, M. Hakkı Alma 247-250
- The effects of some flame retardant chemicals used in surface coating on the burning properties of MDF (Medium density fiberboard)
Ferhat Özdemir, Arif Ayaz 251-257
- Investigation of the effect of high-fibrous filling material on the mechanical properties of wood plastic composites
Ertuğrul Altuntaş, Esra Yılmaz, Tufan Salan 258-263

İÇİNDEKİLER

Araştırma

- Anıt bahçesinin tasarlanması için öznelcilik paradigmasına dayalı görsel peyzaj kalitesinin değerlendirilmesi
Sahar Pouya, Homa Irani Behbahani 171-177
- Isparta Orman Bölge Müdürlüğü göknar, çam ve sedir ormanlarında kozalak zararlıları
Tuğçe Özek, Mustafa Avcı 178-186
- Kestane dal kanseri ile mücadelenin silvikültürel yönden değerlendirilmesi: Kütahya Simav örneği
İbrahim Turna, Mustafa Gökhan Sertkaya, Fahrettin Atar 187-196
- Korunan alanların planlanması ve etkin yönetiminde ziyaretçi özellikleri ve algılarının önemi: Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı örneği
Ayhan Akyol, Ersin Akbulut 197-206
- Korunan ve otlatılan mera alanlarında vejetasyon özelliklerinin karşılaştırılması: Kocapınar Merası örneği
Ahmet Alper Babalık, Hüseyin Fakir 207-211
- Çankırı Acıçay-Tatlıçay Havzalarında arazi kullanım türlerinin Bayes Ağları yöntemiyle tahmin edilmesi
Semih Ediş, Efehan Ulaş 212-218
- Ardıç türlerinde (*Juniperus excelsa* Bieb. ve *Juniperus foetidissima* Willd.) kozalak fiziksel özellikleri ve uçucu yağ verimlilik ilişkileri
Serkan Gülsoy, Uysal Utku Turhan, Gülcan Özkan 219-225
- Orman içinde tomruk transportu için bir mini hava hattı (AcarMHH300) sistemi geliştirilmesi
H. Hulusi Acar 226-231
- Bir kızılçam orman ekosisteminde spektral ve kuş türü rarefaksiyon eğrileri arasındaki ilişkiler
İbrahim Özdemir, Ahmet Mert, Ulaş Yunus Özkan, Şengül Aksan, Yasin Ünal 232-240
- Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) popülasyonlarında odun yoğunluğu ve radyal büyüme performansının Shigometer ile belirlenebilme imkanının araştırılması
Bilgin İçel 241-246
- Odun-plastik kompozitlerin termal ve yanma özellikleri üzerine borlu bileşiklerin etkisi
Ertuğrul Altuntaş, Eyyüp Karaoğul, M. Hakkı Alma 247-250
- Yüzey kaplamasında kullanılan bazı yanmayı geciktirici kimyasalların orta yoğunluklu lif levhanın yanma özellikleri üzerine etkileri
Ferhat Özdemir, Arif Ayaz 251-257
- Yüksek oranda lif dolgu maddesi kullanımının odun plastik kompozit malzemenin mekanik özellikleri üzerine etkisinin araştırılması
Ertuğrul Altuntaş, Esra Yılmaz, Tufan Salan 258-263

Assessment of the visual landscape quality based on the subjectivist paradigm to design the memorial garden

Sahar Pouya^{a,*}, Homa Irani Behbahani^a

Abstract: Assessment of the visual landscape quality is a core part of studies in landscape and urban projects. The landscape visual assessment has been carried out on the basis of two paradigms; objectivist and subjectivist paradigms. This research is a case of landscape evaluation based on the subjectivist or psychological paradigm. The purpose of the research is to understand the beholder's perception of the visual quality of landscape and to use it in the design of a war memorial garden. In this article, three main holistic concepts formed during the war (war between Iran and Iraq) are determined, and then seniors majoring landscape architecture were asked to define these concepts for each the landscape elements. Then three dominant views of the site were scored according to the students' perceptions and finally zoning of the site was proposed. This article emphasizes on the perception-based approaches in landscape studies and the opportunities that the current landscape of the site may have in order to imply the specific concepts. To design a symbolic or memorial place, the perceptions conveyed by the visual elements of the landscape have impressive role in making decision about the land uses and will lead to a more sustainable and dynamic memorial spaces.

Keywords: Subjectivist paradigm, Memorial garden, Visual landscape quality

Anıt bahçesinin tasarlanması için öznelcilik paradigmasına dayalı görsel peyzaj kalitesinin değerlendirilmesi

Özet: Görsel peyzaj kalitesinin değerlendirilmesi, peyzaj ve kentsel projelerde yapılan çalışmaların temel bir parçasıdır. Peyzaj görsel değerlendirmesi iki paradigma temelinde yürütülmüştür; nesnelci ve öznelcil paradigmlar. Bu araştırma, öznelci veya psikolojik paradigmaya dayalı bir peyzaj değerlendirmesi örneğidir. Araştırmanın amacı, seyirci açısından manzara görsel kalite algısını açıklamak ve onu anıt bahçe tasarımında kullanmaktır. Bu yazıda, savaş sırasında (İran ve Irak savaşı) oluşan üç temel bütünsel kavram belirlenmiş ve daha sonra peyzaj öğeleri için bu kavramları tanımlamaları, son sınıf öğrencileri, peyzaj mimarlığı bölümünden istenmiştir. Daha sonra öğrencilerin algılamalarına göre sitenin üç hakim görünümü derecelendirildi ve nihayet alanın imar edilmesi önerilmiştir. Bu makale, peyzaj çalışmalarında algı tabanlı yaklaşımlara ve sitenin mevcut manzarasının spesifik kavramların kullanılması açısından sahip olabileceği fırsatlara vurgulamıştır. Bir sembolik veya anıtsal mekanın tasarlanması için, arazi kullanımları hakkında ve karar vermede manzara görsel öğelerinin aktardığı algılamalar, etkileyici bir role sahiptir ve daha sürdürülebilir ve dinamik bir anıt alanına neden olacaktır.

Anahtar kelimeler: Öznelcil paradigma, Anıt bahçesi, Görsel peyzaj kalitesi

1. Introduction

Studies of the landscape quality are the secondary part of primitive studies before doing design, and nowadays draw much attention from designers of the environment. Landscape visual assessment is a main component of landscape architecture, landscape planning and various studies in decision process. There are different approaches for assessing the scenic qualities of landscapes developed in the last few decades (Wu et al., 2006). It provides clear data of the landscape structure as such as land form, color, water surface and green elements (Tveit et al., 2006) and also allows the integration of local perception towards the surrounding and creates a sense of belonging and identity in any of future planning development (Rosley et al., 2013).

Landscape quality assessment divided into two core categories known as objectivist (expert approaches) and subjectivist (community perception-based approach) (Terry, 2001). Two contracting paradigms differ from one another based on the different angle of one's in assessing the environment.

Objective Approach (expert -design approach)

In the objectivist/physical paradigm, the landscape visual quality is defined by biological and physical values. It stresses viewing the environment as intrinsic attribute of the physical qualities and regards quality also as a product of the mind-eye of beholder. In this way, the quality of landscape is usually assessed by using criteria for landscape.

✉ ^a Environmental Design College, Iran, 51368, Tehran, Azin Alley, Gods st., Enghelab Ave., University of Tehran

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): pouya@itu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 24.02.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 19.07.2017



Subjective Approach (perception-based approach)

The perception-based approach or the subjective paradigm emphasizes the human view of the landscape (Wu et al., 2006). This paradigm considers that landscape quality derives from the eyes of beholder. So this paradigm is more complicated as it involves the interpretation of one's perception based on their background and associated experiences (Lothian, 1999).

Some researchers believe that assessing the visual quality of landscape should be a subjective task, as ecological and visual-based criteria are needed for explaining the main features of the landscape to increase the objectivity (Fry et al., 2009). Gobster, (1999) argued that landscape quality should be extended beyond perceptual, which is based on cognitive, experiential and knowledge based (subjectivist). However, Jessel (2006) mentions that methods for registering visual qualities are partly based on a description of landscape attributes (various types of vegetation and attributes of landscape structure) and are also based on landscape characteristics (the typical order of attributes in landscape scenery, their shape and proportion).

Main studies have been performed about landscape perception so far. Zube et al.'s (1982) landscape perception framework has developed a rich source for understanding the aesthetic experience of landscapes, and created a renewed attention in the context of ecological aesthetics. The best known landscape perception research has been done by the Kaplans (1989). They believe that humans have needs to know the world that surrounds us. Paul H. Gobster (1999) has also studied on how people perceive and experience parks and forests, including issues of aesthetics, psychological restoration, and physical activity. He has differentiated scenic beauty from ecological aesthetic.

Memorial Gardens

Memorial sites are "Garden of remembrance is a public place designed and designated as a focal point for specific memory; some gardens have been located over the site of a particular tragedy" (Gough, 2000). The culture of remembrance is a common attribute in our common understanding of war memorials and their landscapes. There were fulfilled varieties of symbolic functions in the landscape of memorial gardens to convey the specific values, concepts and memories. The Holocaust Memorial to the Murdered Jews, a symbolic cemetery with unique cubic forms was established in which the landscape elements have conceptual functions. Similarly, in the memorial gardens of 11 September, that is located at the site of the former Twin Towers, the memorial features are two huge waterfalls and reflecting pools that aim to convey a spirit of hope and renewal, and acts as memories of the victims (Pouya, 2011). However the visitors' perceptions of the landscape have been evaluated neither before project nor after that. To answer the question whether the symbolic landscapes performed in the gardens could be perceived by the visitors, this article focuses on the visitors' perception of signs and symbols through visual landscape assessment.

War memorials have valued as national and civic memory that carries holistic concepts for a nation experienced the tragedy (Ahmadi, 1992). This article illustrates a landscape assessment based on the subjectivist paradigm with the aim of creating a memorial garden. Since

the war memorial gardens are intended to imply a number of events and concepts for the beholders (Yung, 1980), in this research, the study of landscape is conducted to comprehend the implicit concepts of landscape in the mind of the viewer.

The war memorial garden tries to remind special events occurred in the past. Thus, some signs and symbols are needed to imply a number of concepts and events (Pouya, 2011). In other words, it is necessary to evaluate the current landscape based on how much it can imply the signs and symbols of a specific event for the visitors. So first of all, in the step of the landscape analysis, it has been recognized the visual signs and symbols related to the war (in this case the war between Iran and Iraq in 1978) in the site based on the people and beholder's perspectives.

2. Methods

In this study, the assessment of landscape quality is not aimed to assign a beautiful landscape in the mind of beholder, but it tries to assess the landscape and views of the site. In this work, the perception-based approach is used for evaluation the landscape of the site. The steps which are followed in this work are respectively:

First; the main variables of the landscape including (Earth's structure, Topography, Water, Vegetation, man-made structures and depth of view) are defined as tables.

Second; the concepts related to the event (war between Iran and Iraq as case study) through the evidence, documents and other sources are assigned and illustrated.

Third; the specific signs and symbols related to the event for each of the landscape variables are determined based on the perceptions of the students studying in landscape architecture. 35 senior students in department of landscape architecture at University of Tehran are interviewed and their view points are categorized as tables.

Fourth, the pictures of dominant views of the site (three views) are provided and then scored based on the definite criteria by the students for each visual landscape elements. The highest and lowest scores are considered to be 4 (ideal) and -3 (very unpleasant). These scores are given for different degrees of symbolic and symptomatic levels in the photographs. The scores and results of the assessment are presented as tables in this work.

Finally, it is decided about the various zone of site (zoning).

3. Materials

In this study, the site that was considered to assess the quality of landscape is the east-west hill at the entrance of the city of Tabriz, Iran (Figure 1). The hill, at the height of 1600 meters above sea level, has a visual relationship with the urban fabric and the northern mountains located in the west and south of the city (Halali, 2006). In this study, three dominant views are selected from the hill to its surroundings in the north, south and west (Figure 2).



Figure 1. Location of the site in the city of Tabriz/Iran



Figure 2. Directions of chosen views of the hill for the landscape quality evaluation

3.1. Defining the valuable concepts of war for the memorial garden

According to the classification of Nohl (2001), which was proposed on the basis of aesthetic perception of landscape, there are at least four different levels of aesthetic cognition (i.e., expressive, perceptual, symbolic and symptomatic), by which a beholder may get specific information or concepts (c.f. Nohl, 1980). At the expressive level of aesthetic cognition, all the perceived elements and structure are associated with the feeling and emotion of beholder. At the perceptual level, the beholder of landscape immediately gains the relevant information through the senses (e.g. by seeing, hearing or smelling).

However, at the symbolic and symptomatic levels of aesthetic cognition, which were addressed in this study, visible objects in landscape also indicate and refer to something else. At the symptomatic level, however, the contents attached to the indicating or symbolizing objects are not the realities of landscape as they are. Here, they are developed as ideas, imagination and utopian pictures, which are generated in the mind of viewer. At the symptomatic level, objects are understood as signs or symptoms indicating the objects that are beyond themselves (Figure 3).

The memorial garden is a place that needs to use a number of symbols and signs to depict and imply the concepts pertinent to a special adventure or event in the mind of beholder. Therefore, in the quality assessment and aesthetic perception of landscape, efforts should be made to assess the landscape of site on the basis of the signs and symbols included in the landscape.

This research tries to assess the landscape quality of the site in order to design a war memorial garden in Tabriz, Iran. It is assumed that the garden should remind the valuable concepts related to the war between Iran and Iraq that lasted eight years. This war was suddenly started in 1978, during which there is no alternative for the Iranian people but to resist and oppose the enemy (Pouya et al., 2014). During the years of Iranian resistance, profound concepts have been discerned, which were subsequently depicted in the works of art (Ghazizadeh, 2010). Concepts such as the unity of people, defense and resistance against the enemy, sacrifice, hope and reconstruction after the war have been the definitive and noticeable notions of the war that are valuable to remind and imply (Taghi Zadeh, 2008; Palangi, 2008).

In this research, three principal concepts of resistance, unity, and reconstruction are chosen to remind in the memorial garden. In the aesthetic perception of landscape, the concept of reconstruction for the symptomatic level; and the concepts of resistance and unity for the symbolic level have been considered.

3.2. Defining the concepts in visual and physical elements of landscape

After the three concepts of the war were determined, they must be defined as symbols and signs for each of the physical elements of landscape. To do this, 35 seniors majoring landscape architect were asked to define symbols of the concepts of resistance and unity as well as signs of the concept of reconstruction in visual landscape. For instance, the students were asked to answer questions like - which form of water (running or still) can be a symbol for the concept of resistance? Which texture of tree or shrub can be a symbol for the concept of unity? Or which color of instructions can be a sign for the concept of reconstruction? The collected comments and answers are summarized in the Tables 1, 2 and 3.

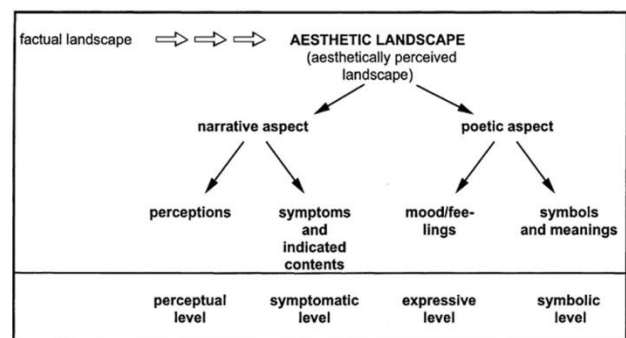


Figure 3. Aesthetic perception of Landscape and level of aesthetic cognition (Nohl, 2001)

Table 1. Definition of symbols for the concept of resistance in each of the visual elements of landscape, according to students majoring in landscape architecture

Visual elements of landscape		Symbols of the resistance concept	
Natural elements	Physical elements	Earth's structure	Natural and pyramidal landforms, hard materials of concrete, stone, or asphalt, as well as the colors darker than that of the land can be symbols of the concept of resistance.
		Topography	High height of land besides the low-slope or flat surfaces can be a symbol for the concept of resistance.
		Climate	Blowing extremely of wind at the surfaces and elements of landscape resisting, and sometimes high and dark shadows of elements may be considered symbols for the concept of resistance.
		Water	The still water, deep water, and light water may be considered symbols for the concept of resistance.
	Biological elements	Vegetation	The pyramidal or flat forms, rough and fine textures, condensed vegetation or serially semi-condensed vegetation, tall plants, and older plants may be considered symbols for the concept of resistance.
Physical elements	Path (road)	Curved shapes, as well as long narrow path paved with stone, concrete or asphalt may be considered symbols for the concept of resistance.	
	Housing	Square and symmetrical forms, old urban structures among moderns ones, and dim tall building may be considered symbols for the concept of resistance	
Depth of the View		Semi- limited view to horizon may be symbols of the resistance concept.	

Table 2. Definition of symbols for the concept of unity in each of the visual elements of landscape, according to students majoring in landscape architecture.

Visual elements of landscape		Symbols of the unity concept	
Natural elements	Physical elements	Earth's structure	Structures congruous in color, material and landform can be symbols for the concept of unity.
		Topography	Average height with a gentle slope of land can be regarded as symbols for the concept of unity.
		Climate	Mild temperature and breeze besides desired light can be regarded as symbols for the concept of unity.
		Water	Less flowed wave of water between the surfaces having the edges coordinated with the surroundings can be regarded as symbols for the concept of unity.
	Biological elements	Vegetation	The existing evergreen species besides deciduous species, in any three classes of trees, shrubs and bushes, in different seasons can be regarded as symbols for the concept of unity.
Physical elements	Path (road)	Structures with straight or curved paths can be regarded as symbols for the concept of unity.	
	Housing	Harmonic mixture of buildings and vast forms, circular forms, or square forms of building enclosed by circular yards can be regarded as symbols for the concept of unity.	
Depth of the View		Open view to the horizon, as opposed to closed view can be regarded as symbols for the concept of unity.	

Table 3. Definition of signs for the concept of reconstruction in each of the visual elements of landscape, according to students majoring in landscape architecture.

Visual elements of landscape		Symbols of the reconstruction concept	
Natural elements	Physical elements	Earth's structure	Light earth and man-made forms (excavations and earthwork) can be signs for the concept of reconstruction.
		Topography	Rising ground with an average slope or the forms changed by man can be signs for the concept of reconstruction.
		Climate	Extremely light and shade spaces can be sign for the concept of reconstruction.
		Water	Bright blue water with roaring sound can be signs for the concept of reconstruction can be sign for the concept of reconstruction.
	Biological elements	Vegetation	Short plants, serial and regular vegetation, desired distribution of plants in each class, young plants, medium texture, and floral plants can be signs for the concept of reconstruction.
Physical elements	Path (road)	Round-about path with arranged sidewalks of different colors can be signs for the concept of reconstruction.	
	Housing	Colored buildings with modern architecture and various materials can be signs for the concept of reconstruction.	
Depth of the View		Partially limited view with broken horizon lines can be signs for the concept of reconstruction.	

4. Results: Scoring the pictures

The visual elements of pictures that are selected from three views of the hill (Figures 4, 5, 6) are scored in this step according to the criteria defined in the Tables 1, 2 and 3 by the students. In scoring the pictures of the three views, highest and lowest scores are considered to be 4 (ideal) and -3 (very unpleasant) according to the Table 4.

The scores are given for different degrees of symbolic and symptomatic levels in the photographs. The results of the views assessment are presented as weak, too weak and good for each concept and perception in the Table 5.

It can be inferred from the table 5 that the view 1 (Figure 4) has more symbols of reconstruction concept in comparison with the two other views. The view 2 (Figure 5) includes strong symbols for the concepts of resistance and unity and has weak signs for the concept of reconstruction. The concept of resistance in the view 3 (Figure 6) has more understandable symbols than the two other concepts.

According to the analyses and the quantity of the landscape's signs and symbols, the primary zoning of the site for the war memorial garden design can be proposed. The zone 1 including the view 1 (view to southern landscape) can be considered as a place for implying the concept of reconstruction after the war between Iran and Iraq. Zone 2 with the view of northeast landscape and the symbols of unity can be considered a place for implying the concept of unity demonstrated by the Iranian people during the war period. Similarly, zone 3 having the symbols of resistance more than other signs can be considered a place that implies the concept of resistance in the best way (Figure 7).

Landscape is full of signs and symbols that remind the people about various feelings and concepts. The current visual landscape of the site can create some opportunities and possibility that help the planner or designer catch the goal. This work has focused on finding specifically visual signs in the site and its surrounding which may remind the viewers about the event happened 35 years ago. By the subjective approach used in this work, the designer is able to decide better about the location each conceptual space over the site. Landscape zoning as the main step of any design projects can be provided based on the intrinsic perceptions and concepts of the site itself. In fact, this approach can somehow guarantee that target concepts of the planners or the designers are understood and perceived through project.

Table 4. Assignment degrees of desirability

Degrees of landscape desirability	X: Elective concept
Great (excellent)	$2 < X \leq +4$
Pleasant (good)	$0 < X \leq 2$
Unpleasant (weak)	$-1 < X \leq 0$
Very unpleasant (too weak)	$-3 < X \leq -1$



Figure 4. Picture of the hill from southwest view (view 1)



Figure 5. Picture of the hill from its northeast view (view 2)



Figure 6. Picture of the hill from its west view (view 3)

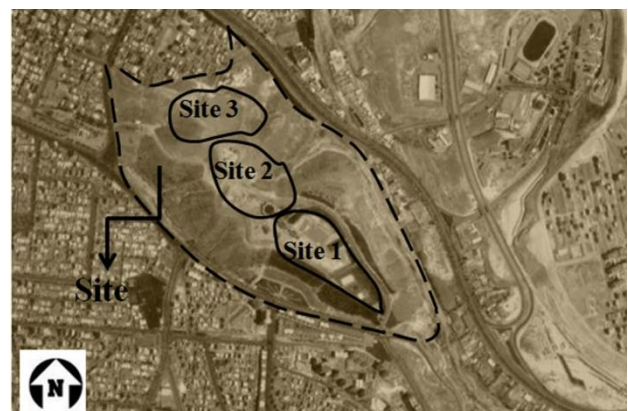


Figure 7. Landscape zoning of the hill; (picture by authors)

Table 5. Scoring of signs and symbols in the pictures of views 1, 2 and 3

Visual elements of landscape		View 1 (Picture 1)			View 2 (Picture 2)			View 3 (Picture 3)		
		Resistance's symbols	Unity's symbols	Reconstruction's signs	Resistance's symbols	Unity's symbols	Reconstruction's signs	Resistance's symbols	Unity's symbols	Reconstruction's signs
Natural elements	Earth's structure	+5	-3	+5	+1	+3	0	+1	0	+1
	Topography	+2	+2	+1	+3	+3.5	-5	0	0	0
	Climate	0	0	+5	+1	+1	0	+1	+5	-1
	Water	0	0	-4	-1	0	-4	0	0	0
	Vegetation	-2	-1	+3	+1	-2.5	+5	-5	0	-3
Physical elements	Path (route)	-1.5	+3	0	0	+1	-2	+5	0	-2
	Housing	+5	+1	+2	+1.3	+3	-2	+2	+2.5	+3
Depth of the View		0	-4	+1.5	+5	0	-1	+2	-3	+3
Average		-0.062	-2.5	+0.56	+0.85	+1	-1.12	+46	0	+11
Results		weak	weak	good	good	good	Too weak	good	weak	good

5. Conclusion

Each landscape carries unique feeling, concepts, and meaning that strengthen sense of place, and its identity and feeling of identity. Perception-based approaches in Landscape visual assessment can help the planners to discover those uniquely ecological and cultural memories of a space as well as saving time, energy and budget needed for executing an innovative and conceptual design. In addition, it can provide an opportunity to the public in project participation. The hard memorials may lose their holistic functions over time for the visitors, while the natural signs and green landscape elements existing in the site are more sustainable and dynamic and have their influence for a long time.

Even though evolving people and experts' perception in aesthetic landscape assessment has been discussed for a long time, there is no specific guideline about how actually the individuals can contribute in landscape perception studies. Evaluation of visual landscape may be extremely unique for a site according to the aim of its development and the people's characteristics like their ages, educations; however general strategies can be developed to get the people's perception about landscapes at primary steps of projects.

Understanding the concepts of landscape are partial that depends on the people's awareness of the concepts related to the event. In this research, the landscape indicators in landscape assessment were determined by the students studying in landscape architecture as they certainly have a better perception of the signs and symbols, compared to the public. However, it seems that a method which allows both opinion of the experts and the public combine together, will lead to reliable results.

Acknowledgements

This study is part of a master thesis, produced at the University of Tehran with the title of "*The Sacred Defense Memorial Garden-Museum Design*". The thesis was accepted by Mayer of Tabriz in order to use it in designing a memorial garden in Tabriz. We thank Dr. Bahram Behzad, Department of Biological Sciences/Tehran, for providing the data on plants types and their attitudes.

References

- Ahmadi, B., 1992. Visual Cues to the Text of the Semiotics of Visual Communication. Third ed. Tehran, Iran.
- Fry, G., Tveit, M. S., Ode, A., Velarde, M. D., 2009. The ecology of visual landscapes: Exploring the conceptual common ground of visual and ecological landscape indicators. *Ecological indicators*, 9(5): 933-947.
- Ghazizadeh, Kh., 2010. Art of the Islamic revolution in transition. *Honarhaye Tajasomi magazine*, 7: 16 – 20.
- Gough, P., 2000. From Heroes' Groves to parks of peace: Landscapes of remembrance, protest and peace. *Landscape Research*, 25(2): 213–228.
- Gobster, P.H., 1999. An ecological aesthetics for forest landscape management. *Landscape, J.* 18(1): 54-64.
- Halali, F., Tahooni, R., 2006. Technical; social and cultural feasibility studies of the Cultural Center of Sacred Defense construction, Tabriz: Department of Preservation and Publication of Sacred Defense Works and Values (department of engineering), Iran.
- Jessel, B., 2006. Elements, Characteristics and Character-Information Functions of Landscapes in term of Indicators. *Ecological Indicators*, 6:153-167.
- Kaplan, R., Kaplan, S., 1989. *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lothian, A., 1999. Landscape and the philosophy of aesthetics: is landscape quality inherent in the landscape or in the eye of the beholder?. *Landscape and Urban Planning*, 44:177-198.
- Nohl, W., 1980. *Freiraumarchitektur and Emanzipation*. Frankfurt, Bern, Cirencester.
- Nohl, W., 2001. Sustainable landscape use and aesthetic perception – preliminary reflections on future landscape aesthetics. *Landscape and Urban Planning*, 54: 223-237.
- Palangi, N., 2008. *Memories of Khoramshahr*. Tavoos magazine, 2: 40.
- Pouya, S., 2011. *The sacred defense Memorial garden-museum Design*. Dissertation, University of Tehran, Iran.
- Pouya, S., Behbahani, I., H., Pouya, S., 2014. The war memorial garden design. *Arts and Design Studies*, 26: 66-76.

- Rosley F. S. M., Lamit H., Long A., Yusryza W., Ibrahim, W., 2013. Review on methodology of visual aesthetic: Quality assessment in landscape planning, <http://epublication.fab.utm.my/116/>. (Accessed: 01/10/2017)
- Taghi Zadeh, A., A., Sangari, M., Abdolahi, M., 2008. Spiritual and Cultural Factors in the Sacred Defense (Islamic Research Institute). Zamzam H.publication, Qom, Iran.
- Tveit, M., Ode, A., Fry, G., 2006. Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. *Landsc. Res.*, 31(3): 229-255.
- Terry, C.D., 2001. Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. *Landscape and Urban Planning*, 54:267-281.
- Wu, Y., Bishop, I., Hossain, H., Sposito, V., 2006. Using GIS in Landscape Visual Quality Assessment. Applied GIS, Monash University Epress.
- Yung, C. G., 1980. Man and His Symbols. Paya publishing, Tehran.
- Zube, E. H., 1982. An exploration of southwestern landscape images. *Landscape Journal*, 1: 31-40.

Isparta Orman Bölge Müdürlüğü göknar, çam ve sedir ormanlarında kozalak zararlıları

Tuğçe Özek^a, Mustafa Avcı^{a,*}

Özet: Çalışma, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü göknar, çam ve sedir ormanlarındaki kozalak zararlısı türler, biyolojileri, zararları ve doğal düşmanlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma sonunda; *Camptomyia pinicola* Mamaev (Diptera: Cecidomyiidae), *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae), *Dioryctria mendacella* Staudinger (Lepidoptera: Pyralidae), *D. abietella* Denis & Schiffermüller, *D. peltieri* Joannis, *Cydia conicolana* Heylaerts (Lepidoptera: Tortricidae) ve *Gravitarinata osmana* Obraztsov olmak üzere 3 takımdan toplam 7 zararlı tür saptanmıştır. Bu türlerden *D. peltieri*, Türkiye ormanları faunası için yeni kayıt niteliğindedir. Ayrıca çalışmada *Pseudoperichaeta nigrolineata* Walker (Diptera: Tachinidae), *Elachertus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), *Schizonotus sieboldi* Ratzeburg (Hymenoptera: Pteromalidae), *Cotesia* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Homolobus* sp., *Ascogaster annularis* (Nees von Esenbeck, 1816) ve *Anomalon cruentatum* (Geoffroy, 1785) (Hymenoptera: Ichneumonidae) ile aynı familyanın Campopleginae alt familyasından iki adet olmak üzere toplam dokuz parazitoit elde edilmiştir. Predatör olarak ise *Anomognathus* sp. (Coleoptera: Staphylinidae) tespit edilmiştir. *Anomognathus* sp.'nin bilim dünyası için yeni bir tür olduğu belirlenmiş olup tanımlama çalışmaları devam etmektedir.

Anahtar kelimeler: Kozalak, Böcek, İbrelî orman, Isparta

Cone pests of fir, pine and cedar forests in Isparta Forest Regional Directorate

Abstract: The purpose of this study was to determine the harmful species of cones and their biology, damage and natural enemies in fir, pine and cedar forests of the Isparta Forest Regional Directorate. As result of the study, 7 harmful species from 3 orders, namely *Camptomyia pinicola* Mamaev (Diptera: Cecidomyiidae), *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae), *Dioryctria mendacella* Staudinger (Lepidoptera: Pyralidae), *D. abietella* Denis & Schiffermüller, *D. peltieri* Joannis, *Cydia conicolana* Heylaerts (Lepidoptera: Tortricidae), and *Gravitarinata osmana* Obraztsov were found. *D. peltieri* among these species is a new record for the fauna of forests in Turkey. Moreover, 9 parasitoid species, namely *Pseudoperichaeta nigrolineata* Walker (Diptera: Tachinidae), *Elachertus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), *Schizonotus sieboldi* Ratzeburg (Hymenoptera: Pteromalidae), *Cotesia* sp. (Hymenoptera: Braconidae), *Homolobus* sp., *Ascogaster annularis* (Nees von Esenbeck, 1816), *Anomalon cruentatum* (Geoffroy, 1785) (Hymenoptera: Ichneumonidae) and two species from Campopleginae subfamily of the same family were found. As a predator species, *Anomognathus* sp. (Coleoptera: Staphylinidae) was found. *Anomognathus* sp. is a new species for the scientific community, while studies are still ongoing to identify this species.

Keywords: Cone, Insect, Conifer forest, Isparta

1. Giriş

Ülkemizin ormanlık alanı 1972 yılında 20,2 milyon hektar iken, 2015 yılında 22,3 milyon hektara ulaşmıştır (OGM, 2015). Ancak orman alanlarımızda yangın, iklim değişimi, otlama, açmacılık, kaçakçılık gibi nedenlerle tahribat devam etmektedir. Böcek ve hastalık etmenleri de bitkilerin çeşitli kısımlarında zarar yapmakta, büyüme ve gelişmesini önlemekte, zaman zaman epidemiyapararak bitkilerin ölümüne neden olmaktadır. Bu kaybı telafi edebilmek için yapılacak olan doğal gençleştirme ve plantasyon çalışmalarında oldukça fazla tohuma ihtiyaç vardır. Bu nedenle ormancılık çalışmalarında başarı elde edebilmek ve sağlıklı orman kuruluşu sağlayabilmek için sağlam ve kaliteli tohum elde edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizin çeşitli bölgelerinde kozalak ve tohum zararlıları üzerine yapılan çalışmalar Çanakçıoğlu ve Mol (2000) tarafından bir araya getirilmiştir. Türler hakkında

elde edilen bilgiler derlenerek böceklerin tanımı, biyolojisi, zararı ve mücadelesi hakkında bilgi verilmiştir. Tohum ve kozalak zararlısı böceklerin, kozalak gelişimi ve tohum verimini olumsuz yönde etkilediği, bazılarının oldukça zararlı türler olduğu belirtilmiştir.

Roques and El Alaoui El Fels (2005), Akdeniz ülkelerinde toplam 62 böcek türünün *Abies*, *Cedrus*, *Cupressus*, *Juniperus* ve *Pinus* türlerinde ağaçların tohum ve kozalaklarında zararlı olduğunu ve türlerin önemli bir kısmının bu bölge için endemik türler olarak dikkati çektiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmada, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü *Abies cilicica*, *Pinus nigra*, *P. brutia*, *P. sylvestris* ve *Cedrus libani* ormanlarındaki kozalak zararlıları ile bu zararlıların doğal düşmanları tespit edilmiştir.

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): mustafaavci@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 29.05.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 21.07.2017



Citation (Atıf): Özek, T., Avcı, M., 2017. Isparta Orman Bölge Müdürlüğü göknar, çam ve sedir ormanlarında tespit edilen kozalak zararlıları. Turkish Journal of Forestry, 18(3): 178-186. DOI: 10.18182/tjf.316818

2. Materyal ve yöntem

2.1. Araştırma alanının tanımı

Çalışma sahası olan Isparta Orman Bölge Müdürlüğü'nün toplam ormanlık alanı 754.485,5 hektar olup, bunun 350.714,4 hektarı normal, 403.768,1 hektarı bozuk ormandır. Ormanların; 137.016,0 hektar alanı *P. brutia*, 132.967 hektar alanı *P. nigra*, 39.810,3 hektar alanı *C. libani* ve 746,0 hektar alanı *A. cilicica* ormanlarıdır (OGM, 2014).

2.2. Araştırma materyalinin toplanması ve üretilmesi

Çalışma boyunca Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Orman Zararlılarıyla Mücadele Şube Müdürlüğü kayıtlarından da yararlanılarak böcekli sahalardan materyal ve veriler toplanmıştır. Gökmar, çam ve sedir ormanlarında böcek zararının olduğu tespit edilen yeşil kozalaklardan elde edilen zararlı türler ile doğal düşmanlar çalışma konusunu oluşturmuştur. Kozalaklar doğrudan elle veya dal makası yardımıyla toplanmış ve laboratuvarında kültüre alınmıştır. Örnekler toplanırken, kozalaklardaki renk değişimleri, reçine akıntıları, şekil bozuklukları, kozalak üzerindeki giriş delikleri, larvaların beslenmesine bağlı olarak kozalak üzerindeki öğüntüler dikkate alınmıştır. Araziden toplanan örnekler aynı gün içerisinde laboratuvara getirilerek kozalaklar üst üste gelmeyecek şekilde 28 ve 30 litrelik plastik kaplara konulmuş ve hava almaları için kapların üzerleri tül ile örtülmüştür. Oda sıcaklığında tutulan kaplara örneklerin hangi alandan, hangi tarihte alındığıyla ilgili bilgilerin yazılı olduğu etiketler yapıştırılmıştır. Örnekler günün ortası kontrol edilmiş, kaplardaki zararlı türler ile doğal düşmanların larva, pupa, ergin dönemleri ve parazitoid çıkışları takip edilerek ergin çıkış tarihleri ve hangi kapta buldukları not edilmiştir. Çıkan erginlerin preparasyonu yapılmış ve etiketlenmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

Isparta Orman Bölge Müdürlüğü *C. libani*, *A. cilicica*, *P. brutia*, *P. sylvestris* ve *P. nigra* ormanlarında yapılan çalışma sonucunda kozalaklarda tespit edilen entomolojik zararlılar aşağıda verilmiştir. Türlerin geçerli isimleri ve sistematigi Fauna Europaea internet sitesinden alınmıştır (FE, 2017).

3.1. Zararlılar

3.1.1. *Camptomyia pinicola* Mamaev 1961 (Diptera: Cecidomyiidae)

3.1.1.1. Tanınması

Vücudun genel renginin soluk kremi, gözlerin koyu renkte, antenlerin inci şeklinde olduğu belirlenmiştir. Erginin uzun ve narin yapılı vücudunda kanatların büyük ve kanat damarlarının belirgin olduğu, kanat uçlarında açık renkte saçaklar bulunduğu gözlenmiştir. Can (2003), erginlerin baş kısmı hariç tüm vücudun genel renginin kahverengimsi gri, başın büyük kısmını kaplayan ve vücutta koyu rengin hâkim olduğu tek yer olan petek gözlerin dikkat çekici olduğunu bildirmiştir.

3.1.1.2. Konukçuları, Yayılışı ve Zararı

Çalışmada bu tür, Isparta-Antalya karayolu Karacaören Baraj Gölü çevresi ile Sütçüler/Kırcazeytin'de *P. brutia* ve Keçiborlu/Özbahçe mevkiinde *P. nigra*'dan toplanan kozalaklardan elde edilmiştir.

Roques (1983), türün Rusya ve Fransa'da bulunduğunu ve *P. sylvestris*, *P. uncinata*, *P. halepensis*'in gövde kabuğunda ve kozalaklarında beslendiğini bildirmiştir. Can (2003), zararının Türkiye'de bulunduğunu ve *P. brutia* kozalaklarında zararını saptamıştır. Özçankaya vd. (2010), bu türün Bergama (İzmir)'da bulunduğunu ve 2005-2008 yılları arasında %0,26-0,76 oranında kozalaklarda bulaşma gösterdiğini tespit etmiştir.

3.1.1.3. Biyolojisi

03.10.2015 tarihinde Karacaören Baraj Gölü çevresinden alınan olgun ve kahverengileşmeye başlamış *P. brutia* kozalaklarından 05.10.2015'te üç adet ergin elde edilmiştir. Sütçüler/Kırcazeytin mevkiinde 21.05.2016 tarihinde toplanan yeşil ve genç *P. brutia* kozalaklarından aynı gün iki adet, 06.06.2016 tarihine kadar ise 25 adet olmak üzere toplam 27 ergin çıkışı görülmüştür. Keçiborlu/Özbahçe'den 15.06.2016 tarihinde toplanan *P. nigra* örneklerinden 30.06.2016'da üç adet ergin elde edilmiştir.

Zararının, Fransa'da *P. sylvestris*'in kozalaklarında zarar yaptığı ve yılda iki döl verdiği tespit edilmiştir (Roques (1983)'e atfen Cilbircioğlu ve Ünal, 2008). Can (2003), türün erginlerinin hem yeşil hem de kahverengi kozalaklardan elde edildiğini, larvaların haziran ayı başlarından eylül ayı ortalarına kadar yeşil kozalaklarda, erginlerinin ise yeşil ve kahverengileşmeye başlamış kozalaklarda bulunduğunu gözlemlemiştir. Türün kışı larva veya pupa döneminde kozalak dışında geçirmiş olabileceğini bildirmiştir. Bu türün kışlamayı toprak üstünde ölü örtü içinde geçirdiği ve sağlıklı kozalaklarda seyrek olarak bulunduğu, *Dioryctria* cinsine bağlı zararlı türlerle bulaşık kozalaklarda daha sık görüldüğü Roques (1983) tarafından bildirilmektedir. Bu nedenle *C. pinicola*'nın primer fitofag bir tür olmayıp, fitosapofag beslenme rejimine sahip olabileceği tahmin edilmektedir.

3.1.2. *Leptoglossus occidentalis* Heidemann 1910 (Hemiptera: Coreidae)

3.1.2.1. Tanınması

Erginlerin vücutları uzun yapıda ve kırmızımtırak kahverengi olduğu ayrıca abdomende turuncu siyah bantlar bulunduğu görülmüştür. Erginlerin vücut uzunluğu ortalama 20 mm olarak ölçülmüştür. Tibianın yaprak şeklinde, antenin geniculat yapıda, gözlerin belirgin siyah küre biçiminde, hortumun ise ortalama 12,5 mm olduğu belirlenmiştir. Olgun nimflerinin turuncu renkte olduğu görülmüştür.

Erginleri, kışlak yerlerinden ilkbaharın ortalarında ya da sonlarında çıkarak bir yıllık kozalaklarda ve sürgünlerde beslenmektedir. Dişiler çıkış yaptıktan 10-14 gün sonra mayıs boyunca veya haziran başlarında yapraklar üzerine 80'den fazla yumurta bırakırlar. İlk dönem nimfler, ibreler ve kozalak kabuklarının yumuşak dokusunda beslenirken

daha sonraki nimf ve erginler ise olgunlaşmış tohum ve kozalaklar ile beslenmektedirler. Ağustos sonunda gelişmelerini tamamlayınca kadar beş nimf dönemi geçirirler. Erginler genellikle ağaç kabukları altında veya kuş ve kemirgenlerin yuvalarında hatta binalarda kışı geçirirler. Kuzey Amerika'da oldukça yüksek sayılara ulaşan bu tür, sonbaharda binaların içine girerek sıkıntıya neden olabilmektedir. Kuzeyde ılıman bölgelerde genellikle yılda bir döl verirken, daha sıcak iklimlerde bir kaç döl vermeleri mümkündür (Reid vd., 2009). Dursun (2016), zararlının vücudunun oldukça uzun, oval ve koyu kahverengi, siyah lekelerle sahip olduğunu belirtmiştir. Böceğin vücut uzunluğunun 20 mm, baş kısmının karemsi ve siyah renkte olduğunu, başın tam ortasında boyuna kıvrımsı kahverengi şeritlerin olduğunu vurgulamaktadır. Zararlının kahverengi gözlerinin iri ve küre şeklinde, ayrıca hortumunun abdomenin ortalarına kadar uzanmakta olduğuna değinmiştir. Moulet (1995), bu zararlının üçüncü bacak çiftinin femurlarının daha kalın bir yapıda ve oldukça belirgin halde sıralı dizilmiş diken benzeri çıkıntılara sahip olduğunu, tarsusunun yassılaşıp yaprak şeklini aldığını bildirmiştir.

3.1.2.2. Konukçuları, Yayılışı ve Zararı

SDÜ Yerleşkesinde *P. nigra*, Gölcük Tabiat Parkı'nda ise *P. nigra* ve *P. sylvestris*'te bu zararlıya rastlanmıştır. Nimf ve erginlerin kozalak üzerinde beslenmesi esnasında hortumlarını batırdığı yerlerde oluşan reçine sızıntıları dikkati çekmiştir.

L. occidentalis 1910'da Otto Heidemann tarafından tanımlanmıştır (Fent ve Kment, 2011). McPherson vd. (1990), ABD ve Kanada ile birlikte Avrupa ve Asya'da birçok ülkede yayılış gösterdiğini bildirmişlerdir. Fent ve Kment (2011), ülkemizde ilk kez 2009 yılında türün varlığını saptamışlardır. Dursun (2016), Ankara, Edirne, İstanbul ve Kırklareli'nde zararlının varlığından söz etmektedir.

3.1.2.3. Biyolojisi

Çalışmada, *L. occidentalis*'in 08.08.2016 ve 18.08.2016 tarihlerinde SDÜ Yerleşkesinde *P. nigra* kozalak ve iğne yapraklarında ergin ve nimflerine rastlanmış olup, 08.09.2016'da aynı alanda ergin ve nimflerle birlikte iğne yapraklara bırakılmış yumurtalar da gözlenmiştir. Yumurtalar incelendiğinde nimflerin yumurtayı terk ettiği ayrıca boş yumurtalardan birinde parazitoit çıkışı olduğu görülmüştür. Gölcük Tabiat Parkı'nda 11.08.2016 tarihinde *P. nigra*'larda ergin ve nimflere rastlanmış olup, alandaki *P. sylvestris*'lerde de bu zararlının bulunduğu kaydedilmiştir.

3.1.3. *Dioryctria mendacella* (Staudinger 1859) (Lepidoptera: Pyralidae)

3.1.3.1. Tanınması

Elde edilen erginlerin kanat açıklığının ortalama 29 mm olduğu belirlenmiştir. Antenlerinin oldukça uzun ve dişilerde filiform, erkeklerde ise taraklı yapıda olduğu ve ön kanatlarının gümüşü gri renkte ve alt tarafında birbirine paralel zikzak şeklinde iki adet bant olduğu gözlenmiştir.

Sütçüler/Karadağ Orman Deposu çevresinde 10.05.2016 tarihinde toplanan kozalaklarda görülen *D. mendacella* larvalarının ortalama 13 mm uzunlukta ve kırmızımtırak renkte olduğu görülmüştür.

Erginlerin ön kanatlarında kahverengimsi gri renk hâkimdir (Can, 2003). Ön kanatları grimsi beyaz ve üzerindeki orta leke ile enine çizgiler daha açık renktedir. Arka kanatları açık gridir (Erdem, 1968; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000). Kanadın dipten ¾'lük kısmında iç içe geçmiş, çevresi koyu kahverengi pullarla kaplı olan geniş "V" şeklinde bir bant bulunur. Bantın üzerinde kanat ortasından ön kenara doğru böbrek şeklinde açık renkli bir leke bulunması türün karakteristik özelliğidir. Toraks baş kısmından daha geniş olup, kahverengi pullarla kaplıdır (Can, 2003). Ön kanatlar arasındaki mesafenin Erdem (1968) ile Çanakçıoğlu ve Mol (2000) 24-25 mm, Can (2003) ise 26-30 mm olduğunu belirtmişlerdir. Olgun larva boyu 18-22 mm arasındadır. İlk iki toraks segmenti yeşil renktedir. Sırtının ortasında uzunlamasına koyu kahverengimsi ve iki kenarı açık yeşil renkli bir çizgi bulunur (Can, 2003). Olgun tırtılların sırtları açık kahverengi, karın kısmı bej, baş kısmının ise kahverengi olduğu belirtilmiştir (Tosun, 1977; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000).

3.1.3.2. Konukçuları, Yayılışı ve Zararı

Isparta-Antalya yolu Kavak Mahallesi, Keçiborlu (Özbahçe), Yeşilyurt Köyü (Gelinudan, Karadağ Orman Deposu, Kırcazeytin), Bucak (Gündoğdu, Kuyubaşı) ve Kovada Gölü Milli Parkı'nda *P. brutia* kozalaklarında görülmüştür.

Larvaların beslenmek suretiyle yaptığı zarar sonucunda kozalaklarda şekil bozuklukları, renk değişimleri, reçine akıntıları ve giriş deliklerinin dışındaki öğüntüler gözlenmiştir.

Tür; *P. brutia*, *P. halepensis*, *P. nigra*, *P. pinaster*, *P. pinea* ve *P. sylvestris*'te zarar yapmaktadır (Tosun, 1977; Can, 2003; Özçankaya ve Balay, 2011). İspanya, İtalya, Fransa, Ermenistan, Filistin, Pakistan ve Çin'de görülmektedir (Tosun, 1977; Roques (1983)'e atfen Özçankaya ve Balay, 2011). Ülkemizde ise İstanbul, Adana, Antalya, Balıkesir, Denizli, Çanakkale, Bolu, İzmir, Karabük ve Burdur'da türün varlığı bilinmektedir (Tosun, 1977; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000; Can, 2003; Özçankaya ve Balay, 2011).

Genç kozalakların kozalak eksenini ile tohumlarda meydan şeklinde zarar yapar. Zararın başlangıcında kozalak pullarının dış kısmı kahverengiye döner ve zarar ilerledikçe tüm kozalağa yayılır. Özellikle genç kozalaklarda zarar yaptıktan sonra diğer kozalaklara geçer. Olgunlaşmaya başlamış olan kozalaklarda zarar, yüzeyin altında gerçekleşir, kozalak delikli ve parçalanmış bir şekilde görülür (Tosun, 1977; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000; Özçankaya ve Balay, 2011). Genç kozalaklardaki zararı kozalak gelişimini engeller, yoğun zararı ise kozalakların kurmasına neden olur. Reçine akıntısı, beslenme artıkları ve larva giriş deliği çevresindeki kahverengileşme zararlının tipik belirtileridir (Can, 2003). Bu tür mayıstan ekim ayına kadar zarar yapmaktadır (Erdem, 1968).

3.1.3.3. Biyolojisi

Çalışmada 18.09.2015 tarihinde Antalya yolu Kavak Mahallesi çevresinde toplanan *P. brutia* kozalaklarında 29.09.2015 tarihinde pupalar görülmeye başlanmıştır. 13.10.2015 tarihine kadar larva ve pupa döneminde gözlenmiş, 05-24.10.2015 tarihleri arasında yedi adet ergin elde edilmiştir. Kovada Gölü Milli Parkı'nda toplanan *P. brutia* kozalaklarında 2016 yılı Eylül başında pupalar görülmüş ve ay sonunda ergin çıkışları olmuştur. 21.05.2016 tarihinde Sütçüler/Kırcazeytin'den alınan örneklerde 02.06.2016'da pupalar gözlenmiş ve 13.08.2016'da bir ergin çıkışı kaydedilmiştir. 24.05.2016 tarihinde Bucak/Karapınar köyünden toplanan *P. brutia* kozalaklarında 09.06.2016'da pupalar görülmüş ve 20-22.06.2016 tarihlerinde üç adet ergin çıkışı olmuştur. 15.06.2016 tarihinde Keçiborlu/Özbahçe mevkiinden toplanan örneklerde 20.06.2016'da pupalar görülmüş olup, 16.07.2016 tarihinde ergin çıkışı gözlenmiştir. 27.07.2016 tarihinde Bucak/Katran Dağı'nda *P. nigra*'dan toplanan kozalaklarda 09-12.08.2016 tarihlerinde pupalar görülmüş ve 12-29.08.2016 ve 17.10.2016 tarihlerinde ise sekiz ergin birey çıkışı gözlenmiştir. 27.07.2016 tarihinde Bucak/Kuyubaşı köyünden alınan kozalaklardaki larvalar 09-23.08.2016 tarihlerinde pupa olmuş, 29.08.2016'da ise bir adet ergin çıkışı gözlenmiştir. 02.08.2016'da Kuleönü mevkiinden alınan *P. nigra* kozalaklarında 03.09.2016'da pupa tespit edilmiş ve 06.10.2016 tarihinde de bir adet ergin çıkışı olmuştur. 18.09.2015'te Ağlasun/Koroğlubeli mevkiinden toplanan *P. brutia* kozalaklarındaki larvaların 29.09.2015'te pupa olduğu görülmüş, 13 ve 24.10.2015'te ise iki adet ergin çıkışı olmuştur. 01.09.2016 tarihinde Bucak/Gündoğdu mevkiinde yapılan arazi çalışmalarından elde edilen *P. brutia* örneklerinde 16.09.2016'da pupalar görülmüş ve 27-29.09.2016 ile 04-07.10.2016 tarihlerinde erginlerin çıktığı saptanmıştır.

Zararlı yılda bir döl vermekte ve mayıs ayından ekim ayına kadar kozalaklarda yaşamaktadır. Tırtıllar bazen kozalak kaidesinden uca doğru bazen de aksi doğrultuda yollar açtıktan sonra bu yolların sonundaki yüzeye yakın yerleri meydan şeklinde genişletirler. Olgunlaşmakta olan kozalaklarda tırtıllar kozalak eksenini yememekte ancak akseni delerek diğer tarafa geçmektedir. Olgunlaşan tırtıllar çoğunlukla kozalak dışında bazen de kozalak içinde yiyim yaptıkları yollarda ve pislikler arasında pupa olur. Pupa, 11-15 mm olup, beyaz bir koza içinde bulunur (Çanakçıoğlu, 1963; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000). Can (2003), yeşil kozalaklarda nisandan itibaren tırtılların görülmeye başladığını belirtmiştir. Pupa döneminin mayıs-eylül, ergin çıkışının ise haziran-ekim aylarında görüldüğünü, en fazla ergin çıkışının haziran ve ağustos aylarında olduğunu bildirmiştir. Öktem (2001), erginlerin temmuz-ağustos aylarında çıkış yaptığını bildirmiştir. Özçankaya ve Balay (2011), en fazla ergin çıkışını ağustos ayında gözlemlemiştir. Tosun (1977), Antalya/Duraliler ve Düzlerçami, Burdur/Ağlasun, Seydiköy, Çeltikçi'de mayıs, haziran ve ağustos aylarında toplanan kozalaklardan temmuz ve ağustos aylarında türün pupa ve ergin döneminde olduğunu bildirmiştir.

3.1.4. *Dioryctria abietella* (Denis & Schiffermüller 1775) (Lepidoptera: Pyralidae)

3.1.4.1. Tanınması

Yumurtadan çıkan larvaların beyazımsı krem renkte, olgun larvaların ise kırmızımtırak kahverengi olduğu görülmüştür. Pupalardan boyları 11 mm, erginlerin gerilmiş haldeki kanat açıklığı ise ortalama 30 mm olarak ölçülmüştür. Erginlerin antenlerinin filiform yapıda olduğu, ayrıca ön kanatlarının ortalarıyla sonlarına doğru "M" harfi şeklinde koyu renkli bantlar bulunduğu ve kanatların uçlarında açık renkli saçakların varlığı gözlenmiştir. Genç larvaları sarımsı açık kahverenginde ve 12 mm, olgun larvaları ise 24-26 mm boyundadır. Zararlıların ön kanatlarının kirli beyaz sarımtırak renkte, arka kanatlarının ise grimsi renkte olduğu belirtilmiştir (Çanakçıoğlu, 1963; Sekendiz, 1991; Tosun, 1977; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000). Can (2003), ön kanatlarında bulunan damarların belirgin, kanat renginin kahverengi, femurun tibiadan iki katı kadar genişlikte ve tüm bacak kısmının grimsi kahverengi pullarla örtülü olduğunu ifade etmiştir. Ön kanat açıklığını, Defne (1954), Çanakçıoğlu ve Mol (2000) ve Erkuloğlu (2001) 25-30 mm, Erdem (1968) 25-28 mm, Yüksel (1996), Çanakçıoğlu (1963), Sekendiz (1991) ve Tosun (1977) 24-30 mm, Özçankaya ve Balay (2011) ile Can (2003) ise 22-30 mm olduğunu belirtmişlerdir. Ergin bireyin kanadının dipten $\frac{3}{4}$ 'lük kısmında koyu kahverengi pullarla çevrelenmiş iç içe geçmiş geniş "M" şeklinde bir bant bulunur ve türün teşhisinde önem taşımaktadır. Bu bantın üzerinde kanadın orta kısımlarında ön kenara doğru açık renklerin hâkim olduğu orak şeklinde bir leke ile ergin bireylerin kanadının dip kısımlarına yakın bölgede soluk renkli bir başka bant bulunmaktadır (Can 2003; Özçankaya ve Balay, 2011). Can (2003), koyu renk bant oluşumunun toplam saçak uzunluğunun yarısı olduğunu ifade etmiştir. Ön kanatlar üzerinde siyah ya da kahverengi zikzak şeklinde iki adet enine şerit, arka kanatlarda ise beyazımtırak, parlak görünümlü saçaklar bulunmaktadır (Defne, 1954; Erdem, 1968; Yüksel, 1996). Tırtıllar açık kahverengi ve kırmızımtırak (Defne, 1954; Can, 2003; Özçankaya ve Balay, 2011), olgunlaşmış tırtıllar ise koyu gri, kırmızı esmer renktedir (Çanakçıoğlu, 1963; Sekendiz, 1991; Tosun, 1977; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000). Baş kısmı ise kahverengidir (Defne, 1954; Can, 2003; Özçankaya ve Balay, 2011). Defne (1954), tırtıl renginin, *Abies* tohumlarının kanat rengine benzediğini, sırt kısmında kahverengi iki adet, yanlarda daha açık renkli her halkada birer tane olmak üzere dört adet nokta bulunduğunu belirtmiştir. Sırt kısımlarının ortasında bulunan açık renkli ve belirgin olmayan iki çizgi şeklinde bir bant ve koyu kestane rengindeki ön göğüs segmenti bulunmaktadır (Can, 2003; Özçankaya ve Balay, 2011). Tırtıl üzerinde bir çift soluk ve yanlarında ince sarımtırak çizgiler mevcuttur (Çanakçıoğlu, 1963; Sekendiz, 1991; Tosun, 1977; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000). Olgun tırtılların, Çanakçıoğlu (1963), Sekendiz (1991), Tosun (1977), Çanakçıoğlu ve Mol (2000) ve Erkuloğlu (2001) 24 mm, Can (2003) ile Özçankaya ve Balay (2011) ise 24-28 mm boyunda olduğunu belirtmişlerdir. Can (2003), erginlerde baş kısmının antenler arasına kadar grimsi kahverengi pullarla kaplı olduğunu ve antenlerin gözlerin dip kısmından çıktığını belirtmiştir. Erkeklerde anten tipinin taraklı,

dişilerde ise iplik şeklinde, gözlerin petek göz, ağız parçalarının ise kahverengimsi gri pullarla örtülü, toraks kısmının baş kısmından geniş ve dorsalde grimsi, ventralde kahverengimsi pullarla kaplı olduğunu belirtmiştir.

3.1.4.2. Konukçuları, Yayılışı ve Zararı

Tür, Bucak/Karlık mevkiindeki *A. cilicica*'dan toplanan örneklerde görülmüştür. Larvaların kozalaka girerek beslenmesiyle zarar yaptığı belirlenmiştir. Larvaların bulunduğu kozalalarda giriş delikleri, renk değişiklikleri, reçine akıntıları ve şekil bozuklukları gözlenmiştir.

D. abietella Avrupa, Güney Rusya, Güney Asya, İngiltere, Japonya ve Amerika'da (Defne 1954; Sekendiz, 1991; Yüksel, 1996; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000; Can, 2003; Özçankaya ve Balay, 2011), Türkiye'de ise Trabzon/Meryemana, Bursa/Uludağ, Balıkesir/Edremit, Bolu, Çanakkale, İzmir ve Manisa'da yayılış yapmaktadır (Can, 2003; Özçankaya ve Balay, 2011). Erdem (1968), zararlı kelebeğin yumurtalarını *Picea orientalis*, *P. excelsa*, *P. alba*, *P. montana*, *P. maritima*, *P. laricio* var. *austriaca*, *A. nordmanniana*, *A. cilicica*, *A. equi-trojani*, *A. pectinata*, *P. strobus*, *P. brutia*, *P. nigra*, *P. sylvestris*, *Pseudotsuga* ağaçlarının genç kozalaklarına ve tepe sürgünlerine bıraktığını belirtmiştir. Batı Karadeniz Bölgesinde *A. bornmülleriana* (Defne, 1954; Sekendiz, 1991), Doğu Karadeniz Bölgesi'nde *P. orientalis*, Ege Bölgesi'nde ise *A. cilicica* ve *P. brutia* kozalaklarında bulunmaktadır (Sekendiz, 1991). Çanakçıoğlu ve Mol (2000); Can (2003), *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Larix* ve *Pseudotsuga*'nın zararlı konukçusu olduğunu belirtmişlerdir. Çanakçıoğlu ve Mol (2000), zararın meşcere içine göre meşcere kenarlarında daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir. Kozalak ve sürgünlerde meydana gelen kıvrılmalar, öğüntüler ve reçine sızıntılarının *D. abietella* zararının belirtisidir (Defne, 1954; Çanakçıoğlu, 1963; Erdem 1968; Tosun, 1977; Sekendiz, 1991; Yüksel, 1996; Özçankaya ve Balay, 2011). Özçankaya ve Balay (2011) ile Can (2003), zarara uğrayan kozalalarda büyümenin devam ettiğini ancak tırtılların doku ile birlikte tohumları da tükettiklerini belirtmişlerdir.

3.1.4.3. Biyolojisi

02.09.2016 tarihinde Bucak/Karlık Dağı'ndan alınan *A. cilicica* kozalaklarından ergin çıkışları 05.09.2016 tarihinde başlamış ve 07.11.2016'ya kadar devam etmiş olup, toplam 46 ergin elde edilmiştir.

Zararlı yumurtalarını kozalıklara tek tek ya da küçük yığınlar halinde bırakmaktadır (Defne, 1954; Çanakçıoğlu, 1963; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000). Sekendiz (1991), dişilerin yumurtalarını toplu olarak kozalıklara bıraktığını ifade etmiştir. *D. abietella*'nın uçma zamanı haziran ve temmuz aylarıdır. Yumurtadan çıkan larvalar tohumlarda yaptıkları zarar sonrasında kışlamak için toprağa girmekte ve kışı larva olarak geçirdikten sonra mayıs ayında pupa olmaktadır (Defne, 1954; Çanakçıoğlu, 1963; Erdem, 1968; Tosun, 1977; Yüksel, 1996; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000). Tür bir yıllık generasyona sahiptir (Erdem, 1968; Çanakçıoğlu, 1963; Sekendiz, 1991; Yüksel, 1996; Tosun, 1977; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000; Erkuloğlu, 2001). Sekendiz (1991), uçma zamanının mayıs sonu-eylül sonu arasında olduğunu, pupa döneminin nisan-mayıs ortasında başladığını ve yaklaşık bir ay devam ettiğini belirtmiştir.

Can (2003) ile Özçankaya ve Balay (2011), zararlı tırtıllarının mayıs ayı başından haziran ayı ortasına kadar kozalaklarla beslendiğini ve haziran ortalarında pupa olduklarını, laboratuvar koşullarında 10-12 günde pupa dönemini tamamladığını ifade etmişlerdir. Özçankaya ve Balay (2011) ve Can (2003), laboratuvar koşullarında ergin çıkışlarının temmuz başından ekim ortasına kadar devam ettiğini, en fazla ergin bireyin eylül ayında görüldüğünü, doğal ortamda ise ergin çıkışlarının ağustos ayında olduğunu belirtmişlerdir.

3.1.5. *Dioryctria peltieri* Joannis 1908 (Lepidoptera: Pyralidae)

3.1.5.1. Tanınması

Bu tür 1908 yılında Cezayir Atlas Dağları Blidah bölgesinde *C. atlantica* kozalaklarında tespit edilerek tanımlanmıştır (Joannis, 1908).

Erginlerin kanat açıklığının ortalama 28 mm olduğu, ön kanatların gümüşü gri renkte ve siyah desenli olup, kanat uçlarında grimsi beyaz renkte saçaklar bulunduğu görülmüştür. Ergin bireylerin gözlerinin gri ve belirgin olduğu, antenlerin dişilerde ipliksi, erkeklerde tarak şeklinde olduğu gözlenmiştir. Bu tür, hatları belirgin ve antenleri basitçe tüylü *D. abietella* grubuyla, hatları daha az belirgin ve antenleri uzunca tarağımsı *D. pineae* grubu arasında bir geçiş formu gibi değerlendirilmiştir. *D. abietella* boyutlarında, ön kanatlar daha dar ve uzunlaşmış; gri ve beyaz renkte, biraz demirimsi gri, hatta siyaha çalan kahverengimsi gri; şekiller genel hatlarıyla *D. abietella*'ya benzemekle beraber discoidal beyaz hücre ve 2. çizgi gövdeye daha yakın ve buna karşılık uç alan daha geniştir. Zikzaklı ikinci çizgi *D. abietella*'ya göre daha belirgindir. Antenler *D. pineae*'ye göre daha kısa, tek bir sıra halinde taraksı ve uca doğru kısalan yapıda ve antenin bağlandığı noktaya yakın olup antenin üst kısmındaki pul yastığı daha yoğun yapıdadır (Joannis, 1908).

3.1.5.2. Konukçuları, Yayılışı ve Zararı

Knölke (2007), *D. peltieri*'nin monofag bir *Cedrus* zararlısı olduğunu belirtmiştir. Türün yayılışı sadece Cezayir *C. atlantica* ormanlarında tespit edilmiştir. Bu ilk tespitten sonra böceğin yayılışı dünya üzerinde ikinci kez bu çalışmada Isparta yöresi *C. libani* ormanlarında yapılmıştır. Kızıldağ Milli Parkı, Şarkikarağaç/Çarıksaraylar, Senirkent/Kapıdağ ve Bucak/Katran Dağı'nda *C. libani* kozalaklarında, larvaların beslenmesi sonucunda kozalıklarda renk değişimlerine, reçine akıntılara, giriş deliklerinde öğüntülere rastlanmıştır.

3.1.5.3. Biyolojisi

Senirkent/Kapıdağ'da 20.06.2016'da toplanan *C. libani* kozalaklarından 16.09.2016 tarihinde ergin çıkışları gerçekleşmiştir. Zararlının 11.07.2016'da Kızıldağ Milli Parkı'nda toplanan *C. libani* kozalaklarından 23.08.2016'da ergin çıkışları olmuştur. Bu tarihte kontrol edilen kozalıklarda pupaların olduğu görülmüştür. Yine 11.07.2016'da Çarıksaraylar'da zararlının larvalarının bulunduğu kozalıklardan 23-24.08.2016 tarihlerinde ergin çıkışları gözlenmiştir.

3.1.6. *Cydia conicolana* (Heylaerts, 1874) (Lepidoptera: Tortricidae)

3.1.6.1. Tanınması

Ergin bireyin hâkim renginin kahverengi, baş kısmının ise daha açık renkte olduğu görülmüştür. Kanat açıklığı 12 mm olarak ölçülmüş ve ön kanat ortalarına doğru enine kalın beyaz bant, kanat uçlarına doğru ise enine ince, parlak mavi çizgilerin bulunduğu gözlenmiştir.

Zararlının gerilmiş haldeki ön kanatları arasındaki açıklık 11-15 mm'dir (Tosun, 1977; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000; Öktem, 2001; Can, 2003). Esmer kahverengi olan ön kanatları uçlara doğru kurşunî gri renktedir. Üst kanatların ön kenarlarında gümüşî renkte küçük 5'er adet çizgi bulunur, ayrıca belirsiz olan ön kanat ortasında üç adet ve enine siyah çizgileri vardır. Arka kanat rengi esmerdir (Tosun, 1977; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000). Can (2003), erginin baş kısmının koyu renkli, anten eklemine çevresinin ve başın toraksa birleşim yerinin kahverengimsi krem olup kıl şeklinde pullarla kaplı olduğunu belirtmiştir. Avcı (1997), kelebeğin ön kanatlarının zemininin sarımsı beyaz, costal çizgiler arası hariç, koyu kahverengi olduğunu, median bantın transversal olarak dorsuma kadar uzandığını belirtmiştir. Basal ve sub-basal bantların büyük bir basal leke oluşturduğunu, hafif üçgenimsi olan ocellusun üç veya dört çizgili olduğunu ifade etmiştir. Pupalın boylarının 10-11 mm olduğunu belirtmiştir.

3.1.6.2. Konukçuları, Yayılışı ve Zararı

Türün larvalarının Bucak/Karlık'ta *A. cilicica* kozalaklarında beslenmek suretiyle zarar yaptığı gözlenmiştir.

Zararlı, dünyada *P. laricio*, *P. nigra*, *P. sylvestris*, ülkemizde ise *P. nigra* ve *P. brutia* kozalaklarında zarar yapmaktadır (Tosun, 1977; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000). Medvedev (1987), *C. conicolana*'nın Batı Rusya'da özellikle genç çam fidanlıkalarında önemli bir zararlı olduğunu bildirmiştir. Tosun (1977), Bucak/Pamucak, Eğirdir/Çamyol, Ağlasun/Kümelî ve Serik/Kadriye *P. brutia* ormanlarında zararını tespit etmiştir. Çanakçıoğlu ve Mol (2000), Türkiye'de Antalya, Kaş, Fethiye, Muğla, Aydın, İzmir, Çanakkale, Edremit/Kazdağ, Dursunbey, Taşanlı, Eskişehir, Mudurnu, Göynük, Denizli, Bucak, Eğirdir, Ağlasun, Serik, İstanbul/Bahçeköy ve İstanbul /Burgazada'da yayılışını belirtmişlerdir. Tosun (1977), yumurtadan çıkan genç larvaların taze kozalaklarda kozalak ekşisine dokunmadan tohum içini ve bazen taze tohumların kabuklarını yediğini gözlemlemiştir. Çanakçıoğlu ve Mol (2000), tohum içinde beslenen genç larvaların olgunlaşmaya başlayınca baş ve ön göğüs kısmı hariç vücudunun tohum dışında kaldığını ve bu beslenme sonucunda oluşan pislik ile ögüntülerin genellikle kozalak kabuklarının iç kısmında, nadiren de dış kısmında olduğunu gözlemlemiştir. Esas olarak tohum içini yemek suretiyle beslenen larvaların bazen de tohum kabuğunda beslendiklerini, tek kozalak içinde genellikle iki ya da üç bazen de altı larva görüldüğünü ifade etmişlerdir. Avcı (1997) ise kozalakta çoğunlukla bir, bazılarında ise iki veya dört larva olduğunu gözlemlemiştir. Avcı (1997), Çanakçıoğlu ve Mol (2000) ve Öktem (2001), *P. brutia* kozalaklarının tohumlarını yiyerek zarar yapan bu türün, gelişme dönemindeki taze kozakları seçtiğini ifade etmişlerdir. Zarar sonucu kozalakta dışardan

bakıldığında herhangi bir belirti görülmediği için, sağlıklı görünümde olan kozalaklarda da bulduklarını belirtmişlerdir.

