

TECHNOLOGY

SCIENCE

TECHNOLOGY

SCIENCE

TECHNOLOGY

TECHNOLOGY

SCIENCE

SCIENCE

SCIENCE

TECHNOLOGY

**bilge**  
sci

# BİLGE INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY RESEARCH

Year  
Yıl **2021**

Volume  
Cilt **5**

Number  
Sayı **2**

p-ISSN: 2651-401X  
e-ISSN: 2651-4028

The world is burning!



“Recent heatwaves and wildfires around the world have caused alarm ”  
BBC

**VOLUME/CİLT:5**

**ISSUE/SAYI:2**

**YEAR/YIL:2021**

**ISSN:2651-401X**

**e-ISSN:2651-4028**

**Owner**

Dr. Hamza Kandemir  
Kutbilge Association of Academicians

**İmtiyaz Sahibi**

Dr. Hamza Kandemir  
Kutbilge Akademisyenler Derneği

**Editor-in-chief**

Assoc.Prof.Dr. Mustafa Karaboyacı  
Suleyman Demirel University

**Baş Editör**

Doç.Dr. Mustafa Karaboyacı  
Süleyman Demirel Üniversitesi

**Co-Editors**

Dr. Abdullah Beram  
Isparta University of Applied Sciences

**Yardımcı Editörler**

Dr. Abdullah Beram  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Instructor Serkan Özdemir  
Isparta University of Applied Sciences

Öğr. Gör. Serkan Özdemir  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

**Editors**

Asst. Prof. Dr. Kubilay Taşdelen  
Isparta University of Applied Sciences

**Editörler**

Dr. Öğr. Üyesi Kubilay Taşdelen  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Özdemir Şentürk  
Burdur Mehmet Akif University

Doç. Dr. Özdemir Şentürk  
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Asst. Prof. Dr. Refika Ceyda Beram  
Pamukkale University

Dr. Öğr. Üyesi Refika Ceyda Beram  
Pamukkale Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Halil Suel  
Isparta University of Applied Sciences

Doç. Dr. Halil Suel  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Dr. Mehmet Tekin  
Akdeniz University

Dr. Mehmet Tekin  
Akdeniz Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Emrah Altun  
Bartın University

Doç. Dr. Emrah Altun  
Bartın Üniversitesi

Prof. Dr. Ecir Küçüksille  
Suleyman Demirel University

Prof. Dr. Ecir Küçüksille  
Süleyman Demirel Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Halil Gökce  
Giresun University

Doç. Dr. Halil Gökce  
Giresun Üniversitesi

Prof. Dr. Alaattin Kaçal  
Kutahya Dumlupınar University

Prof. Dr. Alaattin Kaçal  
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

**Advisory Board / Danışma Kurulu**

- Prof. Dr. Ahmad UMAR, Najran University, Kingdom of Saudi Arabia  
Prof. Dr. Amer KANAN, Al-Quds University, Palestine  
Prof. Dr. Bart Muys, University of Leuven, Belgium  
Prof. Dr. Cüneyt ÇIRAK, Ondokuz Mayıs University, Turkey  
Prof. Dr. Gülcan ÖZKAN, Süleyman Demirel University, Turkey  
Prof. Dr. İbrahim ÖZDEMİR, Isparta University of Applied Sciences, Turkey  
Prof. Dr. Kırali MÜRTEZAOĞLU, Gazi University, Turkey  
Prof. Dr. Kürşad ÖZKAN, Isparta University of Applied Sciences, Turkey  
Prof. Dr. Mehmet KILIÇ, Suleyman Demirel University, Turkey  
Prof. Dr. Mehmet KİTİŞ, Suleyman Demirel University, Turkey  
Prof. Dr. Mohamed Lahbib BEN JAMAA, INRGREF, Tunisia  
Prof. Dr. Rene van den HOVEN, University of Vet. Med. Vienna, Austria  
Prof. Dr. Semra KILIÇ, Suleyman Demirel University, Turkey  
Prof. Dr. Steve WOODWARD, University of Aberdeen, United Kingdom

**Technical Editors:**

Instructor Doğan Akdemir  
Balıkesir University

Res. Asst. Tunahan Çınar  
Düzce University

**Layout Editor**

Instructor Şerafettin Atmaca  
Süleyman Demirel University

**Press:**

Kutbilge Association of Academicians  
Distribution, Sales, Publisher;  
Certificate No: 42086  
32040, Isparta, TURKEY

**Contact:**

Kutbilge Association of Academicians,  
32040, Isparta, TURKEY

**Teknik Editörler:**

Öğr. Gör. Doğan Akdemir  
Balıkesir Üniversitesi

Arş. Gör. Tunahan Çınar  
Düzce Üniversitesi

**Dizgi Editörü**

Öğr. Gör. Şerafettin Atmaca  
Süleyman Demirel Üniversitesi

**Baskı:**

Kutbilge Akademisyenler Derneği,  
Dağıtım, Satış, Yayınevi  
Sertifika No: 42086  
32040, Isparta, TÜRKİYE

**İletişim:**

Kutbilge Akademisyenler Derneği,  
32040, Isparta, TÜRKİYE

**Web Site:** <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bilgesci>

**E-mail:** [bilgesci@gmail.com](mailto:bilgesci@gmail.com)

VOLUME/CİLT: 5

ISSUE/SAYI: 2

YEAR/YIL: 2021

ISSN: 2651-401X

e-ISSN: 2651-4028

A peer reviewed international journal, published biannually by Kutbilge Association of Academicians.

Yılda iki sayı olarak yayınlanan uluslararası hakemli bir dergi olup, Kutbilge Akademisyenler Derneği tarafından yayınlanmaktadır.

The journal is indexed in AcademicKey, Araştırmamax, CiteFactor, Index Copernicus, Eurasian Scientific Journal Index (ESJI), Infobase Index, ROAD, JIFACTOR, Rootindexing, Science Library Index, Cosmos Index, Directory of Research Journals Indexing (DRJI), International Institute of Organized Research (I2OR), Journal Factor, Google Scholar, Researchbib, Scientific Indexing Service (SIS), ISI (International Scientific Indexing), IPIndexing and ASOS Indeks.

Dergimiz; AcademicKey, Araştırmamax, CiteFactor, Index Copernicus, Eurasian Scientific Journal Index (ESJI), Infobase Index, ROAD, JIFACTOR, Rootindexing, Science Library Index, Cosmos Index, Directory of Research Journals Indexing (DRJI), International Institute of Organized Research (I2OR), Journal Factor, Google Scholar, Researchbib, Scientific Indexing Service (SIS), ISI (International Scientific Indexing), IPIndexing ve ASOS Indeks'te taranmaktadır.



**VOLUME/CİLT:5**      **ISSUE/SAYI:2**      **YEAR/YIL:2021**  
**ISSN:2651-401X**      **e-ISSN:2651-4028**

### **CONTENTS / İÇİNDEKİLER**

#### **Research Articles / Araştırma Makaleleri**

- Monitoring of Deep-Seated Landslides at Karaoğlan Catchment Using Radar Interferometry Techniques (Mersin, Turkey)  
**Muhterem Küçükönder, Tolga Çan** ..... 91-100
- Elektronik Burun Kullanılarak Arabika (*Coffea arabica*) ve Robusta (*Coffea canephora*) Kahvelerinin Ayırıştırılması/  
Separating Arabica (*Coffea arabica*) and Robusta (*Coffea canephora*) Coffees Using Electronic Nose  
**Ali Can İncegül, Kubilay Taşdelen** ..... 101-106
- Analysis of the Multi-raters Agreement with Log-Linear Models  
**Gökçen Altun**..... 107-110
- Üretiminde Çeşitli Gübre Karışımları Uygulanmış ve Farklı Zamanlarda Hasat Edilmiş Kekik (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) Bitkisinin Uçucu Bileşen Grupları /  
Volatile Component Groups of Thyme (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) Harvested at Different Times After Various Fertilizer Mixtures Applying During Production  
**Samim Yaşar, Nevriye Sicim** ..... 111-117
- Kraft Kağıt Hamuru Üretimi Öncesinde Uygulanan Ön Hidrolizin Karakavak (*Populus nigra* L.) Odunu Yongalarının Kimyasal Bileşimi Üzerine Etkileri/  
Effects Of Pre-Hydrolysis Applied Before Kraft Pulp Production on The Chemical Composition of Black Poplar (*Populus nigra* L.) Wood Chips  
**Samim Yaşar, Gürcan Güler** ..... 118-123
- İstatistik Öğretiminde Yeni Bir Yaklaşım: Doğada Uygulamalı İstatistik/  
Learn Statistics in Nature  
**Gamze Özel Kadılar, Ceren Ünal, Yeter Nehir Düz, Kürşad Özkan** .. 124-138
- Physical, Mechanical and Thermal Properties of Red Pine Wood-Gypsum Particleboard  
**Ali İhsan Kaya, Ömer Ümit Yalçın, Yasemin Türker** ..... 139-145
- Prevention of the Antimony Compounds at The Geothermal Power Plants with Hydrodis® Ge Products  
**Ayhan Erten, Mustafa Eroglu, İrfan Avcı, Taylan Karan, Ahmet Efehan Çoban**..... 146-156

#### **Review Articles / Derleme Makaleleri**

- EUNIS Habitat Sınıflandırmasının Türkiye Durum Değerlendirmesi/  
Turkey Status Evaluation of EUNIS Habitat Classification  
**Muhammed Hakan Çakmak, Zeki Aytaç** ..... 157-163

## Monitoring of Deep-Seated Landslides at Karaoğlan Catchment Using Radar Interferometry Techniques (Mersin, Turkey)

Muhterem Küçükönder<sup>1</sup> , Tolga Çan 

**Abstract:** Landslide inventory mapping studies around Mersin and Erdemli regions of southern Turkey revealed that numerous old large-scale and recent small-scale landslides were presumably aroused in different time intervals. While the recent active landslides have been mostly triggered by excessive rainfall, old landslides are considered to be occurred by geomorphologic valley incision processes besides the other preparatory environmental conditions. The evaluation of the spatial distribution of old landslides present retrogressive, deep-seated with complex and rotational slides in the ophiolites and ophiolitic melange units comprising also overlying reefal limestones. In this study, surface deformations caused by landslides were evaluated using radar interferometry techniques for a specified period in Karaoğlan catchment. Landslide related deformations were detected over radar images of L-band ALOS-PALSAR sensor for the years between 2007 and 2011. Active landslides are investigated in detailed cross-sections. The mean displacement from differential interferogram cross-sections was measured 3.5 cm in the LOS direction. Differential SAR interferometry for the studied period depicts that the average rate of movement for the entire area is prolonged with a rate of 10 mm/yr.

**Keywords:** Landslide, SAR interferometry, DinSAR, Mersin

<sup>1</sup>**Address:** Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Science and Letters, 46050, Kahramanmaraş/Turkey

<sup>2</sup>**Address:** Cukurova University, Faculty of Engineering, 01330, Adana/Turkey

\***Corresponding author:** mhtrm.kckndr@gmail.com

**Citation:** Küçükönder, M., Çan, T. (2021). Monitoring of Deep-Seated Landslides at Karaoğlan Catchment Using Radar Interferometry Techniques (Mersin, Turkey). *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 5(2): 91-100.

### 1. INTRODUCTION

Landslides are among the most important and common geomorphic processes that produce systematic changes in the development and evolution of landforms. Each type of landslide, i.e. flow, fall, topple, slide, produces a distinct morphological imprint on the landform under similar geo-environmental conditions (Cruden and Varnes 1996). Landslide inventories and their spatial and temporal variations in conjunction with the preparatory and triggering factors are essential for the landslide susceptibility and hazard assessments. The rate of movement and monitoring of landslides are also important during the landslide risk evaluation and management studies.

Ground-based instrumental monitoring of landslides in mountainous terrains for a long period is a rather difficult mission. The development of remote sensing techniques utilizing both optic and radar imaging has compensated for

some of the difficulties, such as time-consuming. Landslide mapping and monitoring will continue to remain complex and challenging even with ground monitoring techniques. It is clear that InSAR techniques (differential, SBAS and CTM/ PSInSAR) are making significant addition in monitoring seasonal slope activity at high-risk sites (Singhroy 2008). The greater availability and improved capability of radar sensors and the development of more advanced data processing techniques increasingly enabled the use of SAR data in ground deformations (Massonnet and Feigl 1998; Rosen et al. 2000; Metternicht et al. 2005; Catani et al. 2005; Colesanti and Wasowski 2006; Rott and Nagler 2006; Zhou et al. 2009; Hastaoğlu et al. 2018).

Differential Synthetic Aperture Radar interferometry (DInSAR), which considers the phase differences of SAR acquisitions of the area under illumination at different time intervals, is one of the widely used technique for introducing ground deformations on a regional scale (Ferretti et al. 2000; Hanssen 2001; Catani et al. 2005; Rott

and Nagler 2006). There are many case studies related to landslide movements using DInSAR techniques in the international literature (e.g. Kimura and Yamaguchi 2000; Berardino et al. 2003; Farina et al. 2004; Strozzi et al. 2005; Colesanti and Wasowski 2006; Singhroy et al. 2008; Delacourt et al. 2009; Guzzetti et al. 2009; Strozzi et al. 2010; Delgado et al. 2011; Singhroy et al. 2011; Bovenga et al. 2012; Calo et al. 2012). Meanwhile, there are some cumbersome situations either derived from geo-environmental setting itself (land cover, topography and landslide characteristics etc.) or SAR system parameters (wavelength, temporal and normal baselines etc.) in addition to data processing techniques (Metternicht et al. 2005; Colesanti and Wasowski 2006; Rott 2009; Cascini et al. 2010).

DInSAR studies dealing with landslides are generally focused on single landslide (Refice et al., 2001). The present study attempts to investigate landslide related surface deformations in catchment scale using the DInSAR technique. The study area, Karaoglan catchment of 52.8 km<sup>2</sup>, is located in the southern front of the Bolkar Mountains. At first, land cover, geological, and geomorphic settings of the catchment was summarized with a particular relationship on landslide occurrences. Then landslide inventory map of the study area was presented. Finally, landslide related surface deformations were interpreted.

### 1.1. Settings of the area

The study area is one of the sub-basin located in the Gilindirez catchment on the southern flanks of the Bolkar Mountain range in the Eastern Mediterranean, which is dissected by the numerous NW-SE trending sub-parallel rivers that drained to the Mediterranean (Figure 1). Typical Mediterranean climate prevails in the area with hot, dry summers and mild, wet winters. The average temperatures vary between 25-33° in summer and 9-15° in winter. The mean annual rainfall is about 600 mm and the majority of the rainfall amount is recorded between December to February. However, extreme daily rainfalls of 199.5 mm and 175.4 mm were experienced on 26 December 1968 and 03 December 2001, respectively.

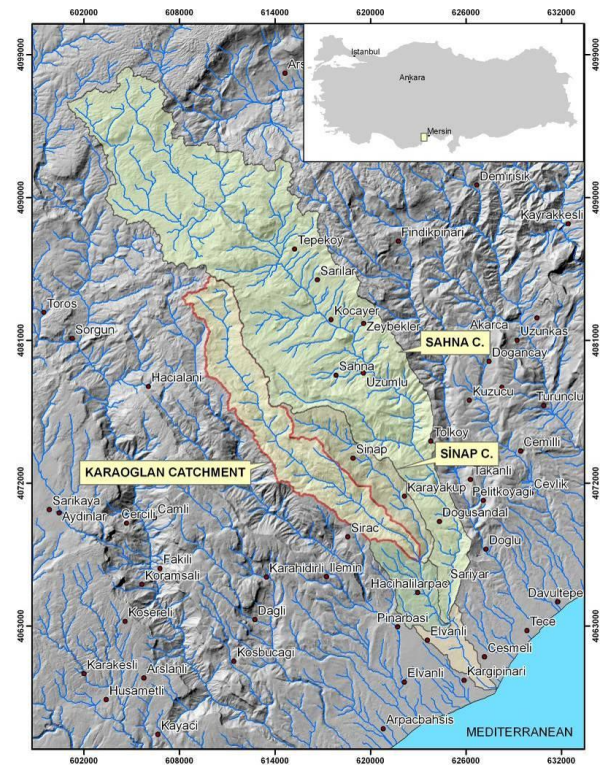


Figure 1. Location map of the study area

Land cover map, produced by using ALOS AVNIR image of 10 m resolution, acquired on May 2007, revealed that bare land and rock knobs represent 20 % of the study area while the 38 % of the area corresponds with dense to sparse forest cover (Figure 2). There is no rural settlement within the study area, so apart from 7 % of Orchards area almost no anthropic landscape change prevails.

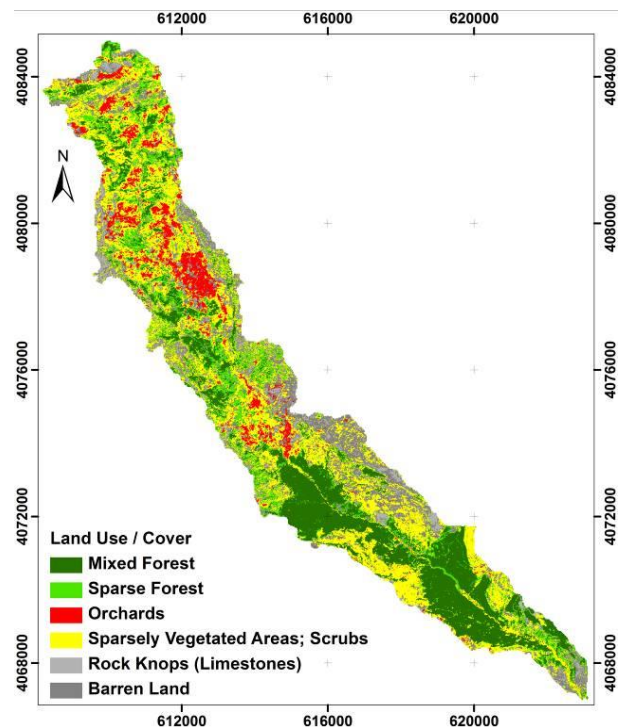
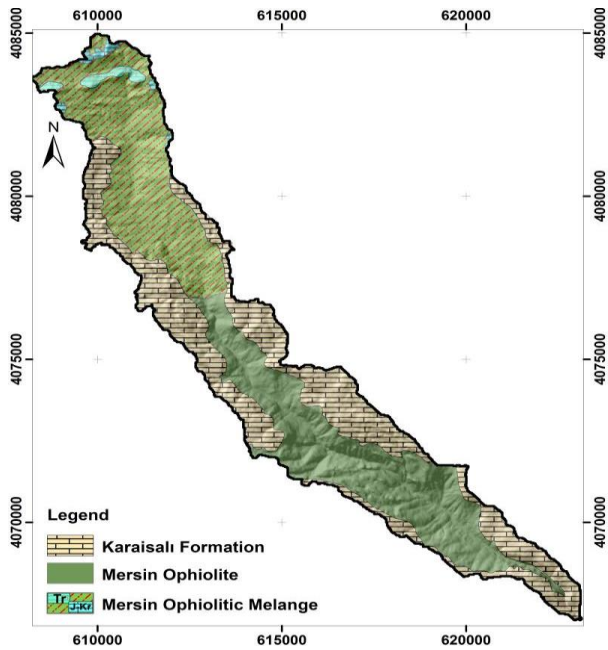


Figure 2. Land use/cover map of the Karaoglan catchment.

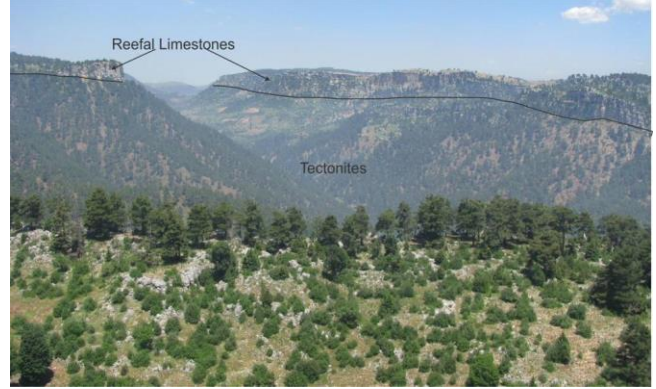
The geologic setting of the area can be classified into two main features. Tertiary units of the Neogene Adana Basin (Yetiş 1988) represent the cover units, whereas the

basement rocks are characterized by remnants of oceanic lithosphere so-called “Mersin Ophiolite Complex” (Pampal 1987) (Figure 3).



**Figure 3.** Geological map of the study area (Modified after Pampal(1987)).

The Mersin ophiolite complex, with almost 6 km of thickness, consists of (in ascending structural order): ophiolitic melange, subophiolitic metamorphics, mantle tectonites, ultramafic and mafic cumulates, alkaline-tholeiitic basaltic volcanic in association with deep marine sediments (Parlak et al. 1996). In the study area, ophiolitic melange and tectonites constitute the basement units, which unconformably overlain by Miocene reefal carbonates (Figure 4). Parlak and Robertson (2004) identified four lithological associations within the Mersin Ophiolitic Melange which are (1) the Upper Permian–Upper Cretaceous shallow-water carbonate association; (2) the Upper Triassic–Upper Cretaceous volcanic–terrestrial–pelagic association; (3) the Upper Jurassic–Upper Cretaceous basalt–radiolarite pelagic limestone association and (4) the Upper Cretaceous ophiolite-derived association. Each of these lithological associations varies from broken formation to melange and is associated with a matrix of both sedimentary and tectonic origin (Parlak and Robertson 2004). The Melange unit is structurally overlain by the Mersin Ophiolite. In the study area, the Mersin Ophiolite is represented by mantle tectonites mainly comprising serpentized harzburgite and dunites (Figure 5 a and b). Surface and subsurface karstic landforms are characteristics on the reefal carbonate sequence (Figure 5 c and d).