3.1.6.3. Biyolojisi

Zararlının, 02.09.2016 tarihinde Bucak/Karlık'taki *A. cilicica* ormanlarında toplanan kozalaklardan 10.10.2016 tarihinde ergin çıkışı görülmüştür.

Tosun (1977), Çanakçıoğlu ve Mol (2000) ve Öktem (2001), zararlının uçuş zamanının mayıs-haziran aylarında, generasyonunun ise yılda bir olduğunu gözlemlemiştir. Çanakçıoğlu ve Mol (2000), larvaların sonbaharda olgun hale gelip beslenmesinin bittiğini ancak ilerde oluşacak erginin kozalaktan çıkabilmesi için bir yol yapmak amacıyla son bir yiyim daha yaptığını belirtmişlerdir. Tosun (1977), Avcı (1997), Çanakçıoğlu ve Mol (2000) ve Öktem (2001), kışı larva döneminde geçirdiklerini ve nisan başında pupa olduklarını, larva ve pupa dönemlerini kozalak içerisinde tamamladıklarını ifade etmişlerdir. Öktem (2001), zararlının uçuş zamanının iklim ve mevkiiye bağlı olarak değiştiğini ve basit generasyona sahip bir tür olduğunu belirtmiştir. Yarı kozalak dışından görülebilen pupa gömleklerinin türün karakteristik özelliği olduğunu bildirmiştir.

3.1.7. *Gravimata osmana* (Obraztsov 1952) (Lepidoptera: Tortricidae)

3.1.7.1. Tanınması

Genç larvalarının beyazımsı, baş kısmının siyah, olgun larvaların ise kırmızımsı renkte olduğu görülmüş ve larva boyu 20 mm olarak ölçülmüştür. Larvaların sırt kısmında kırmızımtırak renkte boyuna iki bant, ortada ise boyuna siyah renkte bir bant bulunduğu gözlenmiştir. Erginlerin ön kanatlarının esmerimsi kahverengi ve yer yer turuncumsu desenli olduğu, her kanadının ucunda beyaz renkli saçakların bulunduğu ve antenin filiform yapıda olduğu görülmüştür.

Gerilmiş ön kanatları arasındaki açıklığı 21-25 mm olan kelebeğin ön kanatları koyu kahverengi siyah zemin üzerine beyazımtırak gri lekeli. Arka kanatları ise siyahımtırak esmer renkte ve genişçe saçaklıdır (Erdem, 1968; Tosun, 1977; Öymen, 1990; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000). Ortalama 17 mm büyüklüğünde olan tırtılların sırtında koyu kahverengi bir çizgi ile bunun iki yanında kirli açık yeşil renkte enine birer şerit vardır. Uçuş deliklerinde yarı dışarıya çıkmış pupa gömleklerinin bulunuşu karakteristiktir (Erdem 1968; Öymen 1990; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000). Pupalın boyları 9-11 mm arasındadır (Çanakçıoğlu, 1963).

3.1.7.2. Konukçuları, Yayılışı ve Zararı

Senirket/Kapıdağ'dan alınan *C. libani* kozalaklarında larvaların beslenmek suretiyle zarar yaptığı ve beslenme sonucunda reçine akıntıları, ögüntüler, kozalakta renk değişimleri ve şekil bozuklukları görülmüştür.

Tür, Acıpayam/Bozdağ, Fethiye, Finike/Ördübek, Kaş/Sütleğen'de *C. libani* kozalaklarında görülmüştür (Tosun, 1977; Çanakçıoğlu, 1982; Çanakçıoğlu ve Mol, 2000). Öymen (1990), türün bugüne kadar sadece Türkiye'de, Mouna ve Fabre (2005) ise Türkiye ve Lübnan'da yayılış yaptığını belirtmiştir. Çanakçıoğlu

(1963), Erdem (1968), Tosun (1977) ve Çanakcıoğlu (1982), gelişiminin ilk yılındaki *C. libani* kozalaklarının tohum ve pullarını yemek suretiyle zarar yapan bu kelebeğin tırtıllarının kozalağın iç kısmında beslenmesi sonucunda, kozalakların delik deşik görünmesine neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Tırtılların beslenmesi sonucu zarara uğrayan kozalaklarda renk değişikliği, deformasyon, öğüntü ve reçine sızıntılarının bulunması zararın belirtisi olduğu ifade edilmiştir.

3.1.7.3. Biyolojisi

17.10.2015 tarihinde Senirkent /Kapıdağ'dan alınan *C. libani* kozalaklarından elde edilen olgun larvaların boyları ortalama 20 mm olarak ölçülmüştür. 23.10.2015 ve 07.12.2015 tarihlerinde pupa oldukları görülmüştür. 07.05.2016'da toplanan kozalaklardan Mayıs ayı sonu ile Haziran ayı başında ergin çıkışları olmuştur. Zararlının 22.06.2016 tarihinde arazide genç larvaları görülmüştür.

Olgunlaşmasının ilk senesi içinde bulunan kozalakların üzerine bırakılan yumurtalardan çıkan tırtıllar kozalağa girerek kozalağın içinde ve kozalak sapına yakın bir yerde pupa olur. Kışı pupa döneminde geçirdikten sonra Haziran ayında erginleşerek kozalağı terk eder. Tür, basit generasyona sahiptir (Çanakcıoğlu, 1963; Erdem, 1968; Çanakcıoğlu ve Mol, 2000).

3.2. Doğal Düşmanlar

3.2.1. Avcılar

3.2.1.1. *Anomognathus* sp. (Coleoptera: Staphylinidae)

Sütçüler/Karadağ Orman Deposu'ndan 10.05.2016 tarihinde alınan *P. brutia* kozalaklarından 17.05.2016'da *D. mendacella* ile türün ergin çıkışları görülmüştür. Türün *D. mendacella*'nın avcısı olduğu belirlenmiştir.

3.2.2. Parazitoit türler

3.2.2.1. *Pseudoperichaeta nigrolineata* (Walker 1853) (Diptera: Tachinidae)

Sütçüler/Karadağ Orman Deposu'ndan 10.05.2016 tarihinde alınan *P. brutia* kozalaklarından 13.05.2016'da bir adet ergin çıkışı olmuş ve türün *D. mendacella*'nın parazitoiti olduğu tespit edilmiştir.

Kara ve Tschorsnig (2003), *P. nigrolineata*'nın Türkiye'deki konukçularının Pyralidae familyasından *O. nubilalis*, *D. abietella* ve *D. pineae*'nin olduğunu belirtmişlerdir.

3.2.2.2. *Schizonotus sieboldi* (Ratzeburg 1848) (Hymenoptera: Pteromalidae)

Bucak/Karlık'tan 02.09.2016 tarihinde alınan *A. cilicica* kozalaklarından 20.09.2016'da *D. abietella*'nın parazitoiti olarak 19 adet ergin elde edilmiştir.

Zeki ve Toros (1990) ile Avcı ve Pekel (2000) ise bu türün *Chrysomela tremula*'nın parazitoiti olduğunu belirtmişlerdir.

3.2.2.3. *Elachertus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae)

Bucak/Gündoğdu mevkiinden 01.09.2016 tarihinde alınan *P. brutia* kozalaklarında *D. mendacella* ile birlikte 01-08.09.2016 tarihlerinde üç adet ergin elde edilmiştir.

Benjamin (1985), *D. resinosella*'nın parazitoitleri arasında *Elachertus* sp.'nin olduğunu belirtmiştir.

3.2.2.4. *Cotesia* sp. (Hymenoptera: Braconidae)

Bucak/Karlık'tan 02.09.2016'da alınan *A. cilicica* kozalaklarından 20.09.2016 tarihinde *D. abietella*'nın parazitoiti olarak üç adet ergin çıkışı olmuştur.

3.2.2.5. *Ascogaster annularis* (Nees von Esenbeck, 1816) (Hymenoptera: Braconidae)

Sütçüler/Karadağ Orman Deposu'ndan 10.05.2016 tarihinde toplanan *P. brutia* kozalaklarından *D. mendacella*'nın parazitoiti olarak 13.05.2016'da bir adet ergin çıkışı gözlenmiştir.

Aydoğdu ve Beyarslan (2012), türün Elazığ, Gümüşhane, Edirne ve Kütahya'da yayılım yaptığını belirtmişlerdir.

3.2.2.6. *Homolobus* sp. (Hymenoptera, Braconidae)

Bucak/Karlık'tan 02.09.2016 tarihinde toplanan *A. cilicica* kozalaklarından *D. abietella*'nın parazitoiti olarak 09.11.2016 tarihinde bir adet ergin çıkışı gözlenmiştir.

3.2.2.7. *Anomalon cruentatum* (Geoffroy, 1785) (Hymenoptera: Ichneumonidae)

Keçiörlü/Özbahçe mevkiinde 15.06.2016 tarihinde toplanan *P. nigra* kozalaklarından 13.08.2016'da *D. mendacella*'nın parazitoiti olarak bir adet ergin çıkışı olmuştur.

Gürbüz vd. (2009), Isparta/Merkez, Kolarov ve Gürbüz (2006) ise Eğirdir/Kasnak Ormanı, Çandır/Yazılı Kanyon, Gölcük Aşağıgökdere/Arboretum ile Antalya'da Avlanbeli ve Finike/Çatallar'da türü tespit etmişlerdir.

3.2.2.8. *Campopleginae altfamilyasına ait türler* (Hymenoptera: Ichneumonidae)

Keçiörlü/Özbahçe mevkiinden 15.06.2016'da elde edilen *P. nigra* kozalaklarından 11.07.2016 ve 13.08.2016 tarihlerinde *D. mendacella*'nın parazitoiti olarak Campopleginae alt familyasına ait iki tür çıkışı olmuştur.

4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışma, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü göknar, çam ve sedir ormanlarındaki kozalak zararlıları ile bu zararlıların biyolojisi, zarar şekli ve doğal düşmanlarının tespiti amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yedi adet zararlı tür tespit edilmiş olup, bu türler; *C. pinicola* Mamaev (Diptera: Cecidomyiidae), *L. occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae), *D. mendacella* Staudinger (Lepidoptera: Pyralidae), *D. abietella* Denis & Schiffermüller (Lepidoptera: Pyralidae), *D. peltieri* Joannis (Lepidoptera: Pyralidae), *C. conicolana* Heylaerts

(Lepidoptera: Tortricidae) ve *G. osmana* Obraztsov (Lepidoptera: Tortricidae)'dır. Bu türlerden *D. peltieri* Türkiye ormanları faunası için ilk kayıt niteliğindedir. Çalışmada üç farklı alandan altı adet *D. peltieri* ergini elde edilmiştir. Ülkemizde bu türün ilk kez tespit edilmesi, türün biyolojisinin ve zararının tanımlanması çalışma açısından önemlidir. Yörede bu türün varlığının tespiti ve biyolojisinin belirlenmesine yönelik yeni çalışmaların yapılması gerekmektedir. *L. occidentalis*, ülkemizde son yıllarda görülen önemli yabancı istilacı bir tür olup, özellikle *P. pinea*'daki zararı nedeniyle dikkat çekmektedir. Ancak bu çalışmada *P. pinea*'da bu türe rastlanmamış, ancak *P. nigra* ve *P. sylvestris* üzerinde tespit edilmiştir. Ayrıca Isparta Orman Bölge Müdürlüğü ormanlarında zararının varlığı, bu çalışma ile kayıt altına alınmıştır.

Çalışmada; *P. nigrolineata* Walker (Diptera: Tachinidae), *Elachertus* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), *S. sieboldi* Ratzeburg (Hymenoptera: Pteromalidae), *Cotesia* sp., *Homolobus* sp., *A. annularis* (Hymenoptera: Braconidae) ve *A. cruentatum* (Hymenoptera: Ichneumonidae) ile aynı familyanın Campopleginae altfamilyasından iki parazitoit tür olmak üzere toplam dokuz tür elde edilmiştir. Predatör olarak ise *Anomognathus* sp. (Coleoptera: Staphylinidae) tespit edilmiştir. *Anomognathus* sp.'nin bilim dünyası için yeni bir tür olduğu belirlenmiş olup tanımlama çalışmaları devam etmektedir.

Çalışmada bir alanda en fazla görülen zararlı tür, 46 birey ile *D. abietella* olmuş ve Bucak/Karlık'tan toplanan *A. cilicica* kozalaklarından elde edilmiştir. 11 farklı alandan toplanan *P. brutia* kozalaklarından 37 adet *D. mendacella* ergini elde edilmiştir.

Hızlı nüfus artışı ile kentleşme ve sanayileşmedeki gelişmeler nedeniyle ormanlık alanların arttırılması son yıllarda daha da önemli hale gelmiştir. Orman alanlarındaki bozulmalar, ormansızlaşmasının artması ve iklim değişikliği ile mücadelede orman alanlarının arttırılmasına yönelik çalışmalar hız kazanmış ve bu amaçla doğal gençleştirme ve ağaçlandırma çalışmalarında tohum ve fidan gereksinimi artmaktadır. Bu bağlamda tohum ve kozalakta zarar yapan türlerle mücadelenin önemi daha da anlam kazanmaktadır.

Sonuç olarak sağlıklı orman kuruluşları oluşturabilmek için tohum ve kozalaklar zararlılardan korunmalı, bunun için de zararlıların biyolojileri ve doğal düşmanları tespit edilerek mücadelesi yapılmalıdır.

Teşekkür

Türlerin teşhisi için Sayın Prof. Dr. Mikat DOĞANLAR (Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi emekli öğretim üyesi) (Eulophidae, Pteromalidae), Sayın Prof. Dr. Ahmet BEYARSLAN (Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü) (Braconidae), Sayın Doç. Dr. Saliha ÇORUH (Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü) (Ichneumonidae), Doç. Dr. Sinan ANLAŞ (Celal Bayar Üniversitesi, Alaşehir Meslek Yüksek Okulu) (Staphylinidae), Yrd. Doç. Dr. Turgut ATAY (Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü) (Tachinidae) ve Yrd. Doç. Dr. Kesran AKIN (Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü) (Pyralidae)'a ve çalışmayı 4670-YL1-16 No.lu proje ile destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Avcı, M., 1997. Marmara Bölgesi ormanlarının Tortricidae (Lepidoptera) faunası. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Avcı, M., Pekel, N., 2000. Türkiye Ormanlarının Faydalı Böcekleri ve Konukçuları. Oğurlu, İ. (Ed.), Biyolojik Mücadele (399-400). Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Isparta, s. 440.
- Aydoğdu, M., Beyarslan, A., 2012. A review of the genus *Ascogaster* Wesm., 1835 (Hymenoptera, Braconidae, Cheloniinae) in Turkey, with a new host record for *Ascogaster bicarinata* (Herrich-Schäffer, 1838). North-Western Journal of Zoology, 8(1): 31-40.
- Can, P., 2003. İzmir ve Manisa illeri Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohum bahçelerinde bulunan kozalak ve tohum tararlıları, tarar şekilleri ve bulunma dönemlerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Cilbiricioğlu, C., Ünal, S., 2008. Gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) in forest trees of Turkey. Journal of Agricultural and Urban Entomology, 25(1): 13-23.
- Çanakçıoğlu, H., 1963. Orman Ağaçlarımızın Tohumlarına Arız Olan Böcekler ve Bazı Önemli Türlerin Mücadeleleri Üzerine Araştırmalar. Türkiye Cumhuriyeti Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Sıra No. 343, Seri No. 17, İstanbul, s. 100.
- Çanakçıoğlu, H., 1982. Türkiye ormanlarının zararlı tortricidae (Lepidoptera) türleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, 32(1): 17-43.
- Çanakçıoğlu, H., Mol, T., 2000. Tohum ve Kültür Zararlıları. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Rektörlük No: 4210, Fakülte No: 462, İstanbul, s. 334.
- Defne, M., 1954. Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki Gökarnarın Zararlı Böcekleri ve Mücadele Metodları. Türkiye Cumhuriyeti Tarım Vekâleti, Orman Umum Müdürlüğü Yayınları, Seri No: 12, Sıra No: 105, İstanbul, s. 228.
- Dursun, G., 2016. Balıkesir kent ormanı ve BAUN Çağış yerleşkesindeki Heteroptera (Hemiptera) faunasının kışlak tuzaklarla belirlenmesi üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Erdem, R., 1968. Ormanın Faydalı ve Zararlı Böcekleri. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 1265, Orman Fakültesi No: 118, İstanbul, s. 182.
- Erkuloğlu, Ö.S., 2001. Doğu Ladini. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi: 58, El Kitabı Dizisi: 5, Ankara, s. 288.
- Fauna Europaea (FE), 2017. Fauna Europaea-All European Animal Species Online. <https://fauna-eu.org/>, Erişim Tarihi: 22.02.2017.
- Fent, M., Kment, P., 2011. First record of the Invasive Western Conifer Seed Bug *Leptoglossus occidentalis* (Heteroptera: Coreidae) in Turkey. North-Western Journal of Zoology, 7(1): 72-80.
- Gürbüz, M.F., Aksoylar, M.Y., Buncukçu, A., 2009. A faunistic study on Ichneumonidae (Hymenoptera) in Isparta, Turkey. Linzer Biologische Beiträge, 41(2): 1969-1984.

- Hainze, J.H., Benjamin, D.M. 1985. Partial life tables for the red pine shoot moth, *Dioryctria resinosella* (Lepidoptera: Pyralidae), in Wisconsin red-pine plantations. *Environmental Entomology*, 14(5): 545-551.
- Joannis, J., 1908. Une Phycide Nouvelle d'Algérie. *Bulletin de la Société Entomologique de France*, 168-169.
- Kara, K., Tschorsnig, H.P., 2003. Host catalogue for the Turkish Tachinidae (Diptera). *Journal of Applied Entomology*, 127(8): 465-476.
- Knölke, S., 2007. A Revision of the European Representatives of the Microlepidopteran Genus *Dioryctria* Zeller, 1846 (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae: Phycitinae). Ludwig Maximilians Universität München, Germany, pp. 160.
- Kolarov, J., Gürbüz, M.F., 2006. A study of the Turkish Ichneumonidae (Hymenoptera). III. Anomaloninae, Banchinae, Ophioninae and Xoridinae. *Acta Entomologica Serbica*, 11(1-2): 91-94.
- McPherson, J.E., Packauskas, R.J., Taylor, S.J., O'Brien, M.F., 1990. Eastern range extension of *Leptoglossus occidentalis* with a key to *Leptoglossus* Species of America North of Mexico (Heteroptera: Coreidae). *Great Lakes Entomologist*, 23(2): 99-104.
- Medvedev, G.S. (Ed.), 1987. Keys to the Insects of the European. Nauka Publishers, India, pp. 991.
- Moulet, P., 1995. Hémiptères Coreoidea Euro-Méditerranéens. Faune de France, 81, Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Paris, pp. 336.
- Mouna, M., Fabre, J.P., 2005. Pest insects of cedars: *Cedrus atlantica* Manetti, *C. libani* A. Richard and *C. brevifolia* Henry in the Mediterranean area. *Entomological Research in Mediterranean Forest Ecosystems*, Paris, pp. 89-104.
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM), 2014. Türkiye Orman Varlığı. <http://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf>, Erişim Tarihi: 12.11.2015.
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM), 2015. Türkiye Orman Varlığı. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B12015.pdf>, Erişim Tarihi: 08.03.2017.
- Öktem, E., 2001. Kızıldağ. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi: 52, El Kitabı Dizisi: 2, Ankara, s. 182.
- Öymen, T., 1990. Türkiye'de iğne yapraklı ağaçlarda zarar yapan önemli lepidoptera türleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 40(3): 59-65.
- Özçankaya, İ.M., Balay, N.S., Kılıcı, M., Bucak, C., 2010. Kozak Yöresindeki Fıstık Çamlarında (*Pinus pinea* L.) Biyotik Faktörler ile Besin Elementlerinin Kozalak Kayıplarına Etkileri. *Ege Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten Serisi No: 47, Orman Bakanlığı Yayın No: 399, Müdürlük Yayın No: 062, İzmir*, s. 56.
- Özçankaya, İ.M., Balay, N.S., 2011. Ege Bölgesi'nde çam türlerinin kozalaklarında zarar yapan *Dioryctria* (Lep., Pyralidae) türleri ve doğal düşmanları. *Türkiye I. Orman Entomolojisi ve Patolojisi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 23-25 Kasım 2009, Antalya, s. 138-143.
- Reid, S., Cannon, R., Malumphy, C., Tilbury, C., Straw, N., 2009. Western Conifer Seed Bug *Leptoglossus occidentalis*. <http://fera.co.uk/news/resources/documents/pests-disease-westernConiferSeedBug.pdf>, Erişim Tarihi: 20.02.2017.
- Roques, A., 1983. Les Insectes Ravageurs des Cones et Graines de Conifères en France. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, France, pp. 134.
- Roques, A., El Alaoui El Fels, M.A., 2005. Overview of the arthropod fauna that colonizes seed cones in the Mediterranean Region. *Entomological Research in Mediterranean Forest Ecosystems*, INRA, 59-78.
- Sekendiz, O.A., 1991. *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach.'nın Doğu Karadeniz Bölümü Ormanlarındaki Zararlı Böcekleri ile Koruma ve Savaş Yöntemleri. *Orman Genel Müdürlüğü Yayınları*, Yayın No: 678, Sıra No: 73, Ankara, s. 200.
- Tosun, İ., 1977. Akdeniz Bölgesi İğne Yapraklı Ormanlarında Zarar Yapan Böcekler ve Önemli Türlerin Parazit ve Yırtıcıları Üzerine Araştırmalar. *Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları*, Sıra No: 612, Seri No: 24, İstanbul, s. 201.
- Yüksel, B., 1996. Türkiye'de Doğu İladini (*Picea orientalis* (L.) Link.)'nde zarar yapan böcekler ve bazı türlerin yırtıcı ve parazitleri üzerine araştırmalar. *Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Zeki, H., Toros, S., 1990. Determination of natural enemies of *Chrysomela populi* L. and *Chrysomela tremulae* F. (Coleoptera, Chrysomelidae) harmful to poplars and the efficiency of their parasitoids in Central Anatolia Region. In *Proceedings of the Second Turkish National Congress of Biological Control*, Ege University, 26-29 September 1990, Ankara, pp. 251-260.

Kestane dal kanseri ile mücadelenin silvikültürel yönden değerlendirilmesi: Kütahya Simav örneği

İbrahim Turna^a, Mustafa Gökhan Sertkaya^b, Fahrettin Atar^{a,*}

Özet: Çalışma kapsamında Kütahya-Simav kestane ormanlarının meşcere yapılarının bozulmasına neden olan etmenlerin belirlenmesi ve bu etmenlerin kestane hastalıkları ile ilişkisinin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Çalışmada araştırma alanı olarak kestanenin doğal yayılış alanlarından biri olan Kütahya Simav ormanları seçilmiştir. Simav kestane ormanlarında kestane dal kanseri ile mücadelenin ve kestane meyve hasat şeklinin silvikültürel müdahaleler açısından ormana verdiği zararlar incelenmiştir. Araştırma alanından 3 farklı örnek alan alınmış, her bir örnek alandaki bireylerin çapları, hastalık durumu ve aşılı olup olmadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca bu ormanların meşcere kuruluşları (ağaç türü karışımı) incelenmiştir. Çalışma sonucunda örnek alanlardaki kestane bireylerinin hastalık durumu incelendiğinde ortalama %11'nin tamamen kuruduğu, %6'sinin kısmen kuru olduğu ve %46'sinin kanserli ama yaşama kabiliyetinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca silvikültürel müdahalelerin (sürgün tekleme, budama, vb.) kestane dal kanseri ile mücadelede etkinliği ortaya konulmuştur. Yöre halkı tarafından yapılan bilinçsiz müdahaleler (aşılama, hasat şekli vb.) sonucunda kestane ormanlarının meşcere kuruluşlarının bozulduğu ve hastalığın artmasına neden olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Anadolu kestanesi, Kestane kanseri, Aşılama, Silvikültür

Evaluation of the combating against chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*) in terms of silviculture: The sample of Kütahya Simav

Abstract: The objective of this study was to determine the factors causing the deterioration of the stand structures of chestnut forests in Kütahya-Simav and to reveal the relation between these factors and chestnut diseases. Chestnut forests in Kütahya Simav were chosen as research area in this study. The damages given to forests in the result of the combating against chestnut blight, *Cryphonectria parasitica*, and harvest of chestnut fruit were investigated in terms of silvicultural treatments. Three different sample plots were chosen from the research area. In each sample plot, the diameters, diseases and grafting status (exist or not) of the trees were determined. Stand structures of these forests were also investigated. As a result of the study, the disease state of the chestnut individuals in the sample areas was determined. It was found that on average 11% were completely dry, 6% were partially dry, and 46% were cancerous but capable of survival. Also, effectiveness in the combating against chestnut blight of silvicultural treatments was investigated. In the result of unconscious interventions made by the local people (grafting, harvesting, etc.) have observed that stand structure of chestnut forests are corrupted and disease increase.

Keywords: Sweet chestnut, Chestnut blight, Grafting, Silviculture

1. Giriş

Tarih boyunca insanların doğal kaynakların sınırsız olabileceği düşüncesi, uzun yıllar boyunca bu kaynakların bilinçsiz bir şekilde kullanılmasına yol açmıştır. İnsanlar, ihtiyaçlarının çeşitlenerek artması ile tüketime bağlı olarak tabiat ve insan arasındaki dengeyi tabiatın aleyhine bozmuş ve tabii çevrenin tahribatıyla birlikte ekolojik dengede bozulmalar meydana getirmiştir (Huss ve Kahveci, 2009). Bu nedenle doğal kaynakların başında gelen ormanların sürdürülebilir yönetimi günümüzde büyük önem kazanmıştır.

Sürdürülebilir ormancılık bakımından orman kaynaklarının en iyi şekilde planlanması, işletilmesi, topluluğuna yararına sunulması günümüzde büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda ülkemizin önemli orman ağacı türlerinden biri olan kestane ağacı, özellikle çok amaçlı kullanımlar için önemli potansiyele sahip türlerin başında gelmektedir. Karbonhidrat, protein, yağ, vitamin ve minerallerce zengin

meyvesi, mobilya ve doğrama yapımı için kaliteli kerestesi, antioksidan ve antimikrobiyal özellikteki balı, boyamada kullanılan dal, yaprak ve kabuklarıyla kestane ağacı ve ormanları, yüzlerce yıldır insanlara ve ekosisteme sayısız faydalar sağlamıştır. Kestane ormanları gerek kullanım alanlarının çeşitliliği (odun, meyve, erozyon, bal, vb.), gerekse görselliği nedeniyle üzerinde çok çalışılması gerekirken bugüne kadar ihmal edilen türlerimizden biridir. Bununla birlikte kestane ormanları uzun yıllar bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de biyotik ve abiyotik zararlılarla yok olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Özellikle kestane biyolojisine aykırı uygulamalarla kestane ormanlarının vasfı bozulmuş, birçok yerde aşılı vb. çalışmalarla niteliği değiştirilmeye çalışılmıştır (Anonim, 2013; Turna vd., 2014).

Fagaceae familyasına ait önemli bir orman ağacı olan kestane cinsinin dünyada 10-12 türü olup, Türkiye'de doğal olarak bulunan tek türü ise Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill) dir (Kayacık, 1981). Anadolu kestanesi'nin

✉ ^a Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalı, Trabzon

@ ^b Orman Genel Müdürlüğü, Sivas Orman İşletme Müdürlüğü, Sivas

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 06.04.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 20.07.2017



Citation (Atf): Turna, İ., Sertkaya, M.G., Atar, F., 2017. Kestane dal kanseri ile mücadelenin silvikültürel yönden değerlendirilmesi: Kütahya Simav örneği. Turkish Journal of Forestry, 18(3): 187-196.

DOI: 10.18182/tjf.304351

M.Ö 5.yüzyılda Anadolu'dan Güney Avrupa'ya götürüldüğü, buradan daha güneye kaydığı ve Balkan yarımadası ile Anadolu, Güney İtalya ve Fransa'ya kadar yayıldığı bildirilmektedir. Dolayısıyla Türkiye'nin bu türün ana vatanı olduğu da ileri sürülmektedir (Kayacık, 1981; Yaltırık, 1993; Soylu, 2004). Hazar Denizinden Atlas Okyanusuna kadar olan alanda geniş bir yayılışa sahiptir. Bu hat boyunca türün en geniş yayılış alanı başta Fransa, İsviçre, İtalya ve Türkiye'dir. Bunun yanında İspanya, Portekiz, Romanya, Bulgaristan, Arnavutluk, Yunanistan, Gürcistan ve Azerbaycan gibi ülkelerde de önemli bir yayılışı bulunmaktadır (Fernandez-Lopez ve Alia, 2003). Ülkemizde Doğu Karadeniz, Akdeniz ve bu bölgeler arasında iklime (özellikle yağış) bağlı olarak Batı Karadeniz bölgesi ekotonu olmak üzere üç farklı yayılış alanı olduğu bildirilmektedir (Ketenoglu et al. 2010). Anadolu, kestanenin gen merkezlerinden ve kültüre alındığı en eski alanlardan birisidir (Villani vd., 1991., Aksoy vd, 2005).

Kestane'nin Türkiye'deki yayılışı Kafkaslardan başlayarak Kuzey Anadolu boyunca Bulgaristan sınırına kadar uzanmakta, Marmara Bölgesi ve batı Anadolu'da yayılış göstermektedir. Ayrıca Akdeniz'de Isparta (Genç vd. 2001) ve Antalya Köprülü Kanyon civarındaki Altınkaya (Selge) bölgesinde (Kulaç vd. 2015) lokal olarak bulunmaktadır. Karadeniz Bölgesinde sahilten başlayarak 1200 m'ye, Ege Bölgesinde yer yer 1800 m'lere (Kütahya-Simav) kadar çıkmaktadır. 500-600 m yükseltilere kadar diğer ağaç türleri ile karışık veya tarımsal ürünlerle içi içe bulunmaktadır (Turna, 2013; Anonim, 2013).

Kestane türü çeşitli topraklarda yetişmesine rağmen, 4-4.5 pH değerleri arasındaki derin, verimli ve asidik topraklarda optimal büyüme göstermektedir (Kerr ve Evans, 1993). Ancak diğer araştırmalara göre bu tür için optimal pH değerinin 5.5 olduğu bildirilmektedir (Bourgeois vd., 2004). Doğal meşcerelerde 30 yaşındaki genel ortalama artım iyi orta ve fena bonitetlerde sırasıyla yaklaşık 18, 14 ve 10 m³/ha/yıl kadardır. Görüldüğü gibi fena bonitette bile hızlı gelişen tür özelliği göstermektedir. Dikimle yetiştirilmesi ve ıslah çalışmaları yapılması durumunda bu artım değerlerinin çok daha yüksek olacağı aşikârdır. Kestane ekolojik, ekonomik ve sosyal değeri çok yüksek olan ancak Türkiye ormancılığında ihmal edilen bir türdür (Kapucu vd., 2002).

Kestane'nin eko-silvikültürel özellikleri yanında meşcere kuruluşlarının iyi bilinmesi gerekir. Kestane ormanlarını, koru, korulu baltalık ve baltalık ormanlar olarak sınıflandırmak mümkün olabileceği gibi bozuk ve normal kestane ormanları olarak da sınıflandırmak mümkündür. Avrupa'da yapılmış bir araştırmada; 8 Avrupa ülkesinde toplam 53 örnek alanında yapılan incelemede yağış, enlem, yaş, ağaç boyu ve hektardaki ağaç sayıları gibi özelliklerin baltalık ve koru ormanlarındaki ilişkileri ele alınmıştır. Buna göre yetiştirme ortamı koşullarının iyiye yakın, meşcere yaşının ise yaklaşık olarak 10-65 arasında olduğu belirlenmiştir (Manetti vd., 2001). Ülkemizdeki kestane meşcereleri ve orman kuruluşları incelendiğinde; doğal yayılış alanlarında daha çok yapraklı türlerle (ıhlamur, kayın, gürgen, meşe vb.) ikili, üçlü veya daha fazla türlerle karışık olarak yayılış gösterir. Ancak mevcut kestane ormanları, gerek kestane meyvesi, gerekse yakacak ve yapacak odununun çeşitli kullanımları nedeniyle aşırı kullanılmış ve tahrip edilerek verimsiz hale dönüştürülmüştür. Karışık meşcereleri oluşturan diğer

yapraklı türlerin de usulsüz kesimlerle alandan uzaklaştırılması ile daha çok saf meşcereler haline dönüştürülmüş oldukları görülmektedir.

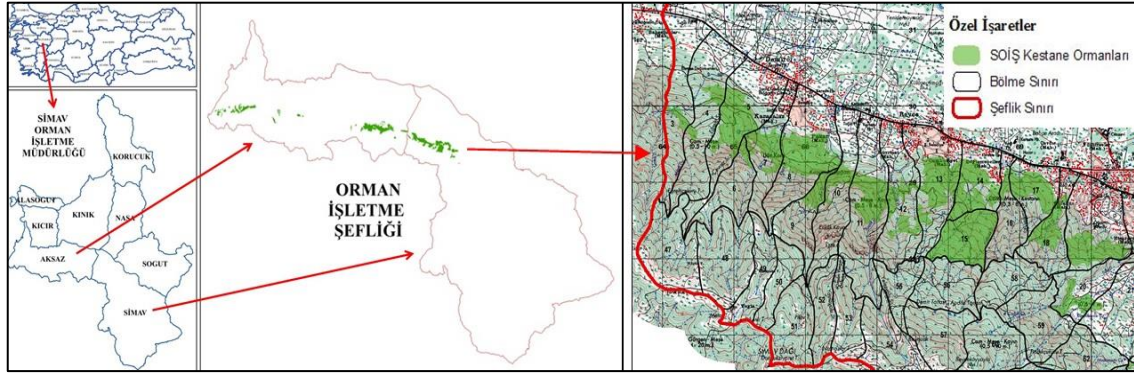
Kestane ormanları, hem ülkemizde hem de yayılış gösterdiği Avrupa ülkelerinde ortaya çıkan patojen ve virulent faktörler nedeniyle büyük zararlara uğramıştır. Bugün itibarıyla kestane ormanlarında görülen en önemli hastalık etmenlerinin başında kestane kök çürüklüğü ve kestane dal kanseri gelmektedir. Son yıllarda, kestane ormanlarında uygulanan birçok işletme şekli yeniden ele alınmış ve alanların verimliliği ve toprak kaynaklarının uzun dönemli korunmasını sağlamak amacıyla yeni bulgular ortaya koyulmuştur (Roberts ve Gilliam, 1995). Bu hastalıklar ile mücadele etmek ve kestane ormanlarının sağlığını korumaya yönelik olarak bir çok çalışmalar yapılmıştır (Coşkun ve Kural, 1994; Çeliker, 2000; Akıllı vd., 2009; Döken, 2009; Katırcıoğlu vd., 2010). Yine araştırma kuruluşlarının çok sayıda çalışmalar yaptığı, bunlardan bir kısmının sonuçlandığı, bir kısmının ise devam ettiği bilinmektedir. Kestane ormanlarının silvikültürel yönden ele alındığı çalışmalar ise sınırlıdır. Yapılan bazı çalışmalarda hastalıklara karşı dayanıklı türlerin belirlenmesinin yanında silvikültürel müdahalelerle sağlıklı bireyler elde edilmeye çalışılmıştır (Clark vd. 2012). Çalışma kapsamında Kütahya-Simav kestane ormanlarının meşcere yapılarının bozulmasına neden olan etmenler incelenmiş olup, bu etmenlerin kestane hastalıkları ile ilişkisi irdelenmeye çalışılmıştır. Tüm bu ilişkilere bağlı olarak yöredeki kestane ormanlarında gerek hastalıkla mücadelede gerekse meyve üretiminde uygun teknik müdahalelerin nasıl olabileceği ve bunun sosyal baskıyla olan ilişkisinin uygulamalı olarak açıklanması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve yöntem

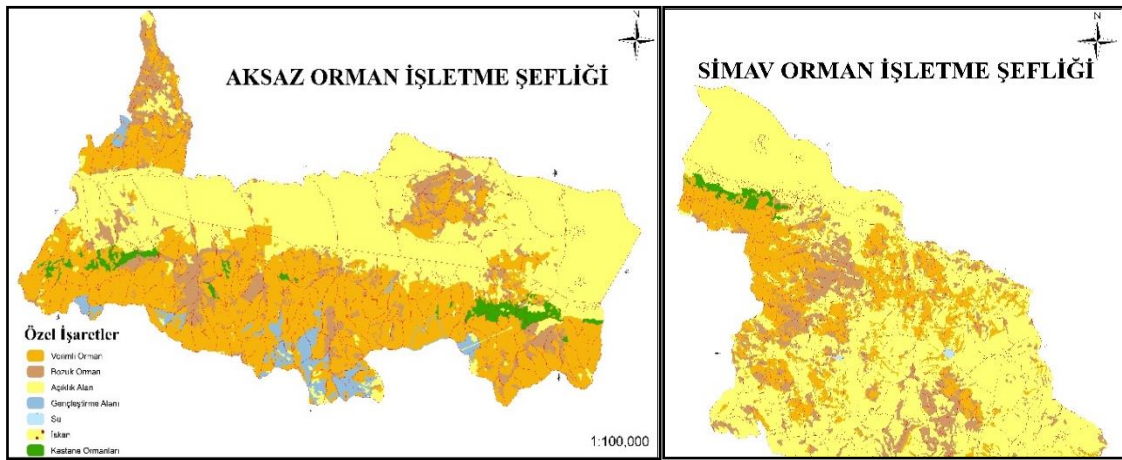
Çalışma Kütahya Orman Bölge Müdürlüğü, Simav Orman İşletme Müdürlüğü, Simav ve Aksaz Orman İşletme Şeflikleri sınırları içerisinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Bu kapsamda 3 farklı örnek alan alınmıştır. Ayrıca Simav ve Aksaz Orman İşletme Şefliklerine ait Orman Amenajman Planları (1994-2013 ve 2015-2024 plan dönemi) ve Anadolu kestanesi Odun Dışı Ürün Meyve Hasat Planı (2013-2014) verileri materyal olarak kullanılmıştır.

Araştırma alanına ait ölçümlerde kumpas, şerit metre ve numarator kullanılmış ve her bir örnek alanına ve sürgün kökenli ocaklara ait koordinatlar kaydedilmiştir. Ayrıca Kütahya-Simav yöresinde daha önceden yapılmış ve raporlanmış çalışmalarda materyal olarak değerlendirilmiştir.

Çalışma alanlarının belirlenmesinde Simav Orman İşletme Müdürlüğü, Simav Orman İşletme Şefliği Orman Amenajman Plan verilerinden yararlanılmıştır. Simav ve Aksaz Orman İşletme Şefliklerinin 2015-2034 Orman Amenajman Planına göre meşcere haritaları Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre saf ve karışık kestane ormanları planda belirlendikten sonra, arazide yapılan incelemelerde örnek alanlar seçilmiştir. Simav kestane ormanları hakkında arazide ve planlarda yapılan incelemelere göre meşcere yapısına ilişkin genel bilgiler, plan verileri ve arazi incelemelerinden elde edilmiştir.



Şekil 1. Simav kestane ormanları ve çalışma yapılan yerlerin memleket haritasındaki konumu



Şekil 2. Aksaz ve Simav Orman İşletme Şefliği 2015-2034 Orman Amenajman Planına göre kestane ormanlarını gösteren meşcere haritası görüntüsü

Kestane ormanlarını temsil edecek şekilde Simav Orman İşletme Şefliğindeki 8 nolu bölme içerisindeki saf kestane meşceresinde 3 adet $25 \times 40 = 1000 \text{ m}^2$ lik örnek alanlar alınmıştır. Örnek alanların seçiminde daha önceki yıllarda bölgede yoğun olarak yapılan meyve aşılmalara altlık oluşturan kestane dip veya gövde kütükleri ile hastalık durumu esas alınmıştır. Zira çalışma, bu kütükler üzerinde oluşan çok sayıdaki sürgünler ile bunların kestane kanserine karşı yapılan ve yapılacak müdahalelere verdiği tepkiyi belirlemeye yönelik şekilde planlanmıştır. Böylece belirlenen her bir örnek alanı içerisindeki bütün sürgün (genç-yaşlı) bireylerin $d_{1,3}$ (göğüs yüksekliği) çapları ölçülmüş, yine her örnek alanında 10 adet ocakta sürgünlerin sayımı yapılmış, $d_{1,3}$ 'deki çapları 3 cm'den düşük olan bireyler ölçülmemiştir. Silvikültürel olarak bırakılması ve çıkarılması gereken bireyler belirlenmiş, hastalıklı ve sağlam bireyler işaretlenmiştir. Ayrıca bu sürgünlerden hangilerinin meyveye yönelik aşıllı olup olmadıkları tespit edilmiştir.

Alanlar belirlendikten ve belirlenen özelliklere ilişkin ölçümlerden sonra hastalığa ve silvikültürün gereklerine bağlı olarak kesilmesi gerekli bireyler (kısmen ağaç-ağaçlık, kısmen sürgünler) toprak seviyesinden vejetasyon dönemi dışında kesilmiştir. Hastalıkla mücadele kapsamında önerilen kesit yüzeylerine ardıc katranı + bakır sülfat ($1/3 \text{ lt}$ oranında) karışımı sürülmüştür. Ayrıca biyolojik mücadele kapsamında, hastalıklı olarak bırakılan

bireylerden de virüent örnekleri alınarak Hipovirüent üretimi için Batı Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne gönderilmiştir.

Simav ve Aksaz Orman İşletme Şefliklerine ait 2013-2014 yıllarını kapsayan Hasat Planı arazi çalışmalarında, meşcere tipi bazında $20 \times 20 = 400 \text{ m}^2$ lik 8 adet örnek alanı alınmıştır. Her örnek alanındaki karışıma giren ağaçların türleri, çapları, örnek alanını temsil eden bir bireyin boyu ve tepe çatısı, bakırları, yükseltileri ve her örnek alanındaki bireylerin tümünden elde edilen kestane meyve miktarları toplanıp tartılarak kayıt altına alınmıştır.

Kestane ormanlarına ait iklim verileri Kütahya-Simav meteoroloji istasyonundan alınmıştır. Toprak yapısı, açılan toprak profillerinden basit el muayenesi ile belirlenmiştir. Alanda bulunan flora ve fauna elemanları ise yerinde yapılan gözlemlere ve çekilen fotoğrafların teşhisine göre belirlenmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Kestane ormanlarına ilişkin bulgular ve tartışma

Simav Orman İşletme Müdürlüğü, 8 Orman İşletme Şefliğinden oluşmakta, toplam alanı $162\,110.50 \text{ ha}$ olup, bunun $92\,876.50 \text{ ha}$ orman alanı, $69\,243.00 \text{ ha}$ ise açıklık ve ziraat arazisidir. Kestane ormanları Aksaz ve Simav Orman İşletme Şefliklerinde bulunmaktadır (Şekil 1).

Çalışmaya konu Simav kestane ormanları doğu-batı hattında yaklaşık 30 km uzunluğunda, kuzey-güney hattında 1-3 km genişliğinde olup, genelde kuzey bakılarda, 850-1350 m yükseltinde yayılışı göstermektedir. Kestane ormanları, Simav Dağı'nın kuzeye bakan eteklerinde yerleşim yerine yakın, eğimin ortalama %10 olduğu yerlerden başlayarak dağın güneyine doğru eğimin ortalama %70'lere çıktığı orta yamaçlara kadar yayılış göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde kestane ormanlarının bulunduğu doğal yayılış alanı ağırlıklı olarak dik ve sarp arazilerden meydana gelmektedir. Kestane ormanlarının bulunduğu alanda yapılan incelemelere göre belirlenen iklim, toprak, flora, fauna ve hastalık durumuna ilişkin bulgular ise Çizelge 1'de verilmiştir.

Bölgede mevcut kestaneliklerin büyük bir kısmı (%70-80) 50-60 yıl öncesine dayalı aşıllı kestaneliktir. Genellikle yaşlı kestane gövde sürgünleri üzerinde yeni aşılarda yapılarak kestane meyve üretimi amaçlanmaktadır. Kestane ormanları mülkiyet bakımından %95 oranında devlete ait olup meyve toplanması ve kullanımı köylüler tarafından gerçekleştirilmektedir. Amaç tamamen meyve üretimine yönelik olup alan içerisinde aşısız kestane bireyleri de bulunmaktadır.

Bölgedeki kestane ormanları karışık orman niteliğinde olup tekniğine uygun olmayan yöntemlerle yapılan aşılama çalışmaları hastalığın yayılmasında en önemli etkidir. Hastalık hemen hemen bütün bireylerde mevcuttur. Yörede kestane ağaçları şahıslar tarafında sahiplenilmiş, her bir kestane bakım çalışmaları bu kişilerce gerçekleştirilmektedir. Özellikle kestane yaz kuraklığından etkilenmemesi için sulama kuyuları ve su depoları ile sulanması, hastalıklı kısımların kazılarak temizlenmesi ve su-tut, katran ardıcı vb. ile ilaçlanması, kuruyan dalların kesilmesi, toprak işleme vb. çalışmalar halk tarafından yapılmaktadır. Bu çalışmaların büyük bir kısmı tekniğine uygun olmadığından hastalık daha fazla yayılmaktadır. Topaçoğlu vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada da

İnebolu kestane ormanlarında vatandaşların meyve üretimi yapmasından dolayı kestane meşcereleri üzerinde baskının olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca meşcere bakımlarının genellikle kuruyan kestane ağaçlarının sahadan çıkarılması şeklinde gerçekleştiğini ve mevcut kurumaların "olağanüstü hasılat etası" isimli raporlar tanzim edilerek sahadan çıkarıldığı belirtilmektedir.

Alanda hedef tür kestane olduğundan kestane dışındaki bitki örtüsü temizlenmekte, kısmi toprak işleme yapılarak gerçekte karışık olması gereken kestane meşcereleri saf kestane meşceresi haline almaktadır. Alana gelen kestane gençlikleri (sürgün veya tohum kaynaklı) hastalık durumuna ve sıkışık olmaya yönelik olarak alandan çıkarılmaktadır. Bu nedenle de çalışma amaçlı olarak özellikle kanserli genç bireylerden örnek almak mümkün olamamıştır. Bölge genelinde fitopatolog uzmanlarca yapılan incelemede hypovirulent bireylere de rastlanılmamıştır (FAO, 2015).

Araştırma alanındaki kestane ormanlarının mevcut (2015-2034) ve geçmiş (1994-2013) plan dönemindeki meşcere tipleri ve alanlarını karşılaştırmak için Çizelge 2'de her iki plan dönemi verileri gösterilmiştir. İşletme Müdürlüğü bazında 1994-2013 Orman Amenajmanı Planı verilerine göre kestane orman alanları 1054.5 ha iken, 2015-2034 Orman Amenajmanı Planı verilerine göre ise 797.2 ha olarak tespit edilmiştir.

Alan bazında kestane ormanlarındaki bu azalışın nedenlerini incelediğimizde; yöre halkının ekonomisine katkıda bulunan kestane meyvesinin bilinçsizce toplanması, meyve toplamak için yaşlı ağaçların dallarının kesilmesi, kesilen yüzeylerde aşılamanın yapılması, aşı kalemlerinin başka bölgelerden getirilmesi ve hastalık taşıyan kalemler ile hastalıkların yayılması sayılabilir. Kestane toplama zamanı kestane ormanlarının alt tabakalarının tamamen yok edilmesi ve bununla birlikte nem miktarının azalması, kestane ile karışıma girmiş diğer türlerin kaçak yollarla kesilmesi ve kapalılığın kırılması gibi nedenler sayılabilir.

Çizelge 1. Çalışma alanlarına ilişkin iklim, toprak, flora, fauna ve hastalık durumu özellikleri.

İklim	Ege bölgesinin kuzeydoğu kesiminde yer almakta olup yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Uzun dönemli iklim verilerine bakıldığında yıllık ortalama sıcaklığın 12.0 °C, min. Sıcaklık -19 °C ile aralık ayında, maksimum sıcaklığın ise 37.8 °C Ağustos ayında olduğu, vejetasyon süresinin ortalama 7-8 aylık bir dönemi kapsadığı anlaşılmaktadır. Ortalama yağış ise 845.9 mm/yıl olup bunun büyük bir kısmı kışın düşmektedir. Vejetasyon dönemi ortalama yağış miktarı ise 33.8 mm. dir. Ortalama nispi nem %67 olup yıl içerisindeki dağılımı normaldir.
Toprak	Kestane alanlarında anakaya gnays, mikaşist ve amfibolit, orta kısımlarda granit ve kuvarslı diorit ana kayasından oluşmaktadır. Alan içerisinde yer yer andezit, spilit alanlarda bulunmaktadır.
Flora	Bu alan çok zengin bitki türlerine sahip olup bunlar arasında karaçam (<i>Pinus nigra</i> sp. <i>pallasiana</i>), doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i>), ıhlamur (<i>Tilia</i> sp.), kızılğaç (<i>Alnus</i> sp.), yabani kiraz (<i>Prunus avium</i>), erik (<i>Prunus divaricata</i>), kızılıçık (<i>Cornus mas</i>), fındık (<i>Corylus avellane</i>), böğürtlen (<i>Rubus</i> sp.), laden (<i>Cistus laurifolius</i>), yasemin (<i>Jasminum fruticans</i>), adaçayı (<i>Salvia</i> sp.), aliç (<i>Crataegus monogyna</i>), eğrelti (<i>Pteridium aquilinum</i>), mürdümük (<i>Lathyrus laxiflorus</i>), kuşburnu (<i>Rosa canina</i>), çuha çiçeği (<i>Primula vulgaris</i>), katran ardıcı (<i>Juniperus oxycedrus</i>) gibi türler bulunmaktadır.
Fauna	Kırsal halk kendisine yetecek kadar sığır, keçi, koyun ve kümes hayvanları yetiştiriciliği yapmaktadır. Ormanlarda kontrollü otlama (inek, koyun) mevcut olup zararlı düzeylerde değildir. Eski dönemlerde keçi otlaması sonucu ormanlarda büyük zararların olduğu belirtilmektedir.
Hastalık Durumu Özellikleri	Hatalık durum incelendiğinde mevcut kestane bireylerinin tamamına yakınında kestane dal kanseri hastalığı yaygındır. Bunun ana nedeni bilinçsizce yapılan aşı çalışmalarındır. Çok eski yıllarda yapılmış sağlıklı aşılarda birlikte son dönemlerde yapılan aşılarda hastalık bulunmakta ve hastalık aşı kalemleri ile taşınmaktadır.

Çizelge 2. Simav ve Aksaz Orman İşletme Şeflikleri Orman Amenajman Planlarına (1994-2013 ve 2015-2034 plan dönemi) göre kestane sahalarına ilişkin veriler

Orman işletme şefliği	1994-2013 Plan dönemi verileri		2015-2034 Plan dönemi verileri	
	Meşcere tipi	Alan	Meşcere tipi	Alan
Aksaz	BÇkKs	55.5	BÇkKs	48.5
	BKs	65.0	BKs	34.7
	BKnKs	395.0	KnKsa3	40.1
	ÇkKscd1	19.5	KnKsbc3	58.6
	ÇkKscd2	108.0	KsKnbc3	74.1
			Kscd2	91.1
	Toplam	643.0	Toplam	454.7
Simav			KsÇkd2	107.6
			Toplam	454.7
			BKnKs	254.0
			BKsKn	149.6
			ÇkKsbc2	117.5
		BÇkKs	26.2	
		KsKnbc3	40.0	
		BKs	10.9	
		ÇkKscd2	65.0	
		Kscd2	90.8	
	Toplam	411.5	Toplam	342.5
	Genel toplam	1054.5	Genel toplam	797.2

Aksaz Orman İşletme Şefliği meşcere haritasına bakıldığında kestane ormanlarının 850 m rakımdan başlayarak gerek saf gerekse karaçam ve kayın ağaç türleri ile karışık meşcereler kurduğu, ziraat arazilerine ve yerleşim yerlerine bitişik olduğu, saf meşcereler halinde 1350 m rakıma kadar da çıktığı görülmektedir. Simav Orman İşletme Şefliği meşcere haritasına incelendiğinde ise, kestane ormanlarının yine 850 m rakımdan başlayarak hem saf hem de karaçam ve kayın ağaç türleri ile karışım içinde olduğu, ziraat arazileri ve yerleşim yerlerine bitişik konumda olduğu ve bir dağ serisi gibi doğu-batı yönünde 1350 m rakıma kadar çıktığı belirlenmiştir. Genel ortalama yükselti değerleri dikkate alınarak örnek alanların alındığı kestane meşcerelerinin *Fagetum* zonunu tasvir eden yükselti kuşağı içerisinde kaldığı söylenebilir. Söz konusu orman kuşağının 800 m rakımın altında yerleşim alanları bulunmaktadır. Dolayısıyla *Lauretum* ve *Castanetum* zonunun tarım maksatlı kullanıma bağlı olarak tahrip edildiği ifade edilebilir. *Fagetum* zonunda küme ve gruplar halinde saf kestane meşcereleri mevcut iken, ağırlıklı olarak karaçam ve kayın türleri ile karışıma girmektedir. *Fagetum* zonuna geçişte ve *Fagetum* zonu içerisinde kayın ve karaçam ile karışık ve yer yer saf meşcere kurmuş olan kestane, *Picetum-Abietum* zonu içerisinde yer almamaktadır. Bu alanlarda doğal kestane gençlikleri yanında karaçam gençlikleri bulunmaktadır. Topaçoğlu vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada İnebolu'da yer alan kestane ormanlarının meşcere kuruluşları ve doğal gençleşme örnekleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda meşcere kapalılık derecesinin "gevşek ışıklı kapalılık" olduğu yerlerde yoğun gençlik gruplarının bulunduğu, "tam ve sıkışık kapalılık" olduğu yerlerde ise gençliğin daha az yoğunlukta var olduğu bildirilmiştir.

3.2. Örnek alanlarına ait bulgular ve tartışma

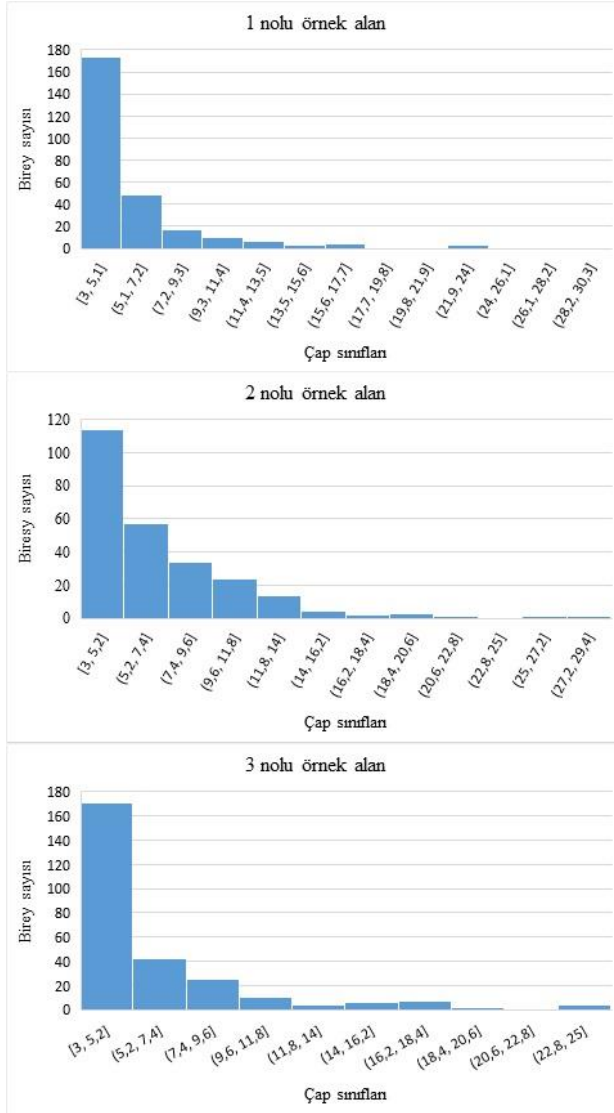
Simav Orman İşletme Şefliği 2015-2034 Orman Amenajman Planı, 8 nolu bölümündeki 13.3 ha'lık Kscd2 meşcere tipinde 3 adet 25x40 = 1000 m² büyüklüğünde örnek alanları alınmıştır. Örnek alanlarındaki kestane bireylerine uygulanan silvikültürel müdahaleler; sıklık

bakım tedbirlerine, sürgün kökenli ocaklardaki birey sayısına, bireylerin tepe çatılarına ve birbirlerine olan mesafelerine, hastalık durumuna, aktif kanserli kestane bireylerinden uygun virulent örneğinin alınmasına ve hipovirulent uygulamasının yapılmasına göre belirlenmiştir. Ağırlıklı olarak sürgün bireylerinden oluşan kestanelerde boy ölçümü tek tek yapılmamış olmakla birlikte yaklaşık boyları 3-10 m'ye kadar değiştiği tespit edilmiştir. Sürgünlerdeki hastalık durumu çok sıkışık bireyler ile usulsüz kesimler arasındaki yaralanmalardan kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Her bir örnek alandaki birey sayılarının elde edilen çap değerlerine göre dağılımı Şekil 3'te verilmiştir.

1 nolu örnek alanında toplam 268 adet kestane bireyi ölçülmüş olup, çap değerleri 3-30 cm arasında ve ortalama ise 5.82 cm olarak tespit edilmiştir. Bir kütükteki ortalama sürgün sayısı 11 olarak belirlenmiştir. 159 adet (%59) kestane bireyi silvikültürel müdahale sonucu sahadan uzaklaştırılmış ve 109 adet (%41) kestane bireyi de alanda bırakılmıştır. Kestane kanserinin kestane bireylerindeki hastalık durumu incelendiğinde 33 adet bireyin (%12) tamamen kurumuş, 8 adet (%3) bireyin kısmen kuru ve 114 adet (%43) bireyin de kanserli ama yaşama kabiliyetinde olduğu tespit edilmiştir. Kestane dal kanseri, 3 adet bireyin sadece dalında, 106 adet bireyin sadece gövdesinde ve 46 adet bireyinde hem dalında hem gövdesinde olduğu tespit edilmiştir ve 113 adet bireyde de hastalık söz konusu değildir. 268 adet kestane bireyinin 14 adeti (%5) aşılı olup 254 adet (%95) kestane bireyi de aşısızdır.

2 nolu örnek alanında toplam 249 adet kestane bireyi ve 6 adet yabancı kiraz (*Prunus avium*) bireyi ölçülmüştür. Çap değerleri 3-28 cm arasındadır ve ortalama değer 6.82 cm olarak belirlenmiştir. Örnek alanında dip kütüklerdeki ortalama sürgün sayısı 8 olarak tespit edilmiştir. 133 adet (%53) kestane bireyi silvikültürel müdahale sonucu sahadan uzaklaştırılmış ve 116 adet (%47) kestane bireyi ile 6 adet yabancı kiraz bireyi de sahada bırakılmıştır. Kestane kanserinin kestane bireylerindeki hastalık durumu incelendiğinde 41 adet bireyin (%16) tamamen kurumuş, 17 adet (%7) bireyin kısmen kuru ve 120 adet (%48) bireyin de kanserli ama yaşama kabiliyetinde olduğu tespit edilmiştir. Kestane kanseri, 1 adet bireyin sadece dalında, 84 adet bireyin sadece gövdesinde ve 93 adet bireyinde hem dalında hem gövdesinde olduğu tespit edilmiştir. 71 adet bireyde de hastalık söz konusu değildir. 249 adet kestane bireyinin 9 adedi (%4) aşılı, 240 adedi (%96) ise aşısızdır.

3 nolu örnek alanında toplam 270 adet kestane bireyi ve 1 adet yabancı kiraz bireyi ölçülmüştür. Çap değerleri 3-25 cm arasında ve ortalama ise 6.00 cm olarak tespit edilmiştir. Dip kütüklerdeki ortalama sürgün sayısı 8'dir. 135 adet (%50) kestane bireyi silvikültürel müdahale sonucu sahadan uzaklaştırılmış ve 135 adet (%50) kestane bireyi ile 1 adet yabancı kiraz bireyi de sahada bırakılmıştır. Kestane kanserinin kestane bireylerindeki hastalık durumu incelendiğinde 18 adet bireyin (%7) tamamen kurumuş, 23 adet (%9) bireyin kısmen kuru ve 129 adet (%48) bireyin de kanserli ama yaşama kabiliyetinde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3. Örnek alanlarındaki birey sayılarının çap sınıflarına göre dağılımı

Kestane kanseri, 2 adet bireyin sadece dalında, 112 adet bireyin sadece gövdesinde ve 56 adet bireyinde hem dalında hem gövdesinde olduğu tespit edilmiş olup, 100 adet bireyde de hastalık söz konusu değildir. 270 adet kestane bireyinin 32 adedi (%12) aşılı, 238 adedi (%88) ise aşısızdır.

Genel olarak bakıldığında örnek alanlarındaki aşılı birey sayısının az olduğu görülmekle birlikte, bunun sebebi kestane hastalığına karşı sürekli yapılan teknik veya usulsüz bakımlarda aşılı olup kuruyan bireylerin alandan uzaklaştırıldığı, bu nedenle de örnek alanlarda aşılı birey sayısının düşük olduğu tespit edilmiştir. Aşılı bireylerden bazılarının sağlıklı olduğu, bazılarının ise tamamen kuruduğu belirlenmiştir. Burada aşılamayı yapan kişinin el becerisi yanında aşı kaleminin sağlıklı olması, aşılanmanın tekniğine uygun yapılıp yapılmadığı, aşı yerinin iyi kapatılması ve yaranın iyi kaynaması etkili olduğu belirlenmiştir. Nitekim bölgede yapılan incelemeler esnasında köy halkı ile yapılan görüşmelerde bazı aşılamalarda aşı kalemlerin başka yerlerden ve kontrolsüz olarak getirildiği ifade edilmiştir. Aşılanmanın İşletme Müdürlüğünce yasaklanmasına karşılık gece vaktinde

usulsüz aşılamalara devam edildiği de belirlenmiştir. Bu uygulamalarında kestane ormanlarındaki doğal yapının bozulmasına neden olduğu kaçınılmaz bir gerçektir.

3.3. Kestane dal kanseri ile mücadelenin silvikültürel ilişkisine ait bulgular ve tartışma

Kestane kanseri ile mücadele de silvikültürel anlamda sonuç elde edilebilmesi için hastalık nedenlerine ilişkin bazı bulguların değerlendirilmesi ve buna göre silvikültürel müdahalelerle ilişkisinin kurulması gerekir. Zira hastalık nedenlerinden olan meyve hasadı, aşılama ve ekosistemin bozulması (meşcere yapısı), silvikültürel müdahalenin sonuçlarını etkilemektedir.

Meyve Hasadı: Simav ve Aksaz Orman İşletme Şefliklerinin (1994-2013) Orman Amenajman Planındaki 23-1 tablolarında bulunan kestane ağacının meşcere tiplerinde karışıma girme oranlarına göre alan miktarları belirlenmiştir. Buna göre Simav Orman İşletme Şefliğindeki kestane ağacı bulunan saha 176.34 ha, Aksaz Orman İşletme Şefliğinde ise kestane ağacı bulunan saha 235.9 ha olduğu tespit edilmiştir. Hektardaki ortalama kestane meyvesinin hesaplamasına ait örnek alanı verileri Çizelge 3'te verilmiştir.

Kestanenin karışıma girmiş olduğu Simav Orman İşletme Şefliğinde 3 meşcere tipi ÇkKsbc2, KsKnbc3 ve BKKnKs; Aksaz Orman İşletme Şefliğinde de 5 meşcere tipi BÇkKs, BKKnKs, ÇkKscd1, ÇkKscd2 ve BKs mevcut olup, her meşcere tipinden meşcereyi temsil edecek şekilde örnek alanlar alınmış, örnek alanına ilişkin envanter çıkartılmıştır.

Örnek alanların ortalaması alınıp hesaplama yapıldığında Simav Orman İşletme Şefliğinde hektarda kestane meyvesi ortalama 1500 kg olarak belirlenmiştir. Üretilen ortalama kestane miktarı yaklaşık 265 ton olarak tespit edilmiştir. Aksaz Orman İşletme Şefliğinde ise hektarda kestane meyvesi ortalama 1250 kg olup üretilen ortalama kestane miktarı 295 ton olarak hesaplanmıştır.

1997-1998 yıllarında Simav kestane ormanlarında OGM tarafından arazi ve büroda yapılan incelemeler sonucunda, kestane için "Meyve Üretim Alanı İşletme Sınıfı Planı" yapılması ön görülmüş ve 12.08.1998 tarihinde Simav ve Aksaz Orman İşletme Şefliklerinde kestane ormanlarını kapsayan planlar bitirilerek uygulamaya koyulmuştur. Plan kapsamında 2076 ha'lık kestane ormanı ve yıllık meyve üretimi toplam 4094 ton olarak tespit edilmiştir.

Simav da kestane hasat zamanı 15 Ekim-15 Kasım tarihleri arasında olmasına rağmen Eylül ayının sonlarında kestane ormanlarının alt tabakası temizlenir ve diri örtü tamamen yok edilir. Kestane ağacının biyolojik özelliği gereği toprak ve nem isteği oldukça fazla olduğu bilinmektedir. Buna rağmen sahada kestane ağaçlarına baskı yapan diğer türler (karaçam, kayın, vb.) kaçak yolla kesilmektedir. Yine Ekim ayının ilk haftasında meyveler dikenli kozalaklardan doğal olarak çıkmadan yöre insanı tarafından sırıklarla kestane dalları dövülerek toplanır ve dikenli kozalaklar öylece çuvallara doldurularak toprak altına gömülür ve ihtiyaç halinde piyasa sürülür. Yöre insanı tarafından her kestane ağacında kullanılan bu sırıklar ile ağaçların ince dalları yara almakta ve hastalık ağaçların dallarında hızla yayılmaktadır. Bir sırık birçok kestane ağacında kullanıldığından hastalığın (virüsent çeşitliliği) yayılması da hızla artmaktadır. Bununla birlikte alt tabakanın ve diri örtünün tamamen temizlenmesi ve kestane

bireylerine baskı yaptığı düşünölen diğer türlerin alandan uzaklaştırılması yöre ormanlarının ekolojik dengenin bozulmasına ve sonuçta hastalıkların çoğalmasına neden olduğu düşünölmektedir.

Aşılama: Resmi kayıtlara göre ilk yapılan aşılama çalışmaları 1955 yılında başlamış ve 1970 yılların sonuna kadar devam etmiştir. Aşı kalemleri Bursa İli, Cumalıkızık Köyündeki kestane sahalarından getirilmiş ve aşılama konusunda uzman kişilerce bir ekip kurularak eğitimler verilmiş ve her köyde ‘Aşıcı’ diye tabir ettiğimiz insanlar eğitilmişlerdir. 1970’li yılların başından itibaren ise aşılama çalışmaları düzensiz, tekniğine uygun olmayan ve kaçak yollarla, ayrıca çok farklı bölgelerden getirilen aşı kalemleri ile yapıldığından meyve veriminde azalmalar başlamış ve ağaçlarda form bozuklukları oluşmuştur. Kestane kanserinin Simav kestane ormanlarına nasıl geldiği konusunda yapılan araştırmalarda ilk sıra da aşılama gelmektedir. Hem bölge dışından getirilen aşılama hastalıklı olması, aşılamanın tekniğine uygun olmaması, hem de aşı çalışmalarında kullanılan ekipmanların steril olmasına dikkat edilmemesinden kaynaklandığı, böylece hastalık geniş alanlara taşınmış ve hızla yayılmaya başlamış olduğu belirlenmiştir.

3.4. Hastalık durumuna ait bulgular ve tartışma

Kestane kanseri ile mücadele de kültürel önlemler ile birlikte biyolojik savaş dışında dünyada etkili olan ekonomik bir mücadele yöntemi yoktur (Allemann vd., 1999; Griffin vd., 2004; Sotirovski vd., 2004). Biyolojik savaş bu hastalık etmeninin bir virüsle azaltılmasıdır. *Cryphonectria hypovirus* 1, 2, 3 ve 4 (CHV) olarak adlandırılan dört farklı virüs bu fungal hastalık etmeninde enfeksiyon yapmakta ve fungusun neden olduğu hastalığı geriletmektedir (Nuss, 1992; Hillman vd., 1995). Ancak

doğada bu virüsle enfeksiyonlu fungus izolatlarının her yerde uygulanması uygun değildir. Bu virüsün doğada saldırgan olan bireylere geçebilmesi için virüslü bireyle arazideki saldırgan bireyin vejetatif uyumlu (VC) olması gerekmektedir (Anagnostakis ve Day, 1979; Anagnostakis ve Waggoner, 1981). Bu hastalığın bu şekilde çok sayıda uyum tipleri vardır ve bir yerde biyolojik savaş için öncelikle bu uyum tiplerinin (VC) belirlenmesi gerekmektedir (Cortesi vd., 1998; Robin vd., 2000).

Orman Genel Müdürlüğü ile FAO (Dünya Gıda ve Tarım Örgütü) Orta Asya Alt Ofisinin ortaklaşa yürüttüğü “Kestane Kanserinin Yönetimi ve Orman Sağlığı ile Hayatîyetinin Geliştirilmesi” adlı projede pilot bölge olarak Simav Orman İşletme Şefliği Demirci Beldesi seçilmiştir. 2013 yılında Simav Orman İşletme Şefliği 8 Nolu bölmesindeki 54 adet kestane ağacından Kestane kanseri ile mücadele çalışması için Standart Çalışma Yöntemlerine (Anonim, 2014) göre kabuk örnekleri alınarak, kanserlerin boyu, ağaçların çapı ve yaşı ölçüldü. Ayrıca hastalık durumu, virulent ve hipovirulent durumu, gövde şekli, gövde sayısı belirlenmiştir. Proje kapsamında kanserli bireylerden virulent örnekleri alınarak hipovirulent tespiti ve üretimi için Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne gönderilmiş ve gelen hipovirulentler 54 ağaca uygulanmıştır. Yapılan uygulama sonucunda 54 adet kestane ağacından 4 adedi tamamen kurumuş, 4 adedi kaçak yolla kesilmiş ve 46 adedinde ise callus oluşumu dediğimiz kabuk patlama gerçekleşmiş ve yeni doku gelişimi başlamıştır.

Akıllı vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada doğada kestane kanserine karşı biyolojik savaş için öncelikle hipovirulent izolatların bir bölgedeki virulent izolatlarla karşı etkinliğinin belirlenmesi gerektiği belirtilerek, hipovirulent izolatların farklı virulent izolatlarla karşı farklı derecelerde etkili olduğu saptanmıştır.

Çizelge 3. Simav ve Aksaz Orman İşletme Şeflikleri, hektardaki ortalama kestane meyvesinin hesaplanmasına ait örnek alanı verileri

Şeflik adı	Bölme no	Meşcere tipi	Ağaç Türü-Adet				Meyil %	Koordinat		Rakım m	Örnek alan no	Örnek Alan m ²	Örnek alanındaki kestane meyvesi ortalama kg	Hektardaki kestane meyvesi ortalama kg
			Ks	Çk	Kn	Bakı		X: Y:						
Simav	18	ÇkKsbc2	16	9	-	KD	40	$\frac{669427}{4328469}$	929	1	400	40	1000	
	15	KsKnbc3	15	-	9	K	60	$\frac{668574}{4328512}$	1008	2	400	80	2000	
	15	BKnKs	22	-	< 8cm	K	60	$\frac{668278}{4328389}$	1110	3	400	60	1500	
											Toplam	180	4500	
											Ortalama	60	1500	
Aksaz	135	BÇkKs	5	20	-	K	30	$\frac{661924}{4330954}$	901	1	400	70	1750	
	136	BKnKs	29	-	< 8cm	KB	70	$\frac{662693}{4329959}$	1146	2	400	30	750	
	83	ÇkKscd1	8	6	-	K	60	$\frac{647661}{4332580}$	1011	3	400	40	1000	
	83	ÇkKscd2	9	10	-	KB	35	$\frac{647892}{4332365}$	1079	4	400	50	1250	
	73	BKs	10	-	-	KB	15	$\frac{643609}{4333258}$	808	5	400	60	1500	
											Toplam	250	6250	
											Ortalama	50	1250	

2015 yılında Simav Orman İşletme Şefliğinin 8 nolu bölmesinde, BKsKn, Kscd2, ÇkKscd2 meşcere tiplerini kapsayan 34.9 ha'lık alanda 83 adet daha virülent örneği alınarak hipovirülent tespiti ve üretimi için Batı Karadeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne gönderilmiş, sahanın tamamında Standart Çalışma Yöntemlerindeki bakım (sanitasyon) tekniklerine uygun olarak çalışmalar yapılmış, kesilen bütün kestane bireyleri alandan uzaklaştırılmıştır.

4. Sonuç

Kestane ormanlarının nasıl işletileceğine karar verilirken gerekli planlamaların yapılması ve uygun silvikültür tekniklerine göre müdahalelerin gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır. Kestanenin odun dışı orman ürünü olarak çok geniş kullanım alanları mevcut olup bunun planlı ve tekniğine uygun olarak ele alınması, doğal ormanların bozulmadan halkın kullanımına sunulması düşünülmelidir.

Kestane ormanlarında gerekli planlamalar yapılırken çalışılan bölgelerin yöresel koşulları da göz önüne alınarak uygulanacak silvikültürel esaslar her bir fonksiyona (meyve üretimi, odun üretimi, erozyonu önleme, su üretimi, rekreasyon, doğa koruma, bal üretimi, vb.) göre ayrı ayrı düşünülmeli, işletme amacı belirlenmeli ve işletme amacına uygun işletilmelidir.

Anadolu kestanenin saf ve karışık meşcereler oluşturduğu ormanlarda, karışımın devamını sağlayacak, doğaya yakın silvikültürel müdahalelerde bulunulmalıdır. Bu ormanların sürekliliği için her türlü koruma tedbirleri alınmalı, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı daha dayanıklı meşcereler oluşturulmalıdır.

Kestane meşcerelerinde bakım çalışmalarına özen gösterilmeli; yapılacak gençlik, sıklık ve ilk aralama bakım çalışmalarında tohumdan gelen bireylerin korunması yönünde müdahaleler yapılmalıdır. Meyve üretimi amaçlı bakım müdahalelerinde hastalıklı ve kuru dalların budanmasının yanında iç budama dediğimiz ferahlandırma budamaları da yapılmalıdır. Meyve gelişimi için yeterli ışık sağlanmalıdır. Kestane lehine müdahalelerle ekolojik dengenin bozulmamasına dikkat edilmeli ve karışımın devamı sağlanmalıdır.

Gerek saf gerekse karışık bozuk kestane ormanlarının rehabilitasyon çalışmaları ile verimli hale getirilmesi sağlanmalıdır. Bunun için bakım çalışmaları yanında aynı orijinden yetiştirilmiş sağlıklı tohumlardan elde edilen fidanlarla dikim yapılabileceği gibi, sağlıklı genç sürgünlerde seyreltme yapılabilir. Sürgün kökenli olup baltalık olarak işletilen kestane ormanlarında ana amaca yönelik olarak müdahalelerin yapılması gerekir. Baltalık olarak işletilen kestane ormanlarında yapılacak bakım çalışmaları sürgün kökenli olmaları nedeniyle gençlik çağından başlanmalıdır. Kestane sürgünlerinin hızlı büyümesinden maksimum yararlanmak amacıyla birinci yılın sonunda sürgünlerin seyreltilmesine önem verilmelidir.

Kestane hastalıklarının yoğun olduğu ormanlarda vejetasyon dönemi dışında yöresel koşullara uygun silvikültürel müdahaleler yapılmalıdır. Aktif kanserlerin olduğu ağaçlardan, tamamen kuruyan veya 2/3'ü kuru olan ağaçlar kök boğazından itibaren, hastalıklı dallar ise

hastalıklı kısmın yaklaşık 20 cm altından kesilmeli, kesilen yüzeyler ardıç katranı ile göztaşı karışımı (3'e 1 oranında) ile kapatılmalı ve kesilen dallar sahadan uzaklaştırılmalı ve yeni sürgünlerin oluşumu sağlanmalıdır. Ağaçlarda herhangi bir aktif kanser belirtisi yok ise ve ağaçlarda iyileşen kanserler hakim ise bu ağaçlar korunmalı, sadece kuruyan kısımları tekniğine uygun kesilerek sahadan uzaklaştırılmalıdır.

Her kanserli bireye yapılan müdahaleden sonra alet ve ekipmanlar mutlaka steril edilmelidir. Özellikle sağlıklı bireylere yapılacak müdahale öncesi sterilizasyona daha çok önem gösterilmelidir.

Simav kestane ormanları gibi sadece aktif kanserin olduğu meşcerelerde hastalıklı bütün bireyler kesilmemelidir. O bölgeye uygun hypovirulent irkinin tespiti mevcut aktif kanserden elde edilmektedir. Özellikle virulent örneğinin kolayca alındığı ve hypovirulent uygulamasının da kolayca yapılacağı kestane bireyleri kesilmemelidir. Simav kestane ormanlarında virulent irklarının saptanması, uyumlu grupların oluşturulması, izolatlar arasında uyum sağlanıp sağlanmadığının belirlenmesi gerekmektedir.

Anadolu kestanesi ve kestane hastalıkları ile ilgili bilimsel çalışmalar yapmış akademik ve uzman kişilerce, Orman Genel Müdürlüğü bazında kestane ormanlarının bulunduğu Orman Bölge Müdürlüklerinde eğitimler verilmeli ve teknik personel yetiştirilmelidir. Kestane ormanlarının bulunduğu bölgelerde yöre halkı da bilinçlendirilmeli, kestane hastalıkları ile ilgili eğitimler, uygulamalar yapılmalı ve kestane ile ilgili yapılacak olan bütün işlerde yöre halkı ile ortak hareket edilmelidir.

Kestane ormanlarından hastalıkların olmadığı bölgelerde kesinlikle aşılama çalışmalarından sakınılmalıdır. Bu gibi bölgelerde aşı kalemleri genellikle dışarıdan getirildiği için farklı hastalık tipleri taşınabilir ve genetik kirlilik olacağından biyolojik savaş olanakları zorlaşabilir.

Hastalığın bulunduğu bölgelerden aşı kalemi getirilmemeli, hastalıklarla mücadelenin bittiği dönemden sonra her bölgede aşı kalemleri aynı bölgeden elde edilmeli, bölgeler arası aşı kalemi transferi yapılmamalı, Orman İşletme Müdürlüklerinden alınacak izinlere göre uzman kişilerce uygun aşı yöntemleri ile uygun orijinler ve sağlıklı olduğu test edilmiş bireyler ile steril olacak şekilde aşılama yapılmalıdır.

Simav halkı tarafından kestane bireylerinde bilinçsizce yapılan kesim, budama, alt tabakayı temizleme, sııklıkla meyve toplama gibi nedenlerden dolayı yaralar açılmaktadır. Bu yaralar hastalığın bulaşmasını daha kolay hale getirmekte ve hızla yayılmasını neden olmaktadır. Yöre halkının sııklıkla meyve toplanması engellenmeli, meyve hasat zamanından önce kestane ormanlarının alt tabakasının temizlenmesine izin verilmemeli, anıt ağacının niteliğindeki bireyler tamamen koruma altına alınmalı, meyve hasat zamanı meyve toplamaya yönelik dalların kesilmesi engellenmeli ve Orman İşletme Müdürlükleri tarafından her türlü koruma tedbirleri artırılmalıdır.

1998 yılında Simav kestane ormanlarının alanı 2076 ha, 2004 yılında 1054.5 ha ve 2015 yılında ise 797.2 ha olarak tespit edilmiştir. Alan ve meşcere yapısı bazında Simav kestane ormanlarının azalmasında; yöre halkı tarafından gerek odun ihtiyacı gerekse meyve toplamaya yönelik

usulsüz kesimler yapılması, meyve verimine yönelik bölge içinden veya dışından elde edilen hastalıklı aşı kalemleri ile tekniğine uygun olmayan aşılama uygulamalarının etkili olmaktadır. Bununla birlikte meyve hasat zamanı meyve toplamaya yönelik anıt niteliğindeki ağaçların dallarının kesilmesi, meyve hasat zamanından önce kestane ormanlarının alt tabakasının yok edilmesi de etkili olmaktadır. Ayrıca, kestane ile karışım yapmış meşcerelerde kestane baskıda bulunan diğer ağaç türlerinin yok edilmesi gibi etmenler de bu kestane ormanlarının azalmasında etkili olmuştur. Bu etmenlerin ortadan kaldırılması hem alansal hem de meşcere yapısı bakımından yöre ormanlarına olumlu etkileri söylenebilir.

Kaynaklar

- Akıllı, S., Katırcıoğlu, Y.Z., Maden, S., 2009. Chestnut cankers in Black Sea Region of Turkey. International Workshop on Chestnut Management in Mediterranean Countries - Problems and Prospects. Acta Hort., 815: 247-252.
- Akıllı, S., Katırcıoğlu, Y.Z., Maden, S., 2011. Biological control of Chestnut canker, caused by *Cryphonectria parasitica*, by antagonistic organisms and hypovirulent isolates. Türk Tarım Ve Ormancılık Dergisi, doi:10.3906/tar-0912-579-2010.
- Aksoy, H.M., Serdar, Ü., Soylu, A. 2005. Kestane fidanlarında kansere (*Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr) karşı yapılan uygulamalar. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 20(1): 24-29.
- Allemann, C., Hoeiniger, P., Heiniger, U., Rigling, D., 1999. Genetic variation of *Cryphonectria hypoviruses* (Chv1) in Europe assessed using restriction fragment length polymorphism (RFLP) markers. Molecular Ecology, 8: 843-854.
- Anagnostakis, S.L., Day, P.R., 1979. Hypovirulence conversion in *Endothia parasitica*. Phytopathology, 69: 1226-1229.
- Anagnostakis, S.L., Waggoner, P.E., 1981. Hypovirulence, vegetative incompatibility and the growth of cankers of chestnut blight. Phytopathology, 71: 1198-1202.
- Anonim, 2013. Kestane Eylem Planı (2013-2017). Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Anonim, 2014. Kestane Hastalıklarına Karşı Standart Çalışma Yöntemleri (ŞÇY). Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Bourgeois, C., Sevrin, E., Lemaire, J., 2004. The chestnut tree and wood. 2nd revised Edn., Institut pour le Developpement Forestier, Paris.
- Clark, S., McNab, H., Loftis, D., Zarnoch, S., 2012. American chestnut growth and survival five years after planting in two silvicultural treatments in the Southern Appalachians. USA Forests, 3: 1017-1033.
- Cortesi, P., Rigling, D., Heiniger, U., 1998. Comparison of vegetative compatibility types in Italian and Swiss populations of *Cryphonectria parasitica*. European Journal Forest Pathology, 28:167-176.
- Çoşkun, H., Kural, İ., 1994. Kestane Kanseri *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr. Hastalığının Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar.
- Çeliker, N.M., 2000. Kestane kanseri (*Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr.)nın hipovirulent ırklarla savaşımı üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Döken, M.T., 2009. Chestnut blight and a review of the related studies in Turkey. International Workshop on Chestnut Management in Mediterranean Countries - Problems and Prospects. Acta Hort., 815: 213-219.
- FAO, 2015. Management of Chestnut Blight and Increased Capacity for Improving Forest Health and Vitality. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Project code: TCP/TUR/3401
- Fernandez-Lopez, J., Alia, R., 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Rome, Italy: International Plant Genetic Resources Institute.
- Genç, M., Gafar, C., Bilir, N., Güner, Ş.T., Gülcü, S. 2001. Isparta-Ayazma Anadolu kestane (An Anatolian Chestnut) meşçeresi. Tabiat ve İnsan, 35(3): 20-28.
- Griffin, G.J., Robbins, N., Hogan, E.P., Farias-Santopietro, G., 2004. Nucleotide sequence identification of *Cryphonectria hypovirus 1* infecting *Cryphonectria parasitica* on grafted American chestnut trees 12-18 years after inoculation with a hypovirulent strain mixture. Forest Pathology, 34: 33-46.
- Hillman, B.I., Fulbright, D.W., Nuss, D.L., Van Alfen, N.K., 1995. Hypoviridae., in Sixth Report of the International Committee for the Taxonomy of viruses, (eds F.A. Murphy, C.M. Fauquet, D.H.L. Bishop, S.A. Ghabrial, A.W. Jarvis, G.P. Martelli, M.P. Mayo and M.D. Summers), Springer Verlag, New York, 261-264.
- Huss, J., Kahveci, O., 2009. Türkiye'deki Doğaya Yakın Yapraklı Orman İşletmeciliği. OGEM-VAK, Freiburg-Ankara.
- Kapucu, F., Yavuz, H., Gül, A.U., Mısır, N., 2002. Kestane Meşçerelerinin Hasılatı ve Amenajmanı Esasları. Proje Sonuç Raporu, TÜBİTAK TOGTAG TARP-2229, Trabzon.
- Katırcıoğlu, Y.Z., Maden, S., Akıllı, S., Serçe, Ç.U., 2010. Karadeniz Bölgesinde Kestane Kanserinin Biyolojik Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje no: 06 B 4347004.
- Kayacık, H., 1981. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği, II. Cilt *Angiosperma*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın No:2766/287, İstanbul.
- Kerr, G., Evans, J., 1993. Growing Broadleaves for Timber. Forest Commission Handbook, No. 9 HMSO, London, United Kingdom.
- Ketenoğlu, O., Tug, G.N., Kurt, L. 2010. An ecological and syntaxonomical overview of *Castanea sativa* and a new association in Turkey. Journal of Environmental Biology, 31:81-86.
- Kulaç, Ş., Özbayram, A.K., Değermenci, Z., Küçük, E.D., Karadağ, A., 2015. Anadolu kestanesinde (*Castanea sativa* L.) tohum büyüklüğünün çimlenme yüzdesi ve fidan morfolojisine etkisi. Ormancılık dergisi, 10(2): 36-42.
- Manetti, M.C., Amorini, E., Becagli, C., Conedera, M., Giudici, F., 2001. Productive potential of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) stands in Europe. For. Snow Land. Res., 76: 471-476.

- Nuss, D.L., 1992. Biological control of chestnut blight: an example of virüs-mediated attenuation of fungal pathogenesis. *Microbiological Reviews*, 56(4): 561-576.
- Roberts, M.R., Gilliam, F.S., 1995. Patterns and mechanisms of plant diversity in forested ecosystems: implications for forest management. *Ecol. Appl.*, 5(4): 969-977.
- Robin, C., Anziani, C., Cortesi, P., 2000. Relationship between biological control, incidence of hypovirulence and diversity of vegetative compatibility types of *Cryphonectria parasitica* in France. *Phytopathology*, 90: 730-737.
- Sotirovski, K., Papazova-Anakieva, I., Grünwald, N.J., Milgroom, M.G., 2004. Low diversity of vegetative compatibility types and mating type of *Cryphonectria parasitica* in the Southern Balkans. *Plant Pathology*, 53: 325-333.
- Soylu, A., 2004. Chestnut Growing and Specialities. Hasad Publication. pp: 64, İstanbul, Turkey.
- Topaçoğlu O., Yer E.N., Baycan R., 2016. İnebolu Orman İşletme Müdürlüğündeki Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) ormanlarının meçcere kuruluşu ve doğal gençleşme örnekleri. *Kastamonu Uni., Journal of Forestry Faculty*, 16(2): 622-631.
- Turna, İ., 2013. Kestane Ormanlarının Silvikültürü, Giresun Orman Bölge Müdürlüğü, Silvikültür Eğitim Semineri Sunusu.
- Turna, İ., Atar, F., Atar, E., 2014. Important of chesnut (*Castanea sativa* Mill.) as non-wood forest products in forestry of Turkey. 3rd International Non-wood Forest Products Symposium, 08-10 May., Kahramanmaraş, pp:958-967.
- Villani, F., Pıgluccı, M., Benedettelli, M., Cherubini, M., 1991. Genetic differentiation among Turkish chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations. *Heredity*, 66:131-136.
- Yaltrık, F., 1993. Dendroloji Ders Kitabı, II. *Angiosperma* (Kapalı Tohumlular) Bölüm II., İstanbul.

Korunan alanların planlanması ve etkin yönetiminde ziyaretçi özellikleri ve algılarının önemi: Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı örneği

Ayhan Akyol^{a,*}, Ersin Akbulut^a

Özet: Korunan alanlar günümüzde çeşitli amaçlarla korunan ve kullanılan alanlardır. Bu alanların sürdürülebilir bir şekilde yönetilebilmesinde kilit faktörlerden birisi bu alanları kullanan ziyaretçileridir. Bu çalışmada ziyaretçi özellikleri ve algılarının korunan alanların planlanması ve etkin yönetimine etkileri araştırılmıştır. Çalışma alanı olarak Antalya İli sınırları içerisinde yer alan Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı seçilmiştir. Çalışma kapsamında veri toplama yöntemleri olarak literatür tarama, anket-mülakat ve arazi gözlemlerinden yararlanılmıştır. Elde edilen veriler istatistiksel paket program (SPSS 20.0) kullanılarak analiz edilmiştir. İki veya daha fazla değişken grubu arasında ilişkinin bulunup bulunmadığı ki-kare (χ^2) testi ve ziyaretçi tercih ve algılarını etkileyen faktörlerin belirlenmesinde ise faktör analizi yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, kent merkezine yakın oluşu nedeni ile alan oldukça yüksek talep görmektedir. Yüksek ziyaretçi sayısı, alanı tercih eden ziyaretçilerin yararlanma düzeyini düşürmekte alanda çevresel ve görsel bozulmalara yol açabilmektedir. Ziyaretçilerin tercih ve algıları, "ziyaretçi memnuniyeti ve mutluluğu", "alt ve üst yapı elemanlarının çevreye uygunluğu ve yeterliliği", "ziyaretçi güvenliği ve görsel bütünlük" şeklindeki üç faktörle yakından ilişkilidir. Ziyaretçi özellikleri ile bu faktörlerin ilişkilendirilmesi karar vericilere, alanın korunması, planlanması ve etkin bir şekilde yönetilmesinde kullanılabilecek önemli ipuçları vermektedir.

Anahtar kelimeler: Ziyaretçi özellikleri, Korunan alanlar, Ziyaretçi yönetimi, Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı, Antalya

The importance of visitor characteristics and perceptions in the planning and effective management of protected areas: Kurşunlu Waterfall Natural Park example

Abstract: Nowadays, protected areas are protected and used areas for various purposes. One of the key factors for the sustainable management of these areas is the visitors who use these areas. In this study, the effects of visitor characteristics and perceptions on the planning of protected areas and sustainable management were investigated. Kurşunlu Waterfall Natural Park in Antalya was selected as the study area. In the scope of the study, literature analysis, questionnaire-interview and field observations were used as data collection methods. For the analyses of obtained data, statistics package program (SPSS 20.0) was used. The factor analysis method was used to determine the factors affecting visitor perceptions and chi-square (χ^2) test to explore the associations between the variables. According to the results of the study, the area is highly demanded due to its proximity to the city centre. High number of visitors, reduces the level of utilization of the visitors who prefer the area and may cause visual and environmental degradation in the area. Visitors' preferences and perceptions are closely related to three factors: "visitor satisfaction and happiness", "suitability and adequacy of lower and upper structural elements", "visitor safety and visual integrity". The association of visitor characteristics with these factors gives the decision makers important clues that can be used to protect the park and manage it effectively.

Keywords: Visitor characteristics, Protected areas, Visitor management, Kurşunlu Waterfall Nature Park, Antalya

1. Giriş

Korunan alanlar, Uluslararası Doğa Koruma Birliği'nin (IUCN) tanımına göre, doğanın ve ilişkili ekosistem hizmetleri ve kültürel değerlerin uzun vadeli korunması amacıyla açıkça tanımlanmış coğrafi sınırları olan, tanınmış, adanmışlık içeren ve yasal veya diğer etkin yöntemlerle yönetilen alanlardır (IUCN, 2017). Korunan alanlar, doğal kaynakların korunmasının yanı sıra turizm ve rekreasyon için de önemli fırsatlar sunmaktadır (Tonge ve Moore, 2007; Kervankıran ve Eryılmaz, 2016). Fakat sadece yasalarla sağlanan yasaklar ile koruma mantığı, ekosistem üzerindeki baskıları önleyememekte, doğal ve kültürel kaynakların

korunmasında etkin sonuç sağlayamamaktadır (Alkan vd., 2009; Yurdakul vd., 2011). Ayrıca, söz konusu bu yasaklar bir taraftan ormancılık örgütü ve toplum arasındaki iletişimi olumsuz etkilerken bir taraftan da yerel halk ile çatışmalara neden olmaktadır (Toksoy vd., 2008; Ok ve Okan, 2011; Akyol, 2017). Bu nedenlerle, korunan alanlar, geçmişte insan faaliyetlerinin yasaklandığı alanlar iken, günümüzde biyolojik çeşitliliğin korunması, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve daha geniş sosyal kalkınma süreçleri ile bütünleşmeyi amaç edinmektedir (Yücel ve Babuş, 2005; Öztürk ve Türker, 2006). Çünkü bu alanlar ekolojik özelliklerinin yanı sıra, sosyal, kültürel ve

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): ayhanakyol@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 14.04.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 20.09.2017



Citation (Atıf): Akyol, A., Akbulut, E., 2017. Korunan alanların planlanması ve etkin yönetiminde ziyaretçi özellikleri ve algılarının önemi: Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı örneği. Turkish Journal of Forestry, 18(3): 197-206. DOI: 10.18182/tjf.306364

ekonomik açıdan da büyük önem taşımaktadırlar (Akyol vd., 2017).

Korunan alanlar ve park sistemleri genellikle çevre koruma, açık hava eğitimi ve rekreasyon olmak üzere üç ana amaca hizmet etmektedir (Ok, 2010; Nielsen, 2012). Bu alanların korunabilmesi ve sürekliliğinin sağlanabilmesinin anahtarı ise bu alanları ziyaret eden ve bu alanlardan faydalanan ziyaretçilerdir (Tolunay vd., 2004a,b). Ziyaretçi özellikleri, aranan ve algılanan deneyim türünün belirlenmesi ile ziyaretçilere sunulacak hizmetlerin belirlenmesi ve kaliteli bir şekilde kullanıma sunumunda etkilidir (McCool, 2002). Fakat sadece ziyaretçilerin değil, aynı zamanda farklı ilgi gruplarının da korunan alanlardan çeşitli beklentileri vardır. Bu nedenle, korunan alanlarla ilgili beklentilerin dengelenmesinde, tüm ilgi gruplarının dikkate alınması, sürdürülebilir bir yönetim için önem taşımaktadır (Atmış, 2001). Ayrıca, büyük yerleşim alanlarına yakın korunan alanlarda yaşanan ziyaretçi yoğunluğu ve yarattığı olumsuzlukların giderilmesinde ve ziyaretçi yönetim stratejilerin farklı çevre tutumlarına sahip ziyaretçilere göre ayarlanmasında ziyaretçi özellikleri ve algıları önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Akten vd., 2012; Cheung ve Fok, 2014).

Ülkemizin ev sahipliği yaptığı biyolojik çeşitlilik değerleri farklı koruma alanı statüleri ve farklı kanunlarla koruma altındadır. Bu koruma statülerinin bir kısmı ulusal mevzuata göre, bir kısmı da uluslararası sözleşmelere dayanarak oluşturulmuştur. 2017 verilerine göre ülkemizde 40 milli park, 204 tabiat parkı, 31 tabiatı koruma alanı, 112 tabiat alanı, 81 yaban hayatı geliştirme sahası, 20 sulak alan, 55 muhafaza ormanı, 283 gen koruma ormanı, 16 özel çevre koruma bölgesi, 1273 doğal sit, 14 Ramsar alanı, 11 Dünya miras alanı ve 1 biyosfer rezervi bulunmaktadır. Bu alanların toplam büyüklüğü yaklaşık 5.650.000 ha olup, ülke yüzölçümünün yaklaşık %7,24'ünü kaplamaktadır. Bu kapsamda tabiat parkı; bitki örtüsü ve yaban hayatı özelliğine sahip, manzara bütünlüğü içinde halkın dinlenme ve eğlenmesine uygun tabiat parçalarını ifade etmektedir. Bu alanların yönetiminden sorumlu Devlet kuruluşu Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü (DKMP) olup, tabiat parklarının kapladığı alan yaklaşık 100.000 ha ulaşmıştır. Bunda 2011 yılında mesire yerlerinin statülerinin değiştirilerek tabiat parklarına dönüştürülmesinin de etkisi vardır (DKMP, 2017a).

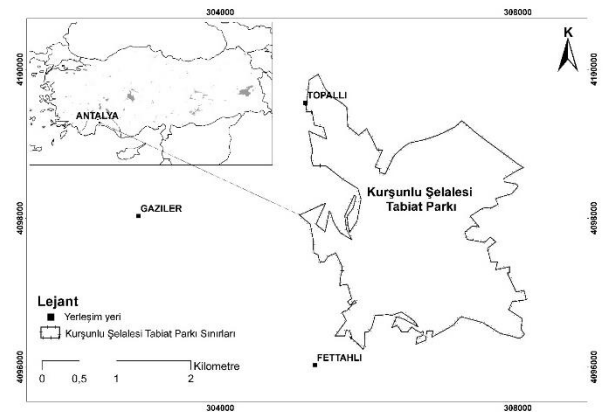
Çalışmada, Antalya ilinde yer alan Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı ziyaretçilerinin alana yönelik algıları ve tercihleri irdelenmeye çalışılmıştır. Böylece alan yöneticilerine, Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı'nın etkin yönetimi ve gelecekte nasıl kullanılmalı gerektiği ile ilgili konulara katkı sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca, elde edilen bulgulardan faydalanarak korunan alanlarda sürdürülebilir bir yönetim anlayışı geliştirilebilmesi için karar vericilere çeşitli ipuçları da sunulmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı Batı Akdeniz Bölgesi, Antalya İli, Merkez İlçesi sınırları içerisinde bulunmaktadır (Şekil 1). 1986 yılında park haline getirilerek ziyarete açılmış, 21.05.1991 tarihinde ise, tabiat parkı olarak ilan edilmiştir. DKMP VI. Bölge Müdürlüğü yönetimi altındaki tabiat parkı şehir merkezinden 22 km uzaklıkta olup, büyüklüğü 586,5 hektardır. Kurşunlu Şelalesi 2 kilometrelik

bir kanyonun içinde yer almakta olup, içerisinde, manzara seyir terasları, çocuk parkı, restoran, otopark, gezinti patikaları, içme suyu ve tuvalet vardır. Ulaşım, özel araç, belediye otobüsleri ve minibüslerle sağlanabilmektedir. Tabiat parkına ismini veren irili ufaklı şelalelerin bulunması, biyolojik çeşitlilik açısından zengin yapısı, doğal peyzaj güzellikleri, şehir merkezine yakınlığı ve olumlu iklim özellikleri nedeniyle yıl boyu yerli ve yabancı ziyaretçilere açık, yoğun kullanılan önemli korunan alanlardan bir tanesidir (KŞ, 2016; DKMP, 2017b). Bu nedenlerle Kurşunlu Şelalesi tabiat parkı çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Araştırmada izlenen yol; (1) literatür tarama yoluyla çalışma için gerekli belge-dokümanların toplanması, (2) ziyaretçilere yönelik anket-mülakat çalışmaları, (3) arazi gözlemleri ve (4) elde edilen verilerin istatistiksel analizi ve değerlendirilmesi şeklindedir. Anket çalışmaları alanı ziyaret eden kullanıcılara yönelik olarak Temmuz-Kasım 2015 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Anketler yapılırken, mümkün olduğunca farklı ziyaretçiye ulaşabilmek için hem hafta içi ve hafta sonu hem de gün içinde sabah öğlen ve akşam saatlerinde uygulanmıştır. Anket formlarında sosyo-demografik özelliklere yönelik sorular (5 soru), ziyaretçi tutum ve algılarına yönelik çoktan seçmeli sorular (9 soru) ve önermeler kullanılmıştır (15 soru). Önermelere katılımın belirlenebilmesi için beşli likert ölçeği kullanılmıştır. Anket formunun hazırlanmasında araştırmacıların bilgi-deneyiminin yanı sıra Obua ve Harding (1996), Pak ve Türker (2004), Tolunay vd., (2004a,b), Daşdemir ve Güngör (2008), Arabatzis ve Evangelos (2010) Kaptanoğlu (2010) ve Akbulut vd., (2015) gibi çalışmalardan da yararlanılmıştır. Gözlem çalışmalarında değişik gün ve saatlerde park ve park alanını kullanan ziyaretçiler gözlenerek notlar alınmıştır. Anket çalışması 207 kişinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Ancak, 7 adet anket formunun çalışma için uygun olmaması nedeni ile 200 adet anket formu SPSS 20.0 (Statistical Package for Social Science) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Analizlerde öncelikle tüm sorular ve cevapları sıra istatistiğine göre sayısallaştırılmış, sorunun özelliğine göre frekanslar ve yüzdelerden yararlanılmıştır. Verilerin parametrik veri olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk-W testleri ile araştırılmış ve %95 güven düzeyinde verilerin normal dağılıma sahip olmadığı ($P<0,05$), yani parametrik olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı

İki veya daha fazla değişken grubu arasında ilişkinin bulunup bulunmadığı ki-kare (χ^2) testi ile denetlenmiştir (Eymen, 2007; Kalaycı, 2010). Çalışmada beşli likert halinde sunulan ifadeler için yapılan güvenilirlik analizi sonucunda Cronbach alpha değeri 0,795 olarak hesaplanmıştır. Alfa, anketlerin değerlendirilmesinde ve iç tutarlılığın ölçülmesinde önemli bir kavram olup, çalışma içerisindeki bir grup ögenin grup olarak ne kadar yakından ilişkili olduğunu ve çalışmanın güvenilirliğini test etmektedir (Tavakol ve Dennick, 2011). Ziyaretçilerin algı ve tercihlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesinde faktör analizi yöntemi kullanılmış, verilerin faktör analizine uygunluğu ise, Kaiser-Meyer Olkin (KMO) ve Bartlett testleri ile denetlenmiştir (Yurdugül, 2017). Verilerin faktör analizi için uygun bulunması nedeni ile faktör türetme yöntemlerinden temel bileşenler yöntemi (Principal Component), rotasyon yöntemi olarak ta Varimax yöntemi kullanılmıştır. Faktör analizinde amaç, isimlendirilebilir ve yorumlanabilir faktörler elde etmektir (Kalaycı, 2010). İlgili faktörlerle demografik özelliklerin seviyeleri arasındaki farklılıkların ortaya konulmasında, cinsiyet gibi iki seviyesi bulunan demografik özellikler için Mann-Whitney U testi, eğitim gibi seviyesi ikiden fazla olan demografik özellikler için ise Kruskal Wallis H testi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

3.1. Ziyaretçilerin bazı sosyo-demografik özellikleri

Profil ya da özellik belirleme, bir bireyi içsel ve dışsal etkenleri göz önüne alarak irdeleme ve bireyin ayırt edici özelliklerini tanımlayarak ortaya koyma işlemidir (Alkan, 2013). Araştırma kapsamında ziyaretçilerin bazı sosyo-demografik özellikleri Çizelge 1'deki gibidir.

Çizelge 1. Ziyaretçilerin bazı sosyo-demografik özellikleri

Özellikler	Gruplar	f	%
Cinsiyet	Kadın	83	41,5
	Erkek	117	58,5
Yaş	18-30	64	32,0
	31-40	64	32,0
	41-50	40	20,0
	51-60	19	9,5
	61≤	13	6,5
Eğitim	Okuryazar değil	2	1,0
	Okuryazar, ancak bir okul bitirememiş	11	5,5
	İlkokul	22	11,0
	Ortaokul	34	17,0
	Lise	75	37,5
	Üniversite	46	23,0
İş/meslek	Lisansüstü	10	5,0
	Serbest çalışan/ticaret	70	35,0
	İşçi/memur	33	16,5
	Ev hanımı	31	15,5
	İşsiz	27	13,5
	Emekli	21	10,5
	Akademisyen/educator	14	7,0
Sanatçı/tasarımcı	4	2,0	
Aylık gelir	0-1000	39	19,5
	1001-2000	75	37,5
	2001-3000	65	32,5
	3001-4000	6	3,0
	4001≤	15	7,5

Buna göre, araştırmaya katılan ziyaretçilerin %41,5'inin kadınlardan, %58,5'inin ise erkek bireylerden meydana geldiği görülmektedir. Çalışmada beş farklı yaş grubu oluşturulmuştur. Ziyaretçiler, yaş grupları açısından değerlendirildiğinde ziyaretçilerin %64'ünün 18-40 yaş aralığında yer aldığı, yani alanı daha çok genç ve orta yaş grubundaki ziyaretçilerin tercih ettiği görülmektedir. Çalışma başlangıcında eğitimle ilgili olarak beş düzey belirlenmiş, ancak bazı ziyaretçilerin eğitim düzeylerinin farklılıklar içermesi nedeni ile eğitim düzeyi yedi seviye ile temsil edilmiştir. Eğitim konusu önemli bir konu olup, eğitim düzeyi yüksek bir birey, daha bilinçli ve daha duyarlı tercihler yapmaktadır (Sung, 2004). Çalışma bulgularına göre, %37,5 oranla lise mezunu ziyaretçiler en kalabalık gurupdur. Ancak, %5,5 oranında okuryazar (bir okul bitirememiş) ve %1 oranında da okuryazar olmayan ziyaretçiler bulunmaktadır. Bu gruplar analiz edildiğinde, özellikle yaşlı ve kadın ziyaretçilerin bu özellikleri taşıdığı dikkati çekmektedir.

Ziyaretçilerin iş/meslek durumları için yedi düzey belirlenmiş olup, %35'lik bir oranla serbest çalışan/ticaret düzeyi en kalabalık grup olmuştur. Gelir düzeyleri açısından ise ziyaretçiler beş grupta değerlendirilmiş olup, ziyaretçilerin %37,5'i 1001-2000 TL gelir düzeyine sahiptir. Ülkemizdeki asgari ücret seviyesi açısından durum değerlendirildiğinde, ziyaretçilerin yaklaşık %20'si aylık 1000 TL ve altında gelire sahip olup, bu ücretler asgari ücret seviyesinin altındadır. Bekiroğlu vd., (2015) tarafından yapılan bir çalışmada toplumun refah seviyesinin rekreasyon alanlarındaki ziyaretçi sayısını etkilediği belirtilmektedir. Bu nedenle, toplumun refah seviyesini belirleyen eğitim, gelir düzeyi vb. etmenlerin bir arada değerlendirilerek alanla ilgili planlama çalışmalarında kullanılması etkin bir yönetim için önem taşımaktadır.

3.2. Ziyaretçilerin alanla ilgili tercih ve algıları

Çalışmanın bu bölümünde ziyaretçilerin alanla ilgili çeşitli tercihleri değerlendirilmiş olup, her bir tercihle ilgili frekans ve yüzde değerleri ayrı ayrı çizelgelerde verilmiştir. Buna göre, Ziyaretçilerin alanı tercih etmelerinde etkili olan bilgi kaynakları ile ilgili yapılan değerlendirmelere ait yüzde ve frekans değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde, ziyaretçilerin alanı tercih etmelerindeki en önemli bilgi kaynaklarından birinin %59,5 ile tanıdık tavsiyeleri olduğu görülmektedir. %34'ünün daha önceden alan hakkında bilgi sahibi olduğu, %25,5'inin internet kaynaklarından bilgi aldığı, %7'sinin gelmeden önce herhangi bir bilgisinin olmadığı, %6,5'inin TV/dergi/broşür vb. materyallerden ve %6'sının ise turizm acentelerinden bilgi aldığı görülmektedir. Ancak, Başar ve Miran (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, ziyaretçilerin turizm acentelerini ve basılı tanıtım yayınlarını önemsedikleri ortaya konulmuştur. Bulgulardaki farklılığın sebebi alandaki yabancı uyruklu ziyaretçilerin varlığından kaynaklanmaktadır. Yine Obua ve Harding (1996) tarafından yapılan bir diğer çalışmada da, ziyaretçilerin alanla ilgili turizm acentelerini ve basılı tanıtım yayınlarını önemsedikleri ortaya konulmuştur.

Ziyaretçilerin alanı seçmelerinde etkili olan bilgi kaynakları ve ziyaretçi özelliklerine yönelik yapılan ki-kare testine göre ise (Çizelge 3) bilgi kaynakları ve ziyaretçi yaşları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($\chi^2=12,095$; $sd=4$; $p=0,017$). Test sonucuna göre, genç bireyler internet kaynaklarını kullanmayı tercih ederken, yaşlı bireyler tanıdık tavsiyeleri dikkate alınmaktadır.

Ziyaretçilerin alanı seçmelerindeki etkili bilgi kaynakları ile aylık gelir düzeyleri arasında da istatistiksel olarak ($\chi^2=18,660$; $sd=5$; $p=0,002$) anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Buna göre, ziyaretçiler gelir düzeyleri arttıkça internet ve turizm acentelerinden bilgi almayı tercih etmekte, gelir düzeyleri azaldıkça ise tanıdık tavsiyelerini dikkate almaktadırlar.

Ziyaretçilerin alanı tercih nedenleri ile ilgili yapılan değerlendirmelerde, ziyaretçilerin %76,5'inin piknik yapmak için alanı tercih ettikleri görülmektedir (Çizelge 4). Ziyaretçilerin %54,5'i alanı ilgi çekici bir manzaraya sahip olması nedeniyle ve %20'side sıkıcı şehir yaşantısından uzaklaşmak için tercih ettiğini ifade etmiştir. Benzer şekilde Akbulut vd., (2015) tarafından yapılan bir çalışmada da ziyaretçilerin %64'ünün alanı gezmek amaçlı kullandığı ifade edilmektedir. Başar ve Miran (2010) tarafından yapılan bir diğer çalışmanın sonuçları da araştırma bulgularını desteklemekte olup, çalışma sonuçlarına göre piknik yapma ve manzara seyri ziyaretçiler açısından ilk sıralarda yer almaktadır. Bu durum, parkın kent insanın rekreasyonel ihtiyaçlarını karşılaması açısından önemli bir alan olduğunu göstermekte olup, özellikle gelecekte bu alanı ziyaret edecek kullanıcılar için alt ve üst yapı elemanlarının planlanması ve düzenlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Ziyaretçilerin alanı tercih nedenleri ile ilgili yapılan ki-kare testi bulgularına göre (Çizelge 3), ziyaretçilerin alanı tercih nedenleri ile eğitim seviyesi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($\chi^2=13,307$; $sd=6$; $p=0,038$). Buna göre, üniversite mezunu ziyaretçiler alanı daha çok ilgi çekici bir manzaraya sahip olması nedeni ile tercih ederken, ortaokul mezunu ziyaretçiler çocuklarının oyun ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla tercih etmektedirler.

Ziyaretçilerin alanı tercih nedenleri ile aylık gelir düzeyleri arasında yapılan ki-kare testi bulgularına göre ise ($\chi^2=19,034$; $sd=5$; $p=0,002$), düşük gelir grubundaki ziyaretçilerin alanı daha çok piknik yapmak amacı ile tercih ettiği belirlenmiştir. Bu bulgular, Tolunay vd., (2004a,b) tarafından yapılan çalışmalarda bulgularla benzer özellikler göstermektedir. Tolunay vd., (2004a,b) tarafından yapılan çalışmalarda da gelir seviyesi düşük gruplar alanı daha çok piknik yapma gibi rekreasyonel ihtiyaçlarını karşılamak üzere sıklıkla tercih etmektedir.

Ziyaretçilerin alanın içerisinde gerçekleştirdikleri aktivitelere ilişkin durumları Çizelge 5'te sunulmuştur. Buna göre, piknik yapma %79,5'le ilk sırada yer almıştır. Bunu sırasıyla manzara seyri (%49,5), doğa inceleme (%26,5), sohbet etme (%12), yürüyüş (%11), çocukları oynatma (%9,5) ve okuma (%0,5) izlemektedir. Elde edilen bu bulgular Tolunay vd., (2004a,b) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile örtüşmektedir. Tolunay vd., (2004a,b) tarafından yapılan çalışmalarda, Gölcük Tabiat Parkını kullanan ziyaretçilerin %85'i, Ayazmana mesireliğini kullanan ziyaretçilerin ise %29,2'si ise piknik yapma etkinliğini ilk sırada tercih etmektedirler. Ancak, Tolunay vd., (2004a,b) tarafından yapılan çalışmalarda

“dinlenme” konusu ayrı bir etkinlik olarak kabul edilirken bu çalışmada tüm etkinliklerin temelde ziyaretçilerin dinlenmesi konusuna hizmet ettiği kabul edilmiş ve ayrı bir etkinlik olarak değerlendirilmemiştir.

Alanda gerçekleştirilen etkinlikler ve ziyaretçi özellikleri ile ilgili yapılan ki-kare testi bulgularına göre (Çizelge 3), alanda gerçekleştirilen etkinlikler ve ziyaretçi yaşları arasında istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir ($\chi^2=11,667$; $sd=4$; $p=0,020$). Test sonucuna göre, 18-30 yaş grubundaki ziyaretçilerin alanı sohbet ve manzara seyri için, 31-40 yaş grubundaki ziyaretçilerin alanı piknik yapmak için ve 41-50 yaş grubundaki ziyaretçilerin ise alanı doğa yürüyüşleri için tercih ettiklerini göstermektedir. Alandaki etkinlikler ve ziyaretçi meslekleri arasında yapılan ki-kare testi bulgularına göre ($\chi^2=20,162$; $sd=6$; $p=0,003$), serbest çalışan/ticaret ve işsizler grubundaki ziyaretçiler alanı daha çok sohbet amaçlı tercih ederken, ev hanımları ise, çocuklarının oyun ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla tercih etmektedirler.

Çizelge 2. Ziyaretçilerin alan tercihinde etkili olan bilgi kaynakları

Bilgi kaynakları	f	%
Tanıdık tavsiyeleri	119	59,5
Eskiden bilme	68	34,0
İnternet	51	25,5
Bilgim yok	14	7,0
TV/dergi/brosür vb.	13	6,5
Turizm acenteleri	12	6,0

Çizelge 3. Ziyaretçi özellikleri ve tercihlerine ilişkin ki-kare testi sonuçları

Tercih	Özellik	χ^2	sd	p
Bilgi kaynakları	Yaş	12,095	4	0,017
	Aylık gelir	18,660	5	0,002
Alanı tercih nedenleri	Eğitim	13,307	6	0,038
	Aylık gelir	19,034	5	0,002
Alandaki etkinlikler	Yaş	11,667	4	0,020
	Meslek	20,162	6	0,003
	Aylık gelir	11,836	5	0,037
	Cinsiyet	16,717	1	0,010
Ziyaretlerin kimlerle yapıldığı	Yaş	24,812	8	0,002
	Eğitim	33,374	6	0,001
	Meslek	22,739	12	0,030
Ulaşım araçları	Cinsiyet	13,473	3	0,004
Ziyaret sayısı	Yaş	241,069	16	0,001
Nereden geldiği	Aylık gelir	19,222	5	0,002

Çizelge 4. Ziyaretçilerin alanı tercih nedenleri

Alanı tercih nedenleri	f	%
Piknik için uygun olması	153	76,5
İlgi çekici bir manzaraya sahip olması	109	54,5
Sıkıcı şehir yaşantısından uzaklaştırması	40	20,0
Çocukların oyun ihtiyaçlarını karşılaması	11	4,5
Ulaşımın kolay olması	1	0,5

Çizelge 5. Ziyaretçilerin alandaki etkinlikleri

Etkinlikler	f	%
Piknik yapma	159	79,5
Manzara seyri	99	49,5
Doğa inceleme	53	26,5
Sohbet etme	24	12,0
Yürüyüş	22	11,0
Çocukları oynatma	9	9,5
Okuma	1	0,5

Alandaki etkinlikler ve aylık gelir düzeyi ile ilgili yapılan ki-kare testi bulgularına göre ise ($\chi^2=11,836$; $sd=5$; $p=0,037$), düşük gelir grubundaki ziyaretçiler alanı piknik yapmak için tercih ederken, yüksek gelir grubundaki ziyaretçiler ise manzara seyri için tercih etmektedirler.

Ziyaretçilerin alanı kiminle birlikte ziyaret ettikleri incelendiğinde, ziyaretçilerin %67,5'i ailesi, %30,5'i arkadaşları, %21'i akrabaları ve %5'i komşuları ile birlikte alanı ziyaret etmektedirler (Çizelge 6). Tolunay vd., (2004a,b) tarafından yapılan çalışmalarda da aile seçeneği öncelikli olarak tercih edilmiş olup, çalışma bulguları ile bu durum örtüşmektedir. Ancak, Tolunay vd., (2004a,b) tarafından yapılan çalışmalarda ikinci tercih akrabalar iken bu çalışmada arkadaşlar ikinci tercih olmuştur. Bu bulgular, insanların korunun alanları ziyaret ederken önceliği ailelerine verdiklerini göstermektedir.

Ki-kare testi bulgularına göre (Çizelge 3), ziyaretçinin cinsiyeti ile alana yapılan ziyaretlerin kimlerle birlikte yapıldığı konusuna dair istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki ortaya çıkmıştır ($\chi^2=16,717$; $sd=1$; $p=0,010$). Buna göre, farklılığın nereden kaynaklandığı araştırıldığında, erkek bireylerin ziyaretlerde arkadaşlarını tercih ettiği, kadın bireylerin ise ailelerini tercih ettiği belirlenmiştir. Yaş grupları ile ziyaretin kimlerle birlikte yapıldığının arasındaki ilişki incelendiğinde ($\chi^2=24,812$; $sd=8$; $p=0,002$), 18-30 yaş grubundaki ziyaretçiler alana arkadaşları ile birlikte gelmeyi, 31-40 yaş grubundaki ziyaretçiler ise aileleri ile birlikte gelmeyi tercih etmektedirler. Ziyaretçilerin eğitim düzeyleri ve ziyaretlerin kimlerle birlikte yapıldığı incelendiğinde ($\chi^2=33,374$; $sd=6$; $p=0,001$) ilkökul mezunu ziyaretçilerin alana komşuları ile geldikleri belirlenmiştir. Ziyaretçilerin meslekleri açısından durum değerlendirildiğinde ise ($\chi^2=22,739$; $sd=12$; $p=0,030$) herhangi bir işe sahip olmayanların ziyaretleri arkadaşları ile ev hanımlarının da aileleri ile birlikte yaptıkları belirlenmiştir.

Ziyaretçilerin alana ulaşımında kullandıkları araç tercihlerine ilişkin frekans ve yüzde bulguları Çizelge 7'de verilmiştir. Buna göre Çizelge 7 incelendiğinde, ziyaretçilerin alana ulaşmada öncelikli tercihleri %74,5 ile özel otodur. Bunu sırasıyla %17 ile otobüs, %4,5 ile ticari taksi ve %4 ile de motosiklet ve izlemektedir. Tolunay vd., (2004a) tarafından yapılan çalışmaya göre, Isparta Ayazmana mesireliğini ziyaret eden kullanıcıların %63,9'u özel otoyu tercih ederken, Tolunay vd., (2004b) tarafından yapılan çalışmaya göre, Gölcük Tabiat Parkı'nı ziyaret eden kullanıcıların %98,6'sı özel otoyu tercih etmektedir. Başar ve Miran (2010) tarafından yapılan çalışmada da milli parka ulaşımında %87,5 oranla özel oto ilk sırada yer almaktadır. Çalışma süresince alanda yapılan gözlemler, özellikle ziyaretçi yoğunluğunun yaşandığı dönemlerde otopark kapasitesinin yetersiz kaldığını göstermiştir. Bu durum, Dereli (2010) tarafından Kazdağı Milli Parkı'nda yapılan bir çalışmanın bulguları ile de örtüşmektedir. Bu sonuçlar, alanla ilgili yapılacak düzenlemelerde otopark kapasitesinin artırılmasını ya da toplu taşıma, bisiklet vb. gibi alternatif ulaşım olanaklarının geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Yapılan ki-kare testi bulgularına göre ise, cinsiyet ve ulaşımında kullanılan araçlar arasında istatistiksel olarak ($\chi^2=13,473$; $sd=3$; $p=0,004$) anlamlı bir ilişki saptanmıştır (Çizelge 3). Yapılan değerlendirmelerde, erkeklerin alana ulaşımında özel otoyu tercih ettiği, kadınların ise toplu taşıma araçlarını tercih ettiği görülmektedir.

Ziyaretçilerin alanı ziyaret sayıları bakımından durumları incelendiğinde, %35,5'inin ilk defa geldiği, %22,5'inin ikinci defa, %20'nin üçüncü defa, %14'ünün beşten daha fazla geldiği ve %8'inin de sayısını hatırlamadığı görülmektedir (Çizelge 8). Yani ziyaretçilerin yaklaşık %65'i alanı iki veya daha fazla kez ziyaret etmiştir. Puustinen vd., (2009) tarafından yapılan bir çalışmada ziyaretçi özelliklerinin ziyaret sayısını etkilediği ifade edilmektedir. Elde edilen bu bulgu, alanın kent merkezine yakın ve ulaşımın kolay oluşu ile açıklanmakta olup, ayrıca kent insanın rekreasyonel taleplerinin karşılanması bakımından da alanın önemli bir işlevi yerine getirdiğini göstermektedir. Yapılan ki-kare testi bulguları ise, ziyaretçi yaşları ile ziyaret sayısı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki ($\chi^2=241,069$; $sd=16$; $p=0,001$) olduğunu göstermiştir (Çizelge 3). Buna göre, 18-30 yaş grubundaki ziyaretçiler ağırlıklı olarak alana ilk defa gelirken, 31-40 yaş grubundaki ziyaretçiler ikinci defa, 31-40 yaş grubundaki ziyaretçiler alanı beş defadan daha fazla ve 41-50 yaş grubundaki ziyaretçiler ise ağırlıklı olarak üçüncü kez ziyaret etmişlerdir.

Ziyaretçilerin nereden geldikleri ve alanı tavsiye edip etmeyecekleri ile ilgili olarak Çizelge 9 incelendiğinde, %54'ünün Antalya ili sınırları içerisinde ziyaret ettiği, %46'sının ise Antalya ili sınırları dışından ziyarete geldiği görülmektedir. Ziyaretçilere alanı başkalarına tavsiye edip etmeyecekleri sorulduğunda ise, %94,5'inin tavsiye edeceği %5,5'inin de kararsız olduğu görülmektedir. Bu bulgular ziyaretçilerin yaklaşık %95'inin ziyaretinden memnun kaldığını ve alanı beğendiğini göstermektedir. Ki-kare testi bulgularına göre ziyaretçilerin nereden geldikleri ile aylık gelir düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ($\chi^2=19,222$; $sd=5$; $p=0,002$). Buna göre, alanı daha çok düşük gelir düzeyine sahip kullanıcıların tercih ettiği belirlenmiştir.

Çizelge 6. Ziyaretlerin kimlerle birlikte yapıldığına ilişkin bilgiler

Seçenekler	f	%
Ailemle	135	67,5
Arkadaşlarımla	61	30,5
Akrabamla	42	21,0
Komşularımla	10	5,0

Çizelge 7. Ulaşımında tercih edilen araçlar

Tercihler	f	%
Özel oto	149	74,5
Otobüs/dolmuş	34	17,0
Ticari taksi	9	4,5
Motosiklet	8	4,0

Çizelge 8. Ziyaret sayısına ilişkin bilgiler

Ziyaret sayısı	f	%
İlk defa	71	35,5
İkinci defa	45	22,5
Üçüncü defa	40	20,0
Beşten çok	28	14,0
Sayısı bilinmiyor	16	8,0

3.3. Ziyaretçilerin tercih, algı ve tutumlarını etkileyen faktörler

Ziyaretçilerin korunan alanla ilgili tercih, algı ve tutumlarını etkileyen faktörleri belirleyebilmek için anketle belirlenen 15 ifadeye faktör analizi yapılmıştır. Faktör analizi aynı zamanda ziyaretçilerin farklı ziyaretçi gruplarına ayrılmalarını da sağlamaktadır. Ziyaretçilerin her bir faktörle olan ilişkileri analiz edildikten sonra belirlenen gruplara uygun yönetim planları yapılabilir. Çünkü, her ziyaretçi gurubu farklı ekonomik ve sosyal özelliklere sahiptir ve her bir guruba sunulacak rekreasyon hizmetleri farklılık göstermektedir (Fredman, 2004). Ayrıca, farklı ziyaretçi gruplarının çevre tutumları da farklı olmaktadır. Olumlu tutumlara sahip ziyaretçilerin yönetim eylemlerini destekleme olasılıkları daha yüksektir (Kaltenborn vd., 2011).

Çalışmada yapılan faktör analizi sonucunda Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test istatistiği 0,807 bulunmuş olup Bartlett'in sphericity özelliği de istatistik olarak önemli çıkmıştır. Yani verilerin faktör analizine uygun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, yapılan güvenilirlik analizi sonucunda Cronbah alfa değeri 0,795 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan alfa değeri ankette yer alan ifadelerin iç tutarlılığının yüksek ve çalışmanın güvenilir olduğunu göstermektedir (Çizelge 10).

Faktör analizinde faktör türetme yöntemlerinden temel bileşenler ve rotasyon yöntemi olarak ta varimax yöntemi kullanılarak özdeğeri 1'den büyük olan 3 temel faktör türetilmiştir. Bu 3 faktör toplam değişimin %55,29'unu açıklamaktadır. Analizde temel faktörlerin yorumlanmasını kolaylaştırmak için ise, mutlak değeri 0,5'ten büyük olan faktör yükleri dikkate alınmıştır (Çizelge 11) (Daşdemir, 1996). Faktör yükü 0,5'in altında kalan ifadelerin faktör yükü değerleri ise ilgili sütunlarda verilmeyerek boş bırakılmıştır.

Çizelge 11 incelendiğinde, faktör1 içerisinde yer alan ifadelerin genel olarak alanı ve sunulan hizmetleri beğenme ile ilgili alt boyutları içerdiği, faktör2 içerisinde yer alan ifadelerin alandaki mimari yapı ve donatıların uygunluğu ile ilgili alt boyutları içerdiği, faktör3 içerisinde yer alan ifadelerin ise sağlık, güvenlik ve görsel uygunluk ile ilgili alt boyutları içerdiği görülmektedir. Bu durum, ziyaretçilerin temelde, alandaki hizmetlerden memnun kalma, duyumsadıkları beğeni ve huzur, alandaki mimari yapıların yeterliliği ve alana uygunluğu ile alandaki sağlık ve güvenlik konuları içeren algılarının önemli olduğunu göstermektedir. Arabatzis ve Evangelos (2010) tarafından yapılan bir çalışmada da benzer şekilde park ziyaretçilerinin alana ait alt ve üst yapı olanaklarını önemsedikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle faktörler isimlendirilirken faktör1 "ziyaretçi memnuniyeti ve mutluluğu", faktör2 "alt ve üst yapı elemanlarının çevreye uygunluğu ve yeterliliği" ve faktör3 ise "ziyaretçi güvenliği ve görsel bütünlük" olarak isimlendirilmiştir. Bu faktörlerin ziyaretçilerin demografik özellikleri ile farklılığı ise, Kruskal Wallis H ve Mann Whitney U testleri ile denetlenmiş olup, Çizelge 12'de test sonuçları verilmiştir. Bu amaçla, faktör1, faktör2 ve faktör3 içerisine giren ifadeler verilen yanıtların ortalamaları alınarak testler yapılmıştır.

Çizelge 12 incelendiğinde, "ziyaretçi memnuniyeti ve mutluluğu" ile "alt ve üst yapı elemanlarının çevreye uygunluğu ve yeterliliği" açısından cinsiyet bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmaktadır. "Ziyaretçi memnuniyeti ve mutluluğu" faktörü kadınlarda daha yüksek olup, "alt ve üst yapı elemanlarının çevreye uygunluğu ve yeterliliği" faktörü ise erkeklerde daha yüksektir. "Ziyaretçi güvenliği ve görsel bütünlük" faktörü açısından ise, cinsiyetler arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı farklılık tespit edilememiştir.

Çizelge 9. Ziyaretçilerin geldiği yerler ve alanı tavsiye durumları

Özellikler	Tercihler	f	(%)
İl sınırları içinden gelenler		92	46,0
İl sınırları dışından gelenler		108	54,0
Alanı tavsiye etme durumu	Evet	189	94,5
	Hayır	-	-
	Kararsız	11	5,5

Çizelge 10. KMO ve Bartlett's testi

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy	,807
Approx. Chi-Square	1057,581
Bartlett's Test of Sphericity	df 105
	Sig. 0,000
Cronbah Alfa	0,795

Çizelge 11. Rotasyon sonucu elde edilen faktör matrisi ve türetilen faktörler

İfadeler	Faktörler		
	1	2	3
Burada huzuru bulurum	0,837		
Burayı beğenirim	0,795		
Alana giriş ücretlerini uygun buluyorum	0,674		
Alanda sunulan hizmetlerden memnun kalıyorum	0,673		
Alandaki uyulması gereken kurallara ve uyarılara dikkat ediyorum	0,672		
Alanı korumak için yapılan çalışmalarını uygun buluyorum	0,575		
Alandaki alt ve üst yapı elemanlarını (büfe, çeşme, wc vb.) yeterli buluyorum		0,811	
Alan içerisindeki bilgi ve yönlendirme levhalarını yeterli buluyorum		0,701	
Alandaki donatılar (çöp kovası, oturma vb.) yerleşimini uygun buluyorum		0,685	
Alandaki mimari yapıları çevresel açıdan uygun buluyorum		0,636	
Ziyaretimden genel olarak memnun kaldığımı düşünüyorum		0,520	
Alan içerisinde görsel olarak rahatsız edici unsurlar olduğunu düşünüyorum			0,808
Alanda sağlık ve güvenlik ile ilgili problemler olduğunu düşünüyorum			0,758
Burada kendimi şehrin gürültüsünden uzaklaşmış hissediyorum			
Alan içerisinde yaşayan diğer canlıların dikkatimi çektiğini düşünüyorum			
Varyansa katılma (%)	23,72	19,59	11,98

Çizelge 12. Ziyaretçi tercih ve algılarını etkileyen faktörlerin demografik özelliklere göre farklılığının denetimi

Özellik	Kruskal Wallis H ve Mann Whitney U Test		
	Ziyaretçi memnuniyeti ve mutluluğu	Alt ve üst yapı elemanlarının çevreye uygunluğu ve yeterliliği	Ziyaretçi güvenliği ve görsel bütünlük
	MW-U=3787,000	MW-U=3552,000	MW-U=4637,000
Cinsiyet	Z=-2,664 p=0,008*	Z=-3,323 p=0,001*	Z=-0,576 p=0,565
Yaş Grupları	$\chi^2=10,227$ sd=4 p=0,037*	$\chi^2=14,228$ sd=4 p=0,007*	$\chi^2=12,275$ sd=4 p=0,015*
Aylık Gelir	$\chi^2=9,871$ sd=4 p=0,043*	$\chi^2=11,373$ sd=4 p=0,023*	$\chi^2=10,266$ sd=4 p=0,036*
Eğitim	$\chi^2=5,286$ sd=6 p=0,443	$\chi^2=6,173$ sd=6 p=0,404	$\chi^2=4,709$ sd=6 p=0,582
Geçim Kaynağı	$\chi^2=10,613$ sd=6 p=0,101	$\chi^2=6,783$ sd=6 p=0,341	$\chi^2=3,806$ sd=6 p=0,703

P* = P < 0,05

Yaş grupları açısından yapılan denetimlerde, her üç faktörde de istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Farklılıkların nereden kaynaklandığı ile ilgili yapılan değerlendirmelerde, “ziyaretçi memnuniyeti ve mutluluğu” faktöründe 18-30 ile 61≤ yaş grupları birbirinden farklı düşünmekte ve 18-30 yaş grubu için “ziyaretçi memnuniyeti ve mutluluğu” faktörü daha yüksek çıkmaktadır. “Alt ve üst yapı elemanlarının çevreye uygunluğu ve yeterliliği” faktöründe 18-30 ile 41-50 ve 18-30 ile 61≤ yaş grupları birbirinden farklı düşünülmektedir. 41-50 yaş grubundaki ziyaretçilerde “alt ve üst yapı elemanlarının çevreye uygunluğu ve yeterliliği” faktörü 18-30 yaş grubundakilere göre daha yüksektir. Benzer şekilde 61≤ yaş grubundaki ziyaretçilerde de “alt ve üst yapı elemanlarının çevreye uygunluğu ve yeterliliği” faktörü 18-30 yaş grubundakilere göre daha yüksektir. “Ziyaretçi güvenliği ve görsel bütünlük” faktöründe ise, 61≤ ile 18-30 ve 61≤ ile 31-40 yaş gruplarının birbirinden farklı düşündüğü tespit edilmiştir. 31-40 yaş grubundaki ziyaretçilerde “ziyaretçi güvenliği ve görsel bütünlük” faktörü daha yüksek çıkmakta ve ziyaretçiler güvenliklerini ve alanın görsel bütünlüğünü daha çok önemsemektedirler.

Aylık gelir düzeyleri açısından yapılan değerlendirmelerde de yine her üç faktörde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Farklılıkların nereden kaynaklandığı ile ilgili yapılan değerlendirmelerde, “ziyaretçi memnuniyeti ve mutluluğu” faktöründe 0-1000 TL ile 4001≤ TL grupları birbirinden farklı düşünmekte ve 0-1000 TL grubundaki ziyaretçiler için bu faktör daha yüksek çıkmaktadır. “Alt ve üst yapı elemanlarının çevreye uygunluğu ve yeterliliği” faktöründe 3001-4000 TL ile 4001≤ TL ve 0-1000 TL ile 2001-3000 TL grupları birbirinden farklı düşünülmektedir. 4001≤ TL grubundaki ziyaretçiler için bu faktör 3001-4000 TL grubundaki ziyaretçilere göre daha yüksektir. 2001-3000 TL grubundaki ziyaretçiler için ise bu faktör 0-1000 TL grubundaki ziyaretçilere göre daha yüksektir. “Ziyaretçi güvenliği ve görsel bütünlük” faktöründe ise, 4001≤ TL ile 3001-4000 TL gruplarının birbirinden farklı düşündüğü tespit edilmiştir. 3001-4000 TL grubundaki ziyaretçiler için bu faktör 4001≤ TL grubundaki ziyaretçilere göre daha yüksektir. Yani, 3001-4000 TL grubundaki ziyaretçiler için güvenlik ve görsellik konuları daha önemlidir.

Eğitim ve geçim kaynağı için yapılan denetimlerde ise, her üç faktörde de istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilememiştir.

4. Sonuç ve öneriler

DKMP verilerine göre, Haziran–Ağustos 2015 aylarında günlük alanı ziyaret eden ziyaretçi sayısı yaklaşık 1250 kişi/gün düzeyindedir. Yapılan gözlemlerde, alanın haftanın günlerine ve günün değişik saatlerine göre değişken bir yapıda, dinamik ve sürekli bir kullanıma sahip olduğu dikkati çekmektedir. Özellikle Haziran–Ağustos aylarında ve hafta sonlarında alan daha yoğun ziyaret edilmekte ve zaman zaman ziyaretçi kapasitesinin üzerinde kullanılmaktadır. Yüksek ziyaretçi sayısı, alanı tercih eden ziyaretçilerin yararlanma düzeyini düşürdüğü gibi alanda çevresel ve görsel bozulmalara da neden olmaktadır. Bu durum, alanın kaynak değerlerinin ve ziyaretçilerin rekreasyon kalitesi düzeyinin korunması için yapılmış ve yapılacak rekreasyon düzenleme çalışmalarında, taşıma kapasitelerinin belirlenmesinin ve uygulamaya yansıtılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Taşıma kapasitesinin belirlenmesinde IUCN tarafından önerilen rekreasyonel taşıma kapasitesi tahmin yöntemi alan için kullanılabilir. Ancak, alanın fiziksel, gerçek ve etkin taşıma kapasiteleri hesaplanırken alanın ve ziyaretçilerin özellikleri de dikkate alınmalıdır. Bu hesaplamalarda amaç, ziyaretçilerin alana zarar vermeden dolaşımını sağlamak, alanı en iyi şekilde anlamaları/algılamalarını sağlamak, birbirlerini engellemeyecek şekilde alan içerisinde yönlendirilmelerini sağlamak ve alan içerisindeki etkinliklerde oluşabilecek sorunları en aza indirmek olacaktır. Farklı amaçlarla gelmiş olsalar bile ziyaretçilerde doğa ve çevre bilinci oluşturacak şekilde alan sunumunun yapılması korunan alanlarda baskı oluşturmayacak davranış biçimlerinin geliştirilmesi ve alanın sürdürülebilirliği açısından önem taşımaktadır.