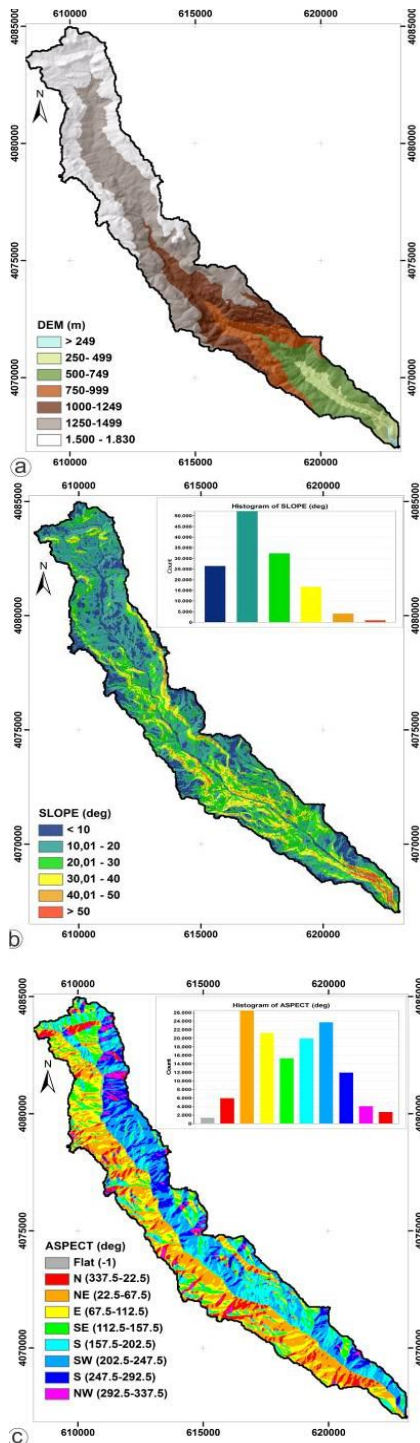
**Figure 4.** The contact relationship between Reefal limestones (Karaisali formation) and tectonites of the Mersin Ophiolite.



**Figure 5.** Close views from the serpentized harzburgites (a and b). Note that degree of serpentinization is higher in (b). Surface karstic features (c) and old underground karstic river system (d) observed in reefal limestones.

In the Karaoglan sub-catchment, elevation ranges from 250 m to 1830 m. The area with an altitude higher than 1000 m is about 75 % of the entire catchment (Figure 6a). The valley sides are steep and V-shaped. Steep slopes higher than 40 degrees mostly correspond to either limestone outcrops along the ridges or river flanks along the bottom of the valley (Figure 6b). The majority of the slope aspects are in SW and NE directions (Figure 6c). The length of the catchment is about 26 km with an average width of 2.5 km. The morphometric analysis results with a circulation ratio of 0.118, shape factor of 12.91 and form factor 0.077; it is a highly elongated catchment with high relief.

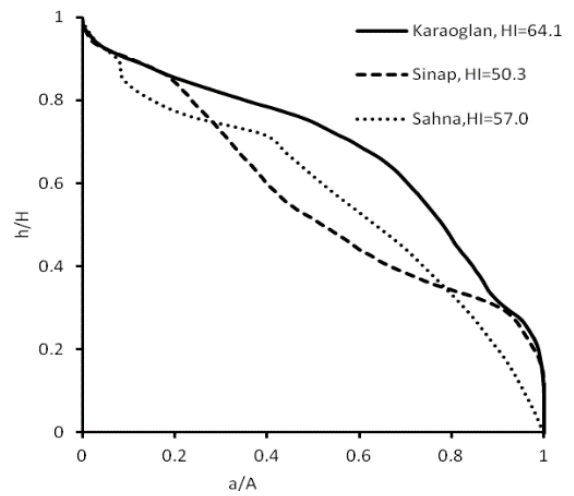




**Figure 6.** DEM (a), slope (b) and aspect (c) maps of the study area.

The stages of landscape evolution and an indication of erosion status of the Karaoglan and adjacent sub-catchments were evaluated by hypsometric analysis. The hypsometric curve is related to the volume of the soil mass in the catchments and the amount of erosion that had occurred in a basin against the remaining mass (Hurtrez et al. 1999). It is a continuous function of the non-dimensional distribution of relative basin elevations with the relative area of the drainage basin (Strahler 1952). The hypsometric integral (HI) is a geomorphological parameter classified under the geologic stages of catchment development. It assumes importance in the estimation of erosion status of catchment and subsequent prioritization for taking up soil and water conservation activities. The hypsometric curves with HI values were given in Figure 7. As seen from Figure

7, the concave upward hypsometric curve of the Karaoglan sub-catchment indicates in equilibrium stage of erosion while the others are relatively in the mature stage. The HI value of 64.1 % for the Karaoglan sub-catchment refers that only 36 % of the present volume has been carried away due to hydrologic processes and land degradation factors.

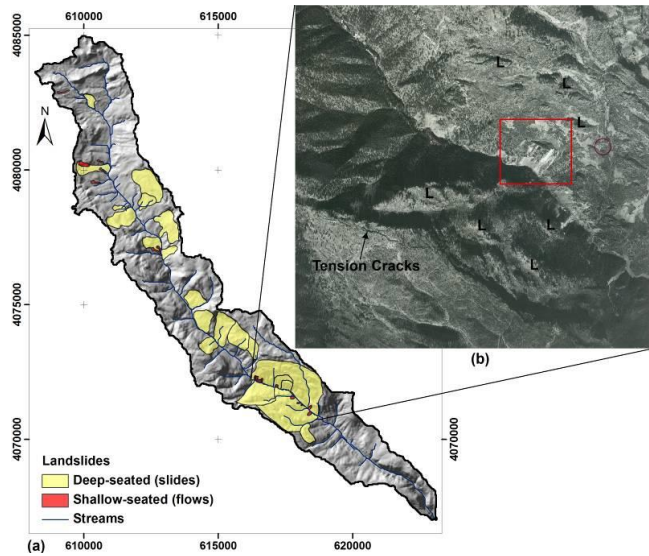


**Figure 7.** Hypsometric curves of the sub-catchments in the Gilindirez catchment.

## 2. MATERIAL AND METHOD

### 2.1. Landslide inventory

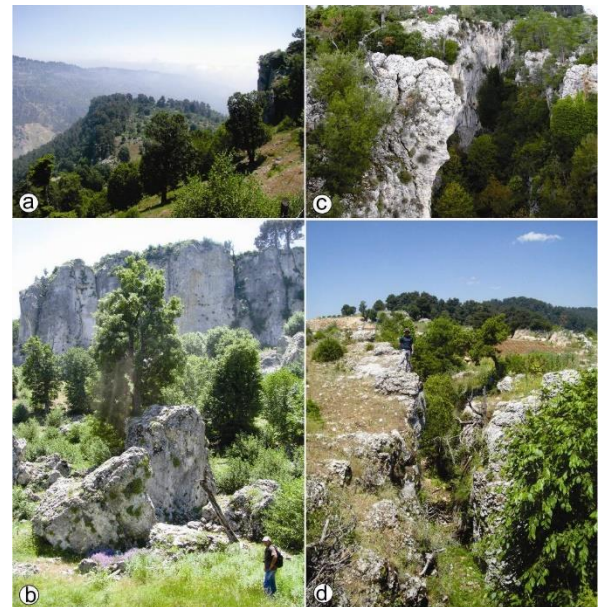
The landslide inventory map of the study area was prepared after three available aerial photographs dated 1969, 1990 and 2001. The latter set is 1:10,000 scale colored infrared while the others are panchromatic in 1:15,000 scale. Forty-three landslides covering 11.97 km<sup>2</sup> were identified, ranging from 2440 m<sup>2</sup> to 2.45 km<sup>2</sup> (Çan et al. 2009) (Figure 8a). The landslide affected area corresponds to almost 23 % of the Karaoglan catchment. Most of the landslides are complex deep-seated. Some of the tension cracks observed outside the present catchment boundary and successive limestone blocks within the slide masses from the valley bottom towards the ridges support the ongoing retrogressive movement of the landslides (Figure 8b). Tension cracks generally observed along with the two main discontinuity sets with general strikes of N60W and N30E.



**Figure 8.** Landslide inventory map of the Karaoglan catchment (a) and aerial photograph taken in 1969 that depicts the largest deep-seated landslides and major tension cracks (b), L indicates some of the successive limestone blocks which align perpendicularly to the main direction of movements (Çan et al. 2009).

The main landslide movement types are rotational slides (Figure 9a), but along the crown of the landslides rockfall events observed on almost vertical hill slopes made up of reefal carbonates (Figure 9b). Tension cracks, ranging from several tens of meters to more than 1 km in length, were observed behind the main scarps in places indicating retrogressive character considering their distribution of activity (Figure 9c and d).

Shallow seated landslides were only identified on aerial photographs dated 1969, triggered by excessive rainfall (700 mm/month) in December 1968. Otherwise, the ongoing landslide activities were primarily observed in the existing slide masses as secondary movements (Figure 10). They are good pieces of evidence for the actual geomorphic dynamics in the development of the region's landforms. Landslides located towards the downstream part of catchments are relatively active due to higher river and valley side slope gradients. Depleted masses along the valley bottom present a high slope gradient due to the river incision and erosion processes. Consequently, earth and debris flow along the valley bottom are also common in highly serpentized ultramafic rocks.



**Figure 9.** Components of complex deep-seated landslides on NE slope. Rotational slide (a), rockfall events (b), and tension cracks behind the main scarps (c and d).



**Figure 10.** Secondary retrogressive landslide generation within the old slide mass (a) and tension cracks on the upper bound of the landslide (b).

## 2.2. INSAR Data

Significant challenges prevail regarding the practical applicability of satellite radar data to landslide investigations (Colesanti and Wasowski 2006; Calo et al. 2012). Coherence, a prerequisite for the processing interferogram, compares the correlation between the two SAR images. Coherence loss is the main factor, including several components that affects the quality and accuracy of the results. The loss of coherence (decorrelation) can be affected by terrain morphology, land cover, rate of movements, temporal baseline, normal baseline and other technical details during the interferogram generation (Singhroy 2008).

The wavelength also has a considerable role in the SAR systems. Strozzi et al. (2005) and Sandwell et al. (2008) also mentioned that L-band interferometry could complement the existing applications based on C-band because of its capacity to penetrate the vegetation canopy,

and thus, achieve high coherence interferograms over vegetated areas. Furthermore, the larger wavelength is more appropriate for rapid mapping displacements. The use of larger wavelength avoids problems related to the phase measurements' intrinsic ambiguity (Strozzi et al. 2005).