Ziyaretçi özellikleri alanla ilgili planlamalarda büyük önem taşımaktadır. Ancak, ziyaretçi özelliklerinin alanla ilgili diğer bazı konularla ilişkilendirilmesi ve analiz edilmesi, park yöneticilerine karar vermede daha geniş bir çerçeve sunmaktadır. Böylece yapılacak planlamalarda, alanın daha verimli kullanılması ve bu kullanımlarda verilecek zararların en aza indirilmesi gibi çalışmaların

etkinliği artırılabilir. Örneğin, ziyaretçilere alana hangi araçlarla geldikleri sorulmuş ve ziyaretçilerin yaklaşık %75'inin alana özel oto ile geldikleri belirlenmiştir. Bunu ise otobüs/dolmuş grubu izlemektedir. Ancak, alanda yapılan gözlemler otobüsle gelen ziyaretçi sayısının daha fazla olabileceği yönündedir. Özellikle turlarla gelen ziyaretçilere alanda vakit geçirmeleri için kısıtlı bir süre tanınmaktadır. Ziyaretçilerin bir kısmı verilen bu süreyi etkin kullanabilmek için anket çalışmasına katılmak istememişlerdir. Görüşmeyi kabul eden ziyaretçiler ise verilen süre içerisinde alanı yeterince gezip göremediklerini ifade etmişlerdir. Bu durum, ziyaretçilerin alanı anlama ve algılamalarına engel olmakta ve dolayısı ile korunan alanın kendisinden beklenen faydalarının ortaya çıkmasında bir olumsuzluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, özellikle paket turların diğer korunan alanlarda da benzer olumsuzluklara yol açması son derece muhtemeldir.

Yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre, alanı ziyaret edenler yaşları açısından karşılaştırıldığında, 18-30 ve 31-40 yaş grubunda yer alan bireylerin diğer gruplara göre alanı daha fazla tercih ettikleri tespit edilmiştir. Bu iki grup toplam tercihlerin yaklaşık %64'ünü oluşturmaktadır. Yani genç ve orta yaşta bireyler ziyaret için alanı daha çok tercih etmektedirler. Bu nedenle, alanla ilgili yapılacak düzenlemelerde yaş gruplarına göre yapılacak düzenlemelerin önemi artmaktadır.

Alanı ziyaret edenlerin hemen hemen yarısı Antalya ilinden diğer yarısı ise başka illerdir. Bu duruma etki eden nedenlerin başında alanın Antalya İli kent merkezine yakın olması gelmektedir. İl dışından gelenlerin büyük çoğunluğu ise, Antalya iline tatil gelip tatilde iken alanı ziyaret edenlerdir. Tüm ziyaretçilerin yaklaşık %95'i alanı tavsiye edeceklerini ifade etmektedir. Bu durum, alanın ziyaretçiler tarafından beğenildiğini ve sunulan hizmetlerden memnun kaldığını göstermekte ve alanın kentsel rekreasyon açısından önemli fonksiyonları yerine getirdiğini göstermektedir.

Ziyaretçilerin alanı tercih sebeplerinin başında piknik yapmak gelmektedir. Sonrasında ise sırasıyla ilgi çekici bir manzaraya sahip olması, sıkıcı şehir yaşantısından uzaklaşmak ve çocukların oyun ihtiyaçlarını karşılamak tercihleri gelmektedir. Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde, ortaokul mezunu ziyaretçiler alanı daha çok çocuklarının oyun ihtiyaçlarını karşıladı için, üniversite mezunu ziyaretçiler ise ilgi çekici bir manzaraya sahip olması nedeni ile tercih etmektedirler. Bu bulgular, alanda düzenlenecek rekreasyonel etkinliklerin yapısı, şekli, zamanı ve niteliği ile ilgili birçok bilgiyi içermektedir. Örneğin, alandaki düzenlemelerde ilginç noktalarda seyir teraslarının bulunması ve çocuk faktörünün her zaman göz önünde bulundurulması kullanıcılar ve kullanıcı memnuniyeti açısından önemli bir konudur. Düşük gelir grubundaki ziyaretçiler ise alanı piknik yapmak, yüksek gelir grubundakiler ise şehir hayatından uzaklaşmak amacı ile tercih etmektedir. Bu bulgular, alanda sunulacak hizmetlerin fiyatlandırılmasında, ziyaretçilerin gelir düzeylerinin dikkate alınmasını gerektirmektedir.

Ziyaretçilerin alanı seçmelerinde etkili olan bilgi kaynaklarından en önemlisi tanıdık tavsiyeleridir. Diğer taraftan internet kullanımının günümüzde giderek artması, alana yönelik etkin bir web sayfasının ziyaretçilerin hizmetine sunulmasını zorunlu kılmaktadır. Özellikle bu web sayfasında alanla ilgili çeşitli bilgilendirme ve

duyuruların yapılabilmesi (interaktif haritalar, alandaki flora ve fauna ile ilgili bilgiler, anlık hava durumu, acil durumlarda aranabilecek numaralar, yardım istenebilecek personel, etkinlik ve aktivite duyuruları vb. gibi) ziyaretçi memnuniyeti açısından son derece önemlidir.

Yapılan faktör analizi sonuçlarına göre, "ziyaretçi memnuniyeti ve mutluluğu", "alt ve üst yapı elemanlarının çevreye uygunluğu ve yeterliliği", "ziyaretçi güvenliği ve görsel bütünlük" faktörleri ziyaretçi algı ve tutumları açısından önem taşımaktadır. Yani ziyaretçilerin alandaki hizmetlerden memnun olması ve alanda huzur bulması, alandaki mimari yapıların çevreye uygunluğu ve güvenlik konuları ziyaretçi algılarını önemli ölçüde etkilemektedir. "Ziyaretçi memnuniyeti ve mutluluğu" faktörü kadınlarda daha yüksek olup, "alt ve üst yapı elemanlarının çevreye uygunluğu ve yeterliliği" faktörü ise erkeklerde daha yüksektir. Yani kadınlar için huzurlu bir ortam önemliyken, erkekler için ise mimari yapıların yeterliliği ve çevreye uygunluğu önem taşımaktadır. Yaş gurupları açısından 18-30 yaş grubu için "ziyaretçi memnuniyeti ve mutluluğu" faktörü, 41-50 ve 61≤ yaş gurubundaki ziyaretçilerde "alt ve üst yapı elemanlarının çevreye uygunluğu ve yeterliliği" faktörü, 31-40 yaş grubundaki ziyaretçilerde "ziyaretçi güvenliği ve görsel bütünlük" faktörü daha önemlidir. Aylık gelir düzeyleri açısından ise, 0-1000 TL grubundaki ziyaretçiler için "ziyaretçi memnuniyeti ve mutluluğu" faktörü, 4001≤ TL ve 2001-3000 TL grubundaki ziyaretçiler için "alt ve üst yapı elemanlarının çevreye uygunluğu ve yeterliliği" faktörü, 3001-4000 TL gurubundaki ziyaretçiler için ise "ziyaretçi güvenliği ve görsel bütünlük" faktörü daha önemlidir. Bu nedenle alanla ilgili yapılacak planlama ve düzenlemelerde bu konulara dikkat edilmesi ziyaretçi yönetimi ve memnuniyetini sağlama açısından önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, Kurşunlu Şelalesi Tabiat Parkı özellikle yaz ayları ile birlikte yoğun bir şekilde ziyaret edilmekte ve turizm acenteleri bu alana turlar düzenlemektedir. Çalışma sonuçları ile alanla ilgili yapılacak planlama ve düzenlemelerde karar vericilere izlemeleri gereken yol hakkında fikir verilmesi amaçlanmıştır. Böylece belli dönemlerde yoğun bir şekilde yapılan ziyaretlerin alanda bıraktığı olumsuz etkilerin azaltılmasına, sunulacak hizmetlerin çeşidinin ve niteliğinin belirlenmesine ve ziyaretçi memnuniyetine katkı yapılmasına çalışılmıştır. Çalışma alanı ve diğer korunan alanlarda yapılacak planlamalarda, alanın ekolojik, biyolojik, jeolojik vb. gibi özelliklerinin yanı sıra, kullanıcı özelliklerinin de dikkate alınması ziyaretçilerin alanı en iyi şekilde anlamaları ve algılamalarını sağlayacak davranış biçimleri geliştirmelerine katkı sağlayacaktır. Bu çerçevede geliştirilecek bir yönetim anlayışı aynı zamanda alanın kaynak değerlerinin korunması ve gelecek nesillere aktarılmasına da yardımcı olacaktır.

Teşekkür

Çalışma, TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri Destek Programı (Proje No: 1919B011501416) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Akbulut, G., Atmış, E., Günşen, H.B., 2015. Farklı ilgi gruplarının milli park algıları üzerine bir değerlendirme: Küre Dağları Milli Parkı örneği. Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 15 (1): 133-145.
- Akten, S., Gül, A., Akten, M., 2012. Korunan doğal alanlarda kullanılabilir ziyaretçi yönetim modelleri ve karşılaştırılması. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 13 (1): 57-65.
- Akyol, A., 2017. Contributions of local guidance practices to the natural environment, protected areas and local people. Applied Ecology and Environmental Research, 15(3): 1079-1096.
- Akyol, A., Türkoğlu, T., Bekiroğlu, S., Tolunay, A., 2017. Resident perceptions of livelihood impacts arising from the Kızıldağ National Park, Turkey. Environ Dev Sustain. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10668-017-9921-0>, Erişim:10.03.2017.
- Alkan, H., 2013. Ormanlık ve orman ürünleri programı öğrencilerine yönelik bir araştırma. SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 14: 88-94.
- Alkan, H., Korkmaz, M., Tolunay, A., 2009. Assessment of primary factors causing positive or negative local perceptions on protected areas. Journal of Environmental Engineering and Landscape Management, 17(1): 20-27.
- Arabatzi, G., Evangelos, G., 2010. Visitors' satisfaction, perceptions and gap analysis: the case of Dadia-Lefkimi-Soufli National Park. Forest Policy and Economics, 12: 163-172.
- Atmış, E., 2001. Sürdürülebilir ormancılıkta halk katılımının ilk aşaması: Toplumun beklentilerinin tespiti. I. Ulusal Ormanlık Kongresi Bildiriler Kitabı, Türkiye Ormanlık Derneği Yayını, Ankara, s.218-233.
- Başar, H., Miran, B., 2010. Dilek Yarımadası-Büyük Menderes Deltası Milli Parkında sonbahar ziyaretçilerinin özellikleri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 47(3): 241-250.
- Bekiroğlu, S., Destan, S., Can, M., Türkoğlu, T., Tolunay, A., 2015. Econometric analysis of a forest recreation area: An example from Istanbul-Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 24(9a): 2937-2945.
- Cheung, L.T.O., Fok, L., 2014. The motivations and environmental attitudes of nature-based visitors to protected areas in Hong Kong. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 21(1): 28-38.
- Daşdemir, İ., 1996. Orman işletmelerinin başarı düzeylerinin belirlenmesi. Doğu Anadolu Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, 1:1-162.
- Daşdemir, İ., Güngör, E., 2008. Küre Dağları Milli Parkı optimum yönetim stratejisinin belirlenmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 10(13): 23-36.
- Dereli, D., 2010. Kazdağı Milli Parkı'nda ziyaretçi yönetimi. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Balıkesir.
- DKMP, 2017a. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. <http://www.milliparklar.gov.tr/Anasayfa/istatistik.aspx?sflang=tr>, Erişim: 05.06.2017.
- DKMP, 2017b. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. <http://bolge6.ormansu.gov.tr/bolge/AnaSayfa/tabiatparlari/kursunluselalesitabiatiiparki.aspx?sflang=tr>, Erişim: 04.06.2017.
- Eymen, U.E., 2007. SPSS 15.0 Veri Analiz Yöntemleri. İstatistik Merkezi Yayınları, Ankara.
- Fredman, P., 2004. National park designation-visitor flows and tourism impact. Proceedings of the second international conference on monitoring and management of visitor flows in recreational and protected areas. <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2004/mwp002-54.pdf>, Erişim: 17.02.2017.
- IUCN, 2017. International Union for Conservation of Nature. <https://www.iucn.org/>, Erişim: 22.01.2017.
- Kalaycı, Ş., 2010. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yayın Dağıtım, 5. Baskı, Ankara.
- Kaltenborn, B.P., Nyahongo, J.W. Kideghesho, J.R., 2011. The attitudes of tourists towards the environmental, social and managerial attributes of Serengeti National Park, Tanzania. Tropical Conservation Science, 4(2): 132-148.
- Kaptanoğlu, A.Y.Ç., 2010. Korunan alanlardaki rekreasyonel talep özelliklerinin saptanmasında ziyaretçi gözlem yöntemlerinin kullanımı. Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University, 60(2): 69-76.
- Kervankıran, İ., Eryılmaz, A.G., 2016. Milli parkların turizm ve rekreasyonel faaliyetlerde sürdürülebilir kullanımı: Isparta İli örneği. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 39: 151-182.
- KŞ, 2016. Kurşunlu Şelalesi. http://www.kursunluselalesi.com.tr/tr/?page_id=73, Erişim: 17.5.2016.
- McCool, S.F., 2002. Tourism in protected areas: continuing challenges and emerging issues for sustaining visitor experiences. Celebrating Mountains Conference, Jindabyne, NSW, Australia.
- Nielsen, G., 2012. Capacity development in protected area management. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 19(4): 297-310.
- Obua, J., Harding, D.M., 1996. Visitor characteristics and attitudes towards Kibale National Park, Uganda. Tourism Management, 17(7): 495-505.
- Ok, K., 2010. Türkiye Ormanlık Sektörü Açısından Ekoturizm. Orman Ekosistemlerinde Ekoturizm Çalıştayı ve 10. yılında TODEG. Türkiye Ormanlık Derneği diğer yayınlar Serisi:10, Ankara.
- Ok, K., Okan, T., 2011. A review of the cultural heritage of Anatolian civilizations for the purpose of nature conservation. African Journal of Agricultural Research, 6(1): 89-96.
- Öztürk, A., Türker, M.F., 2006. Determining demand priorities of various stakeholders regarding forest goods and services in the context of sustainable forestry: A case study from Turkey. Journal of Applied Sciences, 6: 43-46.
- Pak, M., Türker, M.F., 2004. Orman içi dinlenme yeri ziyaretçilerinin bazı sosyo-ekonomik özelliklerinin irdelenmesi (Kapıçam, Başkonuş ve Dülük Baba orman içi dinlenme yerleri örneği). KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 7 (1): 66-74.

- Puustinen, J., Pouta, E., Neuvonen, M., Sievänen, T., 2009. Visits to national parks and the provision of natural and man-made recreation and tourism resources. *Journal of Ecotourism*, 8(1): 18-31.
- Sung, H.H., 2004. Classification of adventure travelers: Behavior, decision making and target markets. *Journal of Travel Research*, 42(4): 343-356.
- Tavakol, M., Dennick, R., 2011. Making sense of cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2: 53-55.
- Toksoy, D., Şen, G., Özden, S., Ayaz, H., 2008. The forestry organization and its relationship with local people in the Eastern Black Sea Region of Turkey, *Forestry Organisation And Public Relations In Turkey's Eastern Black Sea Region. NEW MEDIT: A Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment*, Numero 4-Ottobre/Dicembre 2008.
- Tolunay, A., Alkan, H., Korkmaz, M., 2004a. Isparta tarihi Ayazmana Mesireliği'nin açık hava rekreasyonu açısından kullanıcı özellikleri. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 8 (1): 59-70.
- Tolunay, A., Korkmaz, M., Alkan, H., 2004b. Kent ormanlarında rekreasyonel etkinlikler açısından ziyaretçi profilinin belirlenmesi (Gölcük Tabiat Parkı Örneği). I. Kent Ormancılığı Kongresi, Türkiye Ormanlıklar Derneği, 9-11 Nisan 2004, s.137-149, Ankara.
- Tonge, J., Moore S.A., 2007. Importance-satisfaction analysis for marine-park hinterlands: A Western Australian case study. *Tourism Management*, 28: 768-776.
- Yurdakul, E.S., Kuvan, Y., Yıldırım, H.T., 2011. The general characteristics and main problems of national parks in Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 6(23): 5377-5385.
- Yurdugül, H., 2017. Faktör analizinde KMO ve Bartlett testleri neyi ölçer? <http://yunus.hacettepe.edu.tr/~yurdugul/3/indir/Kuresellik.pdf>, Erişim: 03.04.2017.
- Yücel, M., Babuş, D., 2005. The history of nature conservation and developments of nature conservation in Turkey. *Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 11: 151-175.

Korunan ve otlatılan mera alanlarında vejetasyon özelliklerinin karşılaştırılması: Kocapınar Merası örneği

Ahmet Alper Babalık^{a,*}, Hüseyin Fakir^a

Özet: Bu çalışma, Isparta ili Davraz Dağı Kozağacı Yaylası Kocapınar Merasında 2011-2012 yıllarında, bazı bitki örtüsü özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ölçümler iki yıl süresince haziran ve eylül aylarında, otlatılan ve korunan mera alanlarında gerçekleştirilmiştir. Bitki ile kaplı alan tespitinde “transekt yöntemi”, kuru ot veriminin belirlenmesinde ise “kuadrat yöntemi” kullanılmıştır. Mera alanlarında toplam 30 familya ve 140 bitki taksonu belirlenmiştir. En fazla taksona sahip familyalar 25 takson ile Asteraceae, 14 takson ile Lamiaceae, 12 takson ile Brassicaceae ve Fabaceae olarak belirlenmiştir. Çalışma sahası bitki örtüsünün botanik kompozisyonunda, toplam buğdaygil oranı otlatılan alanda %60.9, korunan alanda %58.7, baklagil oranı aynı sırayla %14.4 ve %18.0, diğer familyalara giren tür oranları ise %24.7 ve %23.3 olarak bulunmuştur. Bitki ile kaplı alan oranları otlatılan alanda ortalama %24.3 olurken, korunan alanda %30.5 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca otlatılan alanda ortalama 3.478 olan mera kalite derecesi, korunan alanda 3.787 olarak belirlenmiştir. Topraktüsti biyokütle miktarı otlatılan alanda ortalama 208.24 kg/da olurken, korunan alanda 256.49 kg/da, toprakaltı biyokütle ise sırasıyla 347.88 kg/da ve 454.41 kg/da olarak belirlenmiştir. Otlatma kapasitesi 1 ha’lık alan için otlatılan alanda ortalama 0.39 büyük baş hayvan birimi (BBHB) olurken, korunan alanda 0.48 BBHB olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Mera vejetasyonu, Mera kalite derecesi, Botanik kompozisyon, Otlatma kapasitesi, Isparta

Comparison of vegetation properties on the protected and grazed rangeland areas: The case of Kocapınar Rangeland

Abstract: The objective of this study is to determine the some vegetation properties in Kocapınar Rangeland of Kozağacı Highlands of Davraz Mountain (Isparta) during 2011-2012. The measurements were carried out for a period of two years during the months of June and September of the grazed and ungrazed rangeland areas. “Line intercept (transect)” method was used for the determination of plant-covered area whereas “quadrate method” was used to determine dry forage yield. A total of 30 families and 140 plant species were identified in the rangeland areas. The families that have the most taxa in the site are Asteraceae with 25 taxa, Lamiaceae with 14 taxa, Brassicaceae and Fabaceae with 12 taxa. With respect to the botanic composition of the vegetation of the research area, total ratio of Poaceae family, Fabaceae family, and the plant species belonging to the other families were found as 60.9 % and 58.7 %, 14.4 % and 18.0 %, 24.7 % and 23.3 % in the grazed and ungrazed areas, respectively. The ratio of plant covered area was found as on average 24.3 % in the grazed area and 30.5 % in the ungrazed area. Besides, the range quality degree, which was on average 3.478 in the grazed areas, was found as 3.787 in the ungrazed ones. Above-ground biomass proved to be on average 208.24 kg/da in the grazed area and 256.49 kg/da in the ungrazed area, while the under-ground biomass was determined to be 347.88 kg/da and 454.41 kg/da, respectively. The grazing capacity for an area of 1 ha was found as on average 0.39 animal units in the grazed areas and 0.48 animal units in the ungrazed ones.

Keywords: Rangeland vegetation, Range quality degree, Botanical composition, Grazing capacity, Isparta

1. Giriş

Çayır ve meralar üretim potansiyelleri, kaliteleri ve karlılıkları nedeniyle ticari hayvancılığın vazgeçilmez yem kaynaklarıdır. Ülkemiz arazilerinin % 18.8’ini oluşturan çayır ve meralar, toplam olarak 14.6 milyon hektarlık geniş bir alanı kaplarlar. Çayır-meraların % 85’i yarı kurak bölgelerde yer almaktadır (Gökkuş, 2001; Altın vd., 2011). Yarı-kurak bir bölge içerisinde yer alan Isparta ilinin yüzölçümü yaklaşık olarak 893307 hektardır. İl ölçeğinde çayır-mera alanları 82869 hektar olup, toplam alanın yalnız % 9.3’ünü oluşturmaktadır (Anonim, 2011).

Doğal meralar ülkemizde genel olarak oldukça eğimli ve engebeli arazilerde bulunmakta olup, bunların % 90’ı VI. ve VII. sınıf araziler üzerinde yer almaktadır (Ayдын ve Uzun, 2002). Bununla birlikte, uzun yıllar süren düzensiz

faýdalanmalar nedeniyle mera alanlarının büyük bir bölümünde bitki ile kaplı alan değerleri % 15-30 düzeyindedir (Büyükburç, 1999).

Ülkemizde hayvan varlığı her geçen yıl hızla artmış, mera alanları ise azalmıştır. 1935’li yıllarda bir büyükbaş hayvan birimi (BBHB)’ne yaklaşık 2.2 hektar mera alanı düşerken, günümüzde bu alan 0.76 hektara kadar inmiştir. Alansal olarak meralarımızda görülen azalma yanında, meraların orta malı olması, uzun yıllar devam eden erken ve aşırı otlatma, ıslah ve bakım işlerinin yapılamaması, kullanıcılara belli bir yetki ve yükümlülük getirilememesi gibi temel nedenler nedeniyle çayır-meraların vejetasyon yapısı büyük oranda bozulmuş (Çaçan vd., 2014), ot verimleri azalmıştır. Türkiye’de meraların tahmini ot verimi 45-120 kg/da arasında değişmektedir (Özudoğru, 2000). Ortalama 70 kg/da olan ot verimi, dünya ortalamasının

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): alperbabalik@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 19.07.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 20.09.2017



Citation (Atıf): Babalık, A.A., Fakir, H., 2017. Korunan ve otlatılan mera alanlarında vejetasyon özelliklerinin karşılaştırılması: Kocapınar Merası örneği. Turkish Journal of Forestry, 18(3): 207-211.

DOI: 10.18182/tjf.329692

yaklaşık 1/3'ü düzeyindedir. Ülkemiz meralarında olduğu gibi Isparta yöresi meralarının da erken ve kapasitesinin üzerinde otlatılması nedeniyle bitki örtüsünün büyük bir bölümü tahrip edilmiş durumdadır. Kuşkusuz bu alanların yeniden bitkilendirilmesi ve mevcut bitki örtüsünün de iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, gerek bozulan alanların yeniden verimli mera haline dönüştürülmesi, gerekse mevcut alanların ıslahında, bitki örtüsü ile onu etkileyen toprak, topoğrafya ve diğer çevre faktörlerinin incelenmesi ve bunlar arasındaki ilişkilerin de bilinmesi zorunluluğu vardır.

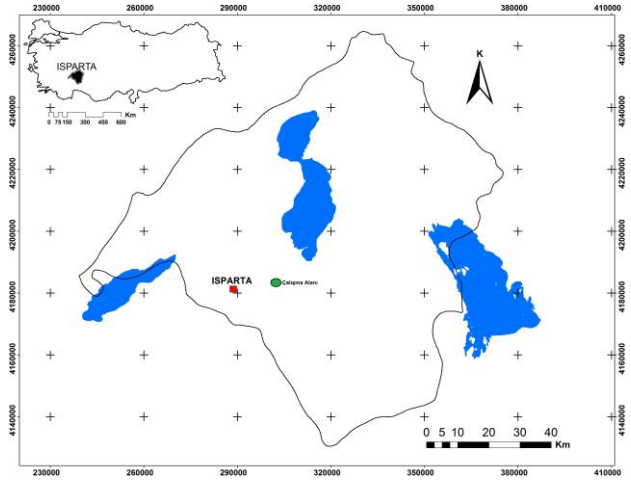
Büyükburç (1996)'a göre, Türkiye'de toplam kaliteli kaba hayvan yemi açığı 10 milyon ton civarındadır. Bu açığın kapatılmasında meraların durumunun saptanması ve ıslah yöntemlerinin uygulanması önemli bir rol oynayacaktır. Bunun yanısıra hayvan ıslahı ve yem bitkileri ekim alanlarının genişletilmesi de önemli katkı sağlayacaktır. Bitki kompozisyonu ve onu oluşturan türlerin belirlenmesi, bu meralar üzerinde ağırlıklı olarak hangi hayvan cinsinin otlayabileceğine, meraların otlatma kapasitelerinin belirlenmesine ve yöre için önemli olan yem bitkilerinin tespitine olanak verecektir. Bu konuda yapılmış birçok araştırmanın temeli, doğal meralarda floristik kompozisyonun ve ekolojik özelliklerinin belirlenmesine, meraların verim ve otlatma kapasitelerinin saptanmasına dayanmaktadır. Bu çalışmalar zengin bir floraya sahip olan ülkemiz açısından son derece büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, bölgenin doğal meralarından biri olan Davraz Dağı Kozagaçlı Yaylası Kocapınar Merası'nda otlatılan ve korunan mera alanlarının bitki ile kaplı alan durumunu, botanik kompozisyonunu, kalite derecelerini, verim durumunu ve otlatma kapasitelerini tespit etmek amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu çalışma ile hayvancılığı büyük ölçüde meracılığa bağlı olan yörede, meralarda alınacak olan koruma önlemleriyle ne gibi değişikliklerin meydana geleceğinin ortaya konulması ile sağlanabilecek faydalar belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

Araştırma materyali olarak, Isparta ili Merkez ilçe Sav kasabası sınırları içerisinde yer alan, ortalama yükseltisi 1350 metre, genel bakışı batı olan, yaklaşık 200 hektar büyüklüğündeki Davraz Dağı Kozagaçlı Yaylası Kocapınar Merası seçilmiştir. Çalışma alanı (Şekil 1), il merkezine 20 km mesafede olup, Akdeniz iklimi ile Orta Anadolu karasal ikliminin geçiş bölgesinde yer almaktadır. Isparta ili meteoroloji istasyonu verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 12.0 °C, yıllık ortalama yağış ise 511.5 mm'dir. Çalışmanın yürütüldüğü 2011 yılında yıllık ortalama sıcaklık 12.1 °C, 2012 yılında ise 12.7 °C olurken, yıllık toplam yağış 2011 yılında 400.0 mm, 2012 yılında ise 622.9 mm olmuştur (DMİ, 2013).

Çalışma alanı olarak belirlenen merada devamlı otlatma yapılmaktadır. Çalışma, belirlenen mera alanında, devamlı otlatma yapılan mera alanı (100 ha) ile çalışmanın amacına uygun olarak seçilen korunan alan (mera alanının hemen bitişiğinde yer alan ve Isparta Çevre ve Orman İl Müdürlüğü, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Şube Müdürlüğü'nce ağaçlandırılmak amacıyla 2007-2009 yıllarında tel örgü ile çevrilerek koruma altına alınmış olan 600 hektarlık sahanın hiçbir teknik işlem görmemiş ve ağaçlandırılmamış olan yaklaşık 100 hektarlık kısmı) üzerinde yürütülmüştür.



Şekil 1. Çalışma alanı

Mera alanı VI. ve VII. sınıf arazi niteliğinde olup, kırmızı Akdeniz toprakları ile kolüviyal topraklardan oluşmaktadır. Topraklar balçık tekstür sınıfına girmektedir. Toprakların pH'sı ortalama 7.9 olup, organik madde içeriği ve kireç miktarı ise ortadır. Topraklar genel itibariyle tuzsuz olup, toprak derinliği oldukça azdır. Bazı kesimlerde toprak erozyon etkisiyle tamamen kaybolmuştur.

Araştırma sahası Davis (1965-1988) tarafından Türkiye Florası'nda kullanılan karelij sistemine göre C3 karesine girmektedir. Bölge bitki coğrafyası yönünden incelendiğinde ise, Akdeniz flora bölgesinde bulunduğu görülmektedir (Davis vd., 1971). Ancak, Türkiye'deki Akdeniz flora bölgesinin sınırları Avrupa-Sibirya bölgesinde olduğu gibi, açık ve kesin olarak çizilememektedir. Bunun en önemli nedeni karasal karakterli flora bölgelerinin kolaylıkla birbirlerinin sınırlarına girebilmeleridir. Özellikle Akdeniz bölgesi ile İran-Turan bölgeleri arasında önemli floristik ilişkiler bulunmaktadır (Davis, 1965-1988; Yaltırık ve Efe, 1989). Bu nedenle araştırma alanlarının Akdeniz flora bölgesinde ve Akdeniz flora bölgesinden İran-Turan flora bölgesine geçiş kuşağında yer aldığı söylenebilir.

Kocapınar merasında 2 yıl süreyle (2011-2012) yürütülen bu çalışmada aşağıdaki işlemler yerine getirilmiştir.

Araştırma alanındaki mera vejetasyonunun özelliklerini saptamak amacıyla arazide otlatılan ve korunan mera alanlarında 5'er adet ana hat belirlenerek bu ana hatlar üzerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Her bir ana hatta 10 transekt ünitesi olacak şekilde ölçümler yapılmıştır. Ölçümler bitkilerin dip kaplama alanları esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada mera vejetasyonu kantitatif özelliklerini belirlemede kuadrat yöntemi ve transekt yönteminden (Genç Lermi vd., 2016; Gökbülak, 2013) yararlanılmıştır. Vejetasyon çalışmalarında bitki örtülerinin özellikleri kantitatif ve kalitatif olmak üzere iki kısma ayrıştırılmaktadır. Bu çalışmada da vejetasyonun kantitatif ve kalitatif özelliklerinden olan bitki ile kaplı alan ve botanik kompozisyon gibi özellikler saptanmıştır. Ayrıca çalışmada meraların kuru ot verimleri (topraküstü biyokütle), toprakaltı biyokütlesi, otlatma kapasiteleri, türlerin kalite dereceleri ve mera durumları belirlenmiştir. Vejetasyon etütleri her iki yılda da otlatılan ve korunan mera alanlarında ayrı ayrı belirlenen 5 ana transekt hattı

üzerinde haziran ve eylül aylarının ikinci yarılarında yapılmıştır (Bakoğlu ve Koç, 2002).

3. Bulgular ve tartışma

Mera alanının ortalama bitki ile kaplı alan (BKA) değerleri otlatılan alanda % 24.3 olurken, korunan alanda ise % 30.5 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 1). Erozyona karşı toprakların korunmasında oldukça önemli bir etkiye sahip olan bitki ile kaplı alan değerleri (Bakoğlu, 1999) kullanım durumuna, ölçümlerin yapıldığı yıllar ve mevsimlere göre farklılıklar göstermektedir.

Bitki ile kaplı alan bakımından mera alanında, araştırmanın yapıldığı yıllar ve ölçümlerin yapıldığı mevsimler arasında % 5 seviyesinde önemli fark kaydedilirken, kullanım durumu bakımından otlatılan ve korunan mera kesimleri arasında % 0.1 seviyesinde önemli fark belirlenmiştir.

Mera alanındaki bitki türleri; buğdaygiller, baklagiller ve diğer familyalardan bitkiler olmak üzere üç grupta toplanarak incelenmiştir (Şengönül vd., 2009). Meranın farklı alanlarında (otlatılan ve korunan) her bitki grubunun kapladıkları alanın birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Merada, gerek otlatılan alanda gerekse korunan alanda buğdaygiller familyasından bitkiler ilk sırayı almış, bunu diğer familyalardan bitkiler ve baklagiller familyasından bitkiler izlemiştir. Otlatılan alanda buğdaygiller % 60.9, baklagiller % 14.4 ve diğer familyalar % 24.7 ile botanik kompozisyonda yer alırlarken, korunan alanda sıralama değişmemekle birlikte buğdaygiller % 58.7, baklagiller % 18.0 ve diğer familyalar % 23.3 oranında yer almışlardır. Otlatılan ve korunan mera alanlarında botanik

kompozisyona en fazla katılma oranını buğdaygiller familyası gösterirken, bunu sırasıyla diğer familyalar ve baklagiller familyası izlemiştir. Botanik kompozisyon ortalamaları bakımından otlatılan mera alanında buğdaygiller ve diğer familyalardan bitkiler korunan mera alanına göre daha yüksek oranda bulunurken, baklagiller familyasının ise korunan mera alanında otlatılan mera alanına göre daha fazla bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Kocapınar merasında genel ortalamaya göre topraküstü biyokütle miktarı 232.4 kg/da olarak tespit edilmiştir. Bu değer otlatılan alanda 208.2 kg/da olurken, korunan alanda 256.5 kg/da olmuştur. Haziran ayında 277.6 kg/da olan topraküstü biyokütle, eylül ayında azalarak 187.1 kg/da'ya düşmüştür. Yıllar itibarıyla bakıldığında ise 2011 yılında 244.2 kg/da olan topraküstü biyokütle, 2012 yılında 220.6 kg/da olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Topraküstü biyokütle miktarı bakımından Kocapınar merasında ölçümlerin yapıldığı mevsimler arasında ve kullanım durumları (otlatılan-korunan) arasında % 0.1 düzeyinde, araştırmanın yapıldığı yıllar arasında ise % 1 düzeyinde önemli fark tespit edilmiştir.

Araştırma alanında genel ortalamaya göre toprakaltı biyokütle miktarı ortalama 401.2 kg/da olarak tespit edilmiştir. Bu değer otlatılan alanda 347.9 kg/da olurken, korunan alanda 454.4 kg/da olmuştur. Haziran ayında 404.0 kg/da olan toprakaltı biyokütle, eylül ayında 398.4 kg/da olarak biraz azalmıştır. Yıllar itibarıyla bakıldığında ise 2011 yılında 396.0 kg/da olan toprakaltı biyokütle, 2012 yılında artarak 406.4 kg/da'ya yükselmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 1. Farklı mera alanlarının bitki ile kaplı alan değerleri

Mera Alanları	Bitki ile Kaplı Alan (%)								
	2011			2012			Yıllar Ort.		
	Haz.	Eyl.	Ort.	Haz.	Eyl.	Ort.	Haz.	Eyl.	Ort.
Otlatılan	26.2	24.8	25.5	24.4	21.7	23.1	25.30	23.30	24.30
Korunan	30.7	29.9	30.3	31.1	30.3	30.7	30.90	30.10	30.50

Çizelge 2. Farklı mera alanlarının botanik kompozisyon ortalamaları

	Botanik Kompozisyon Ortalamaları (%)		
	Familyalar	Otlatılan	Korunan
Kocapınar Merası	Buğdaygiller	60.9	58.7
	Baklagiller	14.4	18.0
	Diğer Familyalar	24.7	23.3
	Toplam	100.0	100.0

Çizelge 3. Otlatılan ve korunan mera alanlarındaki topraküstü biyokütle miktarları

Mera Alanları	Topraküstü biyokütle (kg/da)								
	2011			2012			Yıllar Ort.		
	Haz.	Eyl.	Ort.	Haz.	Eyl.	Ort.	Haz.	Eyl.	Ort.
Otlatılan	270.7	181.4	226.1	238.4	142.5	190.5	254.5	161.9	208.2
Korunan	305.4	219.3	262.3	296.1	205.2	250.7	300.7	212.3	256.5

Çizelge 4. Otlatılan ve korunan mera alanlarındaki toprakaltı biyokütle miktarları

Mera Alanları	Toprakaltı biyokütle (kg/da)								
	2011			2012			Yıllar Ort.		
	Haz.	Eyl.	Ort.	Haz.	Eyl.	Ort.	Haz.	Eyl.	Ort.
Otlatılan	353.3	336.5	344.9	361.4	340.3	350.9	357.4	338.4	347.9
Korunan	442.3	451.6	447.0	458.7	465.0	461.9	450.5	458.3	454.4

Toprakaltı biyokütle miktarı bakımından merada kullanım durumu itibarıyla otlatılan ve korunan mera kesimleri arasında % 0.1 düzeyinde önemli fark tespit edilmiştir. Araştırmanın yapıldığı yıllar ve ölçümlerin yapıldığı mevsimler arasında ise istatistiki bakımdan önemli bir fark saptanmamıştır.

Meradaki otlatılan ve korunan alanlarının mera kalite dereceleri ve mera durumları Çizelge 5’de verilmiştir.

Kocapınar merasında otlatılan mera alanının kalite derecesi 3.478, korunan mera alanının kalite derecesi 3.787 olarak saptanmış ve her iki alanın mera durumunun da 3.1-5.0 aralığında bulunduğu (Okatan, 1987) ve “yetersiz” olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Çalışma alanında 1 ha’lık birim alan için otlatma kapasitesi otlatılan alanlar için 0.39 BBHB olurken, korunan alanlar için 0.48 BBHB olarak belirlenmiştir. Bir BBHB için gerekli mera büyüklüğü ise otlatılan alanlarda 2.59 ha olarak saptanırken, korunan alanlarda daha düşük (2.11 ha) olarak tespit edilmiştir. Doğal olarak otlatma kapasitesi korunan kesimlerde daha yüksek, gerekli mera alanı ise daha düşük olmaktadır.

Araştırma sahasında 30 familyadan 122 cins olmak üzere toplam 140 bitki taksonu tespit edilmiştir. Bunların 11 tanesini buğdaygiller, 12 tanesini baklagiller ve 117 tanesini de diğer familyalardan bitkiler oluşturmaktadır. Sahada 21 cins ve 25 takson ile en fazla rastlanılan familya Asteraceae’dir. Bu bitkilerden 41’i bir yıllık, 6’sı iki yıllık ve 93’ü de çok yıllıktır. Toplam 140 bitki taksonundan 7 tanesi azalıcı tür, 24 tanesi çoğalıcı tür olarak belirlenirken, 109 tanesi de istilacı tür olarak tespit edilmiştir. Bunlardan 34’ü Akdeniz bölgesi elementi, 27’si İran-Turan bölgesi elementi, 12’si Avrupa-Sibirya bölgesi elementi, 67’si de çok bölgeli veya bölgesi bilinmeyen bitki taksonu olarak kaydedilmiştir. Ayrıca bitki taksonlarından 35’i endemiktir. Mera alanlarında çok yıllık bitkilerin oldukça fazla (% 67) olması meranın kalitesi yönünden olumlu olarak algılanabilir, ancak azalıcı türlerin çok az (% 5), istilacı türlerin ise çok fazla (% 78) olması meranın geleceği açısından tehlike arz etmektedir.

Çizelge 5. Mera alanlarının kalite derecesi değerleri ve mera durumu

Arazi kullanım durumu	Kocapınar merası	
	Otlatılan	Korunan
Kalite derecesi	3.478	3.787
Mera durumu	Yetersiz	Yetersiz

4. Sonuç ve öneriler

Kocapınar merasında mera vejetasyonunun bitki ile kaplı alan, botanik kompozisyon, topraküstü - toprakaltı biyokütle ve mera kalite derecesi gibi özelliklerinin yıllara, mevsimlere ve kullanım durumlarına göre değişimleri incelenmiş ve bunlarla ilgili sonuçlar ortaya konulmuştur.

Bu sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki önerilerde bulunmak mümkün olabilir:

- Davraz Dağı Kozağacı Yaylasında yer alan Kocapınar merasında bilinçsiz, aşırı ve erken otlatma yapılmaktadır. Bu da meranın ileri derecede tahrip olmasına ve bitki kalitesini önemli ölçüde kaybetmesine neden olmaktadır. Mera topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinde bitki gelişmesini ciddi olarak kısıtlayacak herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır. Bu durumda, bir takım koruyucu önlemler alınarak otlatmanın planlanması ve belirli bir düzene sokulması ile meraların istenilen düzeye getirilmesi mümkün olabilir. Bunun için otlatmaya erken ilkbaharda değil, bitkilerin otlatma olgunluğuna, toprağın da tavına geldiği mayıs ayı başında başlanması ve otlatmanın sonbahar kritik periyodu başlamadan önce ekim ayı sonunda bitirilmesi uygun olacaktır.
- Mera alanı otlatma kapasitesine uyularak belli sayıda hayvanla otlatılmalıdır. Bu da Kocapınar merasında 1 ha’lık alan için otlatılan alanlarda 0.39 BBHB olarak belirlenmiştir. Buna uyulduğu takdirde, meraların verimliliklerinin korunmasına, erozyona karşı dirençlerinin artmasına ve istenilen miktarda hayvansal ürün elde edilmesine imkan sağlanabilecektir.
- Diğer önemli bir nokta ise; mera üzerinde hayvanların üniform olarak otlamalarını sağlamaktır. Bu da başıboş bir otlatma ile değil, kontrollü olarak yapılan sistemli bir otlatma ile gerçekleştirilebilir. Aynı zamanda meranın mera vejetasyonunu en iyi biçimde değerlendirecek hayvan türü ile otlatılması da gerekmektedir. Böylece mera alanından daha iyi yararlanılmış olur. Kocapınar merasında buğdaygil yem bitkileri hakim durumda olduğu için, meranın düz kesimlerinde büyükbaş hayvanların, engebeli kesimlerinde de küçükbaş hayvanların otlatılması durumunda mera kesimleri daha iyi değerlendirilmiş olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma SDÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiş olan 2616-M-10 nolu projenin bir bölümünden hazırlanmıştır. İlgili birime desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Altın, M., Gökkuş, A., Koç, A., 2011. Çayır ve Mera Yönetimi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, 331s., Ankara.
- Anonim, 2011. Isparta İli Çevre Durum Raporu. Isparta Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 493 s., Isparta.
- Aydın, İ., Uzun, F., 2002. Çayır-Mera Amenajmanı ve Islahı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 9, 313s., Samsun.
- Bakoğlu, A., 1999. Otlatılan ve korunan iki farklı mera kesiminin bazı toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin karşılaştırılması. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 128s., Erzurum.
- Bakoğlu, A., Koç, A., 2002. Otlatılan ve korunan iki farklı mera kesiminin bazı toprak ve bitki örtüsü özelliklerinin karşılaştırılması. I. Bitki örtüsü özelliklerinin karşılaştırılması. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(1), 37-47.
- Büyükbuğ, U., 1996. Türkiye’de çayır-mera ve yem bitkileri ile diğer kaba yem kaynaklarının değerlendirilmesi ve geliştirilmesine yönelik öneriler. Türkiye III. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, 32-42, Erzurum.
- Büyükbuğ, U., 1999. Meralarımızın Toprak-Su Muhafazası ve Biyolojik Zenginlik Yönüyle Önemi ve Alınması Gerekli Tedbirler. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Çayır-Mera Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı, 283-296, Ankara.
- Çaçan, E., Aydın, A., Başbağ, M., 2014. Korunan ve otlatılan iki farklı doğal alanın botanik kompozisyon açısından karşılaştırılması. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, Special issue:2, 1734-1741.
- Davis, P.H., 1965-1988. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Vol. 1-10, University Press, Edinburgh.
- Davis, P.H., Harper, P.C., Hedge, I.C., 1971. Distribution Patterns in with Particular Reference to Endemism. Plant Life and South-West Asia, Published by the Botanical Society of Edinburgh-Aberdeen-Great Britain.DMİ, 2013. Isparta İli İklim Verileri. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ), Ankara.
- Genç Lermi, A., Palta, Ş., Öztürk, H., 2016. Bartın ilinde bir mera ıslah çalışmasının değerlendirilmesi: Serdar Köyü örneği. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 18(2): 65-70.
- Gökbulak, F., 2013. Meralarda Vejetasyon Analizi. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 5151, Orman Fakültesi Yayın No: 503, 157 s., İstanbul.
- Gökkuş, A., 2001. Mera-Hayvan İlişkileri ve Uygun Otlatma Yoğunluğu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarım ve Köy Dergisi, Sayı: 139, 28-33, Ankara.
- Okatan, A., 1987. Trabzon-Meryemana Deresi Yağış Havzası Alpin Meralarının Bazı Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri ile Vejetasyon Yapısı Üzerine Araştırmalar. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 664, Seri No: 62, 290s., Ankara.
- Özüdoğru, M.Ü., 2000. Çayır ve Meraların Önemi. Orman Bakanlığı, Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Teknik Bülteni, Sayı: 79, 6-8, Kasım-Aralık 2000, Ankara.
- Şengönül, K., Kara, Ö., Palta, Ş., Şensoy, H., 2009. Bartın Uluayla Yöresindeki mera vejetasyonunun bazı kantitatif özelliklerinin saptanması ve ekolojik yapının belirlenmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 11(16): 81-94.
- Yaltırık, F., Efe, A., 1989. Otsu Bitkiler Sistematigi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3568, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No: 3, 512s., İstanbul.

Çankırı Acıçay-Tatlıçay Havzalarında arazi kullanım türlerinin Bayes Ağları yöntemiyle tahmin edilmesi

Semih Ediş^a, Efehan Ulaş^{b,*}

Özet: Son yıllarda küresel ısınma ve iklim değişikliğinin dereler üzerindeki rejim bozukluğunu ortaya çıkardığı uzmanlar tarafından tespit edilmiştir. Bu rejim bozuklukları dere, ırmak ve nehirlerin hidromorfolojilerinde de değişimlere sebep olarak zaman zaman sel ve taşkınların oluşmasına sebep olmaktadır. Özellikle yarı-kurak havzalarda bölge yapısının ve özelliklerinin bilinmesi muhtemel felaketleri engellemede önemli bir faktördür. Bu çalışmanın amacı, Çankırı ilinde bulunan Tatlıçay ve Acıçay havzalarında belirlenmiş 513 noktadaki ölçümler ile derelerdeki hidromorfolojik yapının belirlenmesi, arazi kullanma türünün (AKT) hangi parametrelere göre değiştiğinin incelenmesi ve arazi yapısının tahmin edilmesidir. Bu amaçla dört farklı Bayes Ağ senaryosu belirlenmiştir. Bu senaryolarda, farklı parametreler belirlendiğinde AKT'nin yüzde kaç olasılıkla tahmin edildiği saptanmıştır. Bu sonuçlara göre en yüksek olasılıkla belirlenen AKT tipi iğne yapraklı orman olup, bu oran %97 olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Bayes ağları, Arazi kullanma türü, Rosgen dere sınıfı, Çankırı

Using Bayesian Network to predict the watershed land use type of Çankırı Acıçay-Tatlıçay

Abstract: In recent years, experts have identified that climate change and global warming affects stream flow regime. These changes cause floods and erosion in creeks, streams, rivers etc. Especially in semi-arid watersheds, the structure of the land usage type is an important factor in preventing possible disasters. The aim of this study is to determine watershed land usage type by using hydro-morphological structure of stream and some physical water quality parameters. To do so, hydro-morphological observations and some physical water quality parameters were collected from 513 different points in Acıçay and Tatlıçay watershed. For this purpose, four different Bayesian network scenarios were considered to see the changes in the type of the land use. In this scenario, the prediction probability of the watershed land usage type was determined with different parameters. In conclusion, coniferous forest was predicted with the highest probability rate of %97.

Keywords: Bayesian network, Land use type, Rosgen stream classification, Çankırı

1. Giriş

Arazi kullanma türü/razi örtüsü dinamik olarak havzalarda insan faaliyetleri ve doğal olaylar sonucu değişime açık sistemlerdir. Arazi üzerinde yapılan uzun ya da kısa süreli faaliyetler dere yataklarında sel ve taşkın olmak üzere su kalitesi üzerinde de etkili olmaktadır (Shields vd., 2006; Uriarte vd., 2011; Serengil vd., 2012; Huang vd., 2013; Yu vd., 2016). Bu gibi problemlere karşı erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesinde ve sorun çözümlerinde havzanın arazi kullanma türü büyük önem taşımaktadır. Arazi kullanma türü ile birlikte iklimsel değişimler ve bunun bir sonucu olarak yağış miktarlarındaki artış ya da azalışlar erozyon, sel ve taşkın sorunlarını farklı boyutlarda etkilemektedir. Yağışın yoğun olduğu dönemlerde kentsel havzalarda taşkın yoğun bir biçimde görülmekte iken tarım alanlarının veya çıplak toprakların yoğunlukta olduğu havzalarda bu sorun yerini erozyon ve sele bırakmaktadır.

Yarı kurak havzalarda, geniş tarım alanı yüzeylerinden ve bozuk meralardan erozyonla gelen topraklar derelerde

geçici depolanma noktalarında birikerek dere hidromorfolojisini değiştirmektedir (Gooseff vd., 2007). Dere içi sediment depolama noktalarında bulunan makrofit, vejetasyon yoğunluğu, mevsimlik bitki örtüsünün türü ve yapısı havzada yaygın olarak kullanılan arazi kullanım türleri hakkında genel bir fikir vermektedir (Harvey vd., 2003; Salehin vd., 2003).

Dere sistemleri jeolojik yapı, litolojik yapı, iklim ve topografik faktörlere göre sürekli değişen karmaşık sistemlerdir (Fogg ve Wells, 1998; Knighton, 1998). İklim, litolojik taban, erozyon, birikim ve bitki örtüsü gibi makro faktörler, tüm drenaj havzası seviyesinde ve dolayısıyla daha düşük seviyelerde (diğer bir deyişle havzanın parçaları, nehir bölümü, habitat veya mikro habitat) mikro faktörleri de kontrol etmektedir (Frissell vd., 1986; Naiman vd., 1992). Bunlar hidromorfolojik özelliklerin sistematik bir şekilde incelenmesini sağlamaktadır. Nehir sistemlerinde vadi ve toplama alanının jeomorfolojik özelliklerine göre nehir sistemlerini tanımlayan sınıflandırmalar, nehrin hidrolojik özelliklerini, rejimini, vadi tabanını, taşkın düzeyini, dere kanalının şekil ve morfolojik özelliklerini,

✉ ^a Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Çankırı

^b Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Çankırı

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 23.05.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 19.07.2017



Citation (Atıf): Ediş, S., Ulaş, E., 2017. Çankırı Acıçay-Tatlıçay Havzalarında arazi kullanım türlerinin bayes ağları yöntemiyle tahmin edilmesi. Turkish Journal of Forestry, 18(3): 212-218.

DOI: 10.18182/tjf.315398

morfolodinamik süreçleri ve bu süreçlere derenin adaptasyonunu, erozyon yoğunluğunu ve tortu birikimi gibi özelliklerini kullanmaktadır (Rosgen, 1996; Kondolf vd., 2003). Bu sebepten dolayı birçok ülke bu özellikleri dikkate alan Rosgen dere sınıflama metodunu kullanmıştır (Dodkins vd., 2005; Brown, 2009). Derenin hidromorfolojik yapısını dikkate alan Rosgen sınıflama sisteminin kullanılması ile birlikte havzaya ait arazi kullanma türünün tahmini birçok farklı yöntemlerle gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Nitekim 90'lı yılların sonunda Bayes ağları yöntemi havza yönetiminde kullanılmaya başlanmıştır. İklim değişikliğinin küresel ölçekte araştırıldığı dönemde Varis, 1997'deki araştırmasında iklim değişikliklerindeki belirsizliğin Finlandiya'daki havzalara etkisini Bayes ağları ile tahmin etmiştir. İklim değişikliği ile birlikte su kalitesi izleme çalışmalarında su kalitesinin fosfor açısından yasal sınırlara uyup uymadığının olasılığını Bayes ağları yöntemini kullanarak tahmin edilme çalışmaları yürütülmüştür (Ames vd., 2005). İklim değişikliği ve su kalitesi izleme çalışmalarının ardından Bayes ağları arazi kullanım alışkanlıklarının tahmininin yapılmasında kullanılmaya da başlanmıştır (Aalders, 2008).

Bu çalışma ile erozyon ve sel kontrolü çalışmalarında önemli etkenlerden birisi olan arazi kullanma türünün, yarı kurak alandam yer alan Acıçay-Tatlıçay havzalarında bazı hidromorfolojik dere özellikleri ile su kalitesi parametreleri dikkate alınarak grafiksel bir model olan Bayes ağları yöntemi ile tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Çankırı Merkez ilçesinin kuzeyinde Kızılırmak havzası içinde yer alan araştırma alanı merkez ilçe ile birlikte Yapraklı ve Korgun ilçe arazilerinin bir kısmını da içine almaktadır. Konum itibarıyla, 40° 52' 11" - 40 32' 58" kuzey enlemleri ile 33° 18' 19" - 34° 3' 43" doğu boylamları arasında olan çalışma bölgesinin toplam alanı 136883 ha'dır. Çankırı'nın kuzeybatısından gelen Tatlıçay bir kavis çizerek kenti ikiye ayırmaktadır. Kuzeydoğusundan gelen Acıçay ile Tatlıçay birleşerek Acısu adını almakta ve Kızılırmak'a karışmaktadır. Handırı ve Korgunözü çaylarının Ayan köyü yakınında birleşmesiyle oluşan Tatlıçay'ın Çankırı'nın güneyinde Acıçay ile birleşim yerine kadar olan havza Tatlıçay havzasını oluşturmaktadır (Şekil 1).

Acıçay havzası ise Yapraklı ilçesi ile İkizören ve Yüklü köylerinden Çankırı'ya ve daha güneyde Terme Çayına kadar uzanmaktadır.

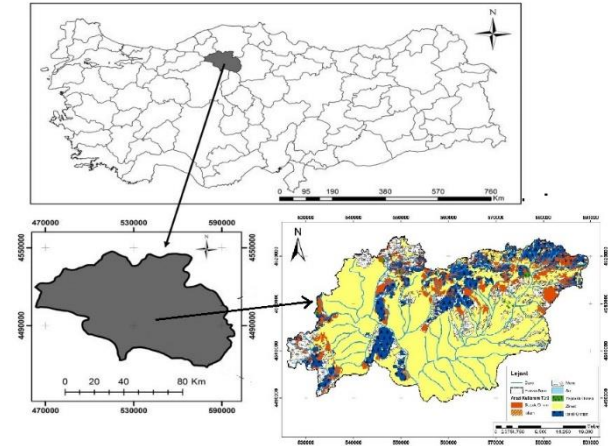
Araştırma alanı yukarı havzasında arazi kullanım türü ibrelî orman, bozuk orman ve yapraklı ormandır. Buna karşılık aşağı havzalarda ormanlık alanlar yerlerini ziraat ve mera alanlarına bırakmaktadır (Şekil 2).

Araştırma alanı ormandan step vejetasyonuna geçiş noktasında olduğu için kuzeyden güneye doğru gidildikçe alanda ormanlar yerini meralara ve tarıma bırakmaktadır. Alanda bulunan ormanların %10'u bozuk nitelikte olup, alanın sadece %14.3'ü orman niteliğini taşımaktadır. Araştırma alanının yarısından fazlasını ziraat arazi kullanım türü (%61) oluşturmaktadır (Çizelge 1).

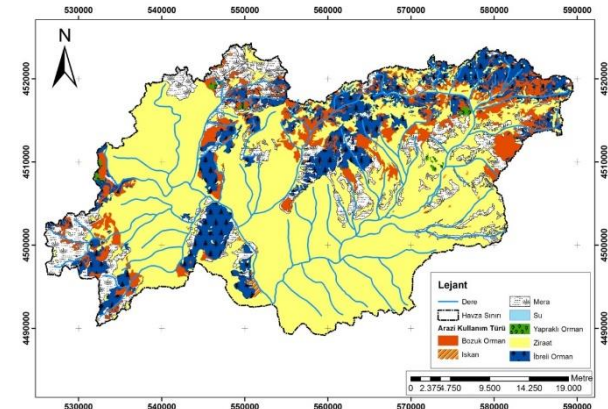
2.2. Yöntem

2.2.1. Arazi çalışmaları

Derelerin sürekliliğini kontrol etmek amacıyla Ağustos ayında ön arazi çalışması yapılmış, örnekleme noktalarının yapılacağı dereler belirlenmiştir. Ekim ve Kasım aylarında Tatlıçay ve Acıçay'ın su kalitesinin belirlenmesinde ilk adım olarak, su kalitesini etkileyebilecek noktasal ve yayılı kirletici kaynaklar dikkate alınarak sistematik bir şekilde örnekleme noktaları yapılan arazi çalışması neticesinde belirlenmiştir (Şekil 3). Belirlenen örnekleme noktalarında suyun fiziksel özelliklerinden; pH, toplam tuzluluk (mg/lt), elektriksel iletkenlik ($\mu\text{s}/\text{cm}$) ve çözülmüş oksijen (mg/lt), dere kanalına ait hidromorfolojik özelliklerden ise; Rosgen dere sınıfı, dere eğimi, dere tabanı materyal durumu, dere kıvrımlılığı ve dere en kesit-boy oranı belirlenmiştir. Dâhil edilen parametrelerin sınıflandırılması Çizelge 3'de verilmiştir.



Şekil 1. Araştırma alanının konumu



Şekil 2. Araştırma alanı arazi kullanım türü haritası

Çizelge 1. Araştırma alanı arazi kullanma türü alan ve dağılımları

Arazi Kullanım Türü	Alan (ha)	Alan %
Bozuk Orman	13369	9.8
İbrelî Orman	1915.2	14.0
İskan	743	0.5
Mera	18673.1	13.6
Su	0.7	0.1
Yapraklı Orman	450	0.3
Ziraat	84378	61.7
Toplam	136766	100

2.2.2. Büro çalışmaları

Arazide etüt edilen inceleme noktaları ArcGIS 10.0 paket programında sayısallaştırılmış ve ilgili program ile araştırma alanındaki arazi kullanım durumu Çankırı ve Ilgaz Orman İşletme Müdürlüğüne ait amenajman planlarından alınarak modelde kullanıma hazır hale getirilmiştir. Toplamda 513 adet örnekleme noktasına ait hidrolojik ünitelerin oluşturulmasında ise ArcGIS yazılımına ait ArcHydro eklentisi kullanılmıştır (Şekil 4).

2.2.3. Tahmin modeli (Bayes Ağları)

Arazi çalışmalarında toplanan veriler ile büro çalışmaları sırasında elde edilen veriler R istatistik programıyla modellemeye hazır hale getirilmiştir. Modelleme için seçilen Bayes ağları, grafiksel bir modelleme yöntemi olup rastgele değişkenler arasındaki bağımlı ilişkileri göstermek için kullanılmaktadır. Grafiksel olarak gösterilen bu modelleme düğümler (nodes) ve kollarından (edges) oluşmaktadır. Bu yöntem mevcut tüm bilgileri kullanan uzman bir sistemdir. Bayes ağlarında düğümler rastlantı değişkenlerini, kollar ise rastlantı değişkenleri arasındaki olasılıksal bağımlılık durumlarını göstermektedir. Bayes ağları yönlü ve dönüşsüz ağlardır. Yani bir değişkenin başka bir değişken ile olan ilişkisi oklar ile gösterilmekte olup, bu oklar sadece tek yönlüdür. Ok'un yönü hangi değişkenin diğer değişken ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Murphy, 1998). Bayes ağları, düğümlerin ortak olasılık dağılımlarını inceler ve n-boyutlu değişkenler için ortak olasılık dağılımını aşağıdaki gibi çarpanlara ayırma yoluyla tanımlamaktadır (Friedman vd., 1999).

$$P(x_1, x_2, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n P(x_i / P_\alpha(x_i))$$

Burada $x = x_1, x_2, \dots, x_n$ düğümleri, $P_\alpha(x_i)$ düğümlerin ailesini, x_i ve $P(x_i / P_\alpha(x_i))$ ise parametreleri göstermektedir.

Formülde görüldüğü gibi Bayes ağları olasılık teorisinden yararlanmaktadır (Jordan 1999). Bu teori ile koşullu olasılıklar elde edilmektedir. Ebeveynleri belirlenmiş olan değişkenler için koşullu olasılık tabloları oluşturulmaktadır. Bayes ağlarında olasılıksal çıkarsamaların yapılabilmesi için çeşitli algoritmalar kullanılmaktadır. Öğrenme algoritmaları iki farklı sınıftan oluşmaktadır. Yapı öğrenme ve parametre öğrenme üzerinden yapılan bu algoritmalar, veri setinden elde edilen bilgiler kullanılarak uygulanmaktadır. Bu çalışmada kullanılan verideki değişkenlerin kategorik yapıda olması, Bayes ağ kısıtlayıcı kullanılmasını gerektirmektedir. En çok kullanılan kısıtlayıcılardan birisi olan Tree Augment Naive (TAN) kısıtlayıcısı bu çalışmada kullanılmıştır. TAN algoritmasının işleyişi aşağıdaki gibidir (Çizelge 2).

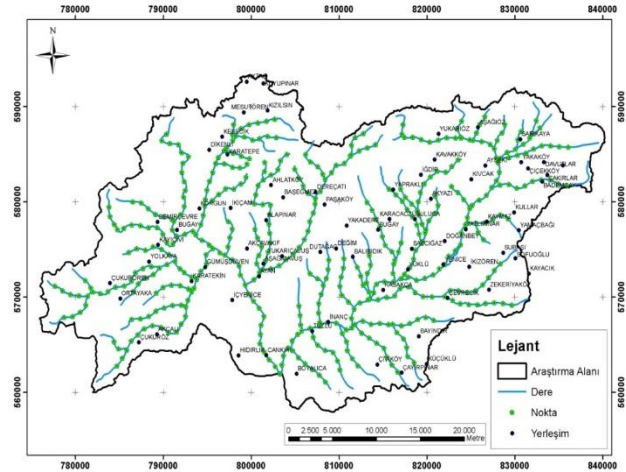
3. Bulgular ve tartışma

Yapılan çalışmada, uzman görüşleri alınarak, alan yapısına etki edebilecek 15 parametre belirlenmiştir. Veri toplama işleminden sonra yapılan istatistik analizlerde bölge yapısının oluşmasında en etkili olan 5 parametre analize dâhil edilmiştir.

Veri toplama aşamasında bazı parametreler, sürekli değişken olarak elde edilmiştir. Bu değişkenler kategorik hale getirilmiştir. Aşağıdaki tabloda kategorik hale getirilen değişkenlerin yüzdelikleri gösterilmiştir (Çizelge 4).



Şekil 3. Araştırma alanına ait bazı örnekleme ve çalışma noktaları



Şekil 4. Araştırma alanı su örnekleme ve çalışma noktaları

Çizelge 2. TAN Algoritmasının işleyişi

1. Her değişken çifti arasındaki koşullu karşılıklı bilginin hesaplanması
2. Oklar ile yönlendirilmemiş, kolların bulunduğu grafiğin oluşturulması
3. Yönlendirilmemiş, maksimum ağırlıklı kapsamlı bir ağaç oluşturulması..
4. Bir kök düğümünün seçilmesi ve kollarının kök düğümün dışına doğru yönlendirilmesi
5. Yanıt düğümündeki yayları birbirine eklenmesi
6. TAN yapısına geri dönülmesi

Belirlenen değişkenlerin alan yapısı üzerindeki etkisinin Bayes ağ yöntemi ile grafiksel olarak gösterimi Şekil 5'te gösterilmiştir. Her değişken için hazırlanan kategorik içeriğin açıklamaları Çizelge 3'te verilmiştir.

Bayes ağları kullanılarak yapılan ilk senaryoya göre tuzluluğun 3. sınıf, kıvrımlılığın 1. sınıf ve Rosgen dere tipinin A olması durumunda havzanın arazi kullanma yapısının İğne Yapraklı Orman olması olasılığı %97 olarak bulunmuştur. Ayrıca bu senaryoya göre eğimin 4. sınıf olması %96, taşlılığın 2. sınıf olma olasılığı %95 olarak bulunmuştur (Şekil 6). Sonuç olarak ormanlık alanların eğiminin yüksek olması ve buna bağlı olarak dere kıvrımlılığın az olması yapılan tahminlemeyi doğrulamaktadır.

Havzadaki tarım alanlarının tahmini için kullanılan 2. senaryoda toplam tuzluluğun 2. sınıf, Rosgen dere tipinin Da ve kıvrımlılığın 0. sınıf olması durumunda havzanın arazi kullanma yapısının tarım alanı olması olasılığı %97 olarak bulunmuştur. Ayrıca eğim sınıfının 1 olma olasılığı %90'dır (Şekil 7). Bulunan bu sonuçtaki önemli etkenlerden

birisi Rosgen sınıfının "Da" tipi olmasıdır. Çünkü Da tipi derelerde su birden fazla mikro yataktan akmakta ve yataklar arasında tarım alanlarında kullanılan gübre kaynaklı bitkiler oluşmaktadır.

Mera alanlarının tahmin edilmesi için oluşturulan 3. senaryoya göre; eğim sınıfının 1., kıvrımlılık sınıfının 0. ve Rosgen dere tipinin C sınıfı olması durumunda havzanın arazi kullanma türünün mera olma olasılığı %44 olarak bulunmuştur (Şekil 8). Veri setinin sadece %7'sinin meralardan oluştuğu göz önünde bulundurulduğunda bu olasılığın iyi bir tahmin olduğu görülebilmektedir.

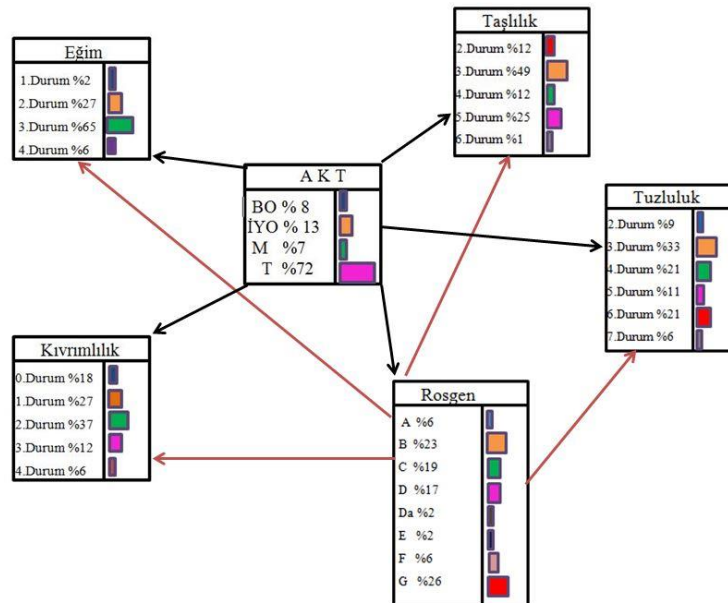
Her bir arazi kullanım türünün tahmini için oluşturulan senaryolara ilave olarak oluşturulan 4. senaryoda toplam tuzluluğun tarım alanlarının tahmindeki gücünün etkisini ortaya koymak için değişkenler içinde tuzluluk sınıfı değiştirilmiştir. Oluşturulan son senaryoya göre; 0. sınıf kıvrımlılık, Rosgen dere tipi Da ve toplam tuzluluk 3. sınıf seçildiğinde havzanın arazi kullanma yapısının tarım alanı olması olasılığı %64 olarak bulunmuştur. Ayrıca eğimin sınıf 1 olma olasılığı %79'a düşmüştür (Şekil 9).

Çizelge 3. Değişkenlerin sınıflandırılması

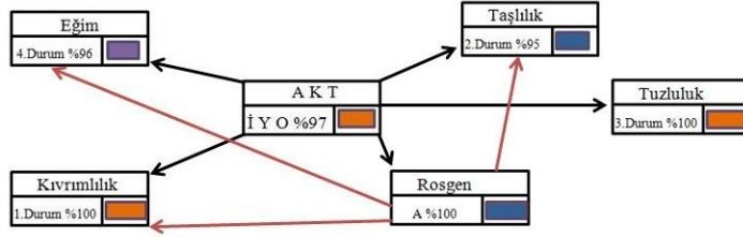
Tuz (‰)		Eğim (%)		Kıvrımlılık		Taşlılık	
Değer Aralığı	Sınıf	Değer Aralığı	Sınıf	Değer Aralığı	Sınıf	Taban Tipi	Sınıf
0-0,07	1	0- 0,005	1	0	0	Anakaya	1
0,07-0,15	2	0,005-0,02	2	0-1,05	1	Aşınmış Kaya	2
0,15-0,35	3	0,02-0,04	3	1,05-1,25	2	Kaya	3
0,35-0,65	4	>0,04	4	1,25-1,50	3	Çakıl	4
0,65-1	5			1,50	4	Kum	5
1-2	6					Silt-Kil	6
>2	7						

Çizelge 4. Kullanılan değişkenler

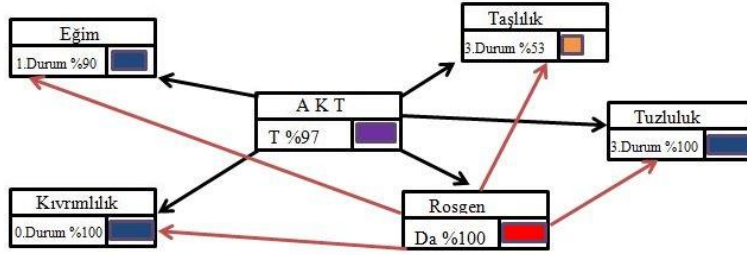
Rosgen Dere Sınıfı	Tuz (%)	Eğim (%)	Kıvrımlılık	Taşlılık
A	%6	%0	1	%18
B	%23	%9	2	%27
C	%19	%33	3	%37
D	%17	%21	4	%12
Da	%2	%11	4	%6
E	%2	%21		6
F	%6	%6		
G	%26			



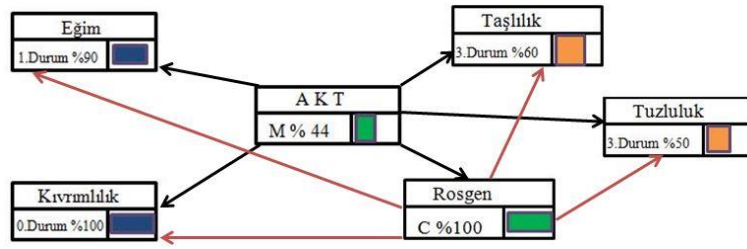
Şekil 5. Örnek bir Bayes ağ yapısı



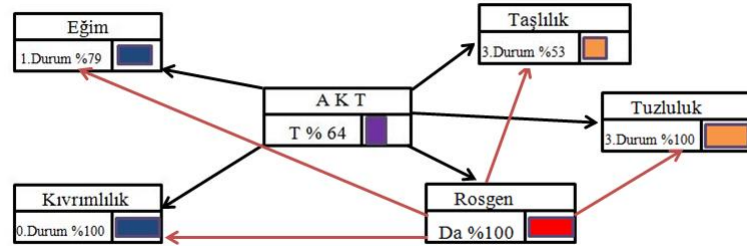
Şekil 6. Seçilen ilk durum için Bayes ağ yapısı



Şekil 7. Seçilen ikinci durum için Bayes ağ yapısı



Şekil 8. Seçilen üçüncü durum için Bayes ağ yapısı



Şekil 9. Seçilen dördüncü durum için Bayes ağ yapısı

Lenormand vd., 2015 cep telefonu kayıtlarından arazi kullanım modellerini belirlemek için işlevsel bir ağ yaklaşımı uygulanmıştır. Yapılan çalışmada çeşitli büyüklükteki İspanyol şehirleri arasında sistematik bir karşılaştırma yapılarak, büyük şehirlerdeki arazi kullanım türleri arasındaki doğrusal ilişki belirlenmiştir. Yaptığımız çalışmaya benzer şekilde bölgelerdeki su kalitelerinin önemli derecede düşmesi, oluşturulan arazi türünün büyük olasılıkla yerleşim alanı olduğunu göstermektedir.

Arazi kullanımı modellenmesi, bölgedeki değişimlerin daha kolay gözlemlenebilmesi için önemlidir. Briassoulis, 2000 araştırmasında en çok tercih edilen arazi kullanımı modelleri ve teorileri üzerine geniş kapsamlı bir çalışma yapmıştır. Waddell ve Ulfarsson, 2003 çalışmalarında arazi kullanımının geleceği üzerine tahminlemeler yapmıştır. Fakat bu çalışmalarda ve diğer

arazi modelleme çalışmalarında Bayes ağları yöntemi kullanılmamıştır. Bayes ağları arazi kullanımının sınıflandırılmasında etkili sonuçlar vermiştir.

Overmars ve Verburg, 2006 arazi kullanımının belirlenmesinde istatistiksel bir model oluşturmak oluşturarak çok aşamalı bir analiz yapmıştır. Çalışmalarında, bizim bulduğumuz sonuçlara benzer olarak; her ne kadar arazi kullanımı araştırmaları, hiyerarşik yapıları açıkça gösterse de, çoğu arazi kullanım veri kümesinin yapısı ve veri kalitesi nedeniyle çok seviyeli bir yaklaşım kullanmak her zaman mümkün olmayacağını bulmuşlardır.

4. Sonuç ve öneriler

Çalışmamızda havza arazi kullanım türlerinin bazı faktörler belirlendiğinde hangi tip olacağı tespit edilmiştir. Kullanılan faktörler sırasıyla Rosgen dere tipi, tuzluluk, kıvrımlılık, taşlılık ve eğimdir. Bu faktörlerin havza arazi türünde ne gibi değişiklikler yapabileceği uygulanan 4 farklı senaryoda gösterilmiştir. Ekolojik olarak sınır değer kabul edilen %12 dere eğim sınıflarında da belirgin bir şekilde kendini göstermiştir. Nitekim Rosgen dere sınıfının A seçilerek yapılan tahminlemede eğim sınıfı çok yüksek olasılıkla 4. sınıf (>0.04) olarak bulunmuştur. Aynı zamanda tarım alanlarındaki yıllık gübreleme, ilaçlama gibi noktasal olmayan kirlilik kaynakları da toplam tuzlulukta önemli ölçüde değişikliğe sebep olmaktadır. Oluşturulan 1. ve 4. senaryoda tuzluluk miktarının 1 sınıf azaltılması ile tarım alanının tahmin edilme olasılığı %97 den %64'e düşmüştür. Arazi etüt çalışmalarında taşlılığın kolayca gözlemlenebilmesi ve diğer modellerde önemli derecede etkisinin olması, havzalarda yapılabilecek ağaçlandırma, erozyon ve sel kontrol çalışmalarında kullanılabileceğini göstermektedir.

Yapılan çalışma ile Bayes ağı yöntemi ile havzadaki hâkim arazi kullanım türlerinin belirlenmesinde, dere hidromorfolojik yapısı ve bazı su kalitesi özelliklerinin ne kadar önemli olabileceği gösterilmiştir. Sonuç olarak, Bayes ağları yöntemi, havza temelli çalışmalar ve uzun dönemli planlamalarda sel ve erozyon gibi doğal afet erken uyarı sistemlerinde değerlendirilebilir. Sonuçların ve ilişkilendirmelerin daha etkili olabilmesi için su kalitesi değerlerinin periyodik olarak ölçülmesi önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies konferansında sunulan "Determination of Watershed Land Use Type with Bayesian Network in Semi Arid Region" adlı bildiriden derlenmiştir.

Kaynaklar

Aalders, I. 2008. Modeling land-use decision behavior with Bayesian belief networks. *Ecology and Society*, 13(1).
 Ames, D.P., Neilson, B.T., Stevens, D.K., Lall, U., 2005. Using Bayesian networks to model watershed management decisions: an East Canyon Creek case study. *Journal of Hydroinformatics*, 7(4): 267-282.
 Briassoulis, H. 2000. Analysis of land use change: theoretical and modeling approaches. Regional Research Institute, West Virginia University.
 Brown, L.E., Hannah, D.M., Milner, A.M. 2009. ARISE: a classification tool for Alpine River and Stream Ecosystem. *Freshwater Biology*, 54-6. London. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2008.02161.x
 Dodkins, I., Rippey, B., Harrington, T.J., Bradley, C., Chathain, B.N., Kelly-Quinn, M., McGarrigle, M., Hodge, S., Trigg, D. 2005. Developing an optimal river typology for biological elements within the Water Framework Directive. *Water Research*, 39-15. DOI:10.1016/j.watres.2005.06.008

Fogg, J., Wells, G. 1998. Stream corridor restoration: Principles, processes and practices. Federal Interagency Stream Restoration Working Group. Washington D.C.
 Friedman, N., Nachman, I., Peéer D., 1999. Learning Bayesian Network Structure from Massive Datasets: The "Sparse Candidate" Algorithm. Proc. Fifteenth Conf. on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI).
 Frissell, C.A., Liss, W.J., Warren, C.E., Hurley, M.D., 1986. A hierarchical framework for stream habitat classification: Viewing streams in a watershed context. *Environmental Management*, 10(2):199-214. DOI:10.1007/BF01867358
 Gooseff, M.N., R.O. Hall, Jr., J.L., Tank. 2007. Relating transient storage to channel complexity in streams of varying land use in Jackson Hole, Wyoming. *Water Resour. Res.*, 43, W01417, doi:10.1029/2005WR004626.
 Harvey, J.W., Conklin, M.H., Koelsch, R.S., 2003. Predicting changes in hydrologic retention in an evolving semi-arid alluvial stream. *Advances in Water Resources*, 26: 939-950. https://doi.org/10.1016/S0309-1708(03)00085-X.
 Huang, J., Zhan, J., Yan, H., Wu, F., Deng, X., 2013. Evaluation of the impacts of land use on Water Quality: A case study in the Chaohu Lake Basin. *The Scientific World Journal*, Jul 22;2013:329187. doi: 10.1155/2013/329187
 Knighton, A.D., 1998. *Fluvial Forms and Processes: A New Perspective*, Arnold, London., 383 p., ill., tabl, pl., 15, 5 x 23, 5 cm. ISBN 0 340 66313 8.
 Kondolf, G.M., Montgomery, D.R., Piegay, H., Schmitt, L., 2003. Geomorphic Classification of Rivers and Streams. In: Kondolf, G.M., Piegay, H. *Tools in fluvial geomorphology*. London
 Lenormand, M., Picornell, M., Cantú-Ros, O. G., Louail, T., Herranz, R., Barthelemy, M., Ramasco, J.J., 2015. Comparing and modelling land use organization in cities. *Royal Society open science*, 2(12): 150449.
 Murphy, K. 1998. A brief introduction to graphical models and Bayesian networks. <http://www.cs.ubc.ca/~murphyk/Bayes/bnintro.html>. Earlier version appears at Murphy K. (2001) *The Bayes Net Toolbox for Matlab*, Computing Science and Statistics, 33, 2001.Naiman, R.J., Lonzarich, D.G., Beechie, T.J., Ralph, S.C. 1992. General principles of classification and the assessment of conservation potential in rivers. In: Boon, P.J., Calow, P., Pets, G.E. *River conservation and management*. New York.
 Overmars, K.P., Verburg, P.H., 2006. Multilevel modelling of land use from field to village level in the Philippines. *Agricultural Systems*, 89(2): 435-456.
 Rosgen, D., 1996. *Applied River Morphology*. Pagosa Springs.
 Salehin, M., Packman, A.I., Wörman, A., 2003. Comparison of transient storage in vegetated and unvegetated reaches of a small agricultural stream in Sweden: Seasonal variation and anthropogenic manipulation. *Adv. Water Resour.*, 26: 951-964. https://doi.org/10.1016/S0309-1708(03)00084-8
 Serengil, Y., İnan, M., Yurtseven, İ., Kılıç, Ü., Uygur, B., 2012. Stream corridors as indicators of watershed land use: A case study in Istanbul. *Bosque*, 33(3): 345-352.

- Shields, F.D., Langendoen, E.J., Doyle, M.W., 2006. Adapting existing models to examine effects of agricultural conservation programs on stream habitat quality. *Journal of the American Water Resources Association*, 42: 25–33. doi:10.1111/j.1752-1688.2006.tb03820.x
- Uriarte, M., Yackulic, C.B., Lim, Y., Nazario, J.A.A., 2011. Influence of land use on water quality in a tropical landscape: a multi-scale analysis. *Landscape Ecology*, 26: 1151. doi:10.1007/s10980-011-9642-y
- Varis, O., 1997. Bayesian decision analysis for environmental and resource management. *Environmental Modelling & Software*, 12(2): 177-185.
- Waddell, P., Ulfarsson, G.F., 2004. Introduction to urban simulation: Design and development of operational models. In *Handbook of transport geography and spatial systems* (pp. 203-236). Emerald Group Publishing Limited.
- Yu, S., Xu, Z., Wu, W., Zuo, D., 2016. Effect of land use types on stream water quality under seasonal variation and topographic characteristics in the Wei River basin, China. *Ecological Indicators*, Volume 60, January 202–212. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.06.029>.

Ardıç türlerinde (*Juniperus excelsa* Bieb. ve *Juniperus foetidissima* Willd.) kozalak fiziksel özellikleri ve uçucu yağ verimlilik ilişkileri

Serkan Gülsoy^{a*}, Uysal Utku Turhan^a, Gülcan Özkan^b

Özet: Bu çalışmada Türkiye’de oldukça geniş yayılış alanına sahip ardıç türlerinden boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) ve kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Willd.) türlerinin uçucu yağ verimlilikleri ile kozalak fiziksel özellikleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Bu amaçla kokulu ardıca ait 12 farklı, boylu ardıca ait ise 40 farklı örnek alandan olgun kozalak örnekleri toplanmıştır. Laboratuvarında ilk aşamada kozalıklara ait fiziksel ölçümler (en, boy, 1000 tane ağırlığı, nem oranı) gerçekleştirilmiştir. Daha sonra Clevenger düzeneğinde su destilasyonu ile damıtılan örneklerde uçucu yağ verimlilikleri tespit edilmiştir. Kokulu ardıçlarda ortalama %2,43 v/w, boylu ardıçlarda ise %3,82 v/w oranında uçucu yağ verimi tespit edilmiştir. Daha sonra örnek alanların uçucu yağ verimlilikleri arasındaki farkın kozalak fiziksel özellikleri ile ilişkilendirilmesi amacıyla temel bileşenler analizi uygulanmıştır. Analiz neticesinde uçucu yağ veriminin özellikle, kozalıklarda nem oranları (%) ile ilişkili olabileceği sonucuna varılmıştır. Bu durumun ise bitkide özellikle neme bağlı olarak kuraklık ve su stresinin uçucu yağ verimi gibi biyokimyasal parametreler üzerine yansması sonucunda ortaya çıktığı yorumu yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ardıç, Fiziksel özellikler, Nem içeriği, Uçucu yağ, Yetiştirme ortamı koşulları

Relationships between essential oil yield and physical properties of cones in juniper species (*Juniperus excelsa* Bieb. and *Juniperus foetidissima* Willd.)

Abstract: In this study, the relationship between essential oil yield and cone physical properties of Crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.) and foetid juniper (*Juniperus foetidissima* Willd.) that have a wide distribution area in Turkey was investigated. For this purpose, mature cones were collected from 40 different Crimean juniper plot and 12 different foetid juniper plots. In the laboratory, physical measurements of the cones (width, height, 1000 seed weight, and moisture content) were carried out in the first stage. The essential oil yields were determined in the samples which were distilled with water vapor in Clevenger system. Average essential oil yield was found to be 2.43% v/w in foetid junipers and 3.82% v/w in Crimean junipers. Principal component analysis was applied to determine the relation between the cone physical properties and the difference of essential oil yields between the sample areas. As a result of the analysis, it was concluded that the yield of essential oil may be especially related to the humidity (%) in the cones. In this case, it was interpreted that drought and water stress in plants, especially due to moisture, appeared as a result of reflection on biochemical parameters such as essential oil yield.

Keywords: Juniper, Physical properties, Moisture content, Essential oil, Site conditions

1. Giriş

Yerküre üzerinde ardıç (*Juniperus*) taksonlarının büyük bir bölümü kuzey yarım kürede yayılış göstermektedir (Tunalier vd., 2002). Taksonların buradaki dağılımı en doğuda Japonya ve Doğu Asya’dan başlayıp, Orta Asya ve Avrupa’ya içine almakta olup, batıda Kuzey Amerika’ya kadar uzanmaktadır. Söz konusu bu dağılım alanları içerisinde cinsin dünya üzerinde yaklaşık 67 tane türünün olduğu ifade edilmiştir (Adams, 2008). Dünya genelinde yayılış gösteren ardıç türlerinden 7 tanesi Türkiye’de bulunmakta olup, bunlar kendi içinde 3 farklı seksiyona (*Juniperus*, *Caryocedrus* ve *Sabina*) ayrılmaktadır (Fakir, 2014).

Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) ve kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Willd.) türleri sabina seksiyonunun üyeleridir (Yaltırık, 1988). Bu iki türden boylu ardıç dünya genelinde en geniş yayılışını Anadolu’da yapmakta olup, burada hemen hemen tüm bölgelerde saf veya karışık

meşcereler oluşturmaktadır (Coode ve Cullen, 1966). Türün Anadolu’da en yaygın olduğu Akdeniz bölgesinde yer alan Toros silsilesi boyunca 350-2000 m yükseltiler arasında saf ve karışık ormanlar kurduğu ve bölgenin iç kısımlardaki karasal bölgelere doğru yayılışını artırarak geçiş bölgelerinden ilerleyip bozkıra kadar sokulduğu gözlemlenmektedir (Eliçin, 1977). Kokulu ardıçlara bakıldığında ise ülkemiz orman sınırları içerisinde Doğu ve Güneydoğu Anadolu hariç 800 m ile alpin zon arasında yayılış alanları bulunmaktadır (Gültekin ve Gültekin, 2006). Tıpkı boylu ardıçlar gibi kokulu ardıçta Akdeniz bölgesinin karstik yapıdaki dağlık arazilerinde otlama, açmacılık, yangın gibi çeşitli sebeplere bağlı olarak ekolojik ortam koşullarının bozulması neticesinde, kapalılığın kaybolduğu yerlerde sedir ve çam türlerine kıyasla daha yüksek ekolojik tolerans göstererek sıcaklığa, soğuğa ve kuraklığa dayanıklılığı ile kanaatkar bir tür konumunda yayılış göstermektedir (Eliçin, 1977). Bahsedilen bu alanlarda ise boylu ardıç ve kokulu ardıçların pek çok ortamda benzer

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

^b Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 13.04.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 19.07.2017



Citation (Atf): Gülsoy, S., Turhan, U.U., Özkan, G., 2017. Ardıç türlerinde (*Juniperus excelsa* Bieb. ve *Juniperus foetidissima* Willd.) kozalak fiziksel özellikleri ve uçucu yağ verimlilik ilişkileri. Turkish Journal of Forestry, 18(3): 219-225.
DOI: 10.18182/tjf.305958

yetiştirme ortamlarını paylaştıkları ve bitki tür çeşitliliğine önemli katkı sağladıkları görülmektedir (Mert ve Özkan, 2017).

Ekstrem yetiştirme ortamı koşullarına dayanıklılık gösteren bu iki ardıç türünün kokulu ve kaliteli odun özelliklerinin yanında değişik organlarında tanen, reçine, uçucu yağ, fenolik, antioksidan gibi çeşitli biyokimyasal özelliklerin yer aldığı bilinmektedir (Hegnauer, 1986; Tümen ve Hafizoğlu, 2005). Bu yönüyle geçmişten günümüze kadar bu türlerden geleneksel olarak halk arasında tıbbi ve aromatik bitki konumunda fayda sağlandığı belirtilmektedir (Gürkan, 2003; Topçu vd., 2005). Son yıllarda ise söz konusu türlerin belirtilen bu özellikleri ile ilgili çok sayıda bilimsel çalışmanın da yapılmaya başladığı görülmektedir (Asili vd., 2010; Emami vd., 2011; Ataş vd., 2012; Leşjak vd., 2013; El-Achi vd., 2014). Yapılan bilimsel çalışmaların büyük bir bölümü bu iki türün çeşitli organlarında biyokimyasal özelliklerin doğrudan tespitine yönelik olup, bu özelliklerin bitki bünyesindeki değişimine etki eden faktörlerin belirlenmesini konu alan çalışmaların sayısı ise oldukça sınırlı kalmıştır. Bu konuda özellikle ekolojik ortam koşulları (Martz vd., 2009; Özkan vd., 2014; Gülsoy ve Çıvğa, 2016), lokasyon farklılıkları (Adams vd., 2013), bitki büyümesi (Avcı ve Bilir, 2014), kozalak olgunluk derecesi (Angioni vd., 2003) ve yöntem farklılıkları (Caponio vd., 1999; Shanjani vd., 2010) gibi faktörlerin ardıç türlerinde biyokimyasal özelliklere ne şekilde yansıdığı yönünde araştırmaları görmek mümkündür. Yapılan literatür incelmesinde konuya ilişkin olarak kozalak fiziksel özelliklerinin bitkide biyokimyasal özelliklerine ne şekilde yansıdığı ortaya koyan bir çalışmaya ise rastlanamamıştır. Buradan hareketle söz konusu bu çalışmada benzer yetiştirme ortamlarını paylaşan iki farklı ardıç türünün kozalaklarında en (mm), boy (mm), 1000 tane ağırlığı (mm) ve kozalak nemi (%) oranlarının bitkide önemli bir biyokimyasal parametre olarak kabul edilen uçucu yağ verimi (% v/w) ile ilişkileri araştırılmıştır. Böylece bitkilerde son dönemlerde giderek önemini artıran biyokimyasal araştırma konularından birisi olan uçucu yağ verimi için bitki fiziksel özelliklerinin bir gösterge olup, olamayacağı hususunda bilgiye ulaşılması hedeflenmiştir.

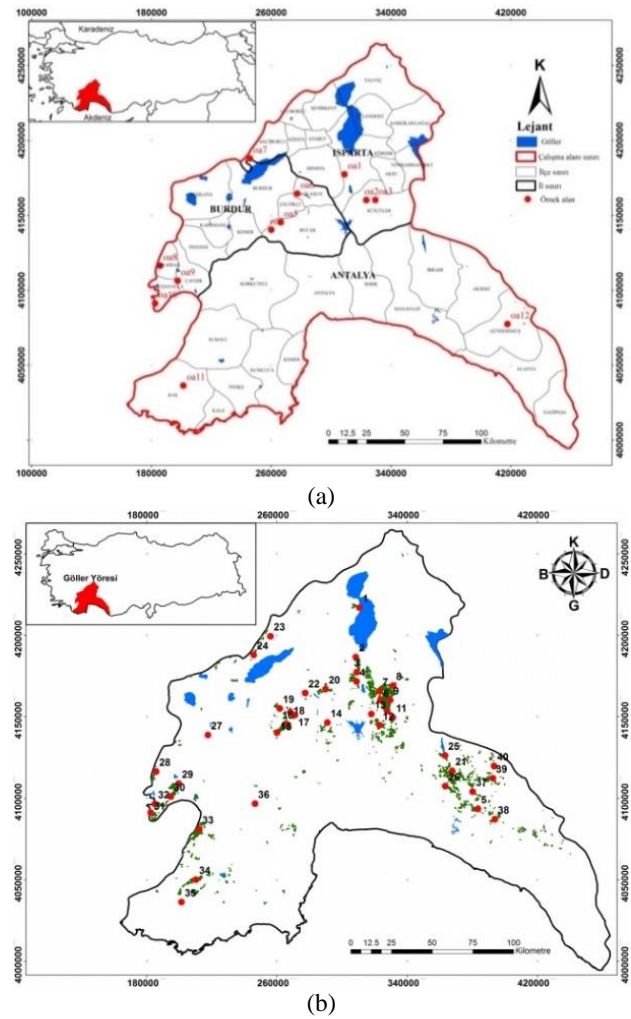
2. Materyal ve yöntem

Ülkemiz ormanlık alanlarında iki önemli ardıç türü olan boylu ardıç ve kokulu ardıç bu çalışmaya araştırma materyali olmuştur. Çalışmanın temel amacı bu iki türün farklı losyonlardan toplanan olgun kozalaklarında yapılan fiziksel ölçümler ve uçucu yağ verimliliklerinin (% v/w) ilişkilendirilmesi olmuştur. Bu doğrultuda Batı Akdeniz bölgesi sınırlarında 38°25'-36°06' kuzey enlemleri ile 29°30'-32°34' doğu boylamları arasında kalan Isparta, Burdur ve Antalya il sınırlarında farklı lokasyonlarda bulunan toplam 12 farklı örnek alandan kokulu ardıç, 40 farklı örnek alandan ise boylu ardıç türüne ait olgun ve sağlıklı kozalak örnekleri toplanmıştır (Şekil 1).

Arazi çalışmasının tamamlanmasının ardından olgun kozalak örnekleri aynı gün içerisinde nem özelliklerini kayıp etmeden laboratuvara getirilip homojen bir biçimde karıştırılmıştır. Karışım halindeki bu kozalaklardan daha sonra fiziksel ölçümler yapılmıştır. Bu aşamada ilk olarak dijital kumpas ile yaş haldeki kozalaklarda her bir örnek alan için 10 farklı kozalağın en ve boy değerleri milimetre

(mm) hassasiyetinde ölçülmüştür. Yine homojen bir şekilde karıştırılan örnekler arasından sağlıklı ve olgun 1000 adet kozalak örneği seçilip, saplarından ayıklandıktan sonra 5 tekerrür olacak şekilde hassas terazi (0,01 g hassasiyette) vasıtasıyla gram (g) hassasiyetinde bin dane ağırlıkları tespit edilmiştir. Son olarak kozalak örneklerinin yaş ağırlıkları belirlenip 105 °C'de tüte konularak 24 saat bekletilip fırın kurusu hale getirilmesinin ardından tekrar tartımları yapılarak aradaki farkın yüzdesel oranlamasından kozalak nem (%) oranları hesaplanmıştır (Altuntaş, 2015).

Bu işlemlerin ardından ikinci aşamada ise her iki türe ait kozalak örneklerinde uçucu yağ verimliliklerinin tespit edilmesi çalışmasına başlanılmıştır. Bu aşamada ilk olarak analize alınacak olan kozalak örnekleri saplarından ve içerisindeki çeşitli döküntülerden ayrılarak plastik kaplar içerisinde örnek alan numaraları ile birlikte yerleştirilmiştir. Bu kaplar içerisinde periyodik olarak karıştırılan kozalaklar hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Hava kurusu haline getirilen kozalak örnekleri daha sonra metal kaplar içerisinde kurutma fırınına konulmuş olup, 35 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar ikinci bir kurutma işlemine tabi tutulmuştur.



Şekil 1. Göller yöresi sınırlarında kozalak toplanan örnek alan yerleri (a: Kokulu ardıç, b: Boylu ardıç)

Uygulanan bu standart kurutma işlemlerinin ardından tüm kozalak örnekleri elektronik mikser içerisine konularak öğütme işlemine tabi tutulmuştur. Ardından 2 mm'lik elekten geçirilene öğütülmüş kozalak örnekleri her bir örnek alanda 3 tekerrürlü olacak şekilde 100'er gram halinde tartılarak uçucu yağ analizi yapılmak üzere cam haznelere içerisine aktarılmıştır. Cam haznelerin içerisindeki bu örneklerin üzerine 1 litre su ilave edilerek 2 saat süreyle Clevenger düzeneğinde destilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işleminin sonucunda kokulu ardıcın kozalak örneklerinden % uçucu yağ verimleri (v/w) elde edilmiştir (European Pharmacopoeia, 1975).

Bu işlemlerin ardından uçucu yağ verimlilikleri ve kozalak fiziksel özelliklerinin ilişkilendirilmesi aşamasına geçilmiştir. Bu esnada kozalak fiziksel özellikleri ve uçucu yağ verimliliğine Çizelge 1'de belirtilen kodlar verilmiştir.

İstatistik aşamasında çok değişkenli analiz yöntemlerinden oldukça yaygın olarak tercih edilen bir yöntem olarak temel bileşenler analizinden faydalanılmıştır (Bro ve Smilde, 2014). Analiz uygulamaları için Past3 paket programından faydalanılmıştır.

3. Bulgular

Çalışmada kokulu ardıc kozalak örnekleri toplanan 12 farklı örnek alanın yükselteleri 1044 m ile 1919 m arasında değişmekte olup, ortalama yükselti yaklaşık 1458 m civarındadır. Bu yükselti aralığında toplanan kokulu ardıc kozalaklarına ait fiziksel ölçüm sonuçları ve uçucu yağ verimlilikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Kokulu ardıc kozalaklarına ait bin dane ağırlıkları en düşük 335,66 g ile oa1'dir. En yüksek kozalak bin dane ağırlığı ise 799,33 g ile oa3'de tespit edilmiştir. Tüm örnek alanların kozalak bin dane ağırlık ortalaması ise $605,05 \pm 138,24$ g'dır. Ortalama kozalak en ve boy değerlerine bakıldığında kozalak eni 8,19 mm (oa1) ile 10,52 mm (oa6) arasında, kozalak boyu ise 8,72 mm (oa1) ve 11,50 mm (oa6) arasında değişmektedir. 12 farklı örnek alanın ortalama kozalak eni $9,73 \pm 0,68$ mm, kozalak boy değeri ise $9,95 \pm 0,77$ mm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca 3 yinelemeli şekilde destilasyon işlemine tabi tutulan kozalaklarda elde edilen uçucu yağ verimlilik yüzde değerleri %1,60 v/w (oa10) ile % 3,80 (oa5) v/w arasında değişmektedir. Tüm örnek alanlarda kokulu ardıc kozalaklarının uçucu yağ ortalaması ise %2,43 v/w olarak bulunmuştur.

Boylu ardıc kozalaklarının toplanmış olduğu örnek alanların yükselteleri 475 m ile 1920 m arasında değişim göstermiş olup, ortalama yükselti ise yaklaşık 1266 m olarak tespit edilmiştir. Belirtilen yükselti aralığında temin edilen boylu ardıc kozalaklarına ait fiziksel ölçüm ve uçucu yağ verimlilik değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 1. İstatistiksel değerlendirmeye alınan değişkenler ve kodları

Değişken	Kısaltma
Bin dane ağırlığı (g)	Bindan
Kozalak eni (mm)	Enort
Kozalak boyu (mm)	Boyort
Kozalak nem içeriği (%)	Foemem
Uçucu yağ verimi (% v/w)	Ucyg

Çizelge 2. Kokulu ardıc kozalaklarına ait fiziksel ölçüm ve uçucu yağ verimlilik değerleri

Örnek alan	enort	boyort	bindan	foemem	ucyg
oa1	8,19	8,72	335,66	27,79	2,20
oa2	9,94	9,65	562,66	45,81	1,80
oa3	10,42	10,62	799,33	40,75	3,40
oa4	8,86	9,76	431,66	28,47	2,00
oa5	9,44	8,98	527,00	26,36	3,80
oa6	10,52	11,50	739,66	23,36	3,00
oa7	9,63	9,88	605,00	24,09	2,00
oa8	10,46	9,56	609,66	40,39	2,00
oa9	10,17	10,39	689,00	41,57	2,60
oa10	9,55	9,42	531,66	34,98	1,60
oa11	10,04	10,63	775,33	42,34	1,80
oa12	9,64	10,29	654,00	47,24	3,00
Ortalama	9,7±0,7	10,0±0,8	605,1±138,2	35,3±8,8	2,4±0,7

Çizelge 3. Boylu ardıc kozalaklarına ait fiziksel ölçüm ve uçucu yağ verimlilik değerleri

Örnek alan	bindan	enort	boyort	foemem	ucyg
oa1	730,33	10,13	9,94	42,51	3,33
oa2	733,67	10,80	10,18	44,58	3,33
oa3	542,67	9,36	8,90	34,70	3,47
oa4	696,00	9,77	9,78	41,89	4,40
oa5	457,67	9,10	9,68	45,21	1,70
oa6	679,00	8,61	8,56	39,85	4,33
oa7	690,67	10,94	10,11	47,22	3,40
oa8	643,33	9,33	9,48	37,60	4,20
oa9	726,67	9,99	9,76	35,07	3,53
oa10	596,67	9,82	10,00	44,67	3,60
oa11	568,67	9,38	9,51	43,63	3,53
oa12	693,00	9,79	9,73	42,28	3,60
oa13	434,00	8,52	8,95	45,40	2,00
oa14	500,67	9,24	9,74	29,67	2,97
oa15	555,00	9,55	9,33	23,64	4,73
oa16	551,67	9,75	10,05	29,37	4,33
oa17	628,67	10,08	9,68	25,77	3,80
oa18	524,33	9,26	9,28	26,43	4,33
oa19	555,00	9,92	9,44	29,43	4,33
oa20	494,67	9,87	10,23	20,96	3,13
oa21	504,33	9,19	9,23	41,60	2,40
oa22	563,33	9,80	9,87	17,34	3,00
oa23	632,33	10,12	10,18	26,41	3,93
oa24	708,67	10,59	10,28	24,69	5,00
oa25	470,33	8,91	9,23	42,21	4,20
oa26	476,00	9,36	10,48	45,73	1,60
oa27	752,00	10,75	10,48	27,01	4,00
oa28	698,00	10,36	10,24	27,49	5,33
oa29	585,67	9,76	9,87	29,34	5,80
oa30	524,00	9,48	9,33	23,71	5,80
oa31	706,00	10,70	10,33	29,76	5,53
oa32	570,67	9,83	9,88	27,97	4,53
oa33	830,67	11,17	10,90	26,12	3,63
oa34	637,00	10,29	10,13	31,47	4,20
oa35	644,67	10,15	10,28	33,49	5,33
oa36	527,33	9,72	9,81	31,85	2,73
oa37	546,67	9,62	9,67	45,16	4,93
oa38	438,67	8,89	9,03	45,50	1,73
oa39	512,33	9,30	8,85	42,75	4,00
oa40	430,67	8,69	9,27	30,31	2,93
Ortalama	594,0±101,7	9,7±0,6	9,7±0,7	34,5±8,5	3,8±1,1

Çalışmada boylu ardıç kozalaklarının bin dane ağırlıkları 430,67 (oa40) - 752,00 (oa27) gram arasında değişim göstermekte olup, ortalama kozalak bin dane ağırlığı ise yaklaşık 594 gram olarak tespit edilmiştir. Kozalaklarda ortalama nem oranı ise %34 olarak tespit edilmiş olup, ne yüksek nem oranı %47,22 (oa7), en düşük nem oranı ise %17,34 (oa22) olmuştur. Kozalak en ve boy değerlerine bakıldığında ise sırasıyla ortalama olarak bu değerler 9,75 mm ve 9,74 mm civarında tespit edilmiştir. Kozalaklarda en düşük uçucu yağ verimi %1,60 v/w (oa26), en yüksek uçucu yağ verimi %5,80 (oa30) olarak tespit edilirken, ortalama uçucu yağ verimi % 3,82 v/w olarak belirlenmiştir.

Uçucu yağ verimlilikleri ile kozalak fiziksel özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak için ilk olarak kokulu ardıç türü için uygulanan temel bileşenler analizi (PCA) neticesinde eksenlere ait özdeğerler ve varyans yüzdeleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4'te görüleceği üzere ilk iki eksen toplam varyansın yaklaşık olarak %78'ini açıklamaktadır. Bu durumda uçucu yağ verimi ile kozalak fiziksel özellikleri arasında ilişkilere bu iki eksen üzerinden yorum yapılmak üzere değişkenlerin bu eksenler ile korelasyon katsayıları Çizelge 5'te verilmiştir.

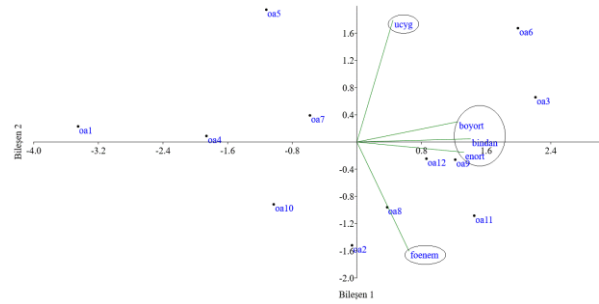
Çizelge 5 incelendiğinde Eksen 1 üzerinde fiziksel özelliklerden kozalak en, boy ve bin dane ağırlığı değişkenleri birbirleri ile oldukça yüksek pozitif korelasyon gösterirken, kozalak uçucu yağ verimi (r: 0,790)'nin Eksen 2 üzerinde sadece kozalak nem yüzdesi (r: -0,708) ile istatistiksel anlamda kabul edilebilir düzeyde negatif yönlü korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Bu değişkenlerin örnek alan değerlerine göre eksenler üzerindeki konumları ise Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2 incelendiğinde bileşenler üzerinde örnek alanların konumları ve kozalaklarda uçucu yağ verimi ile nem (%) oranı arasındaki ters orantılı ilişki netlik kazanmaktadır.

İkinci aşamada boylu ardıç kozalaklarına ait uçucu yağ verimlilikleri ile fiziksel özellikleri arasındaki ilişkileri tespit etmek için uygulanan temel bileşenler analizi neticesinde eksenlere ait özdeğerler ve varyans yüzdeleri Çizelge 6'da yer almaktadır.

Çizelge 6 incelendiğinde tıpkı kokulu ardıçta olduğu gibi ilk iki eksen toplam varyansın yaklaşık olarak %78'ini açıklamaktadır. Dolayısıyla yine bu türe ait uçucu yağ verimi ve kozalak fiziksel özellikleri arasında ilişkiler bu iki eksen üzerinden yorumlanmış olup, değişkenlerin bu iki eksen ile korelasyon katsayıları Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7'de görüleceği üzere yine tıpkı kokulu ardıç kozalaklarından elde edilen sonuçlarda olduğu gibi Eksen 1 üzerinde fiziksel özelliklerden kozalak en, boy ve bin dane ağırlığı değişkenleri birbirleri ile oldukça yüksek pozitif korelasyon göstermiştir. Aynı zamanda yine bu eksen üzerinde bu değişkenlerin uçucu yağ verimi ile (r: 0,55843) istatistiksel anlamda kabul görecektir düzeyde pozitif yönlü bir korelasyon olduğu görülmektedir. Diğer yandan yine kozalak uçucu yağ verimi (r: -0,63455)'nin Eksen 2 üzerinde ise kozalak nem yüzdesi (r: 0,69884) ile istatistiksel olarak anlamlı düzeyde negatif yönlü korelasyon tespit edilmiştir. Tüm bu değişkenlerin örnek alan değerlerine göre eksenler üzerindeki konumları ise Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 2. Kokulu ardıç kozalaklarına ait örnek alan değerlerine göre temel bileşenler üzerinde değişkenlerin konumları

Çizelge 4. Kokulu ardıç kozalak uçucu yağ ve fiziksel özellikleri için uygulanan temel bileşenler analizi neticesinde eksenlerin varyans (%) açıklama payları

Eksenler	Özdeğerler	Varyans açıklama (%)
1	2,851	57,013
2	1,148	22,950
3	0,684	13,678
4	0,253	5,060
5	0,065	1,298

Çizelge 5. Kokulu ardıç kozalaklarının uçucu yağ verimi ve fiziksel özelliklerinin temel bileşen eksenleri ile korelasyon katsayıları

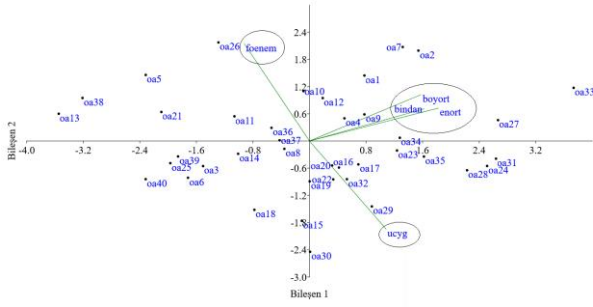
Kokulu ardıç	Eksen 1	Eksen 2
enort	0,919	-0,067
boyort	0,868	0,131
bindan	0,977	0,020
foenem	0,448	-0,708
ucyg	0,310	0,790

Çizelge 6. Boylu ardıç kozalak uçucu yağ ve fiziksel özellikleri için uygulanan temel bileşenler analizi neticesinde eksenlerin varyans (%) açıklama payları

Eksenler	Özdeğerler	Varyans açıklama (%)
1	2,7742	55,485
2	1,1117	22,234
3	0,7346	14,693
4	0,2801	5,6022
5	0,0993	1,9862

Çizelge 7. Boylu ardıç kozalaklarının uçucu yağ verimi ve fiziksel özelliklerinin temel bileşen eksenleri ile korelasyon katsayıları

Boylu ardıç	Eksen 1	Eksen 2
bindan	0,8349	0,23131
enort	0,9381	0,23649
boyort	0,8124	0,33356
foenem	-0,47454	0,69884
ucyg	0,55843	-0,63455



Şekil 3. Boylu ardıç kozalaklarına ait örnek alan değerlerine göre temel bileşenler üzerinde değişkenlerin konumları

Şekil 3 incelendiğinde bileşenler üzerinde örnek alanların konumları ve boylu ardıç kozalaklarının uçucu yağ verimi ile nem (%) oranı arasındaki ilişkiler burada da görülmektedir.

4. Tartışma ve sonuçlar

Kokulu ardıç kozalaklarında ortalama olarak %2,4 v/w boylu ardıç kozalaklarında ise %3,8 v/w uçucu yağ oranı tespit edilmiştir. Türkiye’de Labiatae türleri ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada familyaya ait türlerden uçucu yağ oranlarının %0,5’den az olanlar uçucu yağ bakımından fakir, %0,5-2,0 arasında olanlar orta derecede zengin, %2,0’dan fazla olanların ise uçucu yağ verimi bakımından zengin olarak sınıflandırılabilirliği ifade edilmiştir (Başer, 1993). Aynı yorumu Cupressaceae familyası içerisinde yer alan bu iki ardıç türü içinde yapmanın yanlış olmayacağı düşünüldüğünde, burada çalışmaya konu olan her iki ardıç türünün kozalak uçucu yağ verimi bakımından zengin ya da tipik bir uçucu yağ bitkisi olarak değerlendirilmesi yanlış olmayacaktır. Dolayısıyla bu türlerin uçucu yağ özelliklerine ilişkin yapılmış ya da yapılacak olan çalışmaların önemi büyüktür.

Bu türlerin uçucu yağ özelliklerine ilişkin yapılmış olan daha önceki çalışmalarda kokulu ardıç kozalaklarında % 2,03 v/w (Lesjak, vd.,2013),% 3,0 v/w (Asili vd., 2010), % 0,9 ile (Tunali vd., 2002),% 0,45 v/w (Emami vd., 2011) oranlarında, boylu ardıç kozalaklarında ise % 1,2 v/w (Soković vd., 2004) % 3,2 v/w (Topçu vd., 2005),% 2,1 v/w (Shanjani vd., 2010), % 5,8 v/w (Ataş vd., 2012),% 2,5 v/w (Avcı ve Bilir 2014) oranlarında değişen uçucu yağ verimi tespit edilmiştir. Türlerin kozalak veriminin tespit edildiği önceden yapılan bu çalışmalarda elde edilen sonuçların genel olarak buradaki değerler ile benzerlik göstermekle birlikte, bazı çalışmalarda ise belirli oranlarda farklılıkların olduğu anlaşılmaktadır. Benzer çalışmalarda ulaşılan bu farklı sonuçların kozalak toplanma zamanına bağlı olgunlaşma evresi, bitki toplama ve saklama koşulları, uygulanan ekstraksiyon yöntemi, yetişme ortamı farklılıkları ve genetik farklılardan kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Vieira ve Simon, 2000; Tawatsin vd., 2001). Dolayısıyla bitkilerin doğal yaşama ortamlarından alınan örneklerde bu tip farklılıkların olması aslında beklenenin dışında bir durum değildir.

Literatürde yer alan bu çalışmaların ötesinde hemen hemen aynı olgunluk döneminde farklı lokasyonlarda tespit edilen örnek alanlardan alınan kozalaklarda elde edilen uçucu yağ oranlarının tespit edildiği bu çalışmada her iki

ardıç türünün kozalak uçucu yağ verimlilikleri arasında farklılıkların olduğu görülmektedir. Söz konusu bu farklılıkların kozalak fiziksel özellikleri ile açıklanmasının ne derece mümkün olabileceği öngörülerek yapılan değerlendirmelerde, kokulu ardıç ve boylu ardıç kozalaklarında özellikle nem oranının uçucu yağ verimi ile önemli bir ilişkisi olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Diğer yandan her iki tür için elde edilen sonuçların birbiri ile oldukça benzer ve aynı doğrultuda olması ise oldukça dikkat çekici bir durum olmuştur.

Çalışmaya konu olan ardıç türlerinin ikisinde de kozalaklarda nem oranının artışı ile ters orantılı olarak uçucu yağ veriminin düştüğü görülmektedir. Burada kozalaklarda nem miktarı bitki bünyesindeki su dengesinin yansımaları olarak bitki için aslında bir stres faktörü olarak düşünülebilir. Dolayısıyla burada bitkide nem oranına bağlı oluşan stres faktörünün ise kozalaklarda uçucu yağ veriminde değişime sebep olduğu yorumunu yapmak mümkün gözükmemektedir. Diğer bir ifade ile ekstrem yetişme ortamlarında yayılış gösteren bu iki ardıç türünün ortamdaki iklim (nem, yağış, rüzgar vb.), toprak ve fizyografya gibi değişen yetişme ortamı koşullarında kuraklık ve su stresi içerisine girebildikleri ve bunun neticesinde de başta uçucu yağ verimi olmak üzere çeşitli biyokimyasal parametrelerde değişim olabildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kozalaklardaki nem oranının aslında ortamda yetişme ortamı koşullarının bir yansıması olduğu düşünüldüğünde burada elde edilen sonuçların farklı bir bakış açısıyla yorumlanabilmesi de mümkün gözükmemektedir. Daha detaylı bir ifade ile konu açıklanacak olursa, bitkilerin sahip olduğu morfolojik, anatomik, fiziksel ve kimyasal özelliklerin bir bölümü tartışmasız kalıtsal özelliklerin bir yansıması olarak ortaya çıkarken, bu özellikler belli bir oranda ise bitkinin iç dinamiklerini etkileyen ekolojik ortam koşullarının yansıması olarak şekillenmektedir (Arslan ve Aydemir, 2009; Gülsoy vd., 2013, Gülsoy vd., 2014). Dolayısıyla burada çalışmaya dahil edilen kozalak fiziksel özelliklerinin belli bir oranda ekolojik ortam koşullarının bir yansıması olarak şekillendiği düşünülebilir. Diğer bir ifade ile ortamın iklim, toprak, fizyografya gibi koşulları kozalak fiziksel özelliklerini doğrudan etkilediği için, bu çalışmada elde edilen uçucu yağ miktarı ve kozalak fiziksel özellikler arası ilişkiler dolaylı olarak yetişme ortamı koşullarının uçucu yağ koşullarına yansıması olarak düşünülebilir. Bu durum ise aslında uçucu yağ miktarlarının ekolojik ortam koşullarında meydana gelecek bir değişimin göstergesi olabileceği fikrini düşündürmektedir. Daha açık bir ifade ile bu çalışmadan elde edilen sonuçlar kozalaklarda oluşan uçucu yağ veriminin, olası iklim değişimi, çevre kirliliği ya da toprak özelliklerinde meydana gelebilecek değişimler için pratik bir göstergesi olup olamayacağı düşüncesini doğurmaktadır. Elde edilen bulgular özellikle bitkide nem parametresine bağlı uçucu yağ verimindeki değişimin bu doğrultuda araştırmalara konu olabileceğini doğurmaktadır. Fakat burada sadece iki farklı ardıç türü için elde edilen sonuçlarla kesin bir yoruma gidilmesi pek doğru olmayacaktır. Dolayısıyla bu konunun daha fazla netliğe kavuşması için, çok daha farklı bitki türünde daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerektiğini söylemek mümkündür.

Teşekkür

Bu çalışmada boylu ardıç türüne ilişkin verilerinin temininde TÜBİTAK 112O814 nolu proje, kokulu ardıç türüne ilişkin verilerin temininde ise SDÜ BAPKB 4117-YL1-14nolu proje maddi destek sağlamıştır. Her iki birime desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Adams, R.P., 2008. Junipers of the World: The Genus *Juniperus*. 2nd Ed. Trafford Publ., Vancouver, B.C., Canada.
- Adams, R. P., Tashev, A. N., Baser, K. H. S., Christou, A. K., 2013. Geographic variation in the volatile leaf oils of *Juniperus excelsa* M. Bieb. *Phytologia*, 95:279-285.
- Altuntaş, E., 2015. The geometric, volumetric and frictional properties of Juniper berries. *American Journal of Food Science and Nutrition Research*, 2 (1):1-4.
- Angioni, A., Barra, A., Russo, M. T., Coroneo, V., Dessì, S., Cabras, P., 2003. Chemical composition of the essential oils of *Juniperus* from ripe and unripe berries and leaves and their antimicrobial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(10):3073-3078.
- Arslan, M.B., Aydemir, D., 2009. Genç odun ve özellikleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 11(16):25-32.
- Asili, J., Emami, S.A., Rahimizadeh, M., Fazly-Bazzaz, B. S., Hassanzadeh, M. K., 2010. Chemical and antimicrobial studies of *Juniperus sabina* L. and *Juniperus foetidissima* Willd. essential oils. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 13(1): 25-36.
- Ataş, A. D., Göze, İ., Alim, A., Akkuş, S., 2012. Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and antispasmodic activities of the essential oil of *Juniperus excelsa* subsp. excels. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 15 (3): 476-483.
- Avcı, A. B., Bilir, N., 2014. Variation in essential oil content and composition of Crimean Juniper (*Juniperus excelsa*) berries during the growth periods. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17(3): 478-485.
- Başer, K.H.C., 1993. Essential oils of Anatolian Labiatae: A profile. *Acta Horticulture*, 333: 217-238.
- Bro, R., Smilde, A. K., 2014. Principal component analysis. *Analytical Methods*, 6(9): 2812-2831.
- Caponio, F., Alloggio, V., Gomes, T., 1999. Phenolic compounds of virgin olive oil: influence of preparation techniques. *Food Chemistry*, 64:203-209.
- Coode, M. J. E., Cullen J., 1966. *Juniperus* L. in Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Vol. 1). Davis PH, (Ed.) Edinburgh University Press, Edinburgh, pp.78-84.
- Eliçin, G., 1977. Türkiye Doğal Ardıç (*Juniperus* L.) Taksonlarının Yayılışları ile Önemli Morfolojik ve Anatomik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. İ. Ü. Yayın No: 2327, O.F. Yayın No: 232, İstanbul.
- El-Achi, N., Bakkour, Y., El-Nakat, H., El-Omar, F., 2014. HPLC analysis for identification and quantification of phenolic acids and flavonoids in *Juniperus excelsa*. *Journal of Natural Products*, 7:162-167.
- Emami, S. A., Asgary, S., Naderi, G. A., Ardekani, M. R., Kasher, T., Aslani, S., Sahebkar, A., 2011. Antioxidant activities of *Juniperus foetidissima* essential oils against several oxidative systems. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21(4): 627-634.
- European Pharmacopoeia, 1975. Maisonneuve SA, Sainte Ruffine. Vol. 3, pp.68, France.
- Fakir, H., 2014. Türkiye'nin Doğal ve Egzotik Ağaç ve Çalılırları 1. In: Ünal Akkemik (Ed.) *Gymnospermler, Angiospermler, Juniperus* L. (Ardıçlar), T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Gülsoy, S., Akdemir, D., Özdemir, S., Aydın, S., Dalgıç, L., 2014. Göller yöresi boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) sahalarında çevresel faktörlerin kozalak fiziksel özellikler üzerine etkisi. II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu konferansı dahilinde Akdeniz Ormanlarının Geleceği: Sürdürülebilir Toplum ve Çevre, bildiri kitapçığı, Ekim, 2014, Isparta, s.750-762.
- Gülsoy, S., Çıvğa, A., 2016. Diken ardıç (*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*) kozalaklarının uçucu yağ özellikleri ve çevresel faktörlerle ilişkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 17(2): 142-152.
- Gülsoy, S., Özkan, G., Özkan, K., Genç, M., 2013. Menengiç (*Pistacia terebinthus* L. subsp. *palaestina* (Boiss.) Engler) meyvelerinin bazı fiziksel ve fizikokimyasal özelliklerine ekolojik faktörlerin etkisi. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 14: 15-23.
- Gürkan, E., 2003. Bitkisel Tedavi. Marmara Üniversitesi Yayınları, No:699, Fak.Yayın No:19, İstanbul.
- Gültekin, H.C., Gültekin U.G., 2006. Türkiye Ardıç Türlerinin (*Juniperus* L.) Silvikültür Teknikleri. DOA Dergisi, Tarsus, Turkey.
- Hegnauer, R., 1986. Phytochemistry and plant taxonomy an essay on the chemotaxonomy of higher plants. *Phytochemistry*, 25(7): 1519-1535.
- Lesjak, M. M., Beara, I. N., Orčić, D. Z., Ristić, J. D., Anačkov, G. T., Božin, B. N., Mimica-Dukić, N.M., 2013. Chemical Characterisation and Biological Effects of *Juniperus foetidissima* Willd. 1806. *LWT-Food Science and Technology*, 53(2): 530-539.
- Martz, F., Peltola, R., Fontanay, S., Duval, R. E., Julkunen-Tiitto, R., 2009. Effect of latitude and altitude on the terpenoid and soluble phenolic composition of juniper (*Juniperus communis*) needles and evaluation of their antibacterial activity in the boreal zone. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 57 (20): 9575-9584.
- Mert, A., Özkan, K., 2017. Studies on taxonomic diversity of plant communities and modeling its potential distribution in Yazılı Canyon Nature Park, Turkey, *Journal of Environmental Biology*, 38(6):1267-1274. DOI: 10.22438/jeb/38/6/MRN-282.
- Özkan, G., Gülsoy, S., Çevik, Ş., Aydın, S., Dalgıç, L., Merdin, A., 2014. Influence of site factors on phenolic properties of Crimean juniper (*Juniperus excelsa* Bieb.) berries in the Lakes District of Turkey. *Book of Abstracts, 12th Euro Fed Lipid Congress, Oils, Fats and Lipids: From Lipidomics to Industrial Innovation*, 14-17 September 2014, Montpellier, France, pp. 400.
- Shanjani, P. S., Mirza, M., Calagari, M., Adams, R. P., 2010. Effects drying and harvest season on the essential oil composition from foliage and berries of *Juniperus excelsa*. *Industrial Crops and Products*, 32(2): 83-87.
- Soković, M. D., Ristić, M., Grubišić, D., 2004. Chemical composition and antifungal activity of the essential oil from *Juniperus excelsa* Berries. *Pharmaceutical Biology*, 42(4-5): 328-331.

- Tawatsin, A., Wratten, S. D., Scott, R. R., Thavara, U., Techadamrongsin, Y., 2001. Repellency of volatile oils from plants against three mosquito vectors. *Journal of Vector Ecology*, 26:76-82.
- Topçu, G., Gören, A. C., Bilsel, G., Bilsel, M., Çakmak, O., Schilling, J., Kinston, D.G.I., 2005. Cytotoxic activity and essential oil composition of leaves and berries of *Juniperus excelsa*. *Pharmaceutical Biology*, 43 (2): 125-128.
- Tunalier, Z., Kirimer, N., Baser, K.H.C., 2002. The composition of essential oils from various parts of *Juniperus foetidissima*. *Chemistry of Natural Compounds*, 38(1): 43-47.
- Tümen, İ., Hafizoğlu, H., 2005. Türkiye’de yetişen Ardıç (*Juniperus* L.) türlerinin kozalak ve yaprak uçucu yağlarının bileşiminde bulunan terpen grupları. *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 5(5): 88-95.
- Vieira, R.F., Simon, J.E., 2000. Chemical characterization of basil (*Ocimum* spp.) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. *Economic botany*, 54(2): 207-216.
- Yaltrık, F., 1988. Dendroloji (Gymnospermae) – Açık Tohumlular. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No: 3443/386, İstanbul, s.258-283.

Orman içinde tomruk transportu için bir mini hava hattı (AcarMHH300) sistemi geliştirilmesi

H. Hulusi Acar^{a,*}

Özet: Odun hammaddesinin üretiminde bölmeden çıkarma aşaması çok güç, pahalı ve çevresel zararı en yüksek olan aşamadır. Teknoloji kullanımının sınırlı olduğu bu ormancılık faaliyeti özellikle dağlık arazide teknik, ekonomik, ergonomik ve çevresel açılardan büyük bir önem taşır. Çalışmanın amacı; ağır tomrukların en yakın orman yoluna havadan taşınabilmesini sağlayacak ve mevcut havadan taşıma yöntemlerine alternatif oluşturacak ekonomik ve ergonomik yeni bir sistem geliştirmektir. Geliştirilen sistemin pahalı ve ithal orman hava hatlarından farklı olarak çok daha basit, pratik ve ekonomik bir yöntem olması hedeflenmiştir. Bu sayede taşıma sırasında tomrukta ve çevrede oluşan zararların asgariye indirilmesi ve ergonomik bir taşıma sisteminin geliştirilmesi planlanmıştır. Bu sistemde güç temini için tamburlu orman traktörü kullanılmıştır. Ana kablo olarak 10-12 mm kalınlığında çelik tel kablo kullanılmıştır. Ana kablo üzerindeki kilitlemeli vagon yerel sanayide üretilerek sisteme entegre edilmiştir. Bu vagon 6-8 mm kalınlığında cer kablosuna sahip olup kablonun tambura sarılması ile tomrukların orman yoluna yukarı doğru çekilmesi işlemi tamamlanmıştır. Ters yönde çekimlerde ring sistemi kullanılmıştır. Sistemin arazide kurulum işlemi, birkaç saat gibi çok kısa sürede ve basit bir şekilde gerçekleştirilebilmiştir. Araştırma Dağlık Karadeniz Bölgesi arazi şartlarındaki ibrelili tomruk üretim sahalarında 2016 yılı üretim sezonunda test edilmiştir. Çalışmada, motor gücünden yararlanılarak yukarı doğru kontrollü çekimler esas alınmış ve tüm çekimler ortalama 140 m mesafeden gerçekleştirilmiştir. Buna göre yukarı çekim hızı 1,05 m/sn ve çekme verimi ise 3,057 m³/saat olarak bulunmuştur. Önceden ithal edilen ağır orman hava hatları amortisman değerinin yüksek olması ve yeterli büyüklükte işlerde çalıştırılmamaları itibariyle verimli olamamıştır. Geliştirilen bu sistem ülkemizde bir ilk olmuştur. Dünyada kullanılan orman hava hatlarına göre avantajları; kuleye gerek duyulmaması, pratik olması, çok daha ucuz ve seyyar olması ile büyük bir tambura gerek duyulmaması şeklinde sıralanabilir.

Anahtar kelimeler: Tamburlu orman traktörü, Kontrollü yukarı çekim, AcarMHH300, Vagon sistemi, Dağlık arazi

Development of the small yarder system (AcarMHH300) for logging from forest stands

Abstract: Extraction process of wood raw materials, from forest stand to the nearest forest road, is very difficult and expensive stage having highest environmental damages. Forestry activities where limited to the use of technology have great importance in terms of technical, economical, ergonomic and environmental in mountainous terrain especially. The aim of this study is to develop an economic and ergonomic system to ensure the transport of logs to the nearest forest path by cable line and also to provide an alternative skyline system to existing costly methods in air transportation. In our country, the only method used to transport of logs in the air is the forest airlines. Differences of the proposed system from other airlines (expensive and imported) are more simple, ergonomic and economic. Thus, possible damages in both logs and environment will be minimized during the transportation and an ergonomic work will be done. In this system, drummed forest tractor was used for the power supply and 10-12 mm thickness steel cable as main cable was used. Locking wagon on the main cable was produced in special mechanic industry and it was integrated to the system. This wagon has 6-8 mm thicknesses ground cable and process of pulling the timber up to the forest road by cable wrapped to drum was completed. Ring system is used in the pulling of logs to uphill direction. Installation procedures of this system in the field can be performed in a very short period as a few hours in a simple manner. This research was tested in Mountainous Eastern Black Sea Region at the field condition formed conifer forest in the spring 2016. Controlled pulling to upward by using engine power was taken essential. Based on this study, drawing speed and efficiency on the motor system were found 1,05 m/s and 3,057 m³/h, respectively. Average skidding distance was 140 meter in both cases. Previously imported heavy forest airlines are not being profitable due to high depreciation price and inappropriate for the magnitude work. This system to be developed will be the first in our country. According to the forest airlines used in this world, the advantages are as follows: The tower is not required, practical, cheaper and portable, and it does not need a big drum.

Keywords: Drummed tractor, Controlled upward pulling, AcarMHH300, Carriage system, Steep terrain

1. Giriş

Odun hammaddesi üretim faaliyetleri en genel olarak kesme, bölmeden çıkarma ve uzak nakliyat olmak üzere üç ana aşamadan oluşmaktadır. Odun hammaddesinin kesildiği orman içinden kamyonlarla taşımının yapılacağı orman

yolu kenarına kadar getirilmesi süreci olan bölmeden çıkarma aşaması çok güç, pahalı ve çevresel zararı en yüksek olan aşamadır. Teknoloji kullanımının sınırlı olduğu bu ormancılık faaliyeti özellikle dağlık arazide teknik, ekonomik, ergonomik ve çevresel açılardan büyük bir önem taşır.

✉ ^a Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Trabzon

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): hafizhulusi.acar@yeniuzyil.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 10.04.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 11.09.2017



Citation (Atıf): Acar, H., 2017. Orman içinde tomruk transportu için bir mini hava hattı (AcarMHH300) sistemi geliştirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 18(3): 226-231. DOI: 10.18182/tjf.305369

Odun hammaddesi üretim giderlerinin % 30'undan fazlasını oluşturan bölmeden çıkarma faaliyetleri çok pahalı bir aşamadır. Ülkemizde yılda ortalama 300 milyon adet tomruk üretilmekte olup bu tomruklar orman içerisinde orman yolu kenarına ortalama 800 metre sürütülmektedir (Acar, 1994).

Dünyada ve ülkemizde orman içerisinde kesilip devrilerle üretilen milyonlarca adet tomruğun en yakın orman yoluna kalite ve miktar kaybı olmadan, çevreye, işçilere ve aletlere zarar vermeden ekonomik olarak taşınması önemlidir. Orman içi tomruk taşınması, özellikle ülkemiz gibi ormanlarının büyük kısmının eğimli ve engebeli olduğu dağlık arazide bulunan yerlerde çok daha güç, riskli, pahalı ve çevreye zararlı olabilmektedir.

OGM'nin yıllık odun üretiminin yaklaşık 17 milyon m³'ü endüstriyel odun, 5 milyon steri ise yakacak odun olarak kullanılmaktadır (OGM, 2017). Odun üretimi ile tüketimi arasındaki ilişki düşünüldüğünde, odun hammaddesi üretiminde miktar ve kalite bakımından hiçbir kayba yer bırakılmaması gerektiği açıkça görülmektedir.

Türkiye'de piyasanın endüstriyel odun hammaddesi talebinin % 65'i OGM tarafından karşılanmakta olup orman işletmelerine ait gelirlerin en az %90'ı bu yolla sağlanmaktadır. OGM'nin yaptığı odun hammaddesi üretiminin yaklaşık % 80'ini endüstriyel odun üretimi, bunun da yaklaşık % 35'ini tomruk üretimi oluşturmaktadır (OGM, 2017). Ülkemizdeki orman işletmeciliği, yıllık ortalama 2 milyar TL döner sermayesi olan çok büyük bir sektördür (OGM, 2015).

Ülkemizdeki ormanların yaklaşık olarak yarısının yüksek eğimli ve engebeli alanlarda bulunması nedeniyle bölmeden çıkarma çalışmaları sırasında % 90 oranında zemin üzerinde sürütme tekniği kullanılır. Bu sürütme tekniklerinin yaklaşık % 72'si insan gücü ile sürütme, kaydırma ya da yuvarlama gibi ilkel tekniklerle yapılmaktadır (Erdaş ve Acar, 1993). Bu durum iş sağlığı ve güvenliği açısından çok önemli riskler taşımaktadır. Aşağıdan yukarı doğru transport yapılması gereken durumlarda ise taşıma alternatifleri daha da azalmaktadır. Bunlar; ekonomik açıdan yeterli miktarda ürün olduğu durumlarda orman hava hatları ya da kısa mesafelerde kablolu sistemler ile gerçekleştirilmektedir. Ayrıca çok düşük oranlarda hava hattı, traktör ve oluk sistemi kullanılmaktadır (Acar, 1998). Mevcut yöntemlerden insan ve hayvan gücü yetersiz ve ergonomik bulunmazken pahalı ve ithal orman hava hatları da kısmen ekonomik olmadığı kısmen de taşıma güzergâhı açılması gerekliliği nedeniyle olumsuz çevresel etkilere sahiptir.

Gürtan (1975)'a göre insan gücü ile dağlık arazide ilkel yöntemlerle yapılan taşıma işlerinde %14 kalite ve % 10 miktar kaybı söz konusu olup bu durum çok önemli maddi ve çevresel kayıpları işaret etmektedir.

Türkiye'de portatif bir motor sistemiyle bölmeden çıkarma çalışmalarının ilk denemeleri Acar ve Ünver'in yaptıkları çalışmada geliştirdikleri bir motor mekanizması ve yapay oluk güzergâhından oluşan (TOKK-M) bir sistemle başlamıştır. Bu çalışmada geliştirilen TOKK-M sistemi ile %45 eğimli alanlarda yapay oluk güzergâhı üzerinde hem yamaç yukarı hem de yamaç aşağı kablo çekimi yapılarak elde edilen verimlilik değerleri kıyaslanmıştır (Acar ve Ünver, 2012a).

Acar ve Ünver (2012b), Artvin ili Saçınka yöresinde %60 ve %90 eğimli iki alanda orman traktörü ile yapay oluk güzergâhından oluşan TOKK-T sistemiyle yamaç yukarı traktörle kablo çekimi yaparak ortalama verimi 6,10 m³/saat olarak tespit etmiştir.

Literatürde yapılan çalışmaları dikkate aldığımızda, orman hava hatlarının ülkemizde özellikle pahalı ve ithal olması nedenleriyle yüksek amortisman giderleri ve orman kooperatiflerince satın alma güçlüğü, taşınacak yeterli miktarda ürün temin edilememesi gibi nedenlerle rantabl olarak çalıştırılmadığı, taşıma koridorlarının gereğinden fazla açıldığı vs. anlaşılmıştır (Yoshimura ve Acar, 1996; Acar, 2005). Ülkemizde elektrikli motorların kullanıldığı kısa mesafeli ve düşük kapasiteli teleferik sistemi de mesafe ve tomruk ağırlığı açısından yeterli olamamaktadır.

Literatürde dünyada gelişmiş ülkelerde çok sayıda ve ülkemizde de az sayıda ithal olarak kullanılan pahalı (en az 100 bin Euro) orman hava hatları söz konusudur. Bu çalışma ile ülkemizde mevcut hava hatlarının yerine 300 metreye kadar ikame edilebilecek olan ve kulesi olmayan ucuz, taşınabilir ve pratik kurulum-kullanıma sahip yerli mini bir hava hattı geliştirilmesi ve teknik açıdan bu sistemin çalışabilirliğinin irdelenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda en az 1/50 oranında ucuz olan ve yerli üretim vagonla birlikte kullanılacak, geliştirilebilir AcarMHH300 sisteminin tomruk transport aracı olarak büyük bir açığı dolduracağı düşünülmüştür.

Mevcut kısa mesafeli orman hava hatları traktöre monteli olup mobil yapıda ve kulesi mevcuttur. Geliştirilen bu sistemde; güç yine mobil bir motordan sağlanmış, sistemde kule kullanılmamış ve bunun yerine ağaca monteli yön makaraları kullanılmıştır. Yine bu sistemin dağlık Doğu Karadeniz Bölgesinde kullanılan teleferik (vargel) sisteminden farkı ise, geliştirilecek sistemin pratik ve taşınabilir olması özelliği ile sıkça yer değiştirme kabiliyetine sahip ve daha uzun bir güzergahta kullanılabilir olabileceğidir.