In this study, PALSAR (Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar) sensor has been preferred due to its advantages that are briefly mentioned above. PALSAR images have 236 mm wavelength, 10 m (FBS) and 20 m (FBD) spatial resolutions, high critical baselines (14 km for FBS and 7.4 km for FBD) and 34.3 degrees of look angle. The revisiting time of the sensor is 46 days. Despite its 46 days revisiting time, only 16 archive images were acquired for the area under interest. Considering the preferred baseline, only five images of ascending mode could be available for interferogram generation from 17 September 2007 to 10 February 2011 of the study area. The interferometric data sets, in addition to the normal and temporal baselines, are summarized in Table 1. The interferometric pair for 19 June 2008 - 22 June 2009 has the most significant baseline for both temporally and perpendicularly.

**Table 1.** Baselines of the interferometric pairs.

	Temporal Baseline (day)	Perpendicular Baseline (m)
17Sep.2007 - 19June2008	270	524
19June2008 - 22June2009	368	718
26Dec.2010 - 10Feb.2011	-46	-670

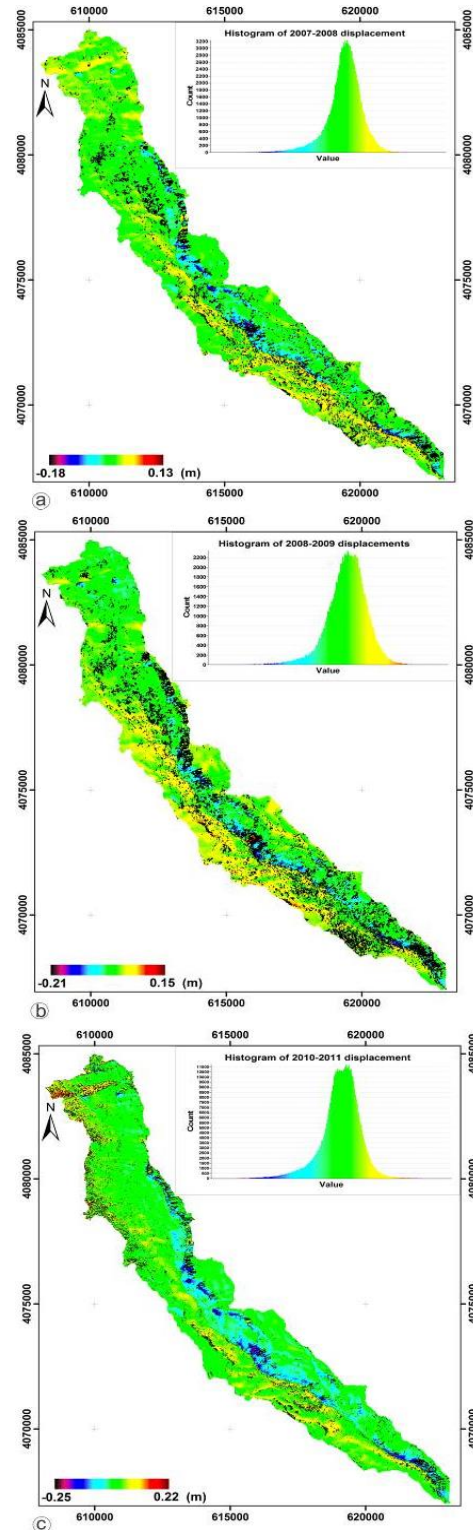
**2.3. Analysis**

The PALSAR Level 1.1 data were processed to Single-Look Complex (SLC) images. All DinSAR process was carried out with Sarscape 5.1. The baseline was first estimated from the orbit data and subsequently refined based on the fringe rate in range and azimuth directions. Interferometric processing was done to 5 azimuths and one range looks with common-band filtering after co-registration of the SLC images. The topographic flattening was estimated from 20x20m Digital Elevation Models (DEM) derived from a 1:25,000 scale digital topographic map with a contour interval of 10 m. The next step of the DInSAR processing was followed by adaptive phase filtering and coherence estimation, which are important to improve the accuracy of surface deformations. Phase unwrapping was performed after adaptive filtering with the Goldstein method, applying a minimum cost flow algorithm. A coherence threshold of 0.17 was used to reduce the unwrapping errors. Finally, the unwrapped interferograms were converted to displacements expressed in meters along the line-of-sight direction of the satellite before geocoding.

**3. RESULTS**

The obtained displacement rates generally coincide with the landslides located especially on the slopes with dip directions towards SW. The mean displacements for the first (Figure 11a), second (Figure 11b) and third (Figure 11c) pairs are -0.0326 m, -0.046 m and -0.026 m,

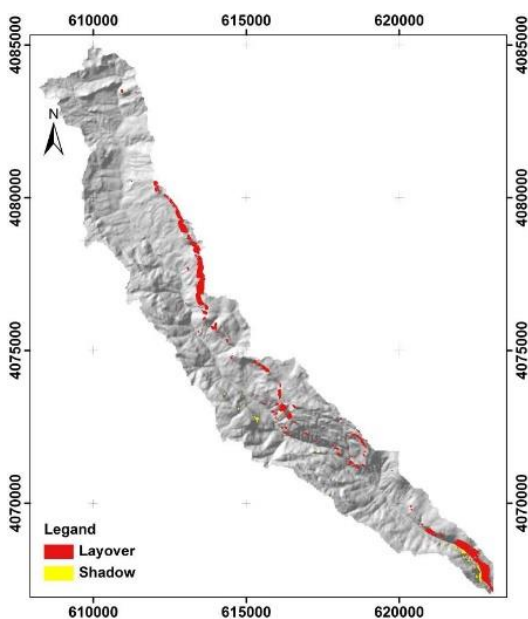
respectively. Comparing the first and second FBD pairs shows that the loss of coherence is gradually higher with increasing temporal baseline. Although the acquisition for the second pairs is the same, the highest loss of coherence with 5 % was observed due to the highest perpendicular baseline. The better performance for the landslide affected areas in Figure 11c is considered for the shortest temporal baseline of 46 days with 10 m of spatial resolution in FBS mode.



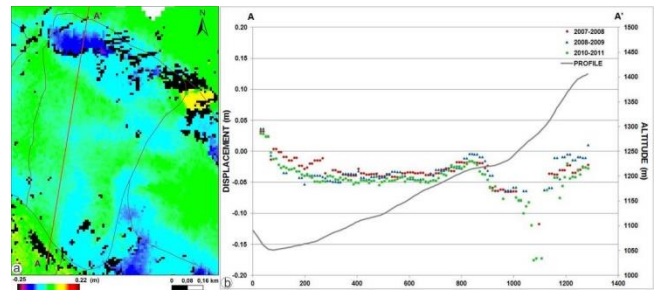
**Figure 11.** Geocoded displacement maps in the line-of-sight direction for the periods 2007 - 2008 (a), 2008 - 2009 (b) and 2010 - 2011 (c). The histograms of ground deformations are also shown for each map.

The coherence losses related to land use and morphology were generally observed in orchards and steep slopes of serpentinized harzburgites. When the terrain slope is close to the radar off-nadir angle, the cell dimension becomes very large and all the details are lost. Moreover, when the terrain slope exceeds the radar off-nadir angle, the scatterers are imaged in reverse order and superimposed on the contribution coming from other areas. This effect is called layover. On the other hand, when the terrain slope decreases to the flat horizontal reference surface, the resolution cell dimension decreases. The minimum resolution cell dimension (i.e. equal to the slant range resolution) is reached when the terrain is parallel to the LOS. This is also the lower slope limit that can be imaged at all by a SAR system since, beyond this angle, the terrain is in shadow (Hanssen 2001; Ferretti et al. 2007). In order to consider the restriction due to layover and shadow effects, the general incidence angle was recalculated with respect to the local incidence angles of each pixel. Almost 3.5 % of total layover and shadow effects were calculated in the study area (Figure 12). The area affected by layover effects mostly corresponds to SW oriented steep slopes of reefal carbonates, whereas the shadow effects, which are much less than layover effects, are sparsely distributed on slopes facing to the NE, in general.

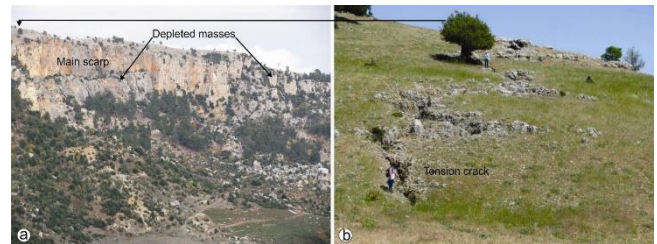
Surface deformations and their relationship between landslides were compared by three profiles. The first landslide presents typical rotational failure and comprises units of reefal limestone underlying tectonites. The movement rates were mostly observed on the head of the landslide and the maximum displacement up to 0.15 m was identified on the 2010-2011 pair (Figure 13). On the main scarp, secondary movements such as rockfall caused some decorrelation. The tension cracks along the crown suggest that the distribution of activity of the landslide has a retrogressive character (Figure 14). In the accumulation zone, secondary rotational movements were also observed in situ. So apart from the head of the landslide, no distinct movement was noticed along the main landslide body.



**Figure 12.** Spatial distribution of the layover and shadow affected pixels in the study area.



**Figure 13.** Measurement rates in the PALSAR line-of-sight direction of corresponding pixels in the cross-section of A-A'.



**Figure 14.** A general view for the rotational landslide for section A-A' (a) and the status of tension crack on the crown (b). The reference tree in Figure (b) is given for the location of the tension crack in Figure (a).

The second site is characterized by the largest landslide of the study area (Figure 15a). The total surface area of the landslide is 2.2 km<sup>2</sup>. The elevation range between the valley bottom and the topographic divide is 550 m. At least six movements with retrogressive character were identified in the main landslide body considering the successive old landslide scarps and subparallel strings of the reefal carbonate knobs extending perpendicularly to the direction of the movement. In addition to this, new reactivations observed along the toe of the landslide indicate that new retrogressive rotational slides are in progress as a second phase in the depleted landslide mass (see Figure 10). The displacement fluctuations along the profile in Figure 15b correspond to secondary scarps in the slide mass. The largest displacements were observed along the toe of the landslide, where secondary retrogressive movements initiated. On the opposite valley side, another large-scale landslide is also located. By contrast to the second profile, no significant movement was observed along the toe of this landslide except some earth flows. Meanwhile, the retrogressive character in the whole depleted mass is identical. In some places behind the crown, tension cracks up to several tens of meters are located. According to the morphologic features on the mass, the observed activity of the landslide seems less active than the opposite side. The displacement profile given in Figure 15c supports the field observations and almost no significant deformation was measured.