2. Materyal ve yöntem

Çalışma iki aşamadan oluşmuştur. İlk aşamada, hava hattı sisteminin temel bileşeni olan bir vagonun imalatı gerçekleştirilmiş; ikinci aşamada ise bir traktör vinci yardımıyla bu sistem arazide kurulup denenmiş ve bu denemeler sırasında da zaman etütleri yapılmıştır.

AcarMHH300 sisteminin en önemli aparatı olarak ana kablo üzerinde yukarı doğru çekme kablosu ile tomruk çekme işini yapacak olan vagon tasarlanarak Trabzon sanayisinde imal ettirilmiştir.

Tüm yan aparatları ile toplam 42,5 kg ağırlıkta olan vagonun ana kasnağı 6 cm x 8 cm dikdörtgen profilli metal demirden 2 metre olarak üretilmiştir (Şekil 1). Ana kabloya (12 mm çaplı) kelepçeli 3 adet çelik makara (15 cm çap ve 4 cm kalınlıkta), kasnağa monte edilmiştir. Çekme kablosu ise 6-8 mm çapında olacak şekilde tasarlanmıştır. Ana kablo güç kaynağındaki traktör tamburunda 300 metre olarak mevcut olup çekme kablosu ayrıca 600 metre olarak temin edilmiştir. Yerden alması sistem olarak üretilen vagon üretimi daha sonra boyanarak araziye iki parça halinde getirilmiş ve burada montajı yapılmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Sanayide vagon üretimi



Şekil 2. Maçka'da arazi denemeleri öncesinde vagonun kurulumu

Güç sistemi olarak 55 beygir gücünde bir MB Trac 900 tamburlu orman traktörü kullanılmıştır. Çekme kablosu 8 mm, tambur çapı 39 cm, tambur kapasitesi ise 350 m'dir.

Arazideki denemeler, Maçka Orman İşletme Müdürlüğü'nde dikili ağaç satışı sonrası müteahhitler tarafından 2016 yılında üretime başlanmış tomruk üretim sahaları üzerinde gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1).

Seçilen üretim alanındaki taşıma güzergâhının başındaki yol kenarına orman traktörü getirilerek sabitlenmiştir. Ana kablo üzerine vagon montajı yapıldıktan sonra hava hattı sisteminin kurulumu yapılmıştır. Traktörün motor gücünden yararlanılarak ana kablo ile vagon, önceden açılarak hazırlanmış taşıma güzergâhı (koridor) üzerinde havaya kaldırılmıştır. AcarMHH300 adı verilen bu taşıma sistemi güzergâh boyunca çevredeki ağaçlara sabitlenmiştir (Şekil 3).

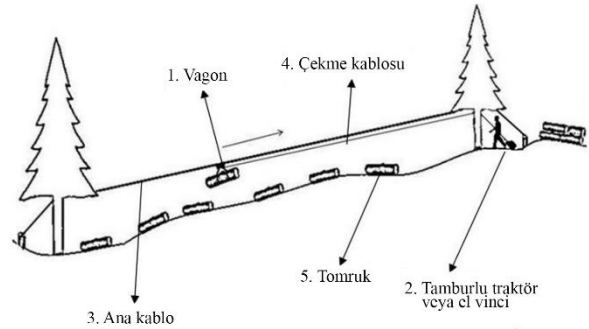
Acar MHH300 sistemi ile yamaç yukarı hava yolu ile tomruk taşıma işindeki başlıca iş aşamaları; ana kablunun üretilen vagonla birlikte seçilen tomruk taşıma güzergâhına kurularak gerilmesi, ince çekme kablusunun traktör tamburuna sardırılması, bölmeden çıkarma işinin gerçekleşmesi, takılan kablo ya da tomruğun kurtarılması, yakıt/yağ takviyesi, bakım işleri ile iş sonunda sistemin demontajı şeklindedir. Her bir taşıma döngüsü ise boş sürütme kancasının tomruğun yanına aşağı doğru bırakılması, kancanın tomruğa bağlanması, tomruğun yamaç yukarı hava hattı ana kablusu üzerinde cer halatı ile çekilmesi, araba yolu kenarına geldiğinde sürütme kancasının çıkarılması, vagonun boş olarak yükleme yerine geri gönderilmesi aşamalarından oluşmuştur.

Bölmeden çıkarma çalışmaları sırasında geçen sürenin ölçümünde iki adet kronometre, eğimölçer ve Garmin Oregon 650 marka el GPS'inden yararlanılmıştır. Odun hammaddesinin orta çapları çap ölçer, boyları ise şerit metre yardımı ile ölçülmüştür. Çalışmalarda, önceden hazırlanan ve denemelerin gerçekleştirildiği arazi yapısını ve sistemi

tanımlayan bir envanter tablosu (bölme numarası, tomruk cinsi, bakı, rakım, arazi eğimi, hat eğimi, hattın uzunluğu, işçi sayısı, vb. bilgiye yönelik) ile verimliliğin belirlenmesine yarayacak olan iş ve zaman ölçümlerinin kayıt edildiği zaman etüt formları (döngü numarası, taşıma mesafesi, taşınan tomruk çapı, boyu, hacmi, boş gidiş-bağlama- çekme-çözme-bekleme sürelerini kaydetmeye yönelik) kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışma alanının genel özellikleri

Özellik	Açıklama
Bölge	Maçka-Ormanüstü
Bölme no	59
Meşcere tipi	Lncd3
Kapalılık	2-3
Arazi eğimi	% 60
Yükselti	1350 m
Bakı	Kuzey
Sürütme mesafesi	140 m
İşçi sayısı	2
Taşıma yönü	Kontrollü yukarı



Şekil 3. Tomruğun tamburlu traktör veya el vinci ile yukarıya doğru taşınması şekli

Tomrukların kontrollü çekimi şeklinde yapılan bu bölmeden çıkarma çalışmaları için her bir taşıma döngü süresi kronometre yardımıyla sıfırlama yöntemi veya kümülatif zaman ölçme tekniği kullanılarak ölçülmüş ve bu hava hattı sistemi için verimlilik değerleri elde edilmiştir. Yapılan çalışmalarda elde edilen veriler SPSS 13.0 paket programı ve Microsoft Office programları kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Buna göre Tomruk çapları ve harcanan süreler arasında Sperman Korelasyon Testi yapılmış ve regresyon denklemi oluşturulmuştur.

3. Bulgular ve tartışma

Bu çalışmada, ülkemizde dağlık arazide özellikle aşağıdan yukarı tomruk taşımalarında kullanılmak üzere alternatif bölmeden çıkarma yöntemi olarak tamburlu traktör vinci ile kombine edilmiş mini hava hattı sisteminin uygulanması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, dağlık arazide kalın çaplı odun hammaddesinin sadece aşağı doğru kontrollü kaydırılması değil aynı zamanda yukarı doğru kontrollü çekilmesinde de traktör vinci ile entegre edilmiş bir hava hattı sisteminin yerli sanayide üretilen bir vagonla birlikte geliştirilmesi ve kullanılması olanakları değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda geliştirilen bu vagon üretimi, yurtdışındaki emsallerine nazaran daha basit olmakla birlikte yaklaşık 1/50 oranında daha ucuza maledildiği belirlenmiştir.

Sistemde güzergâh eğimi % 60 olarak ölçülmüştür. Sistemin arazide kurulumu ortalama 2,5 saat ve sökümü ise 1 saat olarak gerçekleşmiştir (Şekil 4). Çalışmalar bir operatör ve 2 işçi ile yürütülmüştür.

Yukarı doğru kontrollü çekimler sırasında çekim hızı 1,05 m/sn ve ortalama verim ise 3,05 m³/saat olarak bulunmuştur. Tüm çekimler ortalama 140 m mesafeden gerçekleştirilmiştir. Tomruk taşıma denemeleri ortalama 25-42 cm çapındaki Ladin tomrukları için yukarı doğru havadan kontrollü taşıma şeklinde yapılmış olup (Çizelge 2) çalışma verimli bulunmuştur .

Yapılan arazi çalışmasından elde edilen veriler ve tomruk çapına bağlı olarak harcanan süreler arasındaki ilişkiler Çizelge 3’de verilmiştir. Buna göre tomruk çapı ve toplam süre arasında pozitif yönlü bir ilişkinin varlığı söz konusu olup regresyon grafiği Şekil 5’de gösterildiği gibidir. Bunun yanı sıra tomruk çapı ve tomruk bağlama süresi arasında güçlü bir ilişki vardır. Yine tomruk çapı ve yukarı çekme süresi arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmuş iken tomruk çapı ile kablo çözme süresi ve kayıp süre (döngü içindeki) arasında az da olsa negatif bir ilişki bulunmuştur. Bunun nedeninin, kalın çaplı tomrukların çözümlenme işleminin daha kolay olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sistem ekonomik, ergonomik ve çevreye dost bir transport tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır. Yerli ve bölgesel sanayide geliştirilebilir yapısı en büyük avantajı olarak görülmüştür.

Çizelge 2. Sisteme ait ortalama uygulama değerleri

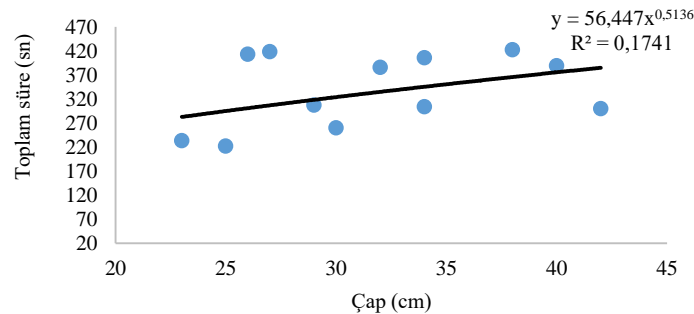
Özellik	Değeri
Tomruk çapı	31.67 cm
Tomruk boyu	3.58 m
Hacim	0.287 m ³
Boş gidış süresi	36.33 sn
Bağlama süresi	33.75 sn
Yukarı çekme süresi	133.33 sn
Kayıp süre	28.67 sn
Bekleme süresi	139.92 sn
Toplam süre	338.33 sn

Çizelge 3. Tomruk çapı ve döngüsel zamanları arasındaki ilişkiler

	Süre (sn)	Korelasyon (R)	Önem derecesi (p)
Çap (cm)	Toplam süre	0.346	0.135
	Bağlama süresi	0.428	0.083
	Yukarı çekme süresi	0.293	0.177
	Kablo çözme süresi	-0.148	0.323
	Kayıp süre	-0.056	0.431



Şekil 4. AcarMHH300 sistemi için traktörün sabitlemesi ve kurulumu



Şekil 5. Tomruk çapı ve toplam süre arasındaki regresyon grafiği

Ormancılıkta eğimli arazide, tomruklar aşağı doğru ilkel yollarla taşınabilmektedir. Ancak orman yol ağının yeterli olmadığı alanlarda tomrukları yukarı doğru taşımak için, özel sektörün gelişmediği ülkemiz ormancılığında, sınırlı ve pahalı az sayıda yöntem vardır. Bu itibarla taşınabilir AcarMHH300 sistemi seyyar ve ucuz olması ile birlikte hava hattı şeklinde kullanılabilmesi özellikleri ile önemli bir alternatif olduğunu söylemek mümkündür.

Geliştirilen vagon sayesinde arazide rahatlıkla çalıştırılabilen bu sistemde, kuruluşundan sökülüşüne kadar yalnızca 3 işçi ile bölmeden çıkarma işi kotalarlanmıştır. Sosyoekonomik açıdan işçi bulma gücünü çekilen yerler için ekonomik ve ergonomik bir aracın geliştirildiğini iddia etmek mümkündür. Elle veya diğer araçlarla yapılan ve uzun zaman alan üretim işlerini, daha kısa zamanda tamamlama imkanı elde edildiğinden orman işletmelerinin iş planları da zamanında bitirilebilir. Bununla birlikte, yalnızca önceden belirlenmiş bir koridorda ve kontrollü olarak yapılan taşıma ile çevresel zararlarının azaltılmış olması da geliştirilen bu aracın diğer olumlu taraflarındandır. İleride seri üretime geçilmesiyle yerel, bölgesel ve ülke sanayisine de katkı sağlanacağı söylenebilir.

Bu çalışma sonucunda; bölmeden çıkarma sırasında önceden bir iş organizasyonunun oluşturulması, makinelerle yıl içerisinde çalışılan gün sayısının mümkün olduğunca artırılması, arazideki çalışmalarda kamp düzeninin oluşturularak 8 saatlik çalışma düzeninin sağlanması ve operatörlerin kadrolu çalıştırılması gibi hususlar, bu tarz bir sistemin verimli şekilde çalıştırılması açısından önemli bulunmuştur.

Bu gibi portatif ve ekonomik çevre dostu sistemlerin değerlendirilerek geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Sistem üzerinde çelik çekme (cer) kablosunun uzun mesafelerde ve düşük eğimli taşıma güzergahlarında sarkması ile frenleme (vagonu yükleme yerinde sabitleme) konularında zaman zaman ortaya çıkan teknik sorunların da çözümlenmeye ihtiyacı olduğu belirlenmiştir.

4. Sonuç ve öneriler

Ormanda taşınmaya hazır hale getirilen pahalı ve ağır tomruk vasfındaki odun hammaddesinin orman yolu kenarına taşınması probleminin çözümünde havadan taşıma için pahalı olan ve ithal edilen aynı zamanda rantabl olarak kullanılamayan, ülkemizde orman köylüsünün de fiyatından dolayı tercih ve temin etmediği orman hava hatları yerine mini bir hava hattı (AcarMHH300) sistemi geliştirilmiştir.

Arazi uygulamalarında, AcarMHH300 tomruk taşıma sisteminin ortalama 25-42 cm çapındaki Ladin tomruklarını 140 m mesafeden yukarı doğru havadan kontrollü taşınması sırasındaki çekim hızı 1,05 m/sn ve verim ise 3,05 m³/saat olarak kaydedilmiştir.

Bu sistemde yapay taşıma güzergâhı, ormana minimum müdahale ile ağaçlar arasındaki boşluklardan yararlanılarak oluşturulmuştur. Burada taşıma sırasında tomrukların tek tek aşağıdan yukarı sabit bir güzergâh üzerinde taşınmasından dolayı tomrukların ağaç, fidan ya da zemine çarpması söz konusu olmamıştır. Böylece hem kalan meşcerede oluşabilecek zarar hem de tomruklarda oluşabilecek ekonomik kayıplar minimize edilmiştir. Ayrıca taşıma sırasında sürtünmenin etkisi ya da takılmalar sonucunda

oluşan zaman kayıplarının da önemli ölçüde önüne geçilmiştir. Bu haliyle AcarMHH300 sistemi ekonomik olduğu kadar ergonomik, verimli ve çevre dostu bir tomruk taşıma sistemi niteliğini taşımaktadır.

Bu sistem, orman köylüsünün ekonomik açıdan rahatlıkla temin edebileceği yerli bir teknoloji olma özelliğini de taşımaktadır. Bu sayede ülkemizde dağlık ve yüksek eğimli arazide, odun üretiminde çalışan orman işçilerine daha uygun iş makine ve ekipmanlarıyla çalışma imkanı ortaya çıkarılmıştır.

AcarMHH300 sistemi ülkemizin orman içi tomruk taşınmasında teknolojik açıdan dışa bağımlılığımızı azaltacak ve rekabet gücünü artıracak niteliktedir. Yerli bir sistem geliştirmeye yönelik bu inovatif çalışmanın, uygulamaya yaygın ve önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bununla birlikte, AcarMHH300 yerli tomruk transport sistemi ile odun hammaddesi transport çalışmaları, öngörülen üretim sezonu içinde yapılacak olup orman işletmelerinin odun üretim planları aksamayacak ve zamansal sebeplerden dolayı ortaya çıkacak üretime ait kalite, miktar ve fiyat kayıplarının önüne geçilmiş olunacaktır.

Bu çalışma, ormancılıkta tomruk transportu için yerli hava hattı geliştirilmesi ve vagon imalatına yönelik ilk çalışma olup vagon, taşıma mesafesi, güç kaynağı ve tambur durumu v açılardan geliştirilebilir niteliktedir. Bu yüzden sistemin daha güvenli ve verimli çalışması için özellikle vagon üzerinde yapılacak inovasyonlar ile güç sisteminde (el vinci, kamyona monteli vinç vb.) yapılacak yenilikler, sistemin üstünlüklerini öne çıkaracaktır. Taşıma mesafesinin uzun olduğu durumlarda iş güvenliğinin sağlanabilmesi için biri el vinci operatöründe diğeri taşıma güzergâhının başlangıç noktasındaki işçilerde olmak üzere en az 2 telsizden oluşan bir iletişim ağı kurulması ve işçi sayısının güzergâh uzunluğuna göre belirlenmesi, sisteme önemli kazançlar sağlayabilir.

Bununla birlikte, ormancılıkta bölmeden çıkarma çalışmalarında araç ve yöntem geliştirmenin zorluğu dikkate alındığında, yaygın olarak kullanılabilir ve katma değeri yüksek bu tür inovatif çalışmaların proje ve/veya tezlerle desteklenmesi gereklidir.

Teşekkür

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 5364 no.lu proje ile finansal olarak desteklenmiştir. İlgililere teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Acar, H.H., 1994. Ormancılıkta transport planları ve dağlık arazide orman transport planlarının oluşturulması. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Acar, H.H., 1998. Transport Tekniği ve Tesisleri. KTÜ Orman Fak. Yayın No:56, Trabzon.

- Acar, H.H., 2005. The effects on natural environment of forest roads and harvesting operations, emerging harvesting issues in technology transition at the end of century. *Mehanizacija Sumarstva*, 26(2):21-124.
- Acar, H.H., Ünver, S. 2012a. Tomrukların bölmeden çıkarılmasında TOKK-M sisteminin uygulanması. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 13: 103-106.
- Acar, H.H., Ünver, S. 2012b. Tomrukların oluk içerisinde traktör gücü ile kontrollü kaydırılması (TOKK-T) yönteminde iş verimliliği. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 13: 97-102.
- Acar, H.H., 2016. Orman içinde tomruk transportu için bir mini hava hattı acarmhh300 sisteminin geliştirilmesi. *KTÜ BAP Araştırma Projesi No:5364*, Trabzon.
- Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı. Ankara.
- Erdaş, O., Acar, H.H., 1993. Türkiye’de odun hammaddesi üretimi özellikle kesim, bölmeden çıkarma, ve taşıma sırasında karşılaşılan güçlükler ve bunların orman ürünleri endüstrisi üzerine etkileri. II. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, (ORENKO 93), 6-9 Ekim 1993, Cilt 1: 164-178, Trabzon.
- Gürtan, H., 1975. Dağlık ve sarp arazili ormanlarda kesim ve bölmeden çıkarma işlerinde uğranılan kayıpların saptanması ve bu işlerin rasyonalizasyonu üzerine araştırmalar. TÜBİTAK Yayın No:250, T.O.A.G. Ankara.
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM), 2006. Döner Sermaye Bütçesi. Ankara.
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM), 2015. 2015 Yılı Kurumsal Mali Durum ve Beklentiler Raporu, Orman Genel Müdürlüğü, www.ogm.gov.tr Erişim:20 Haziran 2017.
- Orman Genel Müdürlüğü (OGM), 2017. Ormanlık İstatistikleri 2016. Orman Genel Müdürlüğü, www.ogm.gov.tr Erişim: 13 Temmuz 2017.
- Yoshimura, T., Acar, H.H., 1996. Present state of mobile yarder operation and others in republic of Turkey. *Journal of The Forestry Mechanization Society*, 516(11): 37-43.

Bir kızılçam orman ekosisteminde spektral ve kuş türü rarefaksiyon eğrileri arasındaki ilişkiler

İbrahim Özdemir^a, Ahmet Mert^{a,*}, Ulaş Yunus Özkan^b, Şengül Aksan^a, Yasin Ünal^a

Özet: Bu çalışmada Fethiye yöresinde seçilen bir kızılçam orman ekosisteminde spektral rarefaksiyon eğrileri ile kuş türü rarefaksiyon eğrileri arasındaki ilişkilerin ortaya koyulması amaçlanmıştır. Büyüklüğü 0,81 ha (90 x 90 m) olan 40 örnek alan için, arazi gözlemleriyle kuş türleri tespit edilmiştir. Örnek alanlara karşılık gelen piksellerin (Aster için 36, SPOT için 81 ve RapidEye için 324 adet) NDVI_{TOA} değerleri hesaplanmıştır. Sonra, EstimatesS yazılımı vasıtasıyla spektral ve kuş türü rarefaksiyon eğrileri oluşturulmuştur. Bunlar arasındaki ilişkiler regresyon analiziyle incelenmiştir. Ayrıca “artış oranları” dikkate alınarak eğrilerin benzerliği ortaya koyulmuştur. Çalışma sonuçları, spektral rarefaksiyon eğrileri ile kuş türü rarefaksiyon eğrisinin genel eğilimi arasında ciddi farklılıklar olduğunu ve bu yörede uydu görüntüleri kullanılarak kuş türü rarefaksiyon eğrisinin kestirilemeyeceğini göstermiştir. Bu çalışmaların daha kaba çözünürlüklü uydu görüntüleriyle daha geniş coğrafyalarda tekrarlanmasının, spektral rarefaksiyon eğrilerinin potansiyelinin daha iyi anlaşılması bakımından önemli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Kuş türü zenginliği, Uydu verisi, Fethiye

Relationships between spectral and bird species rarefaction curves in a brutian pine forest ecosystem

Abstract: This study aimed at determining the relations between spectral and bird species rarefaction curves in a brutian pine forest ecosystem located in the Fethiye region, Turkey. Bird species were counted by fieldwork in 40 sample plots with 0.81 ha (90 x 90 m). The NDVI_{TOA} values of pixels belonging to each plot (pixel numbers are 36, 81 and 324 for Aster, SPOT and RapidEye, respectively) were calculated. Spectral and bird species rarefaction curves were formed by means of EstimatesS software. The relations between spectral and bird species rarefaction curves were examined using regression analyses. Furthermore, the similarities of rarefaction curves were determined considering “increase rate” of curves. The results of study showed that there are serious differences between spectral and bird species rarefaction curves and bird species rarefaction curve was not predicted using satellite images in this region. It is considered that similar studies could be conducted on a wide geographic region using coarse resolution satellite data in order to understand the potentials of spectral rarefaction curves more clearly.

Keywords: Bird species richness, Satellite data, Fethiye

1. Giriş

Sürdürülebilir orman işletmeciliğinin temel kriterlerinden birisi olan biyolojik çeşitliliğin korunması ve zenginleştirilmesi, orman kaynaklarının planlanmasında öncelikli bir konu olmuştur (Özçelik, 2006). Bu paradigma değişiminin bir sonucu olarak, ülkemizde de, biyolojik çeşitliliğin orman amenajman planlarına entegrasyonu konusundaki çabalar artmıştır. Biyolojik çeşitliliğin ve bileşenlerinin sayısallaştırılması ve karşılaştırılabilir bir duruma getirilmesi etkin bir biyolojik çeşitlilik yönetimi için çok büyük önem taşımaktadır (Özkan, 2016).

Bir coğrafi bölgedeki tür zenginliğini “Birikim Eğrileri” ile nitelendirmek uzun zamandır kullanılmaktadır (Gotelli ve Colwell, 2011). Ancak birikim eğrileri seçilen örnek alanların sırasından etkilenmektedir. Dolayısıyla, farklı örnek büyüklüklerine (örnek alan sayısı) sahip coğrafi

bölgelerin, birikim eğrilerine dayalı olarak tür zenginliği bakımından karşılaştırılması ciddi sakıncalar taşıyabilmektedir. Bu sebeple, sıralamadan bağımsız olarak oluşturulan rarefaksiyon (seyrelme) eğrileri, tür çeşitliliğini nitelendirmede daha etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Rocchini, 2009b). Rarefaksiyon eğrileri kullanılarak, örnek alan sayısı farklı iki coğrafi bölgenin, standart bir örnek alan sayısına göre karşılaştırılması mümkün olmaktadır (Gotelli ve Colwell, 2001). Benzer şekilde, farklı tarihlerde farklı örnek alanların ölçüldüğü ve örnek alan sayısının da farklı olduğu (örneğin amenajman planlarının düzenlenmesinde yapılan envanter çalışmalarında olduğu gibi) bir coğrafi alandaki tür zenginliğindeki zamansal değişimin de rarefaksiyon eğrileriyle belirlenebilmesi mümkündür. Ayrıca, rarefaksiyon eğrileri ekolojideki, belirli bir coğrafi bölgenin tür zenginliği açısından yeterli düzeyde örneklenip

✉ ^a Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü, Isparta

^b İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, İstanbul

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): ahmetmert@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 02.05.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.07.2017

Citation (Atıf): Özdemir, İ., Mert, A., Özkan, U.Y., Aksan, Ş., Ünal, Y., 2017. Bir kızılçam orman ekosisteminde spektral ve kuş türü rarefaksiyon eğrileri arasındaki ilişkiler. Turkish Journal of Forestry, 18(3): 232-240. DOI: 10.18182/tjf.310109



örneklemediğinin ortaya koyulmasında da kullanılmaktadır (Wooley vd., 2010; Özkan, 2016).

Rarefaksiyon eğrisi rastgele seçilen belirli sayıda örnek alanın permütasyonu şeklinde oluşturulmaktadır. Örnek sayısı az olduğunda, örnek alan sayıları itibariyle, ortalama tür sayısı basit bir şekilde hesaplanabilmektedir. Şekil 1'de, 4 örnek alan ve toplamda 6 tür bulunan bir coğrafi bölge için oluşturulan rarefaksiyon eğrisi gösterilmiştir. Buna göre; ortalama alfa ($\bar{\alpha}$) çeşitliliği 2, gamma (γ) çeşitliliği 6 ve beta (β) çeşitliliği $\beta = \gamma - \bar{\alpha}$ yani $\beta = 6 - 2 = 4$ olarak hesaplanmıştır (Colwell vd., 2004). Diğer taraftan, örnek alan sayısı ve tür sayısı arttıkça oluşan kombinasyonların sayısı artmakta ve hesaplamalar özel düzenlenmiş bilgisayar yazılımlarıyla yapılmaktadır. Şekil 1'de görüldüğü gibi, örnek alanlar sütuna, türler ise var-yok biçiminde (1,0) satıra kaydedilmek suretiyle bir matris oluşturulmakta ve buna dayalı olarak örnek alan sayısına göre tür sayıları hesaplanmaktadır.

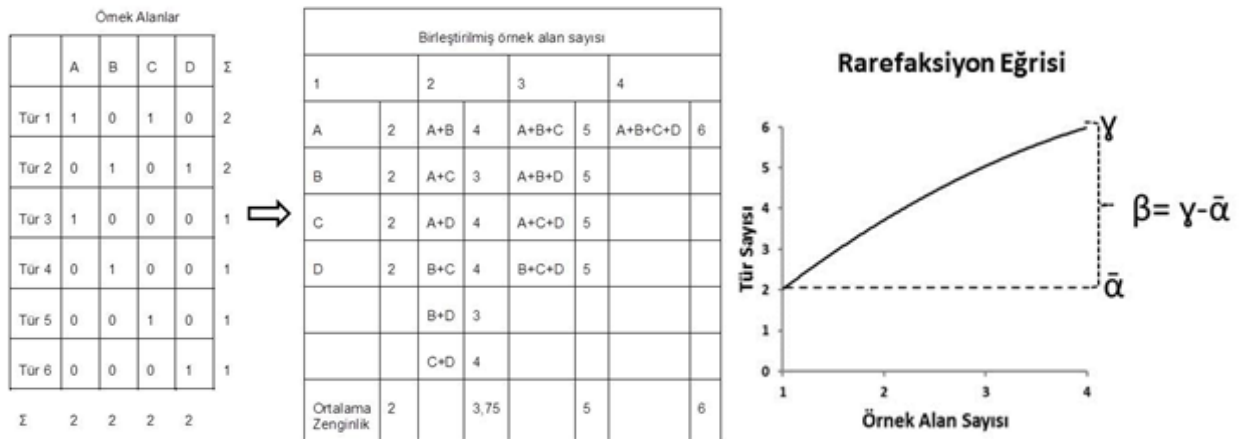
İki ya da daha fazla örnek alan arasında ortak olmayan yani farklı türleri ifade eden kavram; Beta (β) ya da örnek alanlar arası çeşitlilik olarak adlandırılmaktadır. Örneğin, iki örnek alan arasında, ortak tür sayısının oranı arttıkça β çeşitlilik değeri azalmaktadır. β çeşitliliğin değişik hesaplama yöntemleri bulunmaktadır (Işık ve Uğurlu, 2011). Bunlardan birisi; bir coğrafi bölgede alınan örnek alanların ortalama tür sayısı (ortalama alfa çeşitliliği $\bar{\alpha}$) ve örnek alanların tamamındaki toplam tür sayısı (Gamma çeşitlilik γ) kullanılarak, $\beta = \gamma / \bar{\alpha}$ ya da $\beta = \gamma - \bar{\alpha}$ olarak hesaplanabilmektedir (Whittaker, 1972; Lande, 1996; Crist ve Veech, 2006; Rocchini vd., 2009a). Son formülle hesaplanan β çeşitlilik rarefaksiyon teorisi ile daha uyumlu olduğu belirtilmektedir (Rocchini vd., 2009a; Rocchini vd., 2009b; Rocchini vd., 2011).

Rarefaksiyon eğrileri bir coğrafi alan içindeki çeşitliliği yansıtmaktadır. Bu özelliğinden dolayı farklı orman ekosistemlerinin, habitatların ya da orman işletmelerinin, tür çeşitliliği açısından kıyaslanmasına imkan vermektedir. Örneğin tür sayısı (γ) bakımından eşit olan iki orman ekosistemi β çeşitlilik bakımından birbirlerinden farklı olabilir. Bu durum rarefaksiyon eğrileri kullanılarak tespit edilebilir. Şekil 2'de tür sayısı bakımından eşit olan (60),

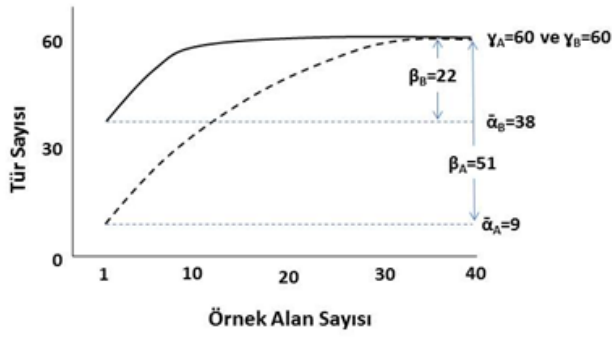
heterojen (A) ve homojen (B) iki orman ekosistemine ait rarefaksiyon eğrilerinin davranışı gösterilmiştir ($n=40$). Görüldüğü gibi, örnek alanlar arasında tür farklılığının az olduğu homojen bir orman ekosisteminde, rarefaksiyon eğrisinin (düz çizgi) eğimi düşük ve asimptota daha çabuk (az örnek alan sayısı ile) ulaşmaktadır. Tam tersine heterojen orman ekosisteminde örnek alanlar arası tür farklılıkları fazla olduğundan (Özkan 2016), eğrinin (kesik çizgi) eğimi yüksek ve asimptota daha geç varmaktadır.

Birçok araştırmanın işaret ettiği gibi, arazi (mera, meşcere, çalılık, tarım, sulak alan vb) çeşitliliği arttıkça, tür çeşitliliğinin de arttığı düşünülmektedir. Bu durumda arazi çeşitliliği ile ilgili rarefaksiyon eğrileri kullanarak tür çeşitliliği tahmin edilebilir. Bir alandaki arazi çeşitliliği ile uydu verilerinin parlaklık değerlerinin çeşitliliği arasında da kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır (Özdemir vd., 2012). Bu durumda, uydu verilerinden, bir yöredeki hayvan ya da bitki türü çeşitliliğini gösteren rarefaksiyon eğrilerinin de tahmin edilmesinin mümkün olduğu belirtilmektedir (Rocchini vd., 2009a). Böylece, yersel çalışmalara gereksinim olmadan, spektral rarefaksiyon eğrileri temel alınmak suretiyle farklı coğrafi bölgeler β çeşitlilik bakımından karşılaştırılabilir (Rocchini vd., 2009b).

Biyolojik çeşitliliğin önemli göstergelerinden birisi kuş türü zenginliğidir. Bir yörede kuş türü sayısı ne kadar fazla ise, o yörede biyolojik çeşitliliğin de o kadar yüksek olduğu söylenebilir (Bibby vd., 1992; Brooks vd., 2001). Uydu görüntülerine dayalı spektral rarefaksiyon eğrileri kullanılarak kuş türü rarefaksiyon eğrileri kestirilebilirse, farklı yöreler biyolojik çeşitlilik açısından kıyaslanabilir. Ülkemizin farklı orman ekosistemleri için, spektral ve kuş türü rarefaksiyon eğrileri arasındaki ilişkilerin ortaya koyulmasının, biyolojik çeşitliliğin korunmasında önemli olduğu değerlendirilmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada, Fethiye yöresinde seçilen bir kızılçam orman ekosisteminde; Aster, SPOT ve RapidEye uydu verilerinden hesaplanan Normalleştirilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) verilerinden türetilen rarefaksiyon eğrileri ile kuş türü rarefaksiyon eğrileri arasındaki ilişkilerin ortaya koyulması amaçlanmıştır.



Şekil 1. Rarefaksiyon eğrisinin elde edilmesi (Colwell vd., 2004'den değiştirilerek oluşturulmuştur)



Şekil 2. Tür sayısı aynı olan, homojen ve heterojen orman ekosistemlerinin rarefaksiyon eğrilerinin davranışına bir örnek (tür sayısı=60, örnek alan sayısı=40)

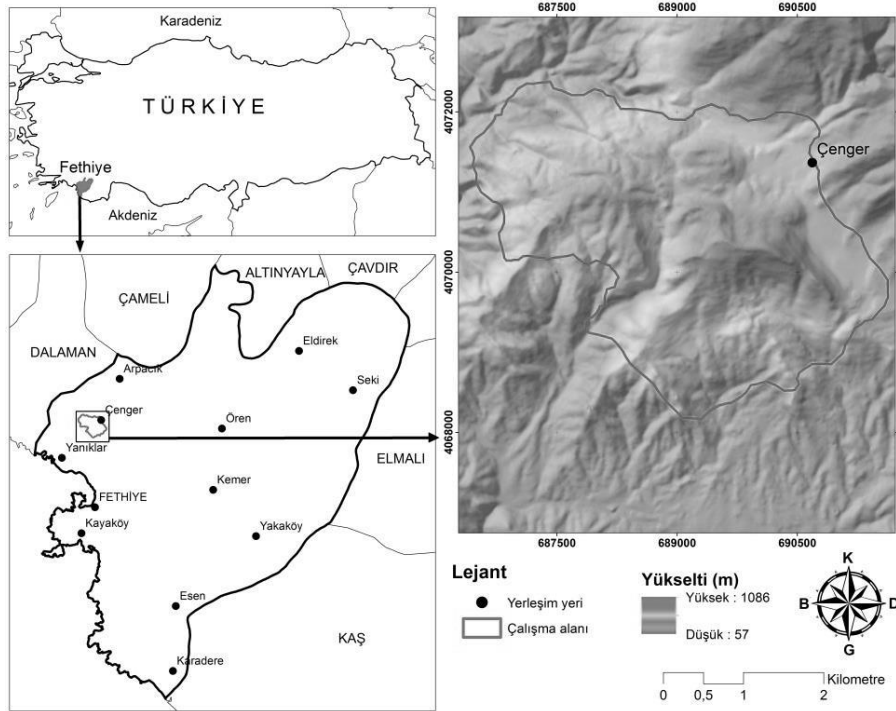
2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışma alanı

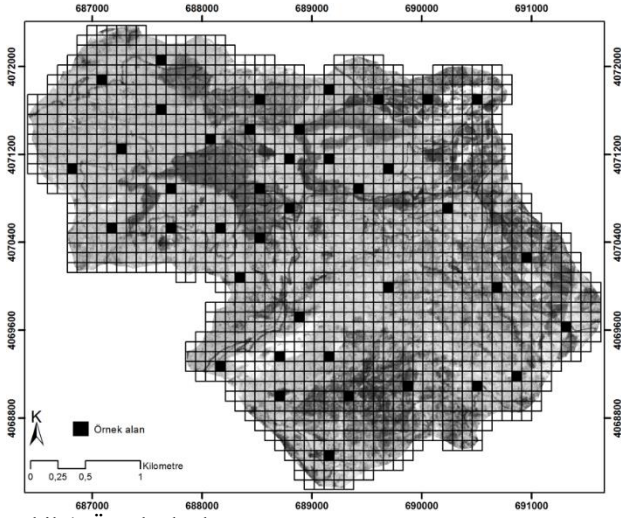
Fethiye Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde tipik kızılçam orman ekosistemlerini temsil eden ve yapı bakımından farklı özelliklere sahip meşcerelerin ve makiliklerin, geleneksel kuru tarım yapılan tarlaların ve zeytinliklerin bir arada bulunduğu bir alan, çalışma sahası

olarak belirlenmiştir. Baskın ağaç türü kızılçam olmakla birlikte, çalışma sahasında, çınar, sığla ve dişbudak gibi geniş yapraklı ağaç türlerine rastlanmaktadır. Bilindiği gibi kuş toplulukları insan faaliyetlerinden etkilenmektedir. Dolayısıyla, kuş türlerinin habitat tercihlerini daha iyi anlayabilmek için, araç trafiğinin az olduğu, düşük nüfus barındıran, seracılık, yiyecek artıklarının bırakıldığı piknik alanlarının bulunmadığı ve sulü tarım arazilerinin olmadığı bir bölgede çalışılması önemlidir. Dışarıya göç vermiş ve bu sebeple nüfus yoğunluğunun düşük olduğu Çenger köyü ve çevresinin, bu faktörler açısından uygun bir konumda olduğu değerlendirilmiştir (Şekil 3).

Çalışma alanının toplam büyüklüğü 2221 hektardır. Çalışma alanına mümkün olduğunca homojen olarak dağılmış ve alandaki farklı arazi ve meşcere yapılarını temsil eden (kapalılık, ağaç türü, kapalılık bakımından farklı) 0,81 ha (90 x 90 m) büyüklüğünde toplam 40 örnek alan kararlaştırılmıştır. Örnek alanlar arasında en az 200-250 m mesafe olmasına dikkat edilmiştir. Bu durumda bir örnek alana; 15 m çözünürlüklü Aster görüntüsünde 36 adet piksel, 10 m çözünürlüklü SPOT görüntüsünde 81 piksel ve 5 m çözünürlüklü RapidEye görüntüsünde 324 piksel isabet etmektedir (Şekil 4).



Şekil 3. Çalışma alanının coğrafi konumu



Şekil 4. Örnek alanlar

2.2. Kuş sayımı

Her örnek alanın merkezinde durulmak suretiyle, iki ya da üç gözlemci merkezde durarak, farklı yönleri taramak suretiyle 10 dakikalık bir gözlem yapmış ve dürbünle (Bushnell 8x42) ve kuş seslerinden türler teşhis edilmiştir. Gözlemlenen kuşlar cetvellere kayıt edilmiştir. Sabah gün doğmadan ilk örnek alana gelinmiş ve güneşin doğumundan sonraki 3 saat içinde, hava nispeten serinse 4 saat içinde gözlemler sonlandırılmıştır. Böylece, bir dönem için, kuş gözlemleri (bir aylık dönemler itibarıyla) 5-6 gün içinde bitirilmiştir. Hava hallerin müsait olmadığı zamanlarda (yağmurlu ve çok rüzgârlı) bu süre 7-8 güne kadar çıkmıştır. Öngörüldüğü gibi, saat farkından kaynaklanabilecek potansiyel hataları en aza indirmek amacıyla, araziye her çıkışta farklı rotalar izlenmiş ve örnek alanlar itibarıyla gözlemler farklı saatlere denk getirilmiştir. Bir yıl boyunca, her örnek alan 12 kez ziyaret edilmiştir.

2.3. Uydu verileri

Çalışmada; 1) 16.08.2014 tarihinde algılanmış, multispektral modda 5 m mekânsal çözünürlüğe sahip 5 bantlı RapidEye uydu görüntüsü (440 - 510 nm, 520 - 590 nm, 630 - 685 nm, 690 - 730 nm, 760 - 850 nm). 2) 04.07.2014 tarihinde algılanmış, multispektral modda 10 m mekânsal çözünürlüğe sahip 3 bantlı SPOT-5 uydu görüntüsü (490-610 nm, 610-680 nm, 780-890 nm). 3) 26.08.2014 tarihinde algılanmış, multispektral modda 15 m mekânsal çözünürlüğe sahip 3 bantlı Aster uydu görüntüsü (520-600 nm, 630-690 nm, 760-860 nm) görüntüsü kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin geometrik düzeltmeleri aşağıdaki prosedür izlenerek gerçekleştirilmiştir. Öncelikle, çalışmada kullanılan görüntüler içinde en yüksek çözünürlüğe sahip olan RapidEye (Level 1B) uydu görüntüsü üzerinde ve arazide çok iyi biçimde tanımlanabilen yer kontrol noktaları (YKN) seçilmiştir. Özellikle dere ve yolların kesişim yerleri, boş arazilerdeki tek ağaçlar, orman içi küçük boşluklar ve farklı arazi örtülerinin kenar kısımlarındaki kolay ayırt edilen yerler bu amaçla kullanılmıştır. YKN'lerin koordinat

değerleri (UTM, WGS84) el tipi GPS yardımıyla belirlenmiştir. Buna göre toplam 25 YKN belirlenmiştir. Çalışmada gerekli olan hassasiyet göz önünde bulundurularak birinci derecen poligon dönüşüm kullanılmış ve piksellerin yeniden örnekleme "en yakın komşu yöntemi" kullanılmıştır. Böylece, orijinal piksel değerlerinin korunması sağlanmıştır. SPOT-5 Level 1A ve Aster Level 1A uydu görüntüleri ise, geometrik düzeltilmiş RapidEye Level 1B uydu görüntüsü kullanılarak aynı koordinat sistemine referanslandırılmıştır.

Bitki indekslerinin hesaplanmasında, piksellerin sayısal değerleri (sayısal numaralar ya da parlaklık değerleri, (ing: Digital Number, DN) yerine radyans veya reflektans değerlerinin kullanılması önerilmektedir (Guyot ve Gu, 1994). Çalışmada, kuş türü zenginliği ve mikro-habitat çeşitliliğinin tahmin edilmesinde, görüntü bitki indekslerinden çıkarılan doku özellikleri kullanılacağından, uydu görüntülerinin spektral bantlarının piksel değerleri atmosfer üstü (Top of Atmosfer; TOA) reflektans değerlerine dönüştürülmüştür. Böylece bitki indeksleri daha güvenilir olan fiziksel bir birim temel alınarak hesaplanmıştır. Özellikle, bir katsayı ihtiva eden bitki indekslerinin (örneğin; Toprak Ayarlı bitki indeksi (Soil-Adjusted Vegetation Index, SAVI)) hesaplanmasında mutlaka fiziksel radyans veya reflektans değerlerinin kullanılması çok önemli görülmektedir. Katsayı bulunmayan bitki indekslerinde ise (örneğin; Normalleştirilmiş Fark Bitki İndeksi, NDVI), reflektans değerleri dikkate alınarak hesaplanan indeks değerleri, herhangi bir atmosferik düzeltme uygulanmadığı sürece, parlaklık değerleri kullanılarak elde edilen indeks değerlerinin doğrusal bir dönüşümü olmaktadır. Kullanılan görüntüler görsel olarak incelendiğinde herhangi bir atmosferik sis gözlemlenmediğinden ve tek bir çerçeve görüntü kullanıldığından, çalışmada atmosferik düzeltme işlemi öngörülmemiştir. Yine de, bazı bitki indeksi değerlerinin hesaplanmasında önemli görüldüğünden ve farklı uydu görüntülerinin NDVI değerlerini kıyaslayabilmek için piksellerin sayısal değerleri TOA reflektans değerlerine dönüştürülmüştür. Normalleştirilmiş Fark Bitki İndekslerinin ($NDVI_{TOA}$) hesaplanması için aşağıdaki formül kullanılmıştır. Çalışmada, NDVI hesaplanmasında, Atmosfer Üstü (TOA) reflektans değerleri kullanıldığından, kısaltma olarak, $NDVI_{TOA}$ kullanılması uygun görülmüştür (Roy vd., 2014).

$$NDVI_{TOA} = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

Formülde; NIR yakın kızılötesi bandın TOA reflektans değerini, R kırmızı bandın TOA reflektans değerini göstermektedir.

2.4. Rarefaksiyon eğrileri

Çalışmada rarefaksiyon eğrileri, EstimateS (Win910) yazılımı kullanılarak elde edilmiştir. "Örnek alana dayalı rarefaksiyon eğrilerinin" oluşturulmasında kullanılan formül aşağıda verilmiştir (Ricotta vd., 2002; Rocchini vd., 2011).

$$E[S_n] = \sum_{j=1}^s \left[1 - \frac{\binom{N-N_j}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

Burada, $E[S_n]$ n sayıdaki örnek alandan beklenen tür sayısını, S N sayıdaki örnek alandaki tür sayısı ($N \geq n$), N_j j türünün bulunduğu örnek alan sayısını göstermektedir.

Kuş türleri ve üç $NDVI_{TOA}$ görüntüsü için örnek alanlar sütuna, türler ve $NDVI_{TOA}$ değerleri ise var-yok biçiminde (1,0) satıra kaydedilmek suretiyle bir matris oluşturulmuştur. Oluşturulan matris EstimateS (Win910) programının örnek dosyasıyla uyumlu hale getirilmiştir. Bu yazılım “örnek alana dayalı rarefaksiyon” eğrilerinin oluşturulmasına imkan sağlamaktadır (Colwell, 2013). Sonuç olarak, bir kuş rarefaksiyon eğrisi, 3 adet spektral rarefaksiyon eğrisi oluşturulması işlemi tamamlanmıştır. Kuş zenginliği veri matrisi 40 sütun (örnek alan sayısı) ve 76 satır (kuş türü sayısı); ASTER $NDVI_{TOA}$ spektral veri matrisi 40 sütun ve 37 satır (piksel değerleri); SPOT $NDVI_{TOA}$ spektral veri matrisi 40 sütun ve 45 satır (piksel değerleri); son olarak RapidEye $NDVI_{TOA}$ spektral veri matrisi 40 sütun ve 57 satırdan (piksel değerleri) oluşturulmuştur. Veriler EstimateS programına aktarırken “metin belgesi” olarak düzenlenmiştir.

2.5. Veri analizi

Tür ve spektral rarefaksiyon eğrileri arasındaki ilişkileri tespit amacıyla regresyon analizi kullanılmıştır. Regresyon analizi sonucunda iki eğri arasındaki ilişkiye ait R^2 değerleri hesaplanmıştır. Belirtme katsayıları tek başına bir modelin güvenilirliği için yeterli değildir. Bu sebeple çalışmada, gerçek değerler ile bu doğrusal modellerle kestirilen değerler arasındaki farkın, yani hatanın (artıkların), normal dağılım gösterip göstermediği ve tahmin değerleri boyunca eşit biçimde dağılıp dağılmadığı (Homoscedasticity) denetlenmiştir.

Yukarıdaki denetimlerin dışında, çalışmada, tür ve spektral rarefaksiyon eğrilerinin genel eğiliminin (benzerliğinin) karşılaştırılması amacıyla Rocchini vd. (2011) tarafından önerilen, tür ve piksel numaralarının “göreceli artış oranları” da değerlendirmeye alınmıştır. Bu oran, rarefaksiyon eğrisinde örnek alan sayısına karşılık gelen değerlerin bir önceki örnek alan sayısına karşılık gelen değere bölünmesi ile elde edilmektedir. Böylece eğri boyunca bölgesel olarak artış oranlarını karşılaştırma mümkün olmaktadır. Buradan da eğrilerin eğilimleri arasındaki benzerlik anlaşılabilir. Bu amaçla Rocchini vd. (2011) tarafından önerilen aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$Z_n = \frac{\ln(S_{n+1}) - \ln(S_n)}{\ln(n+1) - \ln(n)}$$

Z_n , ölçüğe özel artış oranı; S_n , n sayıdaki örnek alandaki tür ya da piksel değeri sayısını göstermektedir.

3. Bulgular

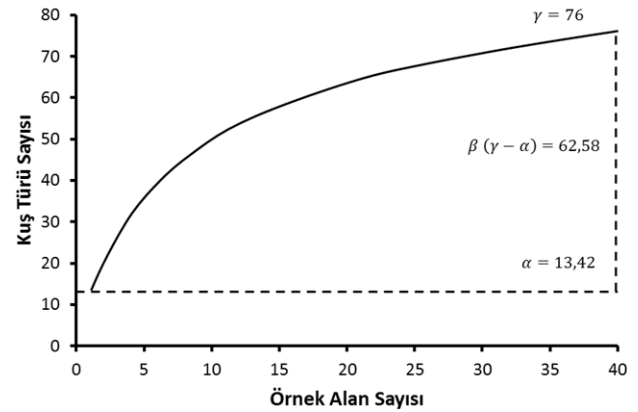
Kuş türü ve spektral rarefaksiyon eğrileri Şekil 5 ve 6’da gösterilmiştir. Kuş türleri için, Gamma (γ) çeşitlilik 76, Alfa

(α) çeşitlilik 13,42 ve Beta (β) çeşitlilik 62,58 olarak hesaplanmıştır. Spektral rarefaksiyon eğrileriyle karşılaştırıldığında, kuş türü rarefaksiyon eğrisinin asimptotuna daha geç ulaştığı görülmektedir. Rarefaksiyon eğrileri elde edildikten sonra, tür ve spektral rarefaksiyon eğrileri arasındaki ilişkileri tespit amacıyla bunlara ait serpilme grafikleri oluşturulmuştur. Grafikler incelendiğinde, spektral ($NDVI$ tabanlı) ve tür (kuş türleri) rarefaksiyon eğrileri arasında kuvvetli üstel ilişkiler görülmüştür. İki rarefaksiyon eğrisi arasındaki bu eğrisel ilişkileri ilişkiyi daha sağlıklı biçimde ortaya koyabilmek için, ilk önce verilere logaritmik dönüşüm uygulamak suretiyle ilişkiler doğrusal hale dönüştürülmüştür. Sonuç olarak, hem bağı (tür) hem de bağımsız değişkene (spektral) logaritmik dönüşüm uygulandığından, ilişkileri belirlemek için Log-Log regresyon modelleri kullanılmıştır.

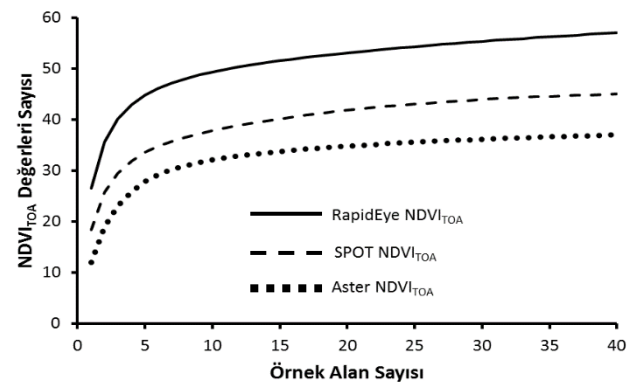
$$\log Y_i = \alpha + \beta \log X_i + \epsilon_i$$

y, tür rarefaksiyon verisi; x, ise spektral rarefaksiyon verisini; ϵ , hata terimini ifade etmektedir.

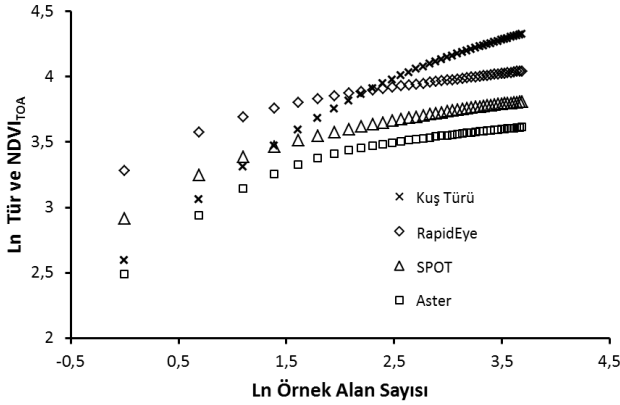
Logaritmik dönüşüm uygulandıktan sonra Tür ve Spektral rarefaksiyon eğrileri ile bunlar arasındaki ilişkileri gösteren grafikler aşağıda verilmiştir (Şekil 7-8).



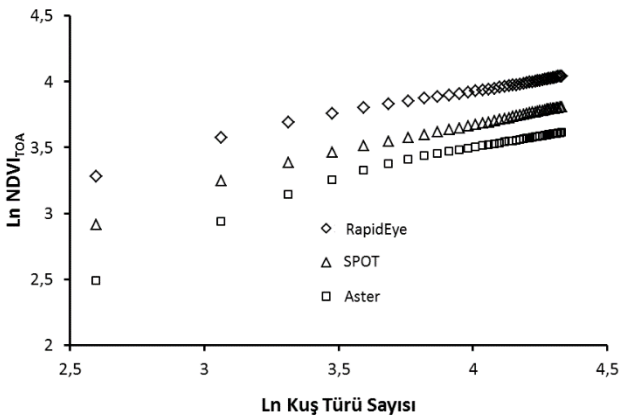
Şekil 5. Örnek alana dayalı hesaplanan kuş türü rarefaksiyon eğrisi



Şekil 6. Örnek alana dayalı hesaplanan spektral rarefaksiyon eğrileri



Şekil 7. Logaritmik dönüşüm uygulandıktan sonra Tür ve Spektral rarefaksiyon eğrileri



Şekil 8. Ln Tür ve Ln Spektral rarefaksiyon eğrileri arasındaki ilişkiler

Kullanılan Log-Log doğrusal modellerine göre, kuş türleri için elde edilen rarefaksiyon eğrisi ile üç NDVI_{TOA} görüntüsünden hesaplanan rarefaksiyon eğrileri arasında kuvvetli ilişkiler olduğu görülmektedir (Şekil 7-8). Bu ilişkilere ait belirtme katsayıları (R^2 değerleri), RapidEye NDVI_{TOA}, SPOT NDVI_{TOA} ve Aster NDVI_{TOA} görüntüleri için sırasıyla 0,98; 0,99 ve 0,94 olarak hesaplanmıştır. Ancak, elde edilen modellere ait artıkların normal dağılım göstermediği (Çizelge 1) (hem Kolmogorov-Smirnov hem de Shapiro-Wilk normallik testine göre, artıkların dağılımları <0.05 düzeyinde önemli hesaplanmıştır) ve ayrıca tahmin değerleri boyunca çok bariz eğilimler

gösterdiği (değişen varyans, ing: Heteroscedasticity) tespit edilmiştir. Sonuç olarak çalışmada, doğrusal regresyon modellerinin güvenilirliği için temel kabul edilen bu varsayım karşılanamamıştır.

Ayrıca modellerin güvenilirliğini daha iyi ortaya koyabilmek için, örnek alanlar rasgele olarak iki gruba ayrılmıştır. 20 örnek alandan oluşan bu iki grup için, aynı yöntemlerle, hem tür hem de spektral rarefaksiyon eğrileri oluşturulmuştur. Daha sonra birinci gruba ait (eğitim seti) doğrusal ilişkiye ait doğrusal modele ait denkleme, ikinci gruba ait (bağımsız test seti) spektral değerlerin girilmesi suretiyle, ikinci gruba ait tür rarefaksiyon eğrisi değerleri tahmin edilmiştir. Bu işlem tersinden, yani ikinci grup eğitim seti ve birinci grup test seti olmak üzere tekrarlanmıştır. Böylece elde edilen modellerin doğruluğu bağımsız veri setleriyle test edilmiştir. Buna göre bulunan sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Sadece Aster NDVI_{TOA} spektral rarefaksiyon eğrilerinin, β değerlerinin kestirilmesinde, göreceli olarak kabul edilebilir tahmin hatası yüzdesine (%3 ve %18) sahip olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 2). Diğer yandan, RapidEye ve SPOT NDVI_{TOA} spektral eğrileri kullanılarak yapılan tahminlerin hatalarının ise oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Çapraz doğrulama sonuçları, uydu görüntüsünün çözünürlüğü arttıkça hata yüzdesinin de yükseldiğini göstermiştir.

Sonuç olarak, çalışma alanı için, spektral rarefaksiyon eğrilerine dayalı Log-Log doğrusal regresyon modelleri kullanılarak, kuş türü rarefaksiyon eğrilerini tahmin etmek, i) hata değerlerinin normal dağılmaması, ii) hata değerlerinin tahmin değerleri boyunca varyansının eşit olmaması ve iii) çapraz doğrulama testleri sonucunda tahmin hatalarının yüksek olması (Aster dışında) gerekçelerinden dolayı istatistiksel açıdan sakıncalı görülmüştür. Dolayısıyla, beta (β) çeşitliliğin yüksek doğrulukta tahmin edilmesi de olası değildir.

Çizelge 1. Log-Log modelleriyle tahmin edilen kuş türü rarefaksiyon eğrileri için hataların (artıkların) normallik testi

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	istatistik	df	önem	istatistik	df	önem
RapidEye NDVI _{TOA}	0,305	40	0,000	0,743	40	0,000
Spot NDVI _{TOA}	0,203	40	0,000	0,777	40	0,000
Aster NDVI _{TOA}	0,141	40	0,045	0,924	40	0,010

Çizelge 2. Beta (β) çeşitliliği tahmin modellerinin çapraz doğruluk testi sonuçları

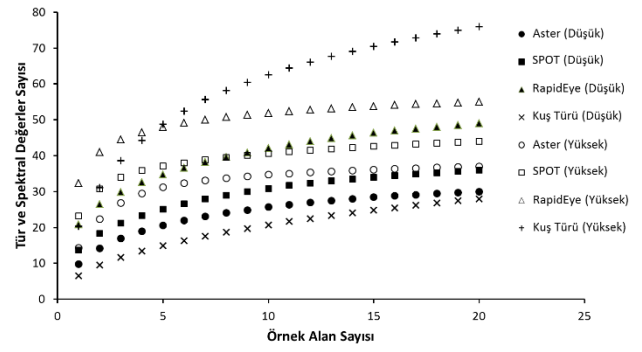
	Birinci Grup (n=20) Gerçek Kuş Türü için $\gamma = 63$; $\alpha = 12,26$; $\beta = 50,74$			İkinci Grup (n=20) Gerçek Kuş Türü için $\gamma = 63$; $\alpha = 12,36$; $\beta = 50,64$		
	Aster	RapidEye	SPOT	Aster	RapidEye	SPOT
R^2	0,96	0,97	0,98	0,94	0,95	0,94
α	9,1	10,39	12,7	11,18	9,82	8,33
γ	61,1	71	85,2	52,74	48,87	41,41
β	52	60,6	72,51	41,55	39,04	33,07
β Hata	1,28	9,89	21,77	-9,08	-11,5	-17,5
β Hata %	0,03	0,19	0,43	-0,18	-0,23	0,35

Çalışmada ayrıca, kuş türü zenginliği bakımından yüksek ve düşük örnek alanların birbirlerinden bağımsız olarak rarefaksiyon eğrilerinin davranışları incelenmiştir. Sonra bu iki gruba ait spektral rarefaksiyon eğrilerinin durumu değerlendirilmiştir. Başka bir ifadeyle, spektral rarefaksiyon eğrileri temel alınarak, bir alanda, kuş türü zenginliği bakımından dolayısıyla da biyolojik çeşitlilik bakımından bir karşılaştırma yapmanın mümkün olup olmadığı tespit edilmiştir. Bu amaçla, 40 örnek alan; 1) kuş türü sayısının az gözlemlendiği (Düşük) ve 2) çok gözlemlendiği (Yüksek) olmak üzere, iki gruba ayrılmıştır. Bu iki grubun birbirinden bağımsız olarak, tür ve spektral rarefaksiyon eğrileri hesaplanmıştır. Elde edilen rarefaksiyon eğrileri Şekil 9'daki grafikte verilmiştir.

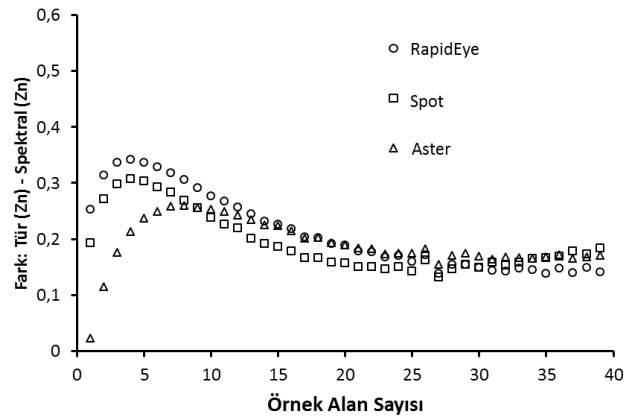
Şekil 9'deki grafikten, Spektral β değerleri ile Kuş türü β değerleri karşılaştırıldığında, kuş türü çeşitliliğinin yüksek ve düşük olduğu alanlar arasında, spektral rarefaksiyon eğrilerden elde edilen β değerleri arasında farklılıkların az olduğu açıkça görülmektedir. Oysa bu iki grup arasında, kuş türü β çeşitliliği bakımından, iki kattan fazla bir farklılık göze çarpmaktadır. Dolayısıyla, beklenen aksine, spektral rarefaksiyon eğrilerinden hesaplanan piksel numaralarına (değerlerine) dayalı β çeşitliliğinin, gerçek kuş türü β çeşitliliği temsil etmediği anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, spektral rarefaksiyon eğrileri kullanılarak toplam kuş türü çeşitliliği (γ) bakımından bir karşılaştırılma yapılması mümkün görülmektedir. Ayrıca kullanılan farklı çözünürlükteki üç NDVI_{TOA} görüntüsünden türetilen spektral rarefaksiyon eğrilerine bakılarak, hangi bölgenin kuş türü γ çeşitliliğinin daha yüksek olabileceği tahmin edilebilir.

Spektral rarefaksiyon eğrilerinin kullanılabilirliği konusunda son bir denetim daha yapılmıştır. Bu amaçla, Rocchini vd. (2011) tarafından önerilen "göreceli artış oranları" formülüne dayanarak, kuş türü rarefaksiyon eğrisi ile üç NDVI_{TOA} rarefaksiyon eğrisi için z_n değerleri elde edilmiştir. Daha sonra kuş türü z_n değerlerinden spektral z_n değerli çıkarılmak suretiyle ($Kuş z_n - NDVI z_n$) eğriler arasındaki farklar hesaplanmıştır. Örnek alanlar boyunca iki eğrinin eğimi birbirine benzerse "artış oranları (z_n)" birbirine yaklaşacağından, fark değerleri birbirine yakın hesaplanmaktadır. Bu durumda fark ($Kuş z_n - NDVI z_n$) değerleri örnek alan sayısı boyunca sifira yakın olur ve düz bir hat boyunca dizilir. Ters olduğunda ise z_n değerleri arasındaki farklar artacağından, değerler sıfır çizgisinden uzaklaşır. Sonuç olarak z_n değerleri arasındaki farkları oluşturacağı eğri ne kadar sıfır çizgisine yakın olursa, spektral rarefaksiyon eğrisinin tür rarefaksiyon eğrisini temsil ettiği söylenebilir. Böyle bir durumda spektral rarefaksiyon eğrilerinden hesaplanan β çeşitlilik, o coğrafi bölgenin kuş türü β çeşitliliğinin tahmin edilmesinde ve yapılacak çeşitlilik karşılaştırmalarında kullanılabilir. Şekil 10'da örnek alan sayısı boyunca hesaplanan z_n değeri farkları gösterilmiştir.

Şekil 10'daki grafiklere dayanarak, Aster NDVI_{TOA} rarefaksiyon eğrisinin, tür rarefaksiyon eğrisi ile en uyumlu eğri olduğu görülmektedir. Üç NDVI_{TOA} rarefaksiyon eğrisi için hesaplanan z_n değerleri arasındaki farkların en yüksek olduğu bölge, örnek alan sayısının ilk 10'luk kısmında bulunmaktadır. Bu durum bize, NDVI_{TOA} rarefaksiyon eğrilerinin tür rarefaksiyon eğrisine göre daha çabuk asimptotuna ulaştıklarını göstermektedir.



Şekil 9. Gözlemlenen kuş türü sayısının yüksek ve düşük olduğu örnek alanların gruplandırılmasıyla elde edilen tür ve spektral rarefaksiyon eğrileri



Şekil 10. Artış oranı farklarının ($Kuş z_n - NDVI z_n$) ile örnek alan sayısı boyunca dağılımı

4. Tartışma ve sonuç

Bu çalışmada, kızılçam orman ekosistemlerini temsil eden bir coğrafi bölgede, kuş türü rarefaksiyon eğrileri ile uydu verilerinden türetilen spektral rarefaksiyon eğrileri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu ilişkilere dayalı olarak, üç farklı çözünürlüklü NDVI_{TOA} görüntüsüne ait spektral rarefaksiyon eğrilerini kullanarak, kuş türü rarefaksiyon eğrisinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma bulguları, spektral rarefaksiyon eğrileri ile kuş türü rarefaksiyon eğrisinin genel eğilimi arasında ciddi farklılıklar olduğunu ve bu durumda uydu görüntülerine dayalı bir tahminin yapılamayacağını göstermiştir. Literatürde çalışma konusuyla doğrudan ilgili bir araştırma bulunmadığından, çalışma sonuçlarının karşılaştırılması ve tartışılması mümkün olmamıştır. Diğer taraftan, literatürde, çok kanallı uydu görüntülerinden çıkarılan, Birinci Ana Bileşen ve NDVI görüntülerinden türetilen rarefaksiyon eğrileri kullanılarak, bitki türü çeşitliliğinin β düzeyinde tahmin edildiği çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır.

İsviçre ve İtalya'da gerçekleştirilen ve bitki türü zenginliğine dayalı yapılan bu çalışmalarda, uydu verilerinin önemli bir veri kaynağı olduğu belirtilmektedir (Rocchini vd., 2009a; Rocchini vd., 2009b; Rocchini vd., 2011). Bu incelemelerde, spektral ve tür rarefaksiyon eğrileri arasındaki ilişkilerin tespit edilebildiği ve buradan da β

çeşitliliğin tahmin edileceği iddia edilse de, ilişkiyi sayısal olarak gösteren bir analizin ortaya koyulmadığı görülmektedir. Çalışmalarda daha çok, spektral ve bitki türü rarefaksiyon eğrilerinin grafik olarak birbirine benzerliği vurgulanmış ve buradan biyolojik çeşitlilikle ilgili çıkarımlar yapılmıştır. Bu çalışmaların sadece birisinde ilişkileri tespit etmek amaçlı bazı istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır. Rocchini vd. (2011) tarafından İsviçre Alplerinde yapılan bu çalışmada, spektral ve bitki türü rarefaksiyon eğrilerinin logaritmaları alındıktan sonra, bunların “artış oranları” arasındaki ilişkiler LOWESS (bölgesel ağırlıklı dağılım düzleştirme) yöntemiyle incelenmiştir. Artış oranları arasında çok güçlü ilişkiler bulunmuştur. Ancak, bu istatistiksel analize dayalı olarak, tür ve spektral rarefaksiyon eğrileri arasındaki eğilimi ya da benzerliği ortaya koyma noktasındaki belirsizliklerin devam ettiği değerlendirilmektedir. “Artış oranları” arasındaki benzerliği ortaya koyma konusunda sunulan bu çalışmada önerilen yaklaşımın daha sağlıklı olduğu düşünülmektedir.

Çalışmada incelenen uydu görüntülerinin mekânsal çözünürlüğünün (5 m, 10 m, 15 m) spektral ve kuş türü rarefaksiyon eğrileri arasındaki ilişkiler açısından önemli olmadığı söylenebilir. Özellikle çok yüksek çözünürlüklü görüntülerde oluşan gürültü etkisi sebebiyle, kuş türü sayısının düşük olduğu homojen meşcerelerde, çok fazla sayıda NDVI_{TOA} değeri meydana gelmektedir. Diğer bir ifadeyle, meşcere çatısındaki ağaç tepeleri arasındaki boşluklar ve farklı aydınlanma koşulları yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsündeki piksellerin varyasyonunu arttırmaktadır. Yani piksel değerleri; ağaç tepesinin aydınlık kısmına, ağaç tepesinin gölge kısmına ve tepe boşluğuna ya da bunlara karışık biçimde isabet etmesine göre değişiklik göstermektedir. Böylece, örnek alan içindeki piksellerin spektral varyasyonun artmasına ve tam tersine örnek alanlar arasındaki spektral varyasyonun azalmasına yol açmaktadır. Bu durumda rarefaksiyon eğrisi asimptotuna çabuk ulaşmakta ve spektral $\bar{\alpha}$ değeri daha yüksek hesaplanmaktadır. Neticede, yapısal olarak heterojen ve homojen olan (kuş türü bakımından da farklı) iki örnek alan spektral olarak benzer olmaktadır.

Bu çalışma, kuş gözlemlerinin güçlüğünden kaynaklanan gerekçelerden, küçük bir coğrafi alanda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular, çalışılan yörede, 15 m çözünürlüğün altındaki uydu görüntüleriyle, kuş türü rarefaksiyon eğrilerini ve buradan β çeşitliliği tahmin edilmesinin mümkün olmadığını göstermiştir. Benzer çalışmaların daha kaba çözünürlüklü uydu görüntüleriyle daha geniş coğrafyalarda tekrarlanması, spektral rarefaksiyon eğrilerinin potansiyelinin daha iyi anlaşılması bakımından önemli olduğu değerlendirilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 1001 Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı tarafından desteklenmiştir (Proje No: TOVAK 1150476)

Kaynaklar

- Bibby, C.J., Burgess, N.D., Hill, D.A. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press. 257 s.
- Brooks, T., Balmford, A., Burgess, N., Hansen, L. A., Moore, J., Rahbek, C., Williams, P., Bennun, L., Byaruhanga, A., Kasoma, P., Njoroge, P., Pomeroy, D., Wondafrash, M., 2001. Conservation priorities for birds and biodiversity: do East African important bird areas represent species diversity in other terrestrial vertebrate groups?. *Ostrich Suppl.*, 15: 3–12.
- Colwell, 2013. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs, USA, EstimatesS 9.1.0. User's Guide, <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstSUsersGuide/EstimateSUsersGuide.htm>, Erişim: 12.12.2016.
- Colwell, R.K., Mao, C.X., Chang, J., 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85(10): 2717-2727.
- Crist, T.O., Veech, J.A., 2006. Additive partitioning of rarefaction curves and species-area relationships: Unifying α -, β -and γ -diversity with sample size and habitat area. *Ecology Letters*, 9(8): 923-932.
- Gotelli, N.J., Colwell, R.K., 2001. Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4(4): 379-391.
- Gotelli, N.J., Colwell, R.K., 2011. Estimating Species Richness. In: Magurran E.A., McGill J.B., (Ed.), *Biological diversity: Frontiers in measurement and assessment*. Oxford University Press Inc., New York, pp. 39-54.
- Guyot, G., Gu, X.F., 1994. Effect of radiometric corrections on NDVI-determined from SPOT-HRV and Landsat-TM data. *Remote Sensing of Environment*, 49(3): 169-180.
- Işık, D., Uğurlu, E., 2011. Bitki komünitelerinde beta çeşitlilik. *Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1): 154-171.
- Lande, R., 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. *Oikos*, 76(1): 5-13.
- Özçelik, R., 2006. Biyolojik çeşitliliği korumaya yönelik yapılan (planlama ve koruma) çalışmalar ve Türkiye ormancılığına yansımaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2(A): 23-36.
- Özdemir, İ., Mert, A., Şentürk, Ö., 2012. Predicting landscape structural metrics using aster satellite data. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 20(2): 168-176.
- Özkan, K., 2016. Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri (α , β , γ) Nasıl Ölçülür? Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, SDÜ Basımevi, Isparta.
- Ricotta, C., Carranza, M.L., Avena, G., 2002. Computing β -diversity from species-area curves. *Basic and Applied Ecology*, 3(1): 15-18.
- Rocchini, D., McGlenn, D., Ricotta, C., Neteler, M., Wohlgemuth, T., 2011. Landscape complexity and spatial scale influence the relationship between remotely sensed spectral diversity and survey based plant species richness. *Journal of Vegetation Science*, 22(4): 688-698.

- Rocchini, D., Ricotta, C., Chiarucci, A., De Dominicis, V., Cirillo, I., Maccherini, S., 2009a. Relating spectral and species diversity through rarefaction curves. *International Journal of Remote Sensing*, 30(10): 2705-2711.
- Rocchini, D., Wohlgemuth, T., Ricotta, C., Ghisleni, S., Stefanini, A., Chiarucci, A., 2009b. Rarefaction theory applied to satellite imagery for relating spectral and species diversity. *Rivista Italiana Di Telerilevamento*, 41(2): 109-123.
- Whittaker R., 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3): 213-251
- Wooley, J.C., Godzik, A., Friedberg, I., 2010. A primer on metagenomics. *PLoS Computational Biology*, 6(2): e1000667, <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000667>.

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) popülasyonlarında odun yoğunluğu ve radyal büyüme performansının Shigometer ile belirlenebilme imkanının araştırılması

Bilgin İçel^{a,*}

Özet: Bu çalışmada temel amaç; kızılçamda odun yoğunluğu ve ağaç büyüme performansının nispeten tahribatsız olarak kabul edilen, arazi şartlarında ağaçlar dikili haldeyken ölçüm gerçekleştirebilen Shigometer cihazı kullanılarak belirlenebilme imkanının araştırılmasıdır. Isparta, Burdur ve Antalya illeri sınırlarında kalan fakat orman bölge müdürlüğü sınırları itibarıyla Isparta ve Antalya Orman Bölge Müdürlükleri sorumluluk alanında olan beş adet deneme alanında arazi çalışmaları yürütülmüştür. Sonuç olarak, Shigometer verileri ile farklı kızılçam meşcereleri arasında dikili ağaçlarda odun yoğunluğuna yönelik bir seçimin yapılması mümkün görülmemektedir. Literatürde yapılmış olan bir çalışmaya paralel olarak bu çalışmada aynı deneme alanında, aynı yaştaki popülasyonlar arasında en iyi radyal büyüme performansını ve en yüksek yoğunluk değerini gösteren popülasyon doğru belirlenmiştir. Buna rağmen, cihazın sıralamadaki diğer popülasyonların yerinin belirlenmesinde doğru sonuçlar vermemesi nedeniyle, bu cihazın bir popülasyonun büyüme performansı ve yoğunluk değeri bakımından en iyi olanın/olanların belirlenmesinde kullanılabilmesi yönünde kesin bir sonuca ulaşılamamıştır. Bu argümanın tamamen desteklenebilmesi için ilave çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada elde edilen veriler herhangi bir çürüklük ve kusur içermeyen ağaçlardan elde edilmiş olup, daha sonra yapılacak çalışmalarda kızılçam için referans değer olarak yararlanılabilir.

Anahtar kelimeler: Shigometer, Kızılçam, Büyüme, Yoğunluk

Investigating the possibility of using Shigometer for determining wood density and radial growth performance among Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) populations

Abstract: This work was conducted to investigate the possibility of estimating wood density and growth performance of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) trees in the field by using portable Shigometer device. The field works were carried out at five experimental areas which were located near the boundaries of Isparta, Burdur and Antalya provinces, under official responsibility of Isparta and Antalya regional directorates of forestry. Consequently, it was not possible to make a selection for wood density among different stands using Shigometer data. The best performance determined correctly using our dataset but, we could not achieve to determine other populations' performance in correct order at one of experimental sites. Although a publication in the literature suggests that it could be used in the selection of the best one in terms of radial growth performance among the trees of the same population, further work is required for full support of that argument. The data obtained in this study are measured from the defect-free trees and may use as reference values for following studies on *Pinus brutia*.

Keywords: Shigometer, Turkish red pine, Growth, Density

1. Giriş

Ülkemizde giderek artan odun hammaddesi talebi doğal ormanlarımızın üretim gücünün üzerinde seyretmektedir. Bu sorunun çözümüne yönelik farklı çalışmalar yapılmaktadır. Gerçekleştirilmiş olan çeşitli tür denemelerinde kızılçamın Ege ve Akdeniz bölgelerinde hızlı gelişen diğer yabancı türlerle yarıştığı belirlenmiştir. Bu nedenle kızılçam, Türkiye'de ağaçlandırma çalışmalarının ve ağaç ıslahı programları için belirlenen öncelikli türlerin başında yer almakta ve bu alanlar, günümüzde ve gelecekte ülkemizde endüstriyel odun hammaddesi ihtiyacının karşılanmasında önemli bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır (Anonim, 2000).

Bugüne kadar ülkemizde kızılçamın odun özellikleri üzerine yapılan bazı çalışmalarda (Berkel, 1957; Göksel,

1984; Bozkurt vd.,1993; Göksel ve Özden, 1993; Bektaş,1997; Güller, 2004) ağaçlar kesilerek örnekler alındığı için oldukça sınırlı sayıda örnek ağaç üzerinde çalışılmıştır. Odun özellikleri üzerine ağaç yaşı, yükselti, baki, bonitet, orijin vb. etkili pek çok faktör bulunmaktadır (Zobel, 1992; Haygreen ve Bowyer, 1996; Bozkurt ve Erdin 1997; Treacy vd., 2000). Bu nedenle, bir çalışma yapılırken tüm etkili faktörler göz önüne alındığında örnek sayısının artırılması gereklidir. 20. yy da tahribatsız muayene ile ilgili bilimsel gelişmeler, dikili ağaçlarda odun özelliklerinin belirlenmesinde çok farklı yöntem ve cihazlar kullanılabilmesine olanak sağlamıştır (Bucur, 2003). Tahribatsız muayene (TM) metodlarının geliştirilmesi ile ağaçların kesilmesine gerek kalmadığı için yapılan çalışmalarda daha çok sayıda örnekleme yapılabilmesi olanağı doğmuştur.

✉ ^a Süleyman Demirel University, Faculty of Forestry, Department of Forest Product Engineering, Isparta

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): bilginicel@sdu.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 09.08.2016, **Accepted** (Kabul tarihi): 13.02.2017



Citation (Atıf): İçel, B., 2017. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) popülasyonlarında odun yoğunluğu ve radyal büyüme performansının Shigometer ile belirlenebilme imkanının araştırılması. Turkish Journal of Forestry, 18(3): 241-246.
DOI: 10.18182/tjf.359640

Ormancılıkta pek çok uygulamada, ağaçlar kesilmeden ağaç hakkında bilgi edinebilmek oldukça önemli bir konudur. Örneğin, dikili haldeki ağaçlarda inceleme, değerlendirmeye imkan veren pratik yöntemlerin öğrenilmesi ve yaygınlaşması hem ağaç ıslahı çalışmalarında hem de dikili haldeki satışların verimliliği açısından önem arz etmektedir.

Tahribatsız muayene yöntemleri olarak bilinen yöntemlerin, ülkemizde ormancılık ve orman endüstrisi alanında kullanımı oldukça yeni bir konudur. Ülkemizde özellikle dikili ağaçlarda TM ile odun özelliklerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlı sayıda olup, orijinal çalışmalar son 5-10 yılda başlamıştır. Bu yöntemler, ağaç kesilmeden, ağacın hayatıyetine zarar vermeden ve daha sonra hammadde olarak kullanımında değerini düşürmeden örnekleme ya da ölçüm yapılmasına olanak sağlar. Bu nedenle, klasik yöntemlere nazaran hem daha çevreci hem de daha fazla örnek alınmasına imkan veren yöntemlerdir.

Odunda kullanılan TM yöntemleri dört genel başlık altında değerlendirilmektedir. Bunlar; Mekanik, akustik, elektromanyetik ve nükleer tekniklerdir (Bucur, 2003). Shigometer elektromanyetik yöntemler içerisinde yer almaktadır.

Shigometer Alex Shigo tarafından geliştirilmiş pille çalışan, arazide taşınabilir bir çeşit ohmmetre dir. Bu cihaz PDC (Pulse Direct Current-Darbeli Doğru Akım) üretir ve bu akım odun ya da kabuktan geçerken oluşan direnci ölçer. Odun çürümeye başlamadan önce daha nemli olur ve daha fazla iyon içerir ki buda direkt olarak elektrik akımına karşı direncini etkilemektedir. Ayrıca odunun sıcaklığı da elektriksel direnci üzerinde etkili bir faktördür. Bu nedenle Shigometer donmuş odunda kullanılamamaktadır. Shigometer kullanılırken odun içerisine ince uçlu (2,4 mm) bir matkap yardımıyla açılan deliklere probları yerleştirilir ve elektriksel direnç bir tuş yardımıyla ekranda okunur (Shigo ve Shigo, 1974; Shigo ve Shortle, 1985).

Yurtdışında yapılan bazı çalışmalarda Shigometer, ağaçta hastalıklı dokunun (çürüklük, renk değişikliği, solgunluk vb.) tespitinde kullanılmıştır (Skutt vd., 1972; Shigo ve Shigo, 1974; Tattar vd.,1972; Tattar, 1976; Blanchard ve Shortle, 1977; Shortle vd., 1977; Shortle, 1979; Blanchard ve Carter, 1980; Shortle, 1982; Shigo ve Shortle, 1985; Costello ve Peterson, 1989).

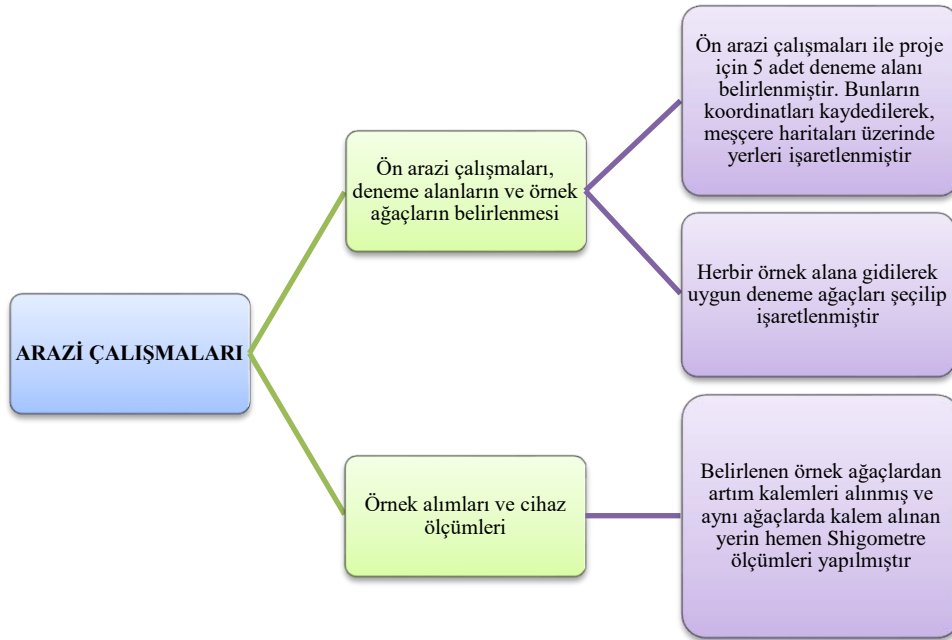
Ülkemizde daha önce Shigometer kullanılarak yapılan bir çalışmada, Uludağ göknarında (*Abies nordmanniana* ssp. *bormmülleriana* (Mattf.) Coode & Cullen) shigometer ve artım burgusunun *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. *sensu lato* ve diğer funguslardan kaynaklanan kök ve alt gövde çürüklüğünün tespitinde kullanım olanakları araştırılmıştır (Doğmuş Lehtijarvi vd., 2007).

Odunun elektriksel direncini etkileyen önemli faktörlerden birisi de yoğunluğudur (Skaar, 1988).

Bu çalışmanın amacı; Elektriksel direnç (ER) ölçümleri ile kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) odun yoğunluğu ve radyal (çap yönünde) büyüme performansı bakımından ağaçlar dikili haldeyken bir ön değerlendirme yapılabilmesi imkanı olup olmadığının araştırılmasıdır. Yapılan literatür araştırmalarında, ülkemizde ne incelediğimiz ağaç türünde (kızılçam), nede başka bir türde Shigometer cihazı kullanılarak, dikili ağaçlarda burada incelenen özelliklerin belirlenmesine yönelik yapılmış bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

2. Materyal ve yöntem

Arazi çalışmaları (Şekil 1) planlanırken aylık, haftalık ve günlük olarak hava tahminleri takip edilmiş ve arazi çalışmalarının aşırı (ekstrem) günlerde yapılmamasına dikkat edilmiştir. Bunun için şehir merkezi için verilen tahminlerden ziyade bölgesel yağış ve sıcaklık haritaları dikkate alınmıştır. Araştırmanın ön arazi çalışmaları aşamasında keşif sürveyleri ile araştırmaların yürütüleceği örnek alanlar incelenmiştir.



Şekil 1. Arazi çalışmalarının aşamaları

Arazi çalışmalarından elde edilen bilgiler ışığında; Isparta, Burdur ve Antalya illeri sınırlarında kalan fakat Orman bölge müdürlüğü sınırları itibariyle Isparta ve Antalya orman Bölge Müdürlükleri sorumluluk alanında olan ve çalışma amacına uygun görülen, beş adet deneme alanında (Göhlhisar, Pamucak, Karadağ, Melli ve Kepez) arazi çalışmaları yürütülmüştür (Çizelge 1). Deneme alanlarının koordinatları, Global Position System (GPS); yükselteleri, altimetre ile ölçülerek örnek alan arazi karnesine işlenmiştir.

2.1. Shigometer ölçümleri

Çalışmada kullanılan Shigometer cihazının (Model: OZ-93, Şekil 2) ölçüm derinliği ile ilgili otomatik ölçeklendirme yoktur. Cihazın sürekli bir veri kayıt sistemi bulunmamaktadır. Cihaz doğrusal olarak ve sürekli bir ölçüm ve veri kaydı gerçekleştirmediği için, cihaz arazide denenirken ölçüm derinliğini belirleyeceğimiz ölçek (skala) probun üzerinde işaretlenmiştir. Otomatik bir kayıt sisteminin olmaması nedeniyle veriler tek tek not edilmek zorunda kalmıştır. Ölçümler 1.30 m yükseklikten ve diri odun kısmında (aynı yöredeki ağaçlarda x-ray ölçümü için alınan artım kalemleri yardımıyla aynı derinlikte) gerçekleştirilmiştir.

Cihazın kullanım talimatında ıslanmaya karşı korunması gerektiği belirtilmektedir. Bu nedenle Shigometer cihazı ile arazide kuvvetli yağışın olduğu dönemlerde cihaz ile çalışmak uygun değildir. Çalışma 2013 yılı ilkbahar aylarında gerçekleştirilmiştir (Mart-Nisan-Mayıs). Ön arazi çalışmalarında cihazın ölçüm değerleri üzerine yağışlı ve yağışsız günler açısından bir fark olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bu nedenle, arazide yağmurlu günlerde cihaz plastik koruyucularla yağmurdan korunarak çalışılmıştır. Ön arazi çalışmalarında yapılan ölçümlerin ortalaması 69 KΩ

(yağışsız günlerde); 70 KΩ (hafif yağışlı günlerde) dur. Az da olsa ortalama değerinde görülen fark sebebiyle çalışma için yapılan tüm ölçümler yağışın olmadığı günlerde gerçekleştirilmiştir.

2.2. X-Ray Densitometre ile odun yoğunluğunun belirlenmesi

X-ray ölçümleri için alınan artım kalemi örnekleri (Shigometer ölçümlerinin hemen altından 1.30 m yükseklikten alınmıştır) aynı gün laboratuvara getirilmiş ve laboratuvarında buzdolabına (+2 ila +4 °C) konulmuştur. Bu artım kalemi örnekleri, örnek alındıktan sonra gelen ilk 24 saat içinde, burğu talaşı vb. artıklardan temizlenerek, teker teker vakumlu paketleme cihazı ile paketlenmiştir. Her paket, ilgili örneğin kimliğini ve özelliklerini gösterecek şekilde etiketlenmiştir. Vakumlama ve etiketleme işi bitirilince, paketlerdeki örnekler, tekrar buzdolabına konulmuştur. Örnekler, üzerlerinde ek çalışmalar yapılınca kadar, buzdolabında +2°C de (Örneklerin tamamının elde edilmesi ve kurutulacak mekanın ayarlanması aşamasına kadar) örnekler saklanmıştır. Daha sonra örnekler tek tek vakumlu poşetlerden çıkarılarak örnekler üzerindeki ağaç dış kabukları bistiiri ile ayrılmış ve her örnek, kurumaya başladığında örneklerde eğilme oluşmaması için, öz kısmından iki parçaya bölünmüştür. Her örnek üzerine, silinmeyen ve örnek rutubeti etkisi ile dağılmayan özellikteki bir kalemlerle örnek numaraları yazılarak, direk güneş ışığı almayan kapalı ve havadar bir ortamda kurumaya bırakılmıştır. Üç hafta süre ile kurutulmuş örnekler, kontrol edildikten sonra tekrar vakumlu paketleme makinesi kullanılarak gruplar halinde paketlenmiştir. Daha sonra örnekler çalışmanın yapılacağı laboratuvara (Fransa-INRA) gönderilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanlarına ait bilgiler

İl/ilçe-yöre	Orman bölge müdürlüğü	Deneme alanı adı (Kullanılan kısaltma)	Ortalama ağaç yaşı	Yükselti (m)	Koordinatları
Antalya/Kepez	Antalya	Kepez (AK)	40	90	36° 55' 18" N 30° 37' 00" E
Burdur/Bucak	Isparta	Melli (BM)	100	350	37° 16' 28" N 30° 49' 08" E
Isparta/Sütçüler	Isparta	Karadağ (SK)	105	650	37° 30' 49" N 30° 51' 56" E
Burdur/Bucak	Isparta	Pamucak (BP)	112	800	37° 24' 53" N 30° 41' 21" E
Isparta/Göhlhisar	Isparta	Göhlhisar (G)	115	1100	37° 04' 16" N 29° 32' 16" E



Şekil 2. Shigometer cihazı ve arazide kullanımı

X-ray ile ölçüm yapılan birçok laboratuvarında X-ray threshold density profili ilkbahar yaz odunu sınırının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Güller (İçel), 2010). Bu çalışmada da aynı seçim uygulanmıştır.

X-ray ölçümleri aşağıda verilen formüle göre hesaplanmaktadır (Bucur, 2003).

$$\rho = \mu / \mu'$$

Bu eşitlikte:

μ :Örnekten geçen ve ölçülen X-ray ışınlarının zayıflama miktarını,

μ' :örneğin X-ray ışınlarını zayıflatma katsayısını (mass attenuation coefficient),

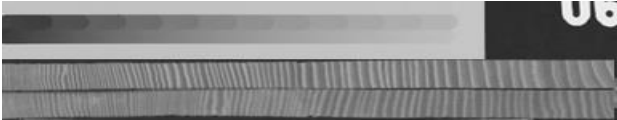
ρ : Örneğin yoğunluğunu ifade etmektedir.

Kızılçam ile ilgili kalibrasyon işlemi için Güller (2010) tarafından belirlenen değerler kullanılmıştır.

X-Ray cihazı ölçümü için hazırlanmış 2 mm kalınlıkta bir örnek ve x-ray yoğunluk ölçümü için çekilmiş iki örneğe ait x-ray film görüntüleri aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3 ve 4). X-ray yoğunluk ölçümlerinden Shigometer ile ölçüm yapılan kısımdaki veriler kullanılmıştır.



Şekil 3.X-Ray ölçümü için hazırlanan örnek (Örnek kalınlığının görülmesi için örnek dik pozisyonda fotoğraflanmıştır)



Şekil 4.X-Ray ölçümünde film görüntüsü

2.3. İstatistiksel değerlendirmeler

İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics 20 (IBM Corp., New York) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Gruplar tanımlayıcı istatistikler ile değerlendirilirken, gruplar arası (deneme alanları) farklılıklar için ANOVA uygulanmış, farklı olan grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır.

3. Bulgular

Tüm deneme ağaçlarında yapılan ölçümler değerlendirildiğinde kızılçamda elektriksel direnç değerinin 64,8 ile 72,6 K Ω arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 2)

Tüm deneme alanlarından elde edilen ortalama değerler karşılaştırıldığında ise (Çizelge 3 ve 4), deneme alanları arasında istatistiksel olarak fark bulunduğu (P=0,015) görülmektedir. Bununla birlikte Duncan testi sonuçlarına bakıldığında (Çizelge 5) Gölhisar deneme alanı hariç, diğer deneme alanları arasında ortalama değerler bakımından (%95 güven düzeyinde) önemli bir farklılık olmadığı görülmektedir. Gölhisar deneme alanı en yaşlı ve yükseltisi en fazla olan deneme alanıdır. Fakat Duncan testi sonuçlarına göre (Çizelge 5) en düşük yükseltideki ve en genç ağaçların bulunduğu Antalya-Kepez (AK) deneme alanı değerleri ile Gölhisar deneme alanı değerleri arasında istatistiksel anlamda bir farklılık görülmemektedir. Bu durumda elektriksel iletimi etkileyen bazı faktörlerin (dikili ağaçlarda su içeriği gibi) elde edilen veriler üzerinde etkili olduğu düşünülebilir. Çalışmada çalışma mevsimi, göz önüne alınsa da günlük su iletimi değerlerindeki farklılıklar, taban suyu seviyesi vb. bilinmemektedir.

Çizelge 2.Tüm ağaçlarda yapılan Shigometer ölçümleri ile ilgili tanımlayıcı istatistikler

N (Ağaç)	Minimum ER (K Ω)	Maksimum ER (K Ω)	Ortalama ER (K Ω)	Std hata	Std. sapma
380	64,8	72,6	68,95	0,042	0,819

Çizelge 3. Deneme alanları ve Antalya-Kepez deneme alanında popülasyonlar bazında Shigometer ölçümleri ile ilgili tanımlayıcı istatistikler

Deneme Alanı	Populasyon	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Std hata	Std. sapma
AK	B	50	67,6	70,1	68,818	0,091	0,642
	D	50	67,6	70,4	69,110	0,091	0,644
	H	50	67,6	70,1	69,102	0,081	0,572
	K	50	67,6	70,3	68,871	0,096	0,682
	M	50	67,6	70,8	68,980	0,092	0,647
	S	50	67,6	70,7	69,060	0,093	0,657
BP		20	64,8	70,8	68,710	0,306	1,366
SK		20	64,8	70,8	68,585	0,295	1,320
BM		20	66,8	70,8	68,605	0,245	1,094
G		20	67,6	72,6	69,230	0,280	1,250

Çizelge 6 da görüldüğü gibi elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde Shigometer verileri ile kızılçamda dikili ağaçlarda odun yoğunluğuna yönelik bir seçimin yapılması mümkün görülmemektedir. Fakat aynı deneme alanında (AK) ve aynı yaştaki 6 farklı popülasyon değerlendirildiğinde en yüksek yoğunluk değerinin en yüksek elektriksel direnç değeri ölçülen popülasyon olduğu görülmüştür.

Shortle vd (1977) elektriksel direncin (ER) popülasyon ortalamasından farkının o birey için büyüme performansını gösterdiğini belirtmektedir. Bu bilgiden hareketle bu çalışmada aynı deneme alanındaki farklı popülasyonlarda ve aynı popülasyon içerisindeki ağaçlarda değerlendirme yapılmıştır. Deneme alanları içerisinde bu değerlendirmenin yapılabileceği deneme alanı Antalya-Kepez deneme alanıdır. Paysen vd. (1992)'ye göre ağaçlarda elektriksel direnci etkileyen faktörler gözden geçirilmiştir. Kepez deneme alanının seçilmesinin nedeni; bu alanın farklı kızılçam popülasyonlarının (farklı yükselti den gelen) büyüme performansının değerlendirildiği, aynı popülasyon içerisinde yarı kardeş bireylerden oluşan, daha önceden kurulmuş bir deneme alanı olması sebebiyledir. Bu deneme alanında 6 popülasyonda bu konu hakkında değerlendirme yapılmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre Antalya- Kepez deneme alanında altı popülasyon arasında elektriksel direnç değerleri bakımından ($P=0,104$) istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte popülasyonların radyal büyüme performansı bakımından bir fikir verip vermediğini görmek için deneme alanı ortalaması ile farkları hesaplanmıştır (Çizelge 7). Kepez deneme alanında 6 popülasyonun deneme alanı ortalamasından farkı değerlendirildiğinde, Güller (İçel) vd. (2011) tarafından bu popülasyonlar için radyal büyüme performansı için verilen en iyiler sıralaması (1.D; 2. S; 3.M) ve odun yoğunluğu değeri için verilen en iyiler sıralaması (1. D; 2. M; 3.S) ile karşılaştırıldığında "D" popülasyonunun deneme alanı ortalamasından farkının en yüksek olan popülasyon olduğu görülmüştür. Bu bakımdan ilk etapta bu bulgunun büyüme performansı ve yoğunluk değeri bakımından en iyi popülasyonun belirlenmesinde kullanılabileceği düşünülmüştür. Fakat Güller (İçel) vd. (2011) tarafından bu popülasyonlar için büyüme performansı ve yoğunluk için verilen en kötü (6.sırada) popülasyon "H" olarak belirtilmektedir. Çalışmadaki bulgularda ise "H" popülasyonu "D" popülasyonundan sonra 2. sırada yer almaktadır. Bu nedenle bu çalışmada elde edilen veriler değerlendirildiğinde, Shortle vd. nin belirttiği yolun aynı deneme alanındaki popülasyonların karşılaştırılmasında (büyüme performansı ve yoğunluk bakımından sıralanmasında) kullanılabilmesi yönünde bir bulgu elde edilememiştir. En iyi popülasyonun belirlenmesine yönelik Shortle vd. ne paralel bulgunun ise tesadüfi olup olmadığını gelecekte yapılacak çalışmalarla incelenmesi gerekmektedir.

Ayrıca her popülasyon içerisindeki bireyler bazında bu değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Bazı bireylerde olumlu bulgular elde edilmiş olsa da, elektriksel direnci popülasyonun ortalama elektriksel direncinden farkı en fazla olan bireylerin en iyi büyüme performansını gösterdiğine dair bir genelleme yapılabileceğini sağlayacak bir bulgu elde edilememiştir.

Çizelge 4. Tüm deneme alanlarında Shigometer değerlerinin karşılaştırılması

Kaynak	Type III	df	Kareler toplamı	F	P
Düzeltilmiş Model	8,231a	4	2,058	3,139	0,015
Intercept	582385,3	1	582385,3	888385,7	0,000
Deneme Alanı	8,231	4	2,058	3,139	0,015
Hata	245,833	375	0,656		
Toplam	1806606	380			
Düzeltilmiş Toplam	254,064	379			

Çizelge 5. Duncan testi sonuçları

Duncan	Alt Grup		
Deneme Alanı	N	1	2
SK	20	68,585	
BM	20	68,605	
BP	20	68,710	
AK	300	68,990	68,990
G	20		69,230
Önem Düzeyi (Sig.)		0,111	0,299

Çizelge 6. Deneme alanları için Shigometer ve X-ray densitometre sonuçları

Deneme alanı	Popülasyon	N	Yoğunluk (g/cm ³)	Elektrik direnci (K Ω)
AK	B	50	0,500	68,818
	D	50	0,504	69,110
	H	50	0,494	69,102
	K	50	0,496	68,871
	M	50	0,503	68,980
	S	50	0,502	69,060
BP	Doğal	20	0,570	68,710
SK	Doğal	20	0,632	68,585
BM	Doğal	20	0,594	68,605
G	Doğal	20	0,599	69,230

Çizelge 7. Kepez deneme alanında 6 popülasyonun deneme alanı ortalamasından farkı ve sıralaması

Deneme alanı	Popülasyon	N	Pop. ortalama	Deneme alanı ort	Fark	Pop. sıralaması
AK	B	50	68,818	68,990	-0,172	6.
	D	50	69,110	68,990	0,120	1.
	H	50	69,102	68,990	0,112	2.
	K	50	68,871	68,990	-0,119	5.
	M	50	68,980	68,990	-0,010	4.
	S	50	69,060	68,990	0,070	3.

4. Sonuç

Bu konuda yapılan çalışmaların çok sınırlı olması bazı yargılara ulaşılmasını güçleştirmektedir. Çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda, aynı deneme alanında en iyi radyal büyüme performansını ve en yüksek yoğunluk değerini gösteren popülasyon doğru belirlenmiştir. Buna rağmen, cihazın sıralamadaki diğer popülasyonların belirlenmesinde paralel sonuçlar vermemesi nedeniyle, bu cihazın bir popülasyonun büyüme performansı ve yoğunluk değeri bakımından en iyi olanın/olanların belirlenmesinde ve sıralanmasında kullanılabilmesi yönünde kesin bir sonuca ulaşamamıştır. Bu argümanın desteklenebilmesi için ilave çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 110-O-560 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Anonim, 2000. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü 1999 Yılı Çalışma Raporu 2000 Yılı Çalışma Programı. Ankara Orman Bakanlığı, Yayın No:102, Ankara.
- Bektaş, İ., 1997. Kızılçam odununun teknolojik özellikleri ve yörelere göre değişimi. Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Berkel, A., 1957. Kızılçam (*P. brutia*) da teknolojik araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 7: 1.
- Blanchard, R.O., Shortle, W.C., 1977. Changes in electrical resistance associated with disease and death of elm seedlings. Proceedings of American Phytopathological Society, 4:183.
- Blanchard, R.O., Carter, J.K., 1980. Electrical resistance measurements to detect Dutch elm disease prior to symptom expression. Canadian Journal Forest Research, 10: 111-114.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N., As, N., 1993. Datça Kızılçamında anatomik ve teknolojik özellikler, Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildiriler kitabı, 18-23 Ekim 1993, Marmaris, Türkiye, s.623-635.
- Bozkurt, Y., Erdin, N., 1997. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı (1. Basım). İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- Bucur, V., 2003. Nondestructive Characterization and Imaging of Wood (1.Basım). Heidelberg: Springer Verlag.
- Costello, L.R., Peterson, J.D., 1989. Decay detection in eucalyptus: an evaluation of two methods. J Arboriculture, 15(8):185-188.
- Doğmuş Lehtijarvi, H.T., Lehtijarvi A., Hatat, G., Aday Kaya, G., Karaca, H. G., 2007. *Heterobasidion Annosum* S. L.'un Uludağ göknarında oluşturduğu alt gövde çürüklüğünün arazi ve laboratuvar metotları ile tespiti. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(1): 58-67.
- Göksel, E., Özden, Ö., 1993. Kağıt endüstrisinde Kızılçam. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 18-23 Ekim 1993, Marmaris, 648-654s.
- Göksel, E., 1984. Kızılçamın lif morfolojisi ve odunundan sülfat selülozu elde etme olanakları üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No:364, İstanbul.
- Güller (İçel), B., 2004. Silvikültürel müdahalelerin kızılçam odununun teknolojik özellikleri üzerine etkisi, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Güller (İçel), B., 2010. Kızılçam'da (*Pinus Brutia* Ten.) odun yoğunluğunun X-Ray yoğunluk ölçer ile belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A(2): 97-109.
- Güller (İçel), B., Güller A., M., Genç., 2011. dikili durumdaki ağaçların iç kısımlarında oluşan ve belirgin bir emare göstermeyen çürük ve boşlukların tahribatsız belirlenmesi. I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 22-24 Ekim 2014, Kahramanmaraş, Türkiye, s. 306-312.
- Güller (İçel), B., Isik, K., Cetinay, S., 2011. Genetic variation in *Pinus Brutia* Ten. wood density traits. Bioresources, 6 (4): 4012-4027.
- Haygreen, J.G., Bowyer, J.L., 1996. Forest Products and Wood Science (3. Edition). Iowa State University Press, US.
- Paysen, T.E., Narog, M.G., Zavala, M.A., 1992. Monitoring Electrical Resistance in Canyon Live Oak Using a Shigometer. Symposium on Ecology and Management of Oak and Associated Woodlands: Perspectives in the Southwestern United States and New Mexico Symposium, April 27-30 1992, Sierra Vista, AZ, 199-203pp.
- Shigo, A.L., Shigo, A., 1974. Detection of discoloration and decay in living trees and utility poles. U.S. For. Serv. Res. Pap., 294: 1.
- Shigo, A.L., Shortle, W.C., 1985. Shigometry: Agric. Handbook. 646. DC: U.S. Department of Agriculture, 49, Washington.
- Shortle, W.C., Shigo, A.L., Berry, P., Abusamra, J., 1977. Electrical resistance in tree cambium zone: relationship to rates of growth and wound closure. For. Sci., 23: 326-329.
- Shortle, W.C., 1979. Detection of decay in trees. Journal of Arboriculture, 5: 226-232.
- Shortle, W.C., 1982. Decaying Douglas-Fir: Ionization associated with resistance to a pulsed electric current. Wood Science, 15: 29-32.
- Skaar, C., 1988. Wood-water relations. Springer, Berlin.
- Skutt, H.R., Shigo, A.L., Lessard, R. A., 1972. Detection of discolored and decayed wood in living trees using a pulsed electric current. Canadian Journal of Forest Research, 2: 54-56.
- Tattar, T. A., Shigo, A. L., Chase, T., 1972. Relationship between the degree of resistance to a pulsed current and wood in progressive stages of discoloration and decay in living trees. Canadian Journal of Forest Research, 2: 236-243.
- Tattar, T. A., 1976. Use of electrical resistance to detect verticillium wilt in Norway and sugar maple. Canadian Journal of Forest Research, 6: 499-503.
- Treacy, M., Evertsen, J., Dhubhain, A.N., 2000. A Comparison of Mechanical and Physical Wood Properties. COFORd (National Council for Forest Research and Development), Finland.
- Zobel, B.J., 1992. Silvicultural effects on wood properties. Instituto de Pesquisas Florestais, 2:31-38.

Odun-plastik kompozitlerin termal ve yanma özellikleri üzerine borlu bileşiklerin etkisi

Ertuğrul Altuntaş^{a,*}, Eyyüp Karaoğul^b, M. Hakkı Alma^a

Özet: Bu çalışmada, atık lignoselülozik maddelerle üretilen odun plastik kompozitlerin termal özellikleri ve yangına karşı dirençleri araştırılmıştır. Bu amaç için lignoselülozik atıklar, yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE), sodyum borat (boraks) ve borik asit kullanılmıştır. Kompozit malzemesinin üretimi aşamasında çift vida ekstruder kullanılmıştır. Elde edilen granül malzeme 175 °C'de preste preslenerek levha haline getirilmiştir. Yapılan testlerde farklı oranlarda odun plastik kompozitlere eklenen borik asit ve boraks maddelerinin termal gravimetrik analiz (TGA), yatay yanma ve limit oksijen indeksi (LOI) sonuçları üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre borlu bileşiklerin miktarı arttıkça kompozit malzemede bulunan lignoselüloziklerin ve plastik malzemenin yanma derecelerinin (°C) yükseldiği anlaşılmıştır. Ayrıca kompozitlere eklenen borlu madde miktarı arttıkça yatay yanma hızının düştüğü anlaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Odun Plastik kompozit, Yangın geciktiriciler, Termal özellikler, Borlu bileşikler

Effect of boron compounds on the thermal and combustion properties of wood-plastic composites

Abstract: In this study, the thermal properties and fire resistances of the wood plastic composites produced with waste lignocellulosic materials were investigated. For this purpose, lignocellulosic waste, high density polyethylene, (HDPE) sodium borate (borax) and boric acid was used to produce the wood-plastic composites. A twin-screw extruder was used during the production of the wood plastic composites. The produced composite granule was pressed at 175 °C hot press. The effects of boric acid and borax added to wood plastic composites were investigated with the thermal gravimetric analysis (TGA), the horizontal burning rate and the limiting oxygen index (LOI). According to the results, it was understood that as the amount of the boron compounds was increased, the burning degree (°C) of the composite material increased. Furthermore, the using of the boric acid and sodium borate in the production of the wood plastic composite decreased burning speed.

Keywords: Wood plastic composite, Fire retardants, Thermal properties, Boron compounds

1. Giriş

Odun plastik kompozitler son zamanlarda zemin kaplaması, otomobil parçaları gibi malzemelerin üretimini yanı sıra park ve bahçe gibi birçok farklı yerde kullanılmaktadır. Bu kompozitlerde kullanılan lignoselülozik dolgular diğer dolgu maddelerine göre kolayca bulunabilir ve daha ucuzdur. Odun plastik kompozitler boyutsal stabilite, dayanıklılık ve biyotik canlılara arşı oldukça dayanıklıdır. Odun plastik kompozitlerin yaygınlaştırılması petrol esaslı plastiklerin üzerindeki baskıyı azaltabilir (Najafi vd., 2006, Ozdemir vd., 2014).

Son zamanlarda endüstride oldukça fazla kullanım alanı bulan odun plastik kompozitlerin gün geçtikçe kullanım alanları artmaktadır. Özellikle direnç özelliklerinin yüksek oluşu nedeni ile dış mekân uygulamaları çok yaygın kullanılmaktadır. Odunu etkileyen olumsuz çevresel faktörler dolayı kimyasal reaksiyonlar oluşur. Bunun sonucu olarak odunun biyolojik bakımdan bozulması, mor ötesi (UV) ışınlarla bozulması, tutuşabilmesi, çalışması, asit ve

bazlardan olumsuz etkilenmesi gibi arzu edilmeyen özellikler ortaya çıkmaktadır (Dizman vd., 2006).

Odun plastik kompozitlerin birçok avantajlarının yanında olumsuz yanları da vardır. Bu dezavantajlarından bazıları düşük yığın yoğunluğu, düşük termal kararlılık, nem emme eğilimi ve fungal saldırıya duyarlılıktır (Clemons, 2002). Bunların haricinde termoplastik polimerler ve lignoselülozik malzemelerden oluşan odun plastik kompozitler oldukça yanıcı malzemelerdir. Sahada kullanılan kompozit ürünler yangın tehlikelerine maruz kalabilir. Ahşap esaslı ürünlerin kurumsal ve ticari yapılarıdaki kullanımını yaygınlaştırma çabaları, alevi geciktirici bileşiklerle işlemeyi gerektirebilir (Levan, 1984). Son dönemde yapılan lignoselülozik içerikli kompozitlerin üretilmesinde borlu bileşikler bol miktarda kullanılmaktadır. Borlu bileşiklerin mantar ve böceklerle karşı etkinliğinin yanı sıra yangın önleyici olarak, sıcaklığın transferini engellemesi, malzemenin oksijen ile buluşmasını engellemesi gibi birçok etkinlikleri vardır (Cavdar vd., 2015, Price vd., 2001). Bunların yanı sıra boraks, borik asit ve çinko borat gibi bor bileşikleri, yangın esnasında alevin

✉ ^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 46100, Kahramanmaraş

^b Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 63100, Şanlıurfa

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

✓ **Received** (Geliş tarihi): 25.04.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 28.09.2017



yayılmasını önlemeye yardımcı olmaktadır. Borlu bileşikler değişik endüstri kollarında 1970'lerin sonundan itibaren plastik üretiminde yangın önleyici maddeler olarak kullanıldığı belirtilmiştir. (Chai vd., 2012, Wu ve Xu, 2014). Bor bileşikleri aynı zamanda lignoselülozik kökenli kompozitlerde mantar ve böceklerden, örneğin termitlere karşı korumak için kullanıldığı belirtilmiştir (Ayrılmis, 2013).

Bu çalışmada, odun plastik kompozitlerin yangına karşı direnci üzerine borik asit ve boraks maddelerinin etkileri incelenmiştir. Bu amaç için lignoselülozik mobilya fabrikası atıkları, yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE), sodyum borat (boraks) ve borik asit kullanılmıştır. Elde edilen kompozitlerin TGA, yatay yanma ve LOI özellikleri araştırılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Lignoselülozik atıklar kızıl çam (*Pinus brutia*) kerestesi kullanılan mobilya fabrikasından temin edilmiştir. Temin edilen testere talaşı sarsak eleklerde elenerek boyutlandırılmıştır. Kompozit üretiminde kullanılan testere talaşlarının buyutu 40-60 mesh'lik elek aralığında ve 60 mesh elek üzerinde kalan talaşlardır. Kompozitlerin üretiminde polimer malzeme olarak Petkim Petrokimya şirketinden yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE; yoğunluk: 0.965 g/cm^3) ve polietilen vaks temin edilmişlerdir. Borik asit (H_3BO_3), sodyum tetraborat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) Eti Madencilik firmasından temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

Yapılan bu çalışmada Çizelge 1'de verilen oranlara uygun olarak hazırlanan karışımlar kullanılmıştır. Yangın önleyici madde olarak kullanılan borik asit ve boraks kimyasallar eşit oranda kompozit malzemelere eklenmiştir. Kompozit levhalar çift vida ekstruder kullanılarak hazırlanmıştır. Altı farklı ısıtma alanına sahip olan ekstruderin sıcaklıkları $160 \text{ }^\circ\text{C}$ ile $180 \text{ }^\circ\text{C}$ arasına ayarlanmıştır. Üretim aşamasında ekstruder vida dönme hızı 100 devir/dk olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekstruderden çıkan erimiş haldeki karışım kesilerek soğuk su banyosu içerisinde geçirilerek sertleşmesi sağlanmıştır. Ardından, elde edilen parçacıklar nemli oldukları için en az 6 saat süreyle $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki etüvde bekletilerek rutubetlerinin uzaklaştırılması sağlanmıştır. Bu işlem sonrasında malzeme $175 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de, 10 dakika sürede ve 100 bar basınç altında preslenmiştir. Üretilen levhalardan TGA, yatay yanma ve LOI testlerinde verilen standartlara uygun olarak örnekler hazırlanmıştır.

2.2.1. Kompozitlerin termal gravimetrik analizi

Kompozit malzemelerin TGA analizi için kompozit levhalardan alınan numuneler kullanılmıştır. Bu numuneler TGA analiz öncesinde İKA marka öğütücüde 1 mm boyutuna kadar öğütülmüştür. Termogravimetrik analizinde 'Shimadzu TGA-50' cihazı kullanılmıştır. Azot akış hızı 100 ml/dk ve ısıtma hızı $10 \text{ }^\circ\text{C}/\text{dk}$ seçilerek malzemenin $800 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye kadar ısıya karşı davranışı ölçülerek kaydedilmiştir.

2.2.2. Kompozitlerin yatay yanma ve limit oksijen indeksi(LOI) testleri

Yatay yanma testi için her bir örnek grubundan ASTM D 635 standardında belirtilen standarda uygun olarak 7 örnek hazırlanmıştır. Hazırlanan bu örnekler yanma kabininde yatay konumda ateşe göre 45 derecelik açıyla yakılarak yanma süreleri kaydedilmiştir.

Kompozit levhaların yanması için ortamda bulunması gereken % oksijen miktarı LOI testleri ile belirlenmiştir. Çalışmalar ASTM D 2863 standardına uygun olarak normal yanma gaz akışına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

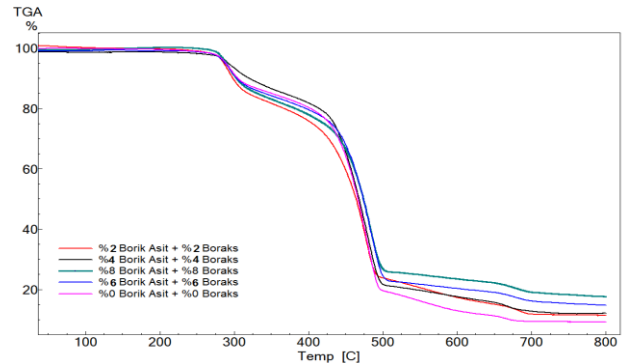
3.1. Kompozitlerin TGA sonuçları

Yapılan çalışmada lignoselülozik atık ve YYPE ile hazırlanan kompozitlerin içerisine borik asit ve boraks bileşikleri eklenerek elde edilen malzemelerin TGA sonuçları Şekil 1'de verilmiştir. Termal özellikleri belirlenecek malzeme ısıtılırken meydana gelen kütle kayıpları tespit edilerek, sıcaklık-kütle kaybı grafiğinden kırılmanın meydana geldiği sıcaklık değeri bozunma sıcaklığı olarak bulunmaktadır. Analizde bozunma aralığının belirlenmesi için ağırlık kaybının 1. dereceden türevinden (DTGA) yararlanılmaktadır. TGA sonuçlarına bağlı olarak türetilen DTGA sonuçları Şekil 2'de verilmiştir. Yapılan analiz sonuçları YYPE takviyeli örneklerin içerisine %0, 4, 8, 12 ve 16 borik asit+boraks eklenen kompozit levhalardan elde edilmiştir.

Yapılan analiz incelendiğinde bozunma parametresinin $260 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de başladığı anlaşılmaktadır. DTGA eğrisine göre lifsel yapının yoğun yanmasının $281 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de derinleştiği, bu derinleşmenin genel olarak $270 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de başladığı ve $320 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye kadar sürdüğü görülmektedir. Her iki şekilden de anlaşıldığı üzere kompozit içerisine eklenen % borik asit+boraks miktarı arttıkça DTGA eğrisinin derinleşmesinin de azaldığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 1. Deneysel çalışmalarda üretilen kompozitlerin içerikleri

Örnek no	Odun Tozu (%)	YYPE (%)	Borik Asit (%)	Boraks (%)	Poliytilen Waks (%)
1	40	58	0	0	2
2	38	56	2	2	2
3	36	54	4	4	2
4	34	52	6	6	2
5	32	50	8	8	2



Şekil 1. Kompozitlerin TGA grafikleri

Ayrıca % borik asit+boraks miktarı arttıkça DTGA eğrilerindeki yayvan durum daralmaktadır. Kompozit malzeme içerisinde % 16 borik asit+boraks eklendiğinde DTGA eğrisinde belirgin şekilde derinleşmenin olmadığı açıkça görülmektedir. Malzeme içerisinde borik asit+boraks oranının % 0, 4, 8 ve 12 olduğu durumlarda yoğun yanmanın 270 °C'de başladığı ve yanmaların benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Yüksek yoğunluklu polietilen polimerinin bozunma özellikleri incelendiği zaman tek bir bozunma bölgesinden oluştuğu açıkça anlaşılmaktadır. Polimerin bozunması genellikle 400-500 °C sıcaklık aralığında hızlı bir biçimde olmakta ve kütlesinin %99'unu kaybetmektedir. Yapısında maksimum ağırlık kaybı ise yaklaşık 460-465 °C sıcaklık aralığında gerçekleşmektedir (Contat-Rodrigo vd., 2002).

Şekil 2 incelendiği zaman yoğun bozunmanın meydana geldiği 2. gölgede plastik materyalin bozunduğu anlaşılmaktadır. Yanmadaki derinleşme 425 °C'de başladığı 520 °C'ye kadar sürdüğü belirlenmiştir. Yapılan incelemede DTGA eğrisindeki plastik yanma pikindeki derinleşme borik asit+borak miktarının artması ile azaldığı anlaşılmaktadır. DTGA eğrisi incelendiğinde plastik yapının yoğun yanmasının 480 °C'de derinleştiği ve bu derinleşmenin genel olarak 460 °C derecede başladığı ve 520 °C'ye kadar sürdüğü anlaşılmaktadır. Eklenen borik asit+boraks miktarının artması DTGA pikindeki tepe noktasının da ötelendiği anlaşılmaktadır.

Odunun termal bozunumu incelendiğinde aktif bozunmasının yaklaşık 250 °C'de selülozun bozunması ile başladığı görülmektedir. Odun yapısında farklı polimerik yapılar bulunduğundan TGA eğrisinde farklı bozunma bölgeleri oluşturmaktadır. Öncelikle 100 °C'ye kadar yapıdaki serbest su molekülleri uzaklaşmakta daha sonra ise 250-400 °C arasında selülozun bozunması gerçekleşmektedir. Diğer yandan polifenolik bir polimer olan lignin bozunması ise üç farklı sıcaklık aralığında üç aşamada gerçekleşmektedir. Bu aralıklar genellikle 115-225 °C, 225-360 °C ve 360-500 °C sıcaklık aralıklarından oluşmaktadır (Randriamanantena vd., 2009).

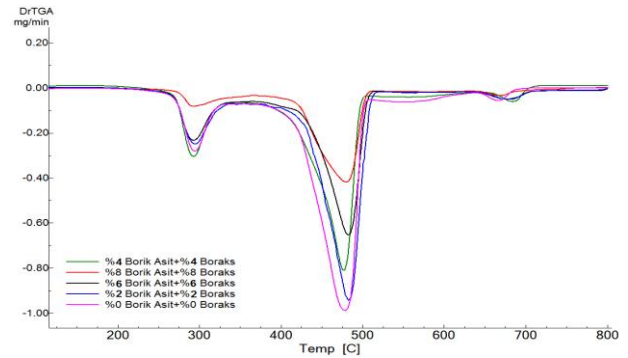
Wu ve Xu (2014) yanmazlık üzerine yaptıkları çalışmada borik asit, boraks ve çitosan ile farklı oranlarda hazırladıkları maddelerini odun plastik kompozit üretiminde kullanmışlardır. Elde edilen TGA sonuçlarına göre kompozitlere eklenen maddelerin malzemenin yanma özelliklerini geliştirdiği anlaşılmıştır. Ayrıca kompozitlere eklenen maddelerin 600 °C'de kalan madde miktarını artırdığı tespit edilmiştir.

3.2. Yatay yanma ve LOI sonuçları

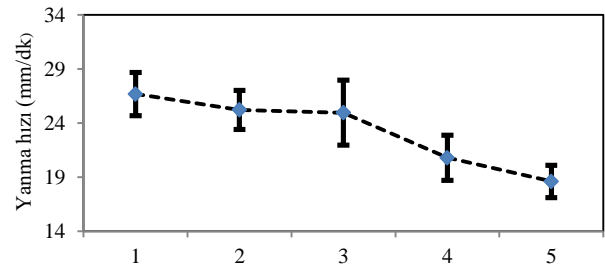
Kompozitlerin yatay yanma test sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Verilen sonuçlara göre kompozitlerin yatay yanma sonuçlarının 26,7 ile 18,6 mm/dk. arasında sıralandığı anlaşılmaktadır. Kompozit malzemenin yanma hızı en yüksek borik asit ve boraks maddesinin eklenmediği kompozit örnek grubundan elde edilirken, en düşük yanma hızı %16 borik asit ve boraks eklenen örnek gruplarından elde edildiği anlaşılmıştır. Şekil 3'den anlaşıldığına göre kompozit malzemeye eklenen borlu bileşiklerin miktarı arttıkça kompozitlerin yatay yanma hızları azalmaktadır. Özellikle %16 borik asit ve boraks karışımının kompozit malzemeye eklenmesi yanma hızını %30 azalttığı anlaşılmaktadır.

Bu konu ile ilgili yapılmış bir çalışmada borik asit, boraks, ve amonyum polifosfat maddelerini farklı oranlarda karıştırarak odun plastik kompozitlerin üretiminde kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre kompozitlere eklenen % borik asit ve boraks miktarının artması yatay yanma hızlarını azalttığı anlaşılmıştır (Kurt ve Mengelöglu 2011). Yapılan başka bir çalışmada borik asit, boraks ve çitosan maddelerinin farklı oranlarının kullanıldığı odun plastik kompozitler üretmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre kompozitlere eklenen maddelerin yanma özelliklerini olumlu etkilediği anlaşılmıştır. Termal bozunmaya karşı eklenen borlu bileşiklerin miktarının artmasıyla yanma direncinin arttığı tespit edilmiştir Wu ve Xu (2014).

Bor bazlı yangın önleyiciler polimer matriksin yangına olan direncini genellikle artırmaktadır. Bu durum genellikle matriksin içerisinde bulunan maddelerin sıcaklık kapasiteleri ile ilgili bir durumdur. Malzeme yüksek sıcaklığa maruz kaldığı zaman bor bazlı yangın önleyiciler ince bir tabaka oluşturarak ısı transferinin engellenmesini sağlamaktadırlar. Tabaka altında kalan kısma ısı transferi ulaşmadığı için yangın sürdürülemedi (Kurt ve Mengelöglu 2011, Kurt vd., 2012).



Şekil 2. Kompozitlerin DTGA Grafikleri



Şekil 3. Kompozit malzemelerin yanma hızları

Çizelge 2. Kompozitlerin LOI sonuçları

Örnek no	Yatay Yanma Testi (mm/dk)	LOI (% Oksijen miktarı)
1	26,7 ± 2,1*	20 ± 2*
2	25,21 ± 1,8	20 ± 2
3	24,95 ± 3,2	21 ± 2
4	20,8 ± 2,1	21 ± 2
5	18,6 ± 1,5	22 ± 2

*Standart Sapma

Limit oksijen indeks standardında belirtilen orta düzey akış hızına uygun olarak yapılan LOI sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre LOI değerlerinin beklenen aksine çok fazla gelişmediği anlaşılmaktadır. Kompozit malzeme içerisinde %16 oranında borlu bileşik kullanılan kompozit örnek de başlangıç durumuna göre ancak %2 değişim olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum borlu bileşiklerin kompozit malzeme içerisinde yeteri kadar disperse olamadığını göstermektedir. Bunun yanı sıra LOI testi sırasında yapılan gözlemlerde malzemenin daha fazla kömürleştiği de tespit edilmiştir. Odun plastiklerle ilgili yapılan başka bir çalışmada % LOI değerindeki artışın %1’in altında kaldığı anlaşılmıştır (Cavdar vd., 2015). Yapılan başka bir çalışmada melamin polifosfat ve alüminyum hipofosfit maddelerinin farklı oranlarının kullanıldığı odun plastik kompozitler üretilmiştir. Elde edilen kompozitlerin LOI özellikleri araştırıldı. Termal bozunmaya karşı kompozitlerin LOI değerleri %29’a kadar çıkabileceğini göstermişlerdir (Li vd., 2017).

4. Sonuçlar ve öneriler

Yapılan çalışmada borik asit ve boraks maddesinin odun-plastik kompozitleri üzerine termal ve yangın geciktirici etkisi araştırılmıştır. Elde edilen TGA sonuçlarına göre kompozit malzeme içerisinde borlu bileşik miktarı arttıkça hem lignoselülozik maddenin hemde plastik malzemenin bozunma sıcaklıklarının yükseldiği anlaşılmaktadır. Özellikle DTGA grafiğine göre lignoselülozik malzemenin bozunma sıcaklığının yükseldiği ve sıcaklığa karşı bir direnç oluşturduğu anlaşılmıştır. Yatay yanma ve LOI sonuçlarına göre kompozit malzeme içerisine eklenen maddelerin yanmayı yavaşlattığı anlaşılmıştır. Lignoselülüzik ve plastik malzemelerin toplum hayatı içerisinde birçok farklı kullanımı vardır. Ancak aktif olarak yanıcı olan bu maddeler hakkında yeni ve çok kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Teşekkür

Yapılan çalışma Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü (2012-Ç0370) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- ASTM D635, 2014. Standard test method for rate of burning and/or extent and time of burning of plastics in a horizontal position, ASTM International, West Conshohocken, USA.
- ASTM D2863, 2000. Standard test method for measuring the minimum oxygen concentration to support candle-like combustion of plastics (oxygen index), ASTM International, West Conshohocken, USA.
- Ayrilmis, N., 2013. Combined effects of boron and compatibilizer on dimensional stability and mechanical properties of wood/HDPE composites. *Composites Part B-Engineering*, 44(1): 745-749.
- Cavdar, A. D., Mengeloglu, F., Karakus, K., 2015. Effect of boric acid and borax on mechanical, fire and thermal properties of wood flour filled high density polyethylene composites. *Measurement*, 60: 6-12.

- Chai, Y. B., Liu, J. L., Xing, Z., 2012. Dimensional stability, mechanical properties and fire resistance of MUF-Boron treated wood. *Material and Manufacturing Technology* Ii, Pts 1 and 2, 341-342, pp.80-84.
- Clemons, C., 2002. Wood-plastic composites in the United States: The interfacing of two industries. *Forest Products Journal*, 52(6): 10.
- Contat-Rodrigo, L., Ribes-Greus, A., Imrie, C. T., 2002. Thermal analysis of high-density polyethylene and low-density polyethylene with enhanced biodegradability. *Journal of Applied Polymer Science*, 86(3): 764-772.
- Dizman, E., Yıldız, Ü. C., Yıldız, S., Aslan, M., Temiz, A., Gezer, E. D., 2006. Asetillendirilmiş Ladin yongalevhalarının esmer çürüklük mantarına (*Coniophora puteana*) karşı dayanıklılığı. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 7(2): 106-115.
- Kurt, R., Mengeloglu, F., 2011. Utilization of boron compounds as synergists with ammonium polyphosphate for flame retardant wood-polymer composites. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35(2): 155-163.
- Kurt, R., Mengeloglu, F., Meric, H., 2012. The effects of boron compounds synergists with ammonium polyphosphate on mechanical properties and burning rates of wood-HDPE polymer composites. *European Journal of Wood and Wood Products*, 70(1-3): 177-182.
- Levan, S. L., 1984. Chemistry of fire retardancy. *Advances in Chemistry Series*, (207): 531-574.
- Li, L., Guo, W., Guo, C., 2017. Synergistic effect of melamine polyphosphate and aluminum hypophosphite on mechanical properties and flame retardancy of HDPE/wood flour composites. *Wood Science and Technology*, 51(3): 493-506.
- Najafi, S. K., Tajvidi, M., Chaharmahli, M., 2006. Long-term water uptake behavior of lignocellulosic-high density polyethylene composites. *Journal of Applied Polymer Science*, 102(4): 3907-3911.
- Ozdemir, F., Ayrilmis, N., Kaymakci, A., Kwon, J. H., 2014. Improving dimensional stability of injection molded wood plastic composites using cold and hot water extraction methods. *Maderas-Ciencia Y Tecnologia*, 16(3): 365-372.
- Price, D., Anthony, G., Carty, P., 2001. Polymer combustion, condensed phase pyrolysis and smoke formation. *Fire retardant materials*. Cambridge, UK, 1-30.
- Randriamanantena, T., Razafindramisa, F. L., Ramanantsizehena, G., Bernes, A., Lacabane, C., 2009. Thermal behaviour of three woods of Madagascar by thermogravimetric analysis in inert atmosphere. *The Fourth High-Energy Physics International Conference, Antananarivo, Madagascar, 21-28 August, 2009*. pp. 5-10.
- Wu, G. F., Xu, M., 2014. Effects of boron compounds on the mechanical and fire properties of wood-chitosan and high-density polyethylene composites. *Bioresources*, 9(3): 4173-4193.

Yüzey kaplamasında kullanılan bazı yanmayı geciktirici kimyasalların orta yoğunluklu lif levhanın yanma özellikleri üzerine etkileri

Ferhat Özdemir^{a,*}, Arif Ayaz^a

Özet: MDF levhaların yüzeyleri kalsit, yanmayı geciktirici (FR) ve tutkal karışımı ile kaplanmıştır. Daha sonra yanma dayanımı özellikleri araştırılmıştır. Kalsitin tam kuru ağırlığına oranla, karışıma %1, %3 ve %5 oranlarında yanmayı geciktirici olarak bilinen boraks ve muskovit ilave edilmiştir. Yanma karakteristiklerinin belirlenebilmesi için, numunelerin yanma testleri ASTM E 69 standardına göre yapılmıştır. Test örneklerinin, ağırlık kaybı, sıcaklık, O₂, CO ve NO gaz miktarları ölçülmüştür. Ölçümler her 30 saniyede bir kaydedilmiştir. Boraks %5 kimyasalı, ağırlık kaybı (%74.5) ve O₂ miktarı (%20.5) üzerine olumlu etkiyi yaparken, muskovit %5 kimyasalı ise sıcaklık (289 °C) ve NO miktarı (342 ppm) üzerine daha fazla etki etmiştir. Yüzey kaplamasında kullanılan boraks ve muskovit, ilave edilme oranına bağlı olarak yanma performansı üzerine olumlu etki yapmışlardır.

Anahtar sözcükler: MDF, Yanmayı geciktirici, Yüzey kaplama, Muskovit

The effects of some flame retardant chemicals used in surface coating on the burning properties of MDF (Medium density fiberboard)

Abstract: In this study, the surfaces of MDF were coated with a mixture of calcite, fire retardant (FR) and glue. Then the properties of MDF boards combustion resistance were investigated. Borax and muscovite, known as flame retardants, were added to the mixture at 1%, 3% and 5% relative to the oven dry weight of calcite. The burning tests of the samples were carried out according to ASTM E 69 standard so that the combustion characteristics could be determined. The weight loss, temperature, O₂, CO and NO gas emissions quantities of the test samples were measured. The measurements were recorded every 30 seconds. Borax had the most positive effect on weight loss (74.5%) and O₂ amount (20.5%), while muscovite 5% chemistry had a greater effect on temperature (289 °C) and NO amount (342 ppm). Borax and muscovite used in surface coating have been positively influenced on burning performance depending on addition rate.

Keywords: MDF, Fire retardant, Surface coating, Muscovite

1. Giriş

Günümüzde MDF esaslı yapısal malzemelerin kullanımına yönelik talepler, teknolojik gelişme ile birlikte yaşam kalitesinin yükselmesine bağlı olarak giderek artmaktadır. MDF mobilya sektöründe ağırlıklı olarak mebran kapak ve lake mobilya ürünlerinde, beton kalıbı olarak ve diğer mobilya üretiminde kullanılmaktadır. Fiziksel ve mekanik özellikleri ile masif ağaç malzemeye alternatif olarak kullanılır. Birçok kullanım avantajına sahiptir. Yüzey yoğunluğunun yüksek ve az pürüzlü olması sebebiyle levha yüzeylerine her çeşit lake, boya ve vernik gibi sıvı yüzey işlemleri uygulanabilmektedir. MDF levhalarının yüzeyleri her türlü laminat, reçine emdirilmiş kâğıt, folyo ve ahşap kaplama ile kaplanabilir. MDF levhaların kenarları son derece düzgün ve sıkı olup, masif çita yapıştırılmadan lamba zıvana açılabilen ve her türlü profil verilebilmektedir. MDF levhaların diğer avantajları ise eğilme direnci, elastikiyet modülü, vida ve çivi tutma gücünün yüksek olmasıdır. Ancak odun ve odun esaslı malzemelerin kolay yanabilme özelliği en önemli dezavantajı olmaktadır. Bu sebeple yanma özelliklerinin

geciktirilmesi için koruyucu bir takım kimyasal maddeler ile muamele edilmesi gerekmektedir.

Günümüzde suda çözünen ve çözünmeyen bor bileşikleri yanma geciktirici olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Kuzlowski vd., 1995). Borlu bileşikler kompozit üretimi esnasında toz halinde tutkala, odun yongasına veya odun liflerine katılmaktadır (Ayrılmış vd., 2005). Ayrıca yüzey kaplama yanmanın yayılması ve yanmayı geciktirme için kullanılan diğer bir metottür. Yanmayı geciktirici kimyasallar odundan ısı ve yanıcı gazların salıverilmesini azaltarak yanma prosesine etki ederler. İstek ve ark, (2013) MDF ile ilgili olarak yüzey kaplaması yaptıkları bir çalışmada borik asitin, boraks ve çinko borat kullanımından daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Özdemir ve Tutuş (2016) ise yonga levhanın yüzeyinin kaplamasına ilave edilen borik asitin yanma üzerine olumlu etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Kalsit bir karbonat minerali iken boraks, bor madeninin en önemli rezervidir. Rezerv bakımından dünyada en çok Türkiye'de bulunmaktadır. Boraks, çok güç eriyen sert bir malzemedir (Baysal, 1994).

✉ ^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

@ * **Corresponding author** (İletişim yazarı): ferhatozd@mail.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 25.04.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 15.06.2017



Citation (Atıf): Özdemir, F., Ayaz, A., 2017. Yüzey kaplamasında kullanılan bazı yanmayı geciktirici kimyasalların orta yoğunluklu lif levhanın yanma özellikleri üzerine etkileri. Turkish Journal of Forestry, 18(3): 251-257. DOI: 10.18182/tjf.309007

Muskovit ($KAl_2(Al_2Si_3O_{10})(OH)_2$), beyaz mika olarak da bilinmektedir. İçindeki katık maddelere göre saydam, gümüşü, soluk yeşil, esmerce veya sedefimsi renklerde, pullu yapıda, sertliği 2.5-3.0 arasında, yoğunluğu 2.8 g/cm^3 olup, asitlerde ayrılmaz ve erimez. Erime sıcaklığı ise $1200-1300 \text{ }^\circ\text{C}$ ' dir (Gürsu, 2004). Muskovit, endüstriyel alanda önemi yeteri kadar anlaşılammış ve etkin bir şekilde değerlendirilmemiş endüstriyel bir mineraldir.