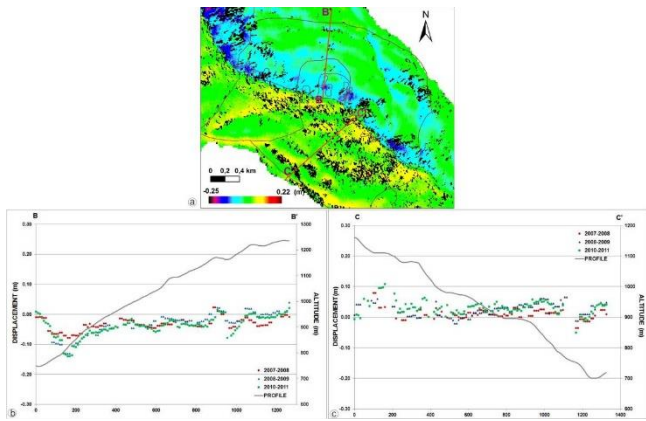


Figure 15. Measurement rates in the PALSAR line-of-sight direction of corresponding pixels along the B-B' and C-C' cross sections.

Despite the tension cracks observed behind the crown together within the depleted mass, which represent different stages of landslide activity, the small amount of displacement obtained during the investigated time period suggest that the landslides in the study area are in a dormant state of activity. However, visual analyses of aerial photographs taken in 1969 and 2001 clearly show the ongoing ground deformations (Figure 16). JERS and PALSAR are the only L-Band imaging radar sensors and both of them are completed their missions. The active operational time interval for the JERS and PALSAR was 1992-1998 and 2006-2011, respectively. In order to observe surface deformations in such extremely slow-moving landslide areas, radar sensors of longer operational time duration and more frequent data acquisitions should be provided. It is hoped that the next generations L-band sensors will compensate for some of the technical limitations in the near future.

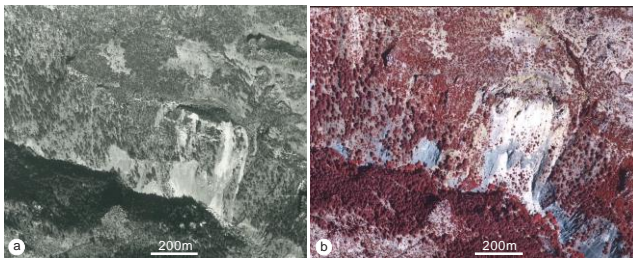


Figure 16. Aerial photographs were taken in 1969 (a) and 2001 (b). The ground deformation, especially on the head and depletion zone, is identical.

#### 4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Southern flanks of the Bolkar Mountain range dissected by numerous river systems which generally extend NW to SE direction and discharge into the Mediterranean have been severely affected by deep-seated landslides of various degree of activity. In this paper, surface deformations caused by landslides were analyzed using L-Band ALOS PALSAR images during 2007-2011, in a 52.8 km<sup>2</sup> size Karaoglan catchment, which conforms to general characteristics of the region. It has seen that 23 % of the area has mostly affected by large scale deep-seated landslides. Long tension cracks behind the crowns of some of the landslides, even extending outside the present

topographic divide, indicate their retrogressive distribution of activity.

The application of the DInSAR technique to the Karaoglan catchment suggests that no significant reactivation of landslides were observed during the period under investigation. However, small displacements that characterised the mechanisms within the different part of the landslides were observed. The mean rate of displacement and velocity from differential interferograms for the study area between 2007-2011 is 3.5 cm and 10 mm/yr, respectively. Although the spatial extent of the study area with respect to the LOS and the rate and direction of movements of landslides are convenient for DInSAR applications, the main drawbacks of this study are the limited number of available interferometric data and the absence of ground-based verifications.

If sufficient data are available for more extensive time spans, the DInSAR technique using L-Band missions could play a significant role in monitoring displacements of landslides on a regional scale, also providing an alternative and/or complementary to the ground-based monitoring systems.

After 2000, various active remote sensing systems with different resolution features are operational. Among these, new generation active sensors such as X-band TerraSAR-X, L-band ALOS-2 could not be used in this study due to their cost. Free of charge Sentinel 1 active series images and techniques such as persistent scatterer interferometry (PSInSAR) or Small Baseline Interferometry (SBAS) are planned to be used in future studies.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

Landslide inventory data used in this study was prepared as part of the project (TUBITAK CAYDAG 107Y138) supported by the Scientific and Technical Research Council of Turkey (TUBITAK). This work was also supported by the Scientific Research Project Fund of Çukurova Üniversitesi under project number MMF2011BAP21.

#### REFERENCES

- Berardino, P., Costantini, G., Franceschetti, G., Iodice, L., Pietranera, L., Rizzo, V., (2003). Use of differential SAR interferometry in monitoring and modelling large slope instability at Matera (Basilicata, Italy). *Engineering Geology*, 68, 31-51.
- Bovenga, F., Wasowski, J., Nitti, D.O., Nutricato, R., Chiaradia, M.T., (2012). Using COSMO/SkyMed X-band and ENVISAT C-band SAR interferometry for landslides analysis. *Remote Sensing of Environment*, 119, 272-285.
- Calo, F., Calcaterra, D., Iodice, A., Parise, M., Ramondini, M., (2012). Assessing the activity of a large landslide in southern Italy by ground-monitoring and SAR interferometric techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 33, 3512-3530.
- Cascini, L., Fornaro, G., Peduto, D., (2010). Advanced low- and full-resolution DInSAR map generation for slow-moving landslide analysis at different scales. *Engineering Geology*, 112, 29-42.

- Catani, F., Farina, P., Moretti, S., Nico, G., Strozzi, T., (2005). On the application of SAR interferometry to geomorphological studies: estimation of landforms attributes and mass movements. *Geomorphology*, 66, 119-131.
- Colesanti, C., Wasowski, J., (2006). Investigating landslides with space-borne Synthetic Aperture Radar (SAR) interferometry. *Engineering Geology*, 88, 173-199.
- Cruden, D.M., Varnes, D.J., (1996). Landslide types and processes. In: Turner AK, Schuster LR (ed) Special Report 247: Landslides: Investigation and Mitigation, Transportation Research Board, Washington, pp 129-177.
- Çan, T., Duman, T.Y., Çil, E., Mazman, T., (2009). GIS Based Landslide Inventory, Susceptibility, Hazard and Risk Assessment of the Northern Parts of Mersin Central and Erdemli Districts (In Turkish). TÜBİTAK-ÇAYDAG Project no: 107Y138.
- Delacourt, C., Raucoules, D., Le Mouélic, S., Carnec, C., Feurer, D., Allemand, P., Cruchet, M., (2009). Observation of a large landslide on la reunion island using differential SAR interferometry (JERS and Radarsat) and correlation of optical (Spot5 and Aerial) images. *Sensors*, 9, 616-630.
- Delgado, J., Vicente, F., García-Tortosa, F., Alfaro, P., Estévez, A., Lopez-Sanchez, J.M., Tomas, R., Mallorquí, J.J., (2011). A deep seated compound rotational rock slide and rock spread in SE Spain: Structural control and DInSAR monitoring. *Geomorphology*, 129, 252-262.
- Farina, P., Colombo, D., Fumagalli, A., Marks, F., Moretti, S., (2006). Permanent Scatterers for landslide investigations: Outcomes from the ESA-SLAM project. *Engineering Geology*, 88, 200-217.
- Ferretti, A., Prati, C., Rocca, F., (2000). Nonlinear subsidence rate estimation using permanent scatterers in differential SAR interferometry. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 38, 2202-2212.
- Ferretti, A., Massonnet, D., Monti Guarnieri, A., Prati, C., Rocca, F., (2007). InSAR Principles: Guidelines for SAR Interferometry Processing and Interpretation. ESA Publications TM-19 [http://www.esa.int/About\\_Us/ESA\\_Publications/InSAR\\_Principles\\_Guidelines\\_for\\_SAR\\_Interferometry\\_Processing\\_and\\_Interpretation\\_br\\_ESA\\_TM-19](http://www.esa.int/About_Us/ESA_Publications/InSAR_Principles_Guidelines_for_SAR_Interferometry_Processing_and_Interpretation_br_ESA_TM-19). Accessed 16 June 2013.
- Guzzetti, F., Manunta, M., Ardizzone, F., Pepe, A., Cardinali, M., Zeni, G., Reichenbach, P., Lanari, R., (2009). Analysis of ground deformation detected using the SBAS-DInSAR technique in Umbria, Central Italy. *Pure and Applied Geophysics*, 166, 1425-1459.
- Hanssen, R., (2001). *Radar Interferometry: Data Interpretation and Error Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Hastaoglu, K.O., Poyraz, F., Turk, T., Yılmaz, I., Kocbulut, F., Demirel, M., Sanli, U., Duman, H., Balik Sanli, F., (2018). Investigation of the success of monitoring slow motion landslides using Persistent Scatterer Interferometry and GNSS methods, *Survey Review*, 50 (363), 475-486.
- Hurtrez, J., Lucazeau, F., Lave, J., Avouac, J., (1999). Investigation of the relationships between basin morphology, tectonic uplift, and denudation from the study of an active fold belt in the Siwalik Hills, Central Nepal. *Journal of Geophysical Research*, 104, 12779-12796.
- Kimura, H., Yamaguchi, Y., (2000). Detection of landslide areas using radar interferometry. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 66, 337-344.
- Massonnet, D., Feigl, K.L., (1998). Radar interferometry and its application to changes in the earth's surface. *Reviews of Geophysics*, 36, 441-500.
- Metternicht, G., Humi, L., Gogu, R., (2005). Remote sensing of landslides: an analysis of the potential contribution to geo-spatial systems for hazards assessment in mountainous environments. *Remote Sensing of Environment*, 98, 284-303.
- Pampal, S., (1987). Geology of the Guzeloluk-Sorgun (Mersin) region (In Turkish). *Journal Of The Faculty Of Engineering And Architecture Of Gazi University*, 2, 143-170.
- Parlak, O., Delaloye, M., Bingöl, E., (1996). Mineral chemistry of ultramafic-mafic cumulates as an indicator of the arc-related origin of the Mersin ophiolite (southern Turkey). *Geologische Rundschau*, 85, 647-661.
- Parlak, O., Robertson, A.H.F., (2004). The ophiolite-related Mersin Melange, southern Turkey: Its role in the tectonic-sedimentary setting of the Tethys in the eastern Mediterranean region. *Geological Magazine*, 141, 257-286.
- Refice, A., Bovenga, F., Guerriero, L., & Wasowski, J. (2001). DInSAR applications to landslide studies. In *IGARSS 2001. Scanning the Present and Resolving the Future. Proceedings. IEEE 2001 International Geoscience and Remote Sensing Symposium (Cat. No. 01CH37217)(Vol. 1, pp. 144-146)*. IEEE.
- Rosen, P., Hensley, S., Joughin, I., Li, F., Madsen, S., Rodriguez, E., Goldstein, R., (2000). Synthetic aperture radar interferometry. *Proceedings of the IEEE*, 88 (2000), 333-382.
- Rott, H., Nagler, T., (2006). The contribution of radar interferometry to the assessment of landslide hazards. *Advances in Space Research*, 37, 710-719.
- Rott, H., (2009). Advances in interferometric synthetic aperture radar (InSAR) in earth system science. *Progress in Physical Geography*, 6, 769-791.
- Sandwell, D., Myer, D., Mellors, R., Shimada, M., Brooks, B., Foster, J., (2008). Accuracy and resolution of ALOS interferometry: Vector deformation maps of the Father's day intrusion at Kilauea. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 46, 3524-3534
- Singhroy, V., Alasset, P.J., Couture, R., Froese, C., (2008). InSAR monitoring of landslides in Canada. *Proceedings of the IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS'08)*, 3, 202-205.