Bu çalışmada kalsit, boraks, muskovit mineralleri, tutkal ve su ile karıştırılarak, MDF levha yüzeylerine sürülerek, yanmayı geciktiricilerin ve eklenme oranlarının etkileri araştırılacaktır.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Yüzey kaplama karışımında bulunan yanmayı geciktirici kimyasal maddeler ve kullanım oranları Çizelge 1' de verilmiştir. Yoğunluğu 0.730 g/cm^3 olan MDF levhalar ticari olarak satın alınmıştır. Boraks Tekkim San. ve Tic. Şirketinden (İzmir), Muskovit ise piyasadan temin edilmiştir. Boraks ve muskovit oranları, kalsitin tam kuru ağırlığına göre belirlenmiştir. Boraks, muskovit, kalsit, melamin formaldehit tutkalı ve su homojen şekilde manyetik karıştırıcıda $35 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de karıştırılmıştır. Karışımın pH değeri 8-10, viskozite değeri ise $100-150 \text{ cP}$ olarak ayarlanmıştır.

Boraks ve muskovit kimyasalları, karışıma kalsitin tam kuru ağırlığına oranla %1, %3 ve %5 oranlarında eklenmiştir. MDF levhaların yüzeyleri düzgün olması ve kimyasalları daha iyi tutabilmesi için 120 numara zımpara kâğıdı ile zımparalanmıştır. Karışım MDF levha yüzeylerine 140 g/m^2 oranında bir rulo fırça ile 0.25 mm kalınlık olacak şekilde sürülmüştür. Levhalar %65 bağıl nem ve $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de iki gün iklimlendirme dolabında tutulmuştur. Yüzey kaplama mineralleri ve karışım oranları Çizelge 1'de verilmiştir.

2.2. Yöntem

MDF levhaların yanma mukavemeti-ASTM E-69 (2007) standartlarına bağlı kalınarak Alev Kaynaklı Yanma (AKY) ve Kendi Kendine Yanma (KKY) testleri yapılarak belirlenmiştir. Test örnekleri kontrol, kalsit kaplı ve yanmayı geciktirici kimyasal-kalsit ile kaplanmış numunelerden oluşmaktadır. Kontrol ve test örnekleri yanma işleminden önce $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem şartlarında klimatize edilmiştir.

İki hafta süre ile klimatize edilmiş $9.5 \times 19 \times 1016 \text{ mm}$ ebatlarındaki örnekler Şekil 1'de gösterilen test borusunun içerisine asılmıştır. Bütan gazının alev yüksekliği 25 cm , sıcaklık $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ ' yi geçmeyecek şekilde test düzeneği hazırlanmıştır. Yanma doğal hava akışı olan bir bacanın altında gerçekleştirilmiştir. Yanma öncesi ağırlık ile yanma esnasındaki ağırlık kaybını ölçmek için 0.01 g hassasiyetli dijital terazi, yanma başladıktan sonra sıcaklık değişimi ve açığa çıkan gazları ölçmek için optik algılayıcı kullanılmıştır.

Ağırlık kaybının yanı sıra Testo 340 M gaz analizörü sayesinde sıcaklık değişimi ve açığa çıkan gazlardan O_2 , CO ve NO değerleri her 30 saniyede bir ölçülmüştür. AKY (4 dk süre ile) ve KKY (6 dk süre ile) değerleri belirlenmiştir. Yanma testleri her 30 sn' de bir olmak üzere toplam 4 dk 8

ölçüm alev kaynaklı, 6 dk 12 ölçüm kendi kendine yanma şeklinde yapılmış ve 10 dk sonra deney sonlandırılmıştır. Yanma test düzeneği Şekil 1'de verilmiştir. Her bir formülasyon için testler 6 kez tekrarlanmıştır.

Sıcaklık, O_2 , CO ve NO miktarlarının ölçüldüğü Testo 340 M baca gazı analizörü ise Şekil 2' de verilmiştir.

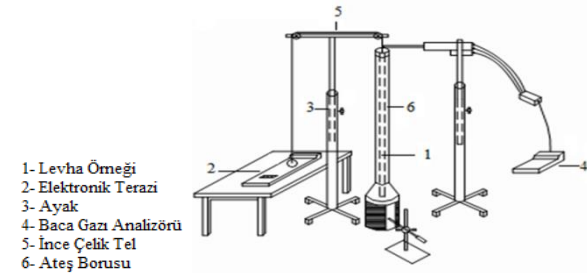
3. Bulgular ve tartışma

3.1. Ağırlık kaybı değerleri

Kontrol, kalsit ile kaplanmış ve FR kimyasalları ile yüzeyi kaplanmış MDF levha test örneklerinin ağırlık kaybı değerleri Şekil 3'de verilmiştir. Kontrol örneğinin ağırlık kaybı (%92), kalsit ile kaplı (%85) ve FR kimyasalları ile kaplanmış örneklerin (%82.5-%74.5) ağırlık kayıplarından daha fazla olmuştur. Ağırlık kaybındaki azalma MDF levhaların yanma direncindeki artışı göstermektedir. MDF levhaların yanma direnci, yüzey kaplama yöntemi ile gelişmiştir. Kalsit ve FR kimyasallarının kullanımı yanma mukavemeti üzerine pozitif bir etki yapmıştır.

Çizelge 1. Yüzey kaplama materyalleri ve karışım oranları

Materyal	Karışım oranı (%)
Kalsit	100
Melamin Formaldehit	20
Boraks	1-3-5
Muskovit	1-3-5



Şekil 1. Yanma test düzeneği



Şekil 2. Testo 340 M baca gazı analizörü

Yanmayı geciktirici kimyasal maddeler, ağırlık kaybı üzerine etkili olmuşlar ve yanmaya karşı belirli derecede koruma sağlamışlardır Kimyasal maddelerin ekleme oranı arttıkça MDF numunelerinin ağırlık kaybı değerleri üzerine olumlu etki yapmış ve daha fazla koruma sağlamıştır ($p=0,000$). Ancak gruplar arasında ise önemli bir fark bulunamamıştır ($p=0,683$). Yapılan korelasyon analizinde ise kontrol örneği ile muskovit ve boraks eklenme yüzde miktarları arasında çok güçlü bir ilişki bulunmaktadır ($r=0,933$) Test numunelerinin ağırlık kaybı değerleri Şekil 3'te verilmiştir.

Kontrol örneği ve kalsit ile kaplanmış test numuneleri incelendiğinde ağırlık kaybı AKY' da kontrol örneğinde %75, kalsit kaplanmış numunelerde %66 iken KKY kontrol örneğinde %92, kalsit kaplı örneklerde ise %85 olarak bulunmuştur (Şekil 4).

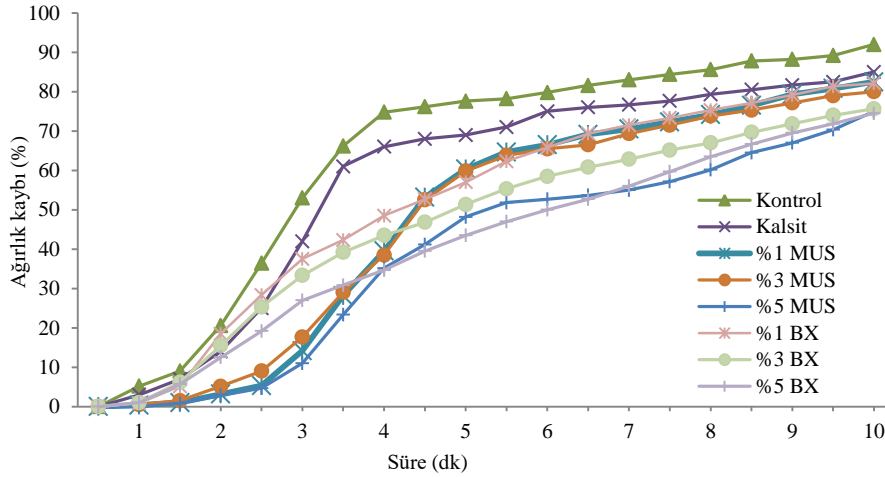
Kalsit ile kaplanmış MDF levhalardaki ağırlık kaybı, kontrol örneği ile kıyaslandığında AKY' da %12, KKY' da ise %7.60 oranında ağırlık kaybında bir iyileşme meydana gelmiştir.

Şekil 5'te belirli oranlarda boraks kimyasalı ilave edilmiş numuneler ile kalsit kaplı ve kontrol örnekleri karşılaştırılmıştır. %1, %3 ve %5 boraks ilaveli MDF örneklerinde AKY' da ağırlık kaybı değerleri sırasıyla

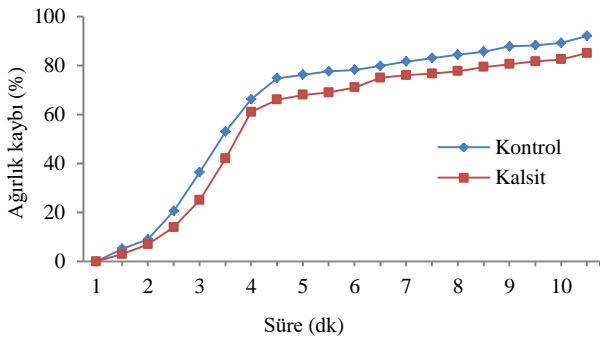
%48.5, %43.5 ve %34.7 iken KKY' de ise %82.1, %75.7 ve %74.5 olarak bulunmuştur.

Şekil 6'da ise muskovit kimyasalının ağırlık kaybı üzerine etkisi gösterilmiştir. Numunelere ilave edilen %1, %3 ve %5'lik muskovit kimyasalının ağırlık kaybına olumlu bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Kalsit kaplı kontrol örneğinde ağırlık kaybı değerleri AKY' da %66, KKY' de %85 iken muskovit ilaveli MDF numunelerinde bu değerler sırasıyla AKY' da %39.5, %38.5 ve %35.2, KKY' de %82.5, %80.0 ve %75.0 olarak bulunmuştur.

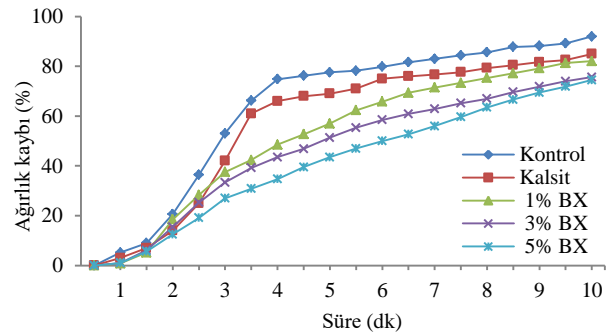
MDF test numunelerinin kalsit ile kaplanması sırasında belirli oranlarda ilave edilen yanmayı geciktirici kimyasalların ağırlık kaybı değerleri üzerine etkilerinin olumlu olduğu tespit edilmiş ve ilave oranlarındaki artışlara paralel olarak ağırlık kaybı değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. Ağırlık kaybının miktarı, kimyasal maddelerin yapısına bağlı olmakla beraber, farklı nedenlerden dolayı da olabilir. Örneğin; yanmayı geciktirici kimyasalların yapısal özelliği dolayısıyla polimerizasyon ve dehidrasyon reaksiyonlarını katalizleyerek piroliz sıcaklığını düşürmekte, kömürleşme miktarını artırmakta ve tutuşabilen uçucu gazların miktarını azaltarak yanma mekanizmasını değiştirmektedir (Holmes, 1974; Le Van ve Collet, 1989; Vick, 1994; Stevens ve ark, 2006;).



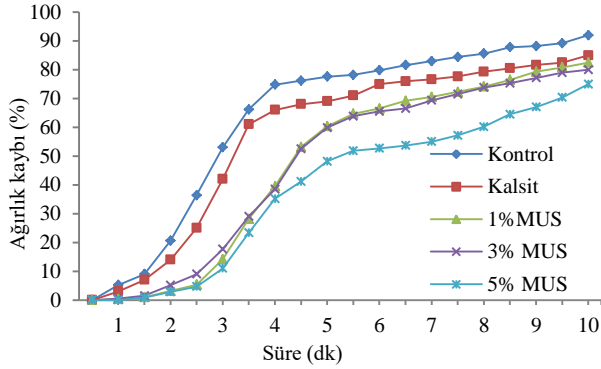
Şekil 3. Test numunelerinin AKY ve KKY ağırlık kaybı değerleri değişimleri



Şekil 4. Kontrol örneği ve kalsit kaplı örneklerin AKY ve KKY ağırlık kaybı değerleri



Şekil 5. Boraks eklenmiş numune AKY ve KKY ağırlık kaybı değerleri



Şekil 6. Muskovit eklenmiş numune AKY ve KKY ağırlık kaybı değerleri

3.2. Sıcaklık Değerleri

Kontrol, kalsit kaplı ve FR kimyasalı ilaveli test numunelerinin sıcaklık değerleri Şekil 7'de verilmiştir. FR kimyasalların sıcaklık değerleri üzerine etkisinin AKY ve KKY' da farklı etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Şekil 7'de kontrol ve kalsit kaplı örneklerinin sıcaklık değerleri verilmiş ve kalsitin sıcaklık değerleri üzerine olumlu bir etkisinin ($r=0,851$) olduğu tespit edilmiştir. Kontrol örneğinde bu değer ortalama AKY' da 354 °C, KKY' da 100 iken kalsit kaplı MDF numunelerinde bu değerler sırasıyla 311 °C ve 93 °C' ye düşmüştür. Ancak boraks kimyasalının sıcaklık değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmektedir. %1, %3 ve %5 oranlarında ilave edilen boraks kimyasalı ile sıcaklık değerleri sırasıyla AKY' da 310 °C, 307 °C ve 300 °C, KKY' da ise 92 °C, 91 °C ve 91 °C olarak bulunmuştur.

Muskovit kimyasalı eklenen numunelerde elde edilen sıcaklık değerleri sırasıyla AKY' da 301, 297 ve 289 °C, KKY' da 93, 92 ve 92 °C olarak bulunmuştur. Kontrol örneği (AKY: 311 °C; KKY: 93 °C) ile karşılaştırıldığında muskovit kimyasalının MDF yüzeyine ilave edilmesi ile sıcaklık değerleri üzerinde kayda değer bir etkisinin ($p=0,985$) olmadığı gözlemlenmiştir.

Örneklerin, yanma esnasında tespit edilen sıcaklıklarının düşmesi; kimyasal maddelerin lif yapısına iyi bir şekilde nüfuz etmesi, sertleşmeyi artırması, yanma sırasında tutuşma ve alevlenmeyi geciktirici gazlar veya kömür tabakası oluşturmaları gibi etkilerden dolayı meydana gelmiş olabilir. Ayrıca, yanmayı geciktirme amaçlı kullanılan tüm kimyasal maddelerin, yangına maruz kalan malzemenin tutuşma sıcaklığını düşürdükleri bildirilmektedir. Yine, borik asit, boraks gibi suda çözünebilir maddelerin yanma esnasında tutuşmayı önleyici gaz veya eriyikler oluşturdukları da belirtilmektedir (Barnes ve Amburgey, 1993; Var, 2000).

3.3. Oksijen Değerleri

Kontrol örneklerine göre O₂ değerlerindeki artış ilave edilen FR kimyasalların yanma özellikleri üzerine olumlu bir etki oluşturduğunu göstermektedir. Test numunelerinin oksijen değerleri Şekil 8'de verilmiştir.

Boraks kimyasalı da kalsit ile kaplanmış örneklerdeki gibi yanmaya karşı olumlu bir etki yapmıştır ($p=0,000$). %1, %3 ve %5 oranlarında ilave edilen boraksın oksijen değerleri sırasıyla AKY' da %20, %20.5 ve %20.5, KKY' da ise %20.6, %20.6 ve %20.8 olarak bulunmuştur. Kontrol

örneği (AKY:%17.6; KKY: %20.3) ile karşılaştırıldığında boraks kimyasalının artışına bağlı olarak oksijen değerleri de artmış ve yanmaya karşı olumlu bir etki sağlamıştır.

Muskovit kimyasalının O₂ değerleri üzerine yanmaya karşı olumlu bir etki yaptığı tespit edilmiştir ($p=0,000$). Yanma ile oksijen miktarı arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır ($r=0,619$).

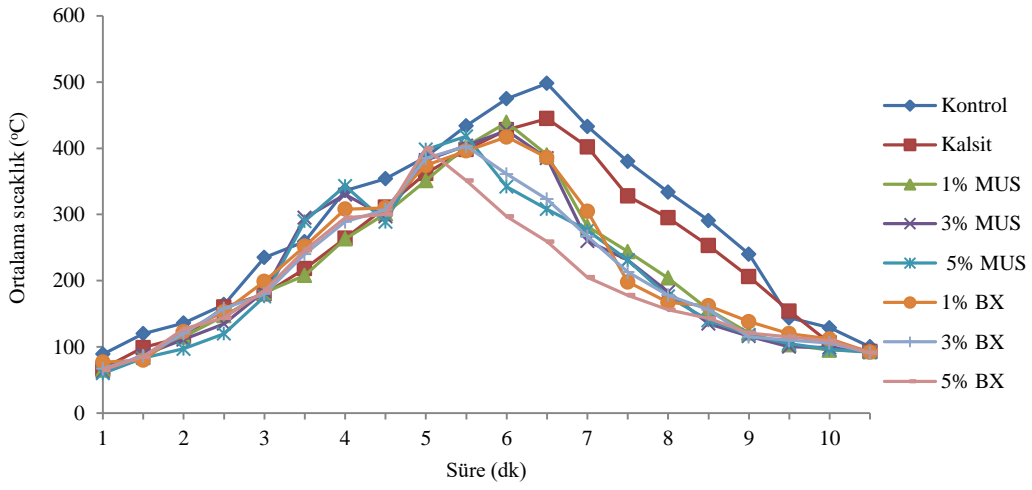
Oksijen miktarı değerleri sırasıyla AKY' da %15.9, %16.4 ve %19.6 KKY' de ise %20.7, %20.4 ve %20.3 olarak bulunmuştur. Kalsit dâhil tüm yanmayı geciktirici kimyasalların oksijen miktarı değerlerini kontrol örneğine kıyasla belirli bir oranda arttırdığı ve bu nedenle yanmaya karşı olumlu bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bu durum; kimyasal maddelerin, muamele edildikleri levhaların yanma mekanizmalarını değiştirerek yanmaya karşı gösterdikleri dayanımlarını artırmasının ilave bir sonucu olabilir. Çünkü yanmayı geciktirici kimyasallarının etkisiyle yanma özellikleri iyileşen ve yanması sınırlandırılan örnekler doğal ortamdaki gazların oranını değiştirerek O₂ miktarının artmasına sebep olmaktadır (Ustaömer, 2008). Uysal ve Kurt (2005) sarıçam ve kayın örneklerini boraks, borik asit ve boraks-borik asit karışımı ile muamele ederek yaptıkları bir çalışmada; emprenyeli örneklerin O₂ değerlerinin kontrol örneğinin değerinden daha fazla olduğunu bulmuşlardır. O₂ miktarı malzemenin yanması için gerekli olan en az oksijen miktarını %O₂ miktarının artması ile yanma olayı azalmaktadır.

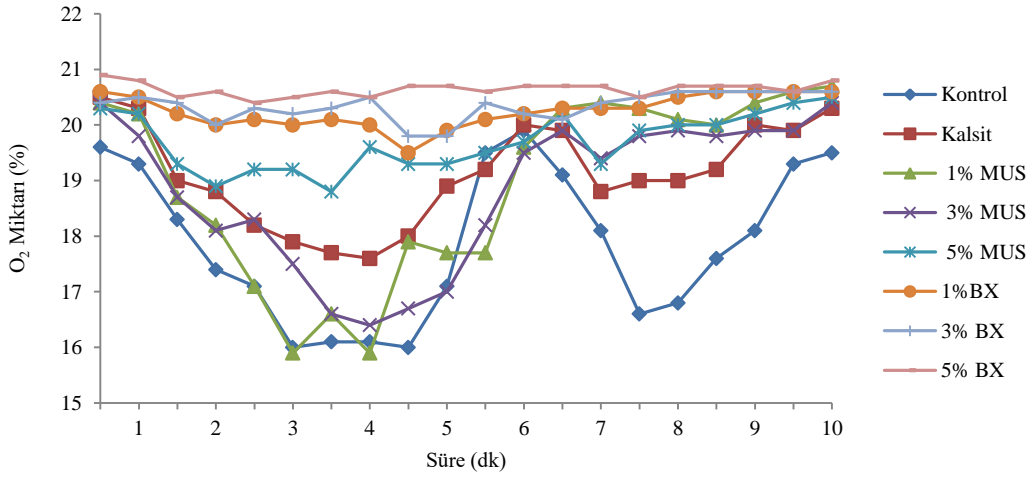
3.4. CO Değerleri

Test numunelerinin AKY ve KKY' da CO ppm değerleri Şekil 9'da verilmiştir. Kalsit ve FR kimyasalların CO değerleri üzerine olumlu etki yaptığı görülmektedir ($p=0,001$). Kontrol örneği ile muskovit ve boraks eklenme yüzde oranları arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır ($r=0,925$). Kontrol örneği ile kalsit kaplı örnek karşılaştırıldığında, CO değerleri kontrol örneklerinde AKY' da 934 ppm, KKY' da 607 ppm iken kalsit kaplı numunelerde değerler sırasıyla 675 ppm ve 565 ppm' e düşmüştür. Kalsit kaplama işlemi CO değerleri üzerinde etkili olmuş ve yanma özelliklerinde olumlu bir etki göstermiştir. %1, %3 ve %5 oranlarında ilave edilen boraks test numuneleri için CO değerleri sırasıyla AKY' da 660, 645 ve 638 ppm, KKY' de ise 532, 517 ve 502 ppm olarak bulunmuş ve kontrol örnekleri (AKY: 675; KKY: 565 ppm) ile karşılaştırıldığında CO değerlerinde düşüşün olduğu gözlemlenmiştir. Muskovit kimyasalının CO değerleri üzerine etkisi sırasıyla AKY' da 440, 503 ve 523 ppm, KKY' de ise 562, 548 ve 526 ppm olarak bulunmuş ve kontrol örneği ile karşılaştırıldığında AKY ve KKY' de CO değerleri düşüş göstermiştir.

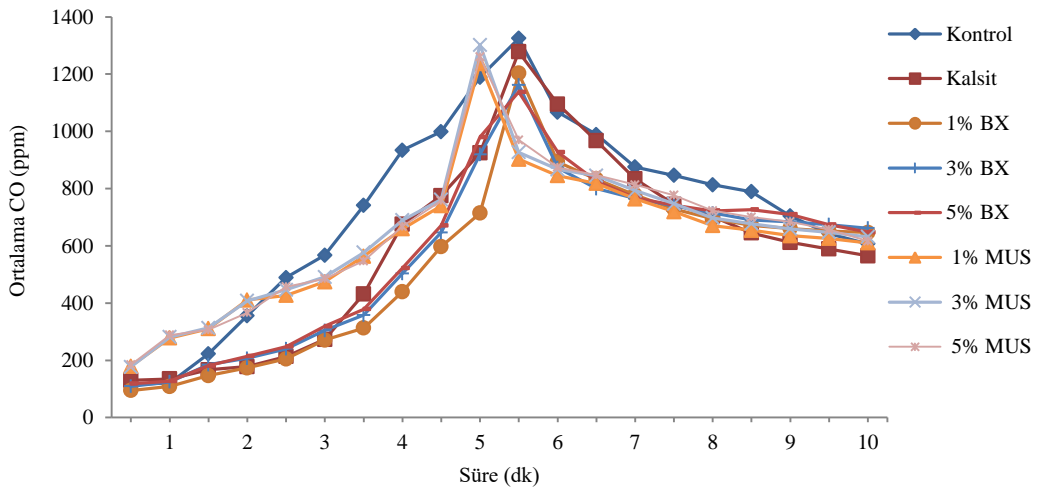
Yanmayı geciktirici kimyasalların CO değerleri üzerindeki etkileri FR kimyasalların CO değerlerini düşürdüğü ve dolayısıyla yanmaya karşı olumlu bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. Kimyasal maddelerin ekleme oranının artması ile CO değerinin azaldığı bulunmuştur. Yanmayı azaltıcı etkiye sahip kimyasal yapısı olan FR kimyasallar ortamda istenmeyen gaz oluşumunu düşük seviyede tutabilmektedir. İstek vd., (2013), MDF levhalar üzerinde yaptıkları bir çalışmada FR kimyasalların CO değerlerinin kontrol gruplarına nazaran azaldığını rapor etmişlerdir.



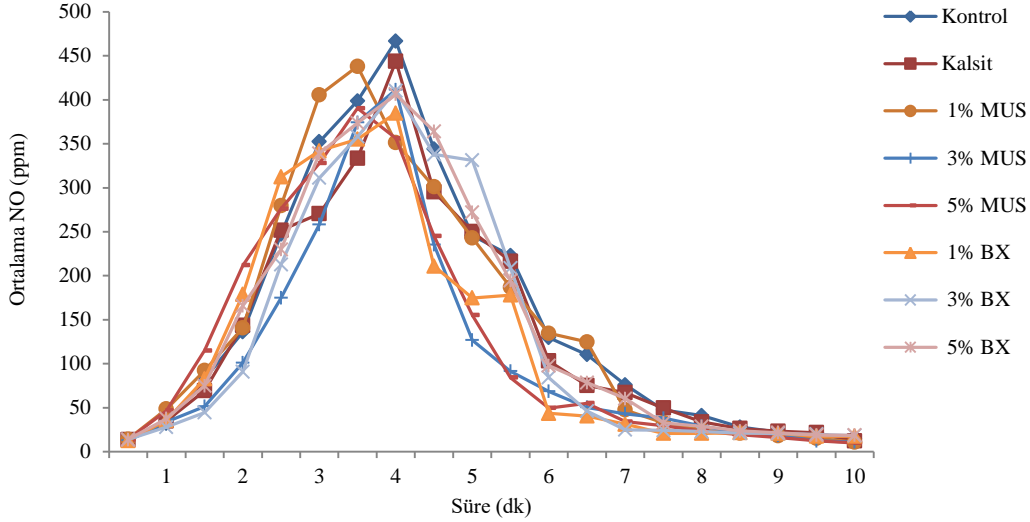
Şekil 7. Test numunelerinin AKY ve KKY sıcaklık değerleri değişimleri



Şekil 8. Test numunelerinin AKY ve KKY oksijen değerleri değişimleri



Şekil 9. Test numunelerinin AKY ve KKY ortalama CO değişim değerleri



Şekil 10. Test numunelerinin AKY ve KKY ortalama NO değerleri

3.5. NO Değerleri

Test numunelerinin NO değerleri Şekil 10' da verilmiştir.

Kontrol örneğinde NO değeri AKY' da 467 ppm, KKY' da 15 ppm iken bu değer kalsit kaplı örneklerde sırasıyla 444 ppm ve 12 ppm' e düşmüştür. Bu değerlere göre kalsit kaplama işleminin NO değerlerini düşürdüğü ve yanmaya karşı olumlu bir etki gösterdiği anlaşılmaktadır.

Boraks kimyasal ilavesinin MDF yanma testleri sonucunda NO değerleri üzerine etkisi kimyasal oranındaki artış ile paralellik gösterip AKY' da arttığı, KKY' da ise azaldığı gözlemlenmektedir. MDF kaplama işleminde %1, %3 ve %5 oranlarında boraks ilavesi sonucu ortaya çıkan NO değerleri sırasıyla AKY' da 385, 410 ve 406 ppm, KKY' da ise 12, 11 ve 11 ppm olarak bulunmuştur.

Muskovit kimyasalının NO değerleri sırasıyla AKY' da 368, 329 ve 324 ppm, KKY' da ise 11, 11 ve 11 ppm olarak bulunmuş ve kontrol örneği ile karşılaştırıldığında bu değerlerde düşüşlerin olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçlara göre boraks ve muskovit kimyasalının yanma özellikleri üzerine NO değerleri açısından olumlu bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

İstek ve ark. (2013), MDF levhalar üzerinde yaptıkları bir çalışmada yanmayı geciktirici kimyasalların NO değerlerinin kontrol gruplarına nazaran azaldığını rapor etmişlerdir.

4. Sonuçlar

1. Kalsit, FR kimyasalları, melamin tutkalı ve su karışımı ile kaplanan MDF levha test numunelerinde kalsit ile kaplama işlemi yanma dayanımı özelliklerini geliştirmiştir. FR kimyasal ekleme oranı arttıkça ağırlık kaybı azalmıştır. Ağırlık kaybı üzerine en olumlu etkiyi %5 boraks kimyasalı (%74.5) gösterirken, en az etkiye %1 muskovit (%82.5) kimyasalının sahip olduğu bulunmuştur.
2. Sıcaklık değerlerinde AKY' da muskovit %5 oranı 289 °C ile en etkili kimyasal olurken boraks %1 numuneleri ise en az etkili sonuçları 310 °C ile vermiştir.

3. En düşük O₂ miktarı muskovit %5 oranında (%15.9) elde edilirken, en iyi sonuç boraks %3 ve %5 oranlarında (%20.5) olduğu tespit edilmiştir.
4. En yüksek CO miktarı kontrol örneklerinde ortaya çıkmıştır. Çünkü kalsit kaplanmış ve FR kimyasalı eklenmiş numunelerde yanma ürünü gazların çıkışı daha az olmuştur.
5. NO miktarlarında AKY' da en yüksek oran kontrol örneklerinde 467 ppm iken en düşük oran ise muskovit %5 numunelerde 342 ppm olarak bulunmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2015/2-9YLS numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- ASTM E-69, 2007. Standart Test Method For Combustible Properties of Treated Wood by the Fire-Tube Apparatus, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015.
- Ayrılmış, N., Kartal, S. N., Laufenberg, T. L., Winandy, J. E., White, R.H. 2005. Physical and mechanical properties and fire, decay, and termite resistance of treated oriented strandboard. Forest Product Journal. 55(5), 74-81.
- Barnes, H.M., Amburgey, L.T., 1993. Technologies for the protection of wood composites. In: Proc.IUFRO Symp. On Protection of Wood Based Composite Products. Forest Prod.Soc., Madison,WI, 7-11.
- Baysal, E., 1994. Çeşitli borlu ve WR bileşiklerinin kızılçam odununun bazı fiziksel özelliklerine etkisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Yüksek Lisans Tezi, 112 s.
- Gürsu, S., 2004. Muskovit şistlerin (Başçatak-Akdağmadeni, Yozgat) jeolojik özellikleri ve muskovitin ısısal analiz yöntemleri ile teknolojik davranışlarının belirlenmesi, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 13-14 Mayıs 2004, İzmir, Türkiye.
- Holmes, C. A., 1974. The Fire Performance of Wood and Its Provement by Fire Retardent Treatments, American Wood Preserves, Association, 95-102.

- İstek, A., Aydemir, D., Erođlu, H., 2013. Combustion properties of medium-density fiberboards coated by a mixture of calcite and various fire retardants, *Turk J Agric For.*, 37: 642-648.
- Kozłowski R., Helwig, M., Przepiera, A., 1995. Light-weight, environmentally friendly, fire retardant composite boards for panelling and construction, *Inorganic-bonded wood and fiber composite materials, USA.*, P. 6-11.
- Levan, S.L., Collet, P.M., 1989. Choosing and Applying–Retardant-Treated Plywood and Lumber for Roof Designs. Gen. Technical. Rep. GTR–62. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, Madision, WI.
- Ustaömer, D. 2008. Çeşitli Yanmayı Geciktirici Kimyasal Maddelerle Muamele Edilerek Üretilmiş Orta Yođunluktaki Liflevhaların (MDF) Özelliklerindeki Değişimlerin Belirlenmesi, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Uysal, B., Kurt, Ş. 2005. Borlu bileşiklerle emprenye edilmiş kayın ve sarıçam ağaçlarının yanma özellikleri. I. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı, s.33-41.
- Vick, C.B. 1994., Phenolic adhesive boards to aspen veneers treated with amino-resin fire retardants. *Forest Products Journal*, 44(1), 33-40.
- Var, A.A. 2000. Emprenye Edilmiş Yongalardan Üretilen Yonga Levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

Yüksek oranda lif dolgu maddesi kullanımının odun plastik kompozit malzemenin mekanik özellikleri üzerine etkisinin araştırılması

Ertuğrul Altuntaş^{a,*}, Esra Yılmaz^a, Tufan Salan^b

Özet: Bu çalışmada yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) ve % 40-70 aralığında değişen oranlarda odun lifi kullanılarak odun plastik kompozit (OPK) malzemeler üretilmiştir. Üretilen bu malzemelerin çekme direnci, eğilme direnci, elastikiyet modülü ve şok direnci gibi mekanik özelliklerine lif oranının etkisi araştırılmıştır. Ayrıca bağlayıcı ajan etkisinin araştırılması için en düşük ve en yüksek odun katkı oranlarına sahip malzemeye maleik anhidrit ile muamele edilmiş polietilen (MAPE) eklenmiştir. Kompozit örnekleri laboratuvar tipi ikiz vidalı ekstrüder kullanılarak üretilmiştir ve sıcak presle kalıplama yöntemi ile test levhaları hazırlanmıştır. Sonuçlar göre bağlayıcı ajan olmayan örnek grupları için genel anlamda kompozit malzeme içeriğindeki odun lifi oranının artması mekanik özelliklerdeki eğilme, çekme ve şok dirençlerini azaltırken elastikiyet modülü değerlerini artırmıştır. Ancak malzeme içeriğine bağlayıcı ajan MAPE eklenmesi mekanik özellikleri önemli ölçüde iyileştirmiş. Özellikle %70 odun lifi ve MAPE içeren kompozit örnekler, bağlayıcı içermeyen tüm örnek gruplarından daha iyi mekanik sonuçlar göstermiştir. Sonuç olarak, bu çalışma ile yüksek lif oranı ile düşük maliyetli, hafif ve estetik görünüme ve aynı zamanda iyi mekanik özelliklere sahip OPK malzemelerin üretilebileceği gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Odun lifi, Odun plastik kompozit, Mekanik özellik

Investigation of the effect of high-fibrous filling material on the mechanical properties of wood plastic composites

Abstract: In this study, wood plastic composite (WPC) materials were produced using high density polyethylene (HDPE) and wood fiber at various ratios ranging from 40% to 70%. The effects of fiber content on mechanical properties such as tensile strength, bending strength, elasticity modulus and shock resistance of these materials were investigated. In addition, maleic anhydride grafted polyethylene (MAPE) was also added to the materials, which had lowest and highest wood fiber additive, to investigate the effect of the binding agent effect. Composite samples were produced via a laboratory type twin screw extruder and test panels were prepared using hot press molding method. According to the results, the bending, tensile and shock resistances generally decreased with the increasing ratio of wood fiber in the composite material content while modulus of elasticity increased for the sample groups without coupling agent. However, the addition of the coupling agent MAPE into the material content significantly improved the mechanical properties. Especially, the addition of MAPE provided better resistance values than all sample groups without MAPE even for the samples containing 70% wood fiber. As a result, with this study, it has been shown that WPC materials with low cost, light weight, aesthetic appearance and good mechanical properties as well could be produced with high fiber ratio.

Keywords: Wood fiber, Wood plastic composite, Mechanical properties

1. Giriş

Odun plastik kompozit (OPK) malzemeler dolgu maddesi olarak kullanılan odun veya diğer lignoselülozik lifler ile takviye edilen termoplastik kompozitler olarak tanımlanır. Termoplastikler ısı ile işlenebilen ve soğutulduklarında tekrar eski şeklini alabilen polimer türleridir (Klyosov, 2007). Günümüzde endüstriyel alanda geniş ölçüde kullanım alanı bulan OPK'ların son zamanlarda popülerliği artmaktadır. Özellikle mekanik özelliklerinin benzeri materyallere göre nispeten yüksek olduğundan dolayı dış mekân uygulamalarında yaygın kullanım alanı bulmuştur. Bu malzemeler yapısında bulunan hidrofobik karakterdeki polimerler sayesinde nemli ortamlara ve nem değişimlerine karşı oldukça dayanıklıdır.

Eğer OPK üretiminde kullanılan hidrofobik yapıdaki lignoselülozik dolgu lifi hidrofobik yapıdaki polimer içerisinde etkin biçimde kapsüle edilirse nihai ürün problem oluşturacak düzeyde çalışma (daralma ve genişleme) sergilemez. Bu nedenle OPK malzemeler yüksek boyutsal kararlılığa sahiptirler (Kaymakçı vd., 2014, Özmen vd., 2014).

Odun dolgu lifi, OPK malzeme üretiminde uygun maliyetli, kolay erişilebilir, kuvvetli ve düşük yoğunluklu olması nedeniyle kullanılmaktadır. OPK üretiminde dolgu maddesi olarak odun lifi nihai ürünün maliyeti büyük ölçüde azaltmakta, uygulama alanında sağlık açısından herhangi bir probleme oluşturmamakta ve ses izolasyonu sağlamaktadır (Taşcıoğlu vd., 2013). OPK üretiminde kullanılan odun lifi polimerik yapı içerisine etkili şekilde kapsüle edilmesi

✉ ^a Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

^b Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Anabilimdalı, Kahramanmaraş

@ ^{*} **Corresponding author** (İletişim yazarı): ertugrualtuntas@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 25.04.2017, **Accepted** (Kabul tarihi): 27.09.2017



Citation (Atıf): Altuntaş, E., Yılmaz, E., Salan, T., 2017. Yüksek oranda lif dolgu maddesi kullanımının odun plastik kompozit malzemenin mekanik özellikleri üzerine etkisinin araştırılması. Turkish Journal of Forestry, 18(3): 258-263.

DOI: 10.18182/tjf.308969

halinde biyolojik çürüklüğe karşı oldukça dayanıklı bir hal almaktadır (Markarian, 2005). Odun partikülleri plastik matris içerisindedir hem dolgu maddesi hem de destekleyici olarak görev yapmaktadır. Odun partikülleri destekleyici olarak lif yönünde direnç ve sertliği sağlayıcı fonksiyona bağlı olarak malzemenin çekme ve eğilme direnci özelliklerinin gelişmesini sağlamaktadır. Dolgu maddesi olarak kullanıldığında ise istenilen hacimdeki ürünün eldesinin yanında maliyeti yüksek olan plastik malzemenin daha az kullanılması yönünde fayda sağlamaktadır (Aysal, 2014).

OPK malzemelerde günümüze kadar performansını arttırmak, kötü özelliklerini ortadan kaldırmak, kullanım ömrünü uzatmak ve fiziki dış etmenlere karşı dayanımı arttırmak için birçok çeşitli katkı maddeleri kullanılmıştır. Katkı maddelerin kullanımı OPK'ların özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Başta birleştirici ajan olmak üzere katkı maddeleri genel olarak OPK malzemenin fiziksel ve mekanik özellikler üzerine etkili olmaktadır (Kim ve Pal, 2010). OPK üretiminde lignoselülozik liflerin hidrofilik olması, termoplastiklerin hidrofobik olması lif ve matris arasındaki karışım ve yapışmada zorluklara sebep olmaktadır. Lignoselülozik ile termoplastik maddeler arasındaki etkileşim ve dispersiyonu geliştirmek için farklı tiplerde bağlayıcı maddeler kullanılmaktadır. Günümüzde en yaygın kullanılan uyum sağlayıcı madde, maleik anhidrit ile muamele edilmiş polipropilen/polietilen (MAPP/MAPE)'dir (Felix vd., 1993; Sanadi vd., 1997; Lu vd., 2000; San vd., 2008). MAPE'in içinde mevcut bulunan maleik anhidrit, polar etkileşimleri sağlamanın yanında lignoselülozik lif üzerindeki hidroksil grupları ile kovalent bağ yapabilmektedir. Ayrıca son ürünün mekanik dirençlerini geliştirirken, üretimi de kolaylaştırmaktadır. Hem lif yüzeyine kovalent bağlanmayı sağlamakta, hem de etkileşimi kuvvetlendirmek için geniş moleküler bir ağ meydana getirmektedir (Lu vd., 2005; Li, 2012).

Bu çalışmada odun plastik kompozitlerde yüksek oranda lif dolgu malzemesi ve belirli oranda bağlayıcı MAPE kullanılması mekanik özellikler (eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, çekme direnci, çekmede elastikiyet modülü ve şok direnci) üzerine etkisi araştırıldı.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada OPK üretimi için lifsel dolgu maddesi olarak sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odun talaşı kullanılmıştır. Odun talaşları Kahramanmaraş Küçük Sanayi sitesi içinde bulunan kereste fabrikasından temin edilmiştir. Odun talaşları açık havada serilerek 2 gün kurutulduktan sonra eleme işlemine tabi tutulmuştur. Eleme işlemleri sarsak elek yardımı yapılmış ve 60 mesh'lik eleğin üzerinde kalan odun lifleri OPK üretimde kullanılmıştır. Kompozitlerin üretilmesinden önce bu lifler etüvde 103±2 °C'de 24 saat kurutulmuş kullanılmıştır.

OPK üretimi için PETKİM Saniyeden granül halinde temin edilen yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) kullanılmıştır. Bağlayıcı madde olarak kullanılan MAPE Eastman kimyasal ürünleri firmasından temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Kompozitlerin üretilmesi

Sarıçam odunları 60 mesh boyutuna elendikten sonra nem içeriğinin tamamen kaldırılması için etüvde bir gün 103±2 °C'de kurutulmuştur. Kurutulan odunları daha sonra Çizelge 1'deki formülasyonlara göre yüksek yoğunluklu polietilen, polietilen wax ve MAPE ile homojen bir biçimde yüksek devirli bir karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Yapılan çalışmada %3 MAPE en düşük ve en yüksek lif oranı kullanılan kompozit örneklerde kullanılmıştır.

Hazırlanan karışımlar vida dönüş hızı 50 devir/dk ve ana besleyiciden çıkış bölümü arasındaki kovan sıcaklık profili 110-150-170-175-180 °C olacak şekilde Rondol marka çift vidalı ekstrüderden geçirilmiştir. Ekstrüzyon işlemi sonrası üretilen sıcak kompozit lifleri su banyosunda soğutulmuş istenilen ebatlarda otomatik pelletizer makinasında pelet haline getirilmiştir. Elde edilen peletler etüvde kurutulduktan sonra sıcak basınçlı kalıplama tekniği ile Carver marka preste 25 cm x 25 cm x 2 mm ebatlarında levhalara dönüştürülmüştür. Kalıplama işlemi 180 °C pres sıcaklığında 9 bar gösterge basıncı altında 5 dakika sürede gerçekleştirilmiştir. Üretilen levhalar daha sonra kompozit örneklerle uygulanacak olan test tekniğine göre farklı ölçülerde kesilerek boyutlandırılmıştır.

2.2.2. Mekanik testler

Üretilen OPK örneklerinin mekanik özelliklerini belirlemek için ASTM standartlarına uygun olarak eğilme direnci, çekme direnci ve darbe (şok) direnci olmak üzere 3 farklı test yapılmıştır. Bütün testlerde uygun ölçüde kesilen örnekler ASTM D618-13 standardına göre iklimlendirme kabini içinde %65±5 bağıl nem ve 23±2 °C'de 3 gün şartlandırıldıktan sonra kullanılmıştır. Her bir kompozit grubu için eşdeğer 7 örneğin ölçümünün ortalaması alınmıştır. Ölçümler arasındaki standart sapma değerleri grafiklerde hata çabukları şeklinde gösterilmiştir. Eğilme direnci testleri Zwick/Roell Z010 Üniversal Test Makinesi ile uygun test aparatları yardımıyla 2 mm kalınlıkta, 13 mm genişlikte ve 120 mm uzunlukta örnekler kullanılarak yapılmıştır. Kıрма hızı 2 mm/dk ve dayanıklar arasındaki açıklık 80 mm olarak ayarlanmıştır. Eğilme direnci testleri ASTM D790-15 standardına göre yapılmıştır.

Çekme direnci testleri Zwick/Roell Z010 Üniversal Test Makinesi ile uygun test aparatları yardımıyla 2 mm kalınlıkta, 13 mm genişlikte ve 165 mm uzunlukta örnekler kullanılarak yapılmıştır. Cihazda çene hareket hızı 5 mm/dk olarak ayarlanmıştır. Çekme direnci testleri ASTM D638-14 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Kompozit örneklerinin üretimi için hazırlanan karışım formülleri

Örnek Kodu	Odun Lifi (%)	YYPE (%)	MAPE (%)	PE Wax (%)
K40	40	59	0	1
K40M	40	56	3	1
K50	50	49	0	1
K60	60	39	0	1
K70	70	29	0	1
K70M	70	26	3	1

İzod şok (darbe) dayanımı testi için öncelikle 2 mm kalınlıkta, 13 mm genişlikte ve 65 mm uzunlukta örnekler üzerinde Polytest RayRan cihazı ile çentik (0,25 cm) açılmıştır. Daha sonra testler pandüllü şok cihazı (Zwick Roell. HIT5.5P) ile yapılmıştır. Şok testi, ASTM D256-10 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.3. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizi

Kompozit örneklerinin mekanik testler sırasında oluşan kırılma bölgelerinin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüleri farklı büyütme oranında Zeiss-EVO LS10/Bruker marka cihazda kaydedilmiştir.

2.2.4. İstatistik analiz

Mekanik testleri için SPSS 20.0 istatistik analiz programı kullanıldı. Yapılan One way ANOVA ve $P \leq 0.05$ güven düzeyinde farkların anlamlı bulunması nedeni ile homojenlik gruplarını belirlemek için Duncan testi yapılmıştır. Örneklerin ortalama değerleri arasındaki önemli farklılıklar belirlenmiştir ve aralarındaki farklar A, B, C ve D gibi harflerle gösterildi.

3. Bulgular ve tartışma

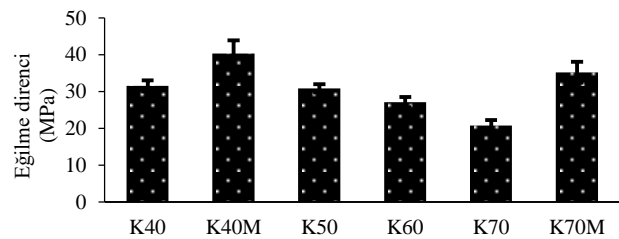
3.1 Mekanik test sonuçları

Çizelge 2'de kompozit örneklerine ait mekanik test sonuçları verilmiştir. Eğilme direnci değerleri incelendiğinde, odun lifi oranı arttıkça eğilme direnci değerlerinde düşüş görülmüştür. Bununla birlikte yapıya bağlayıcı ajan %3 MAPE eklenmesi eğilme direnci değerlerini önemli ölçüde arttırmıştır. Eğilme direnci sonuçları incelendiğinde en yüksek değer %40 odun ile %3 MAPE eklenen kompozit (41,15 MPa) olduğu ve en düşük değer ise sadece %70 odun unu eklenen kompozit (20,75) olduğu anlaşılmaktadır. En yüksek odun oranına sahip K70M örneğine %3 MAPE eklenmesi ile elde edilen kompozitlerin eğilme direnci, bağlayıcı madde eklenmeyen bütün örneklerden daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Şekil 1'de gösterildiği gibi K40 ve K50 kompozit örneklerin eğilme direnci sonuçları birbirine oldukça yakındır, kompozit malzeme içerikteki odun lifi miktarının artması ile değerlerde önemli ölçüde düşüş meydana getirmiştir. Malzeme içerisinde lignoselülozik maddelerin kullanım oranı arttıkça eğilme direncinde düşme görülür. Hidrofilik yapıdaki lignoselülozik dolgu materyali ve hidrofobik yapıdaki polimer arasındaki zayıf bağlanma, dolgu materyalinin polimerik yapı içerisinde iyi bir şekilde dağılmasını kısıtlamak ve bölgesel toplanmalara sebep

olmaktadır. Bölgesel toplanmalar ise eğilme özelliklerinin homojen bir yapı göstermesini engellemektedir (Chaharmahali vd., 2010).

Şekil 2'de ise kompozit örneklerine ait eğilme elastikiyet modülü değerleri verilmiştir. Eğilme elastikiyet modülü değerlerinde, eğilme direncinin tersine plastik matrisi içerisinde odun lifi oranı arttıkça yükselme gözlenmiştir. Elastikiyet modülü %3 MAPE eklenen örneklerde aynı formüle sahip örneklere göre gözle görülür biçimde artış göstermiştir. Eğilme elastikiyet modülü değerlerinin en yüksek olduğu %70 odun ve %3 MAPE eklenen K70M örnek grubudur ve değeri 3076 MPa'dır. Elde edilen değer diğerlerine göre yaklaşık %50 daha iyi sonuç verdiğini göstermektedir. Lignoselülozik dolguların elastikiyet modülü değerleri plastik malzemelerden daha yüksektir. Bu nedenle çekmede elastikiyet modülü formülasyondaki odun lifi oranı arttıkça artış göstermiştir. Bu durum literatürde karışım kuralı ile izah edilmektedir (Bouafif vd., 2009; Zabihzadeh, 2010). Karışım kuralına göre; farklı özellikte hammaddelerden oluşan kompozit malzeme özellikleri kendini oluşturan hammaddelerin özelliklerinin ağırlıklı ortalamasıdır. Elastikiyet modülü, test sırasında levhada oluşan deformasyon hızına bağlıdır. Deformasyon hızı artması elastikiyet modülünün artmasına yol açar. Bu ise polimer zincirindeki gevşeme süresinin azalması ile ilişkilidir. Lignoselülozik dolgu oranı arttıkça levhanın viskoz akış etkisi (akıcılığı) azalır ve buna bağlantılı olarak elastikiyet modülü artar (Ward ve Hardley 1993; Brandt ve Fridley, 2003; Nozari vd., 2013).

Şekil 3'de kompozit örneklerine ait çekme direnci değerleri verilmiştir. Çekme direnci değerleri tüm gruplarda incelendiğinde, genel olarak odun lifi oranı arttıkça çekme direnci değerlerinde önemli ölçüde bir düşüş görülmüştür. Ancak %3 MAPE eklenen örneklerde ise çekme direnci değerlerinde iyileşme görülmüştür. MAPE eklenmiş olan K70M kodlu örnekte odun lifi oranı %70 olmasına rağmen MAPE etkisiyle %40 odun lifi kullanılmış olan K40 kodlu örnekten daha yüksek bir eğilme direnci değeri elde edilmiştir.



Şekil 1. Kompozit örneklerin eğilme direnci değerleri

Çizelge 2. Kompozit örneklerin mekanik test sonuçları

Örnekler	Eğilme Direnci (MPa)	Eğilmede Elastikiyet Modülü (MPa)	Çekme Direnci (MPa)	Çekmede Elastikiyet Modülü (MPa)	Şok Testi (J/m ²)
K40	35,84 ^{D*} ±1,7 ^{**}	2030,7 ^{AB} ±142	14,94 ^D ±0,4	701,2 ^B ±32,4	3,88 ^D ±0,2
K40M	42,15 ^E ±1,8	1843,5 ^A ±148	20,32 ^F ±0,5	692,6 ^B ±23,2	3,98 ^D ±0,3
K50	31,28 ^C ±0,8	1959,8 ^{AB} ±75	13,89 ^C ±0,5	791,7 ^D ±29,2	3,34 ^C ±0,1
K60	27,12 ^B ±1,3	2140,7 ^B ±80	12,88 ^B ±0,4	743,1 ^C ±52,2	2,84 ^B ±0,1
K70	20,75 ^A ±1,5	1918,5 ^A ±265	9,43 ^A ±0,2	629,7 ^A ±17,1	2,23 ^A ±0,0
K70M	34,66 ^D ±2,8	3076,8 ^C ±167	18,16 ^E ±0,7	1083,2 ^E ±37,2	2,72 ^B ±0,1

*Ortalama değerleri ve üst simge ile (A, B, C, D) gösterilen $P \leq 0.05$ güven düzeyinde örnekler arasında istatistiksel fark olup olmadığını göstermektedir, **Standart sapma.

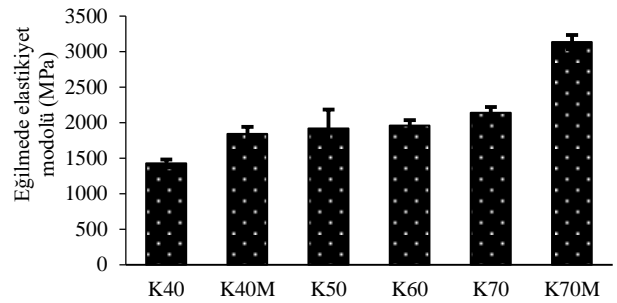
Yapılan araştırmada en yüksek çekme direnci sonucu %40 odun ve %3 MAPE kullanılan K40M kompozit örneği (20,32 MPa) olduğu anlaşılmıştır. Çekme direncinin en düşük olduğu kompozit örneği ise %70 odun kullanılan M70 kompozit örneği (9,43 MPa) olduğu anlaşılmıştır. Lignoselülozik maddelerin kullanımı arttıkça plastik oranı azalır. Bu durum ise eğilme direncinde olduğu gibi çekme direncinde de düşüşe neden olabilir (Chaharmahali vd., 2010). Literatürde çekme direncindeki düşüşün ana nedeninin kullanılan termoplastik matrisi ile lignoselülozik dolgu maddesi arasındaki uyumsuzluktan kaynaklanan adhezyon problemleri olduğu belirtilmiştir. Bunun yanı sıra lignoselülozik materyallerin çekme dirençleri (çoğunlukla 4 ile 12 N/mm² aralığında), saf HDPE çekme direncinden daha düşük olduğu için termoplastik polimer matrisi içerisindeki plastik oranının azalmasına bağlı olarak düşmektedir (Cui vd., 2010; Kord, 2011).

Şekil 4'de ise kompozit örneklerine ait çekmede elastikiyet modülü değerleri verilmiştir. Çekmede elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde, çekme direncinin tersine plastik matrisi içerisinde odun lifi oranı arttıkça yükselme gözlenmiştir. Şekil 4'den anlaşıldığı üzere %40 odun lifi kullanılan kompozit malzeme içerisine bağlayıcı madde olarak %3 MAPE eklenmesi çekmede elastikiyet modülü değerini çok az etkilerken, odun lifi oranının %70 olduğu K70M kompozit örnekte çekmede elastikiyet modülü değerleri %50'nin üzerinde artış sağladığı anlaşılmıştır. Bu durum yüksek odun lifi katkılarında bağlayıcı ajanın etkisinin önemini vurgulamıştır. Odun plastik kompozitlerle ilgili yapılan bir çalışmada YYPE içerisine farklı oranlarda bağlayıcı ve odun lifi ekleyerek kompozit malzeme üretmişlerdir. Elde edilen kompozit malzemenin eğilme, çekme ve şok direnç özellikleri belirlenerek incelemişlerdir. Bağlayıcı maddenin matris malzeme ve lifler arasında tutunmayı artırdığı saptanmıştır. Böylece odun plastik kompozit malzemenin mekanik özelliklerinin iyileştiği anlaşılmıştır. Bağlayıcının etkili olması ile daha düşük oranda plastik kullanımı sağlanacağı bunun da maliyeti düşürücü bir etki yapacağı yorumu yapılmıştır (Jeefferie vd., 2011).

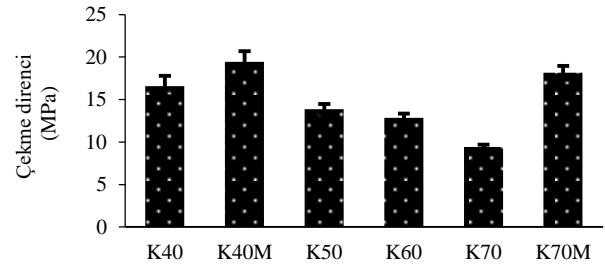
Şekil 5'de kompozit örneklerin şok direnci değerleri verilmiştir. Örneklerin şok direnci değerleri incelendiğinde kompozit içerisinde bulunan lignoselülozik madde miktarı arttıkça şok direnci değerlerinin düştüğü anlaşılmıştır. Ayrıca kompozit malzemeye eklenen %3 MAPE bağlayıcı madde şok direnci değerlerinde meydana gelen düşüşü kısmen azalttığı anlaşılmıştır. Kompozit örneklerin şok direnci dışında diğer mekanik özellikler ile karşılaştırıldığında %70 odun lifi bulunan örneğe %3 MAPE eklenmesi diğer örneklere göre daha düşük gelişme sağlamıştır. Bu durum yüksek lif dolgu maddesi eklenmesinin OPK malzemenin en fazla şok direncini etkilediğini göstermiştir. Lignoselülozik maddenin termoplastik matrisi içerisinde dolgu oranı arttıkça levhayı daha sert ve gevrek hale getirir (Mengeloğlu ve Karakuş, 2008). Termoplastik oranı azaldıkça ise süneklik azalmakta ve malzeme darbe direnci azalmaktadır. Morreale vd., (2008) odun lifini %15'den %65'e kadar farklı kademelerde ticari bir polimer içerisinde dolgu olarak kullandıkları çalışmalarında, odun lifi miktarı arttıkça levhanın sertliği arttığından darbe direncinin azaldığını rapor etmişlerdir.

3.2. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analiz görüntüleri

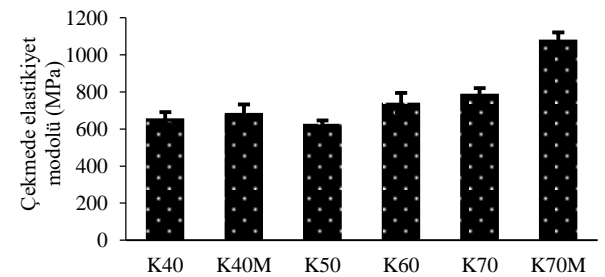
Kompozit örneklerin yapısının ve mekanik testler sırasında yapısındaki meydana gelen değişimlerin incelenmesi için kırılma bölgelerinin SEM görüntüleri alınmış ve görüntüler Şekil 6'da verilmiştir. Görüntüler incelendiğinde OPK malzeme içeriğinde MAPE kullanımının yapıyı önemli ölçüde etkilediği anlaşılmıştır. Buna göre MAPE kullanılmayan K70 kodlu örneğin görüntülerinden (Şekil 6a, 6c) polimer malzemenin odun lifleri arasında rastgele dağıldığı ve kırılma esnasında liflerin bağımsız bir şekilde saçaklandığı görülmüştür.



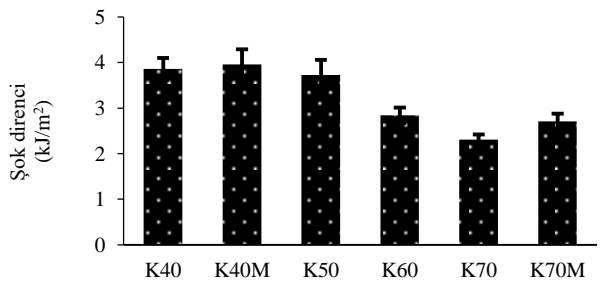
Şekil 2. OPK örneklerinin eğilmede elastikiyet modülü değerleri



Şekil 3. OPK örneklerinin çekme direnci değerleri



Şekil 4. OPK örneklerinin çekmede elastikiyet modülü değerleri

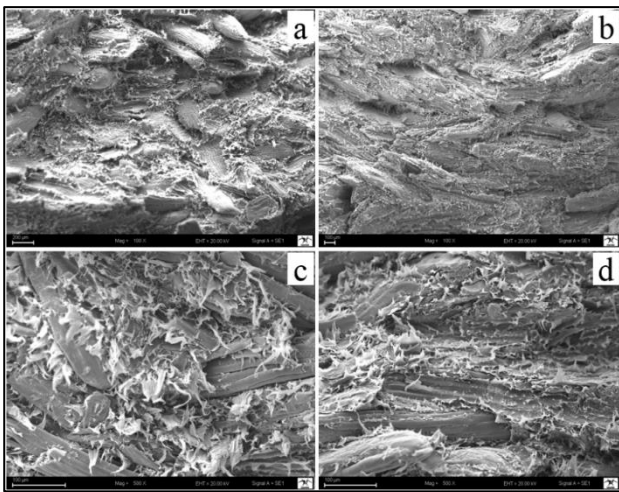


Şekil 5. OPK örneklerinin şok direnci değerleri

Ayrıca odun liflerinin de mekanik testler esnasında açık biçimde koştığı belirlenmiştir (Şekil 6a). Diğer yandan MAPE katkılı K70M kodlu örnekte (Şekil 6b, 6d) ise yapının daha düzgün ve rijit olduğu seçilirken bağlayıcı ajan sayesinde birbirine bağlanan polimer ve odun liflerinin homojen biçimde dağıldığı görülmüştür. Kopma sırasında ise yapının MAPE sayesinde daha sağlam olmasından dolayı polimer saçaklanmalarının daha küçük olduğu tespit edilmiştir. Odun lifi ve polimerin bir biri içerisinde karışmadığı doğrudan bağ yaptığı net biçimde gözlemlenmiştir (Şekil 6d).

4. Sonuçlar ve öneriler

Çekme direnci değerleri sarıçam odun lifi kullanım oranları arttıkça azalmıştır. En düşük sonuçlar %70 oranında lignoselülozik madde içeren levhalardan elde edilmiştir. Odun lifi kullanım oranının artması ile çekmede elastikiyet modülünün arttığı tespit edilmiştir. Eğilme direnci değerleri lignoselülozik dolgu kullanım oranları arttıkça azalmıştır. En düşük sonuçlar %70 oranında odun lifi kullanılan levhalardan elde edilmiştir. Eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde, eğilme direncinin tersine termoplastik matrisi içerisinde odun lifi oranı arttıkça yükselme gözlenmiştir. Darbe (şok) direnci değerleri odun lifi kullanım oranları arttıkça azalmıştır. En düşük sonuçlar %70 oranında odun lifi kullanılan levhalardan elde edilmiştir. Çalışmadan alınan sonuçlara göre yapıya eklenen bağlayıcı ajanının (MAPE) şok direncinde belli miktar olsa dahi diğer direnç özelliklerini geliştirdiği belirlenmiştir. Bu durum örneklerin kırılma bölgelerinden alınan SEM görüntüleri ile de desteklenmiştir. SEM fotoğrafları MAPE kullanımının yapının durumunu büyük ölçüde etkilediğini göstermiştir. Özellikle odun plastik kompozitlerde kullanılan odun lifi malzemenin maliyetini düşürmesinin yanında estetik bir görünümde kazandırarak plastik malzemelerin kullanılmadığı birçok farklı alanda kullanılabilme imkânı sunmaktadır. Ancak mekanik özellikleri düşürmektedir. Bu düşüşü engelleyen ve bağlanmayı artıran yeni bağlayıcı maddeler geliştirilebilir.



Şekil 6. Kompozit örneklerinin kopma bölgelerinin SEM görüntüleri: K70 (a, c), K70M (b, d)

Teşekkür

Bu çalışma için 2015/3-44YLS nolu proje kapsamında destek sağlayan Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimine teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- ASTM Standard D618-13, 2013. Standard practice for conditioning plastics for testing. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM Standard D790-15, 2015. Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM Standard D638-14, 2014. Standard test method for tensile properties of plastics. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM Standard D256-10, 2010. Standard test methods for determining the izod pendulum impact resistance of plastics. ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Aysal, S., Kartal, S.N., Terzi, E., 2013. Evaluation of relationship between moisture content and biological performance of wood plastic composites. International Caucasian Forestry Symposium, 24-26 October 2013, Artvin, Turkey, s. 888-893.
- Bouafif, H., Koubaa, A., Perré, P., Cloutier, A., 2009. Effects of fiber characteristics on the physical and mechanical properties of wood plastic composites. Composites, A(40): 1975-1981.
- Brandt, C.W., Fridley, K.J., 2003. Effect of load rate on flexural properties of wood plastic composites. Wood Fiber Science, 46(6): 812-819.
- Chaharmahali, M., Mirbagheri, J., Tajvidi, M., Najafi, S.K., Mirbagheri, Y., 2010. Mechanical and physical properties of wood-plastic composite panels. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 29: 310-319.
- Cui, Y.H., Tao, J., Noruziaan, B., Cheung, M., Lee, S., 2010. DSC analysis and mechanical properties of wood-plastic composites. Journal of Reinforced Plastics and Composites, 29(2): 278-289.
- Felix, J.M., Gatenholm, P., Schreiber, H.P., 1993. Controlled interactions in cellulose-polymer composites-I. Effect on mechanical properties. Polymer Composites, 14(6): 449-457.
- Jeefferie, A.R., Yaakob, M.Y., Sihombing, H., 2011. Mechanical properties evaluation for enviro-wood plastic composite made of HDPE-PPB-RWF mixtures. International Journal of Advances in Science and Technology, 3(2): 87-101.
- Kaymakçı, A., Ayrılmış, N., Akbulut, T., 2014. Dış cephe kaplamalarına ekolojik bir yaklaşım: ahşap polimer kompozitler. 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, 3-4 Nisan 2014, İstanbul, s. 1-7.
- Kim, J.K., Pal, K., 2010. Recent Advances in The Processing of Wood-Plastic Composites. Springer, Berlin.
- Kord, B., 2011. Investigation of reinforcing filler loading in the mechanical properties of wood plastic composites. World Applied Sciences Journal, 13(1): 171-174.

- Li, Y., 2012. Effect of coupling agent concentration, fiber content, and size on mechanical properties of wood/HDPE composites. *International Journal of Polymeric Materials*, 61(11): 882-890.
- Lu, J.Z., Wu, Q., McNabb, H.S., 2000. Chemical coupling in wood fiber and polymer composites: A review of coupling agents and treatments. *Wood Fiber Science*, 32(1): 88-104.
- Lu, J.Z., Wu, Q., Negulescu, I.I., 2005. Wood-fiber/highdensitypolyethylene composites: Coupling agent performance. *Journal of Applied Polymer Science*, 96(1): 93-102.
- Markarian, J., 2005. Wood-plastic composites: Current trends in materials and processing. *Plastics, Additives and Compounding*, 7(5): 20-26.
- Mengeloğlu, F., Karakuş, K., 2008. Some properties of eucalyptus wood flour filled recycled high density polyethylene polymer-composites. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32(6): 537-546.
- Morreale, M., Scaffaro R., Maio, A., La Mantia, F.P., 2008. Effect of adding wood flour to the physical properties of a biodegradable polymer. *Composites*, A(39): 503-513.
- Nozari, O., Madanipour, M., Farsi, M., Tabei, A., 2013. Mechanical properties and water uptake of nanoclay/wood flour/LDPE composites after fiber surface mercerization. *Cellulose Chemistry and Technology*, 47: 295-301.
- Özmen, N., Çetin, N. S., Narlıoğlu, N., Çavuş, V., Altuntaş, E., 2014. MDF atıklarının odun plastik kompozitlerin üretiminde değerlendirilmesi. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 15: 65-71.
- San, P.K., Nee, L.A., Meng, H.C., 2008. Physical and bending properties of injection moulded wood plastic composites boards. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3(5): 13-19.
- Sanadi, A.R., Caufield, D.F., Jacobson, R.E., 1997. Agro-fiber thermoplastic composites. In: Rowell, R.M., Young, R.A., Rowell J.K. (Eds.), *Paper and Composites from Agro-Based Resources*, CRC Lewis Press Boca Raton, Florida, pp. 377-401.
- Taşçıoğlu, C., Yoshimura, T., Tsunoda, K., 2013. Biological performance of wood-plastic composites containing zinc borate: Laboratory and 3-year field test results. *Composites*, B(51): 185-190.
- Ward, I.M., Hadley, D.W., 1993. *Mechanical Properties of Solid Polimers*. John Wiley&Sons LTD, Chichester, England.
- Zabihzadeh, S.M., 2010. Flexural properties and orthotropic swelling behavior of bagasse/thermoplastic composites. *Bioresources*, 5(2): 650-660.

Instructions for authors

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Yazar rehberi

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Appendix 1. References

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

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

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

Article in periodical journals / Periyodik dergilerde makale

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

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

Book / Kitap

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

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

Reference to a chapter in an edited book / Kitapta bölüm

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

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

Thesis and dissertation / Tez

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

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

Conference proceedings / Konferans bildirisi

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

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

Electronic reference / Elektronik kaynak

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

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

Ek 1. Kaynaklar

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

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

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