- Singhroy, V., (2008). Satellite remote sensing applications for landslide detection and monitoring. In: Sassa, K., Canuti, P., (ed) *Landslide Disaster Risk Reduction*, Springer, Berlin, pp 143-158.
- Singhroy, V., Li, J., Charbonneau, F., Pavlic, G., Segin, G., (2011). InSAR Monitoring of Landslides affecting strategic Transportation Corridors. *Proceedings 34th International Symposium on Remote Sensing of Environment*, Sydney. 3p.
- Strahler, A.N., (1952). Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topology. *Geological Society of America Bulletin*, 63, 1117-1142.
- Strozzi, T., Farina, P., Corsini, A., Ambrosi, C., Thuring, M., Zilger, J., Wiesmann, A., Wegmüller, U., Werner, C., (2005). Survey and monitoring of landslide displacements by means of L-band satellite SAR interferometry. *Landslides*, 2, 193-201.
- Strozzi, T., Delaloye, A., Käab, A., Ambrosi, C., Perruchoud, E., Wegmüller, U., (2010). Combined observations of rock mass movements using satellite SAR interferometry, differential GPS, airborne digital photogrammetry and airborne photography interpretation. *Journal of Geophysical Research*, 115(F1), F01014
- Yetiş, C., (1988). Reorganization of the Tertiary Stratigraphy in the Adana Basin, Southern Turkey. *Newsletters on Stratigraphy*, 20, 43-58.
- Zhou, X., Chang, N., Li, S., (2009)s. Application of SAR Interferometry in earth and environmental science research. *Sensors*, 9, 1876-1912.

## Elektronik Burun Kullanılarak Arabika (*Coffea arabica*) ve Robusta (*Coffea canephora*) Kahvelerinin Ayrıştırılması

Ali Can İncegül<sup>1\*</sup> , Kubilay Taşdelen<sup>2</sup> 

**Özet:** Elektronik burun (e-burun), kahve, şarap ve bira gibi içeceklerin değerlendirmesinde kullanılan düşük maliyetli, koku üzerine yoğunlaşan bir cihazdır. Kahve, farklı kavurma derecelerinde instant veya içmeye hazır formda bulunan insanlık tarihinin en popüler içeceklerinden birisidir. Bu çalışmada geniş tüketim ağı bulunan Arabika ve Robusta türü kahvelerin tasarlanan elektronik burun cihazı ile ayrımlarının yapılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda MQ (MQ135, MQ2, MQ3, MQ5, MQ6, MQ7 ve MQ8) sensörleri kullanılarak bir elektronik burun düzeneği tasarlanmıştır ve kahve analizleri gerçekleştirilmiştir. Numunelerden alınan sinyaller arduino kartla işlenip MATLAB programına aktarılmıştır. Tasarlanan e-burun cihazının kahveleri ayırıp ayıramadığı ise sınıflandırma algoritmaları kullanılarak belirlenmiştir. Cihazdan alınan sinyal değerleri doğrusal ayırma analizi (LDA), Bayes, en yakın komşu (kNN-3, kNN-5, kNN-7 ve kNN-9), karar ağacı, oneR ve destek vektör analizi (SVM) algoritmaları kullanılarak sınıflandırılmıştır. Arabika ve Robusta ikili ayrımında en iyi sınıflandırma cevabı MQ7 sensöründen, karar ağacı algoritma analizi ile elde edilmiştir. MQ135 % 79.63 oranında ayırım yaparken, MQ2, % 78.46 ve MQ 7 % 80.92 oranında ayırım yapabildiği sonucuna varılmıştır. Elde edilen sinyallerin yorumlanmasında yürütülen sınıflandırma çalışmaları sonucunda en iyi sınıflandırmalar karar ağaçlarından (decision trees) elde edilmiştir ve diğer sınıflandırma yöntemlerine göre daha yüksek başarı sağladığı görülmüştür. Yürütülen bu çalışma ile kahve sektörü için önemli bir sorun olan daha ucuz kahvelerin kaliteli olanlar ile karıştırılması durumu hızlı ve ekonomik bir şekilde dizayn edilen e-burun düzeneği sayesinde tespit edilmiştir.

**Anahtar kelime:** Elektronik burun, kahve, sensör, sınıflandırma, MQ, arabika.

## Separating Arabica (*Coffea arabica*) and Robusta (*Coffea canephora*) Coffees Using Electronic Nose

**Abstract:** The electronic nose (e-nose) is a low-cost device that focuses on fragrance used in the evaluation of beverages such as coffee, wine and beer. Coffee is one of the most popular beverages in human history, available in instant or ready-to-drink form at different roasting degrees. In this study, it is aimed to distinguish the coffees of Arabica and Robusta types, which have a wide consumption network, with the designed electronic nose device. For this purpose, an electronic nose assembly was designed using MQ (MQ135, MQ2, MQ3, MQ5, MQ6, MQ7 and MQ8) sensors and coffee analyzes were performed. The signals taken from the samples were processed with the arduino card and transferred to the MATLAB program. Whether the designed e-nose device could separate the coffees was determined using classification algorithms. The signal values received from the device were classified using linear separation analysis (LDA), Bayes, nearest neighbor (kNN-3, kNN-5, kNN-7 and kNN-9), decision tree, oneR and support vector analysis (SVM) algorithms. The best classification response in the Arabica and Robusta binary distinction was obtained from the MQ7 sensor by decision tree algorithm analysis. It was concluded that MQ135 could distinguish 79.63%, while MQ2, 78.46% and MQ 7 could distinguish 80.92%. As a result of the classification studies carried out in the interpretation of the obtained signals, the best classifications were obtained from decision trees and it was observed that they had higher success than other classification methods. With this study, mixing of cheaper coffees with quality ones, which is an important problem for the coffee industry, was determined thanks to the e-nose mechanism designed in a fast and economical way.

**Keywords:** Electronic nose, coffee, sensor, classification, MQ, arabica



<sup>1</sup>**Address:** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 32260, Isparta.

<sup>2</sup>**Address:** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Isparta.

\***Corresponding author (sorumlu yazar):** alicanincegul@hotmail.com

**Citation (atıf):** İncegöl, A. C., Taşdelen, K. (2021) Elektronik Burun Kullanılarak Arabika (*Coffea arabica*) ve Robusta (*Coffea canephora*) Kahvelerinin Ayırıştırılması Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5(2):101-106.

## 1. GİRİŞ

Kokuyu ölçme fikri Alexander Graham Bell tarafından 1914 yılında öne sürülmüş ve elektronik olarak kokuyla ilgili çalışmalar 1961 yılında başlamıştır. İlk elektronik burun tasarımı ise 1964'te Wilkens, Hatman (Wilkens ve Hartman, 1964) ve Buck tarafından gerçekleştirilmiştir (Chiu ve Tang, 2013). Memelilerin koku alma sistemleri taklit edilerek hazırlanan elektronik burunlar çok sayıda farklı kokuyu ayırabilecek kabiliyete sahiptir. Tasarlanan elektronik burun mekanizmalarında kokuyu yanıkimyasal bileşenleri algılayan bir tanıma sistemi mevcuttur. Bu görevi gaz algılayıcılar olarak nitelendirilen sensörler gerçekleştirmektedir. Koku bilgisi olarak algılanan sinyaller elektronik bir devre yardımı ile elektrik bilgisine dönüştürülerek yorumlanır. Farklı kullanım alanları için kullanılmak üzere metal oksit yarı iletken sensörler (MOS), katalitik yanma gaz sensörleri, elektrokimyasal gaz sensörleri ve termal iletkenlik gaz sensörleri üretilmiştir (Dey, 2018). Metal oksit yarı iletken sensörleri son teknoloji ile geliştirilen elektronik cihazlar ile uyumluluğu, maliyetinin düşük oluşu ve hassasiyetinin yüksek olması dolayısıyla daha çok tercih edilir hale gelmiştir (Eranna et al., 2004).

Rubiaceae familyasının coffea cinsine mensup olan kahve yapraklarını dökmeyen, ekvatora yakın bölgelerde yetişen ve yağışlı seven bir bitki türüdür. Çiğ kahve kültürü yapılan ağaçların meyveleri iken öğütülmüş form, çiğ kahvenin farklı kavurma derecelerinde ısıl işleme tabi tutulması sonucu arzu edilen aroma ve iriliğe göre toz forma dönüştürülen kahve şeklinde tanımlanmaktadır (Taştan, 2009). Kahve dünya genelinde severek tüketilen içeceklerin başında gelmektedir. Türkiye iklimi ve konumu kahve yetiştirilmesine uygun olmamasına rağmen kahve Türk kültürünü yakından etkilemiştir. Dünya genelinde 80 tür mevcut iken, ticari olarak değerli olan iki tür, *Coffea arabica* ve *Coffea robusta*'dır. *Coffea arabica* % 80-90 dolaylarında üretilirken, *Coffea robusta* % 8-9 civarlarında üretilmektedir. Arabika türü Robustaya göre hastalıklara ve parazitlere dayanıksız olduğu için yetiştirilmesi daha zordur. Kimyasal bileşim açısından değerlendirildiğinde ise Robusta türünün Arabikaya göre 2 kat daha fazla kafein içerdiği ve asitliğinin daha düşük olduğu görülmektedir. (M. N. Willson, 1985). Arabika yumuşak içimli bir kahvedir. Kahve Arabika diğer türlere göre daha maliyetli bir tür olduğu için daha ucuz kahveler ile karıştırılarak maliyeti düşürülmeye çalışılmaktadır. Genellikle Robusta türü karıştırılarak hile yapılmaktadır.

Bu çalışmada da tasarlanan elektronik burun düzeneğinin kahveleri ayırt edip edemeyeceği irdelenmiştir. Bu çalışmanın amacı, kalay oksit yarı iletken gaz sensörü olan

MQ sensör dizisi kullanılarak %100 Arabika ve %100 Robusta kahve türlerinin analiz edilmesi, elde edilen verilerin farklı sınıflandırma algoritmaları ile yorumlanması ve elektronik burunun ayırım yapma durumunun araştırılmasıdır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

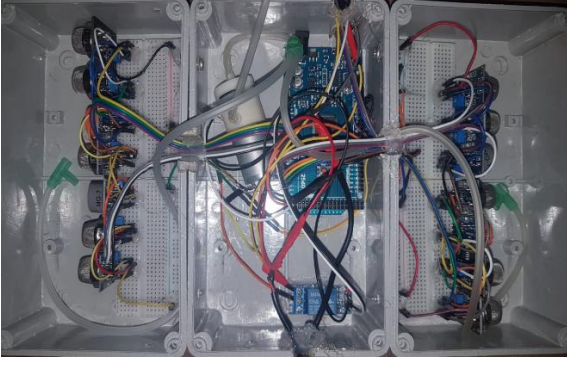
Sensörler içerisinde iletken madde bulundurarak koku moleküllerindeki kimyasal bileşenlerle etkileşime girerek iletkenlik değişimi meydana getirmektedirler. Diğer sensör gruplarına göre daha ucuz olan metal oksit yarı iletken gaz sensörleri yüksek hassasiyete sahipliği ve modern elektronik cihazlarla uyumlu oluşu dolayısıyla daha fazla tercih edilmektedir. Bu çalışmada, resöptör ve dönüştürücü olmak üzere iki birimden oluşan metal oksit yarı iletken gaz sensörleri kullanılmıştır. Kullanılan MQ sensörler ve özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan MQ sensör özellikleri

Sensör	Hedef bileşen	Ölçüm aralığı
MQ 2	Metan-Bütan	300-10000 ppm
MQ 3	Alkol	0.04 mg/L-4 mg/L
MQ 5	Bütan-Propan	300-10000 ppm
MQ 6	LPG, izobütan-Propan	300-10000 ppm
MQ 7	Karbon monoksit	10-10000 ppm
MQ 8	Hidrojen, alkol buharı, LPG	100-10000 ppm
MQ 135	NH <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub> , alkol buharı, benzen, duman ve CO <sub>2</sub>	10-300 ppm
DHT11	Sıcaklık-nem	Sıcaklık:-20-60 °C Nem: % 5-95

Kullanılan MQ sensörler board üzerine sabitlenerek, çıkış kısımları arduinoya bağlanmıştır. Sensörlerin ihtiyacı olan enerji 5 V harici adaptör aracılığı ile temin edilmiştir. Tasarlanan hazne farklı kokulara duyarlı olacağı için çevreden kaynaklı hataları engellemek için kapalı ve

sızdırmaz bir örnek ölçüm kabı dizayn edilmiştir. Elektronik burun görüntüsü Şekil 1’de görüldüğü gibidir.



Şekil 1. Çalışmada tasarlanan elektronik burun düzeni

Tasarlanan elektronik burun sisteminden alınan sinyaller bilgisayar ortamına aktarılarak MATLAB programında işlenmiş ve ilgili grafikler elde edilmiştir. Elde edilen veriler daha anlamlı hale getirilmesi amacı ile sınıflandırma algoritmaları ile yorumlanmış ve sınıflandırılmıştır. Kahve örneklerinin ölçümleri daha hassas sonuçlar alabilmek için tasarlanan hazne içerisinde gerçekleştirilmiştir.

Yürütülen çalışmada materyal olarak önemli bir içecek olan kahve tercih edilmiştir. Daha kaliteli ve pahalı olan Arabika ve ona göre daha ucuz ve düşük kaliteye sahip olan Robusta türü kahve kullanılmıştır. Kahveler orta kavrulmuş olarak temin edilmiştir. Robusta olarak % 100 Hindistan Cherry temin edilmiştir. Arabika kahvesi ise Brezilya Rio Minas, Colombia, Guatemala, Kenya, Fine Cup, Honduras, Kosta Rika, Etiyopya orijinli çığ çekirdeklerin karışımı kullanılmıştır.

Sensörlerden elde edilen sinyaller sınıflandırma algoritmaları kullanılarak işlenmiştir. Bu amaçla, SVM (Destek Vektör Makineleri), k-En Yakın Komşu Algoritması, Karar ağaçları, Naïve Bayes Algoritması ve Doğrusal Ayırma Analizi (LDA) uygulanmıştır.

### 2.1. SVM (Destek vektör makineleri)

Destek Vektör Makineleri, ilk uygulamalarda iki sınıfın ayrılmasında kullanılmasına rağmen, zamanla geliştirilerek çok sınıflı verilerin yorumlanmasında kullanılır hale gelmiştir (Cortes ve Vapnik, 2009) (Cortes ve Vapnik, 2009).

### 2.2. k-En yakın komşu algoritması

Numunenin sınıfını en yakın komşuya göre analiz eden T. M. Cover ve P. E. Hart tarafından geliştirilen, kullanımını ve öğrenmesi nispeten kolay olan bir sınıflandırma algoritmasıdır (Cover ve Hart, 1967).

### 2.3. Karar ağaçları

Karar ağaçları yaprak, dal ve düğüm olmak üzere üç kısımdan meydana gelen, basit ve anlaşılır bir algoritmadır. Kökü temsil eden düğüm en tepede bulunmaktadır. Dallar orta kısımdadır ve kök ve yapraklar arasında ki bağıntıyı kurmaktadır (Safavian ve Landgrebe, 1991-Quinlan, 1993).

### 2.4. Naïve bayes algoritması

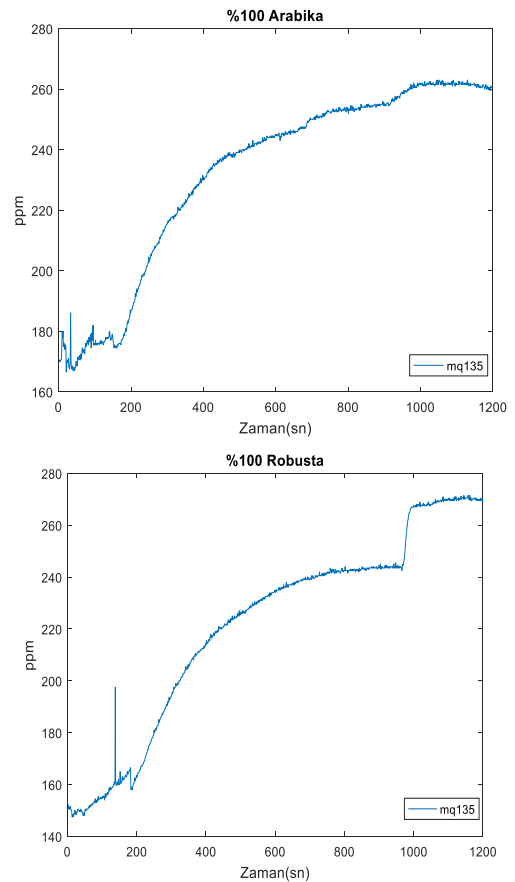
Girdilerin sınıfını olasılık temeline göre belirleyen matematikçi Thomas Bayes’in ismini alan sınıflandırma algoritmasıdır.

### 2.5 Doğrusal ayırma analizi (LDA)

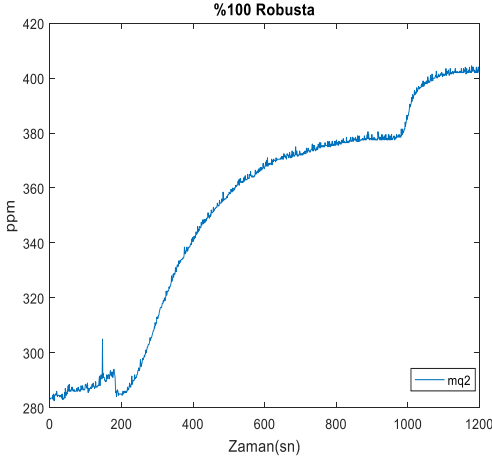
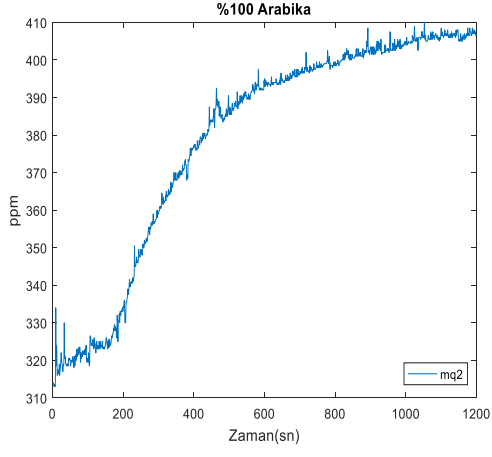
R. A. Fischer tarafından 1936’da sözü geçen, bir boyut indirgeme analizi olan LDA verilerin sınıfının belirlenmesini sağlamaktadır (Martinez ve Kak, 2001).

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

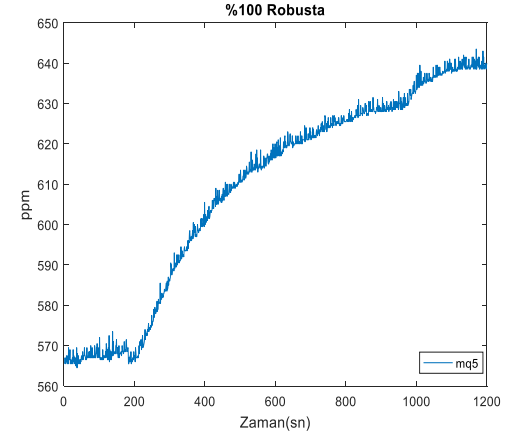
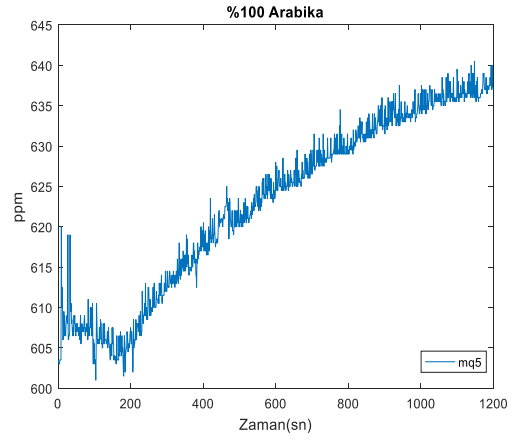
Elektronik burun düzeni tasarlanırken özdeş sensörler kullanılarak iki ayrı sensör haznesi elde edilmiştir. Bu özdeşlik bize ölçüm sonuçlarının paralelini aynı anda aynı ortam şartlarında ölçebilme olanağı sunmuştur. Özdeş sensörler ile ölçümler gerçekleştirilirken her bir sensör için referans gaz ölçümü yapıp örnekler ile elde edilen sinyallerden çıkarılmıştır ve ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalamaları alınmıştır. Böylelikle ortam havası sıfırlanarak doğabilecek yanlışlar sıfırlanmıştır. 4’er g kahve örneği üzerine yaklaşık 10 katı kaynar su ilave edilerek 20 dakika boyunca ölçümler gerçekleştirilmiştir. Her bir sensör için % Arabika ve Robusta kahvelerinin verileri elde edilmiş ve MATLAB programında grafikleri elde edilmiştir. Aşağıda ilgili örneklerin sensör grafikleri verilmiştir. Şekil 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8’de MQ135, MQ2, MQ3, MQ5, MQ6, MQ7 ve MQ8 sensör sonuçları verilmiştir.



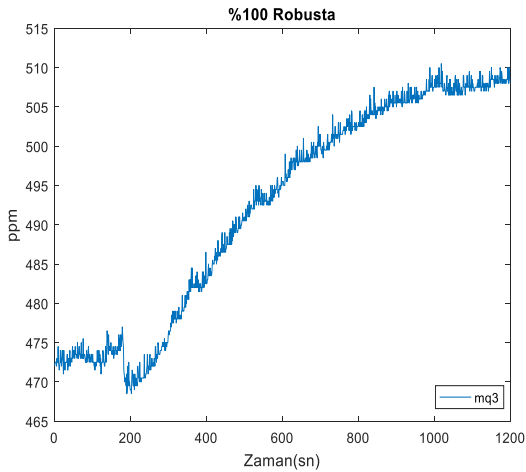
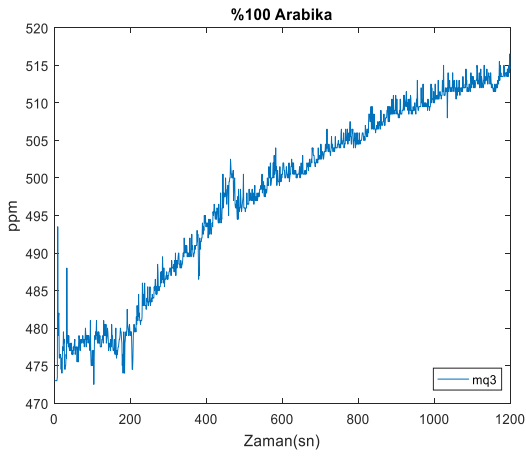
Şekil 2. MQ135 Sensör Sonuçları



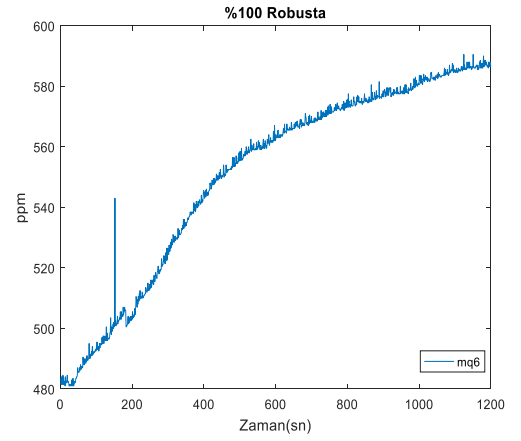
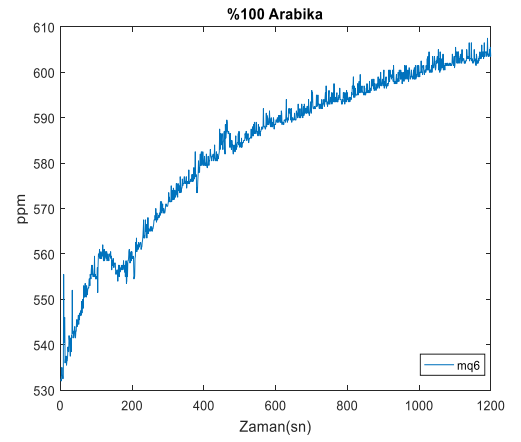
Şekil 3. MQ2 Sensör Sonuçları



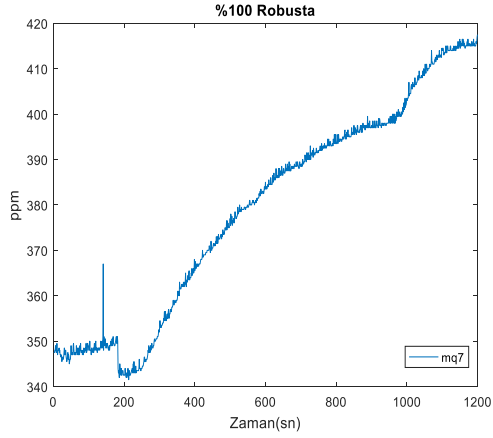
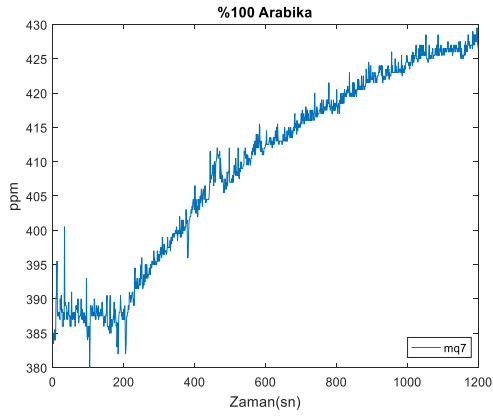
Şekil 5. MQ5 Sensör Sonuçları



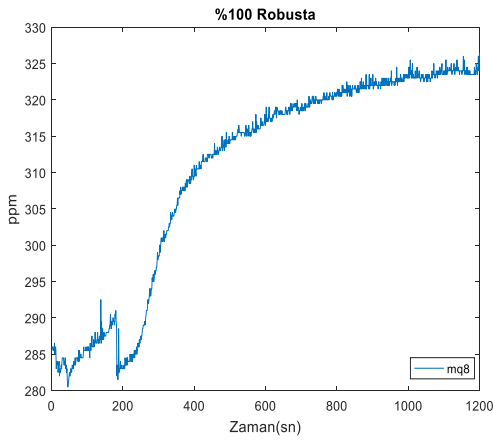
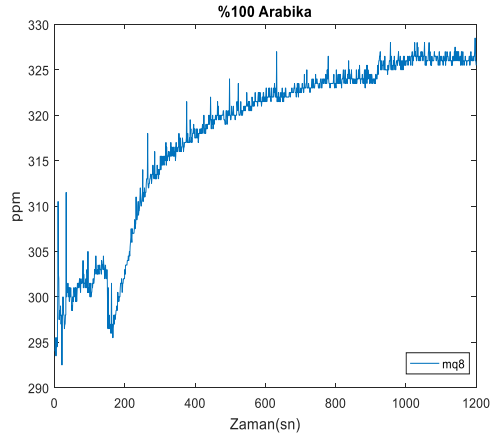
Şekil 4. MQ3 Sensör Sonuçları



Şekil 6. MQ6 Sensör Sonuçları



Şekil 7. MQ7 Sensör Sonuçları



Şekil 8. MQ8 Sensör Sonuçları

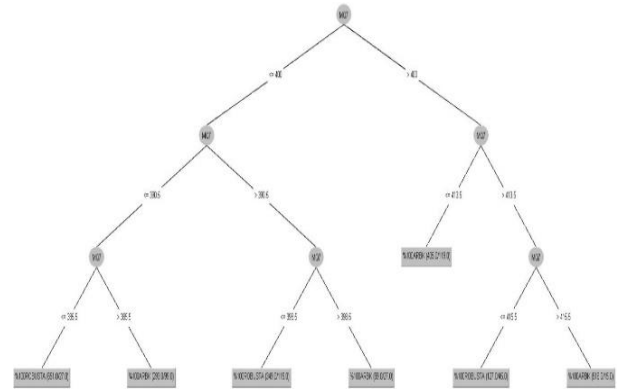
% 100 Arabika ve % 100 Robusta kahve numunelerinin sensör sinyalleri alınmıştır ve yüzde olarak sınıflandırma başarıları analiz edilmiştir. İlgili sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** % 100 Arabika Ve % 100 Robusta Kahvelerinin Sensör Sonuçlarının Çeşitli Algoritmalarla Göre Yüzdesel Sınıflandırılması

Sınıflandırma yöntemi	M Q2	M Q3	M Q5	M Q6	M Q7	M Q8	MQ1 35
<b>Bayes</b>	58.	55.	60.	65.	71.	56.	53.83
<b>kNN-3</b>	50	46	71	17	50	29	78.42
<b>kNN-5</b>	77.	70.	70.	75.	79.	66.	78.54
<b>kNN-7</b>	42	71	04	88	46	08	78.96
<b>kNN-9</b>	77.	70.	70.	76.	79.	66.	79.17
<b>Karar ağacı</b>	78.	69.	71.	77.	80.	67.	79.63
<b>OneR</b>	77.	70.	70.	76.	79.	66.	79.04
<b>SVM</b>	58.	55.	65.	68.	73.	55.	53.67
<b>LDA</b>	59.	56.	58.	66.	72.	58.	55.83
	92	58	75	79	42	13	

Yapılan sınıflandırma çalışmaları neticesinde maksimum yüzdeler Karar ağaçlarından (decision trees) alınmış olup diğer sınıflandırma yöntemlerine göre daha yüksek başarı sağlamıştır. Arabika ve Robusta ikili ayrımında en iyi sınıflandırma cevabı 80.92 yüzdesi ile MQ7 sensöründen elde edilmiştir.

En iyi sınıflandırma başarısına sahip MQ7 sensöründen elde edilen verilerin karar ağacı analizi sonucu elde edilen görüntüsü Şekil 9'da görüldüğü gibidir.



Şekil 9. MQ7 Sensörünün Karar Ağacı Görüntüsü

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kahve sektörü dünya genelinde göze çarpan ve önem arz eden bir alandır. Ticareti çok yapılan bir gıda grubu olduğu için her gıda örneğinde olduğu gibi kahvede de eşitli hilelere başvurulmaktadır. Daha ucuz olan kahvelerin kaliteli olanlara ilavesi veya çeşitli tahıl unlarının kahveye karıştırılması bu hilelerden bazılarıdır. Bu çalışmanın temelini de kahvede gerçekleştirilen daha ucuz kahve örneklerinin maliyeti yüksek olanlara ilavesi oluşturmuştur. Bu amaç için elektronik burun düzeneği tasarlanarak Arabika ve Robusta kahvelerinin ayrıştırılması amaçlanmış ve çeşitli sınıflandırma algoritmaları ile sonuçlar elde edilerek, kahvelerin elektronik burun ile % 80 oranlarında ayrıştırılabildiği sonucuna varılmıştır.

Sensörlerden en iyi ayırmayı MQ2, MQ7, ve MQ135 sensörlerinin gerçekleştirdiği belirlenmiştir. MQ2 hedef gaz kitlesi Metan-Bütan, MQ7 ve MQ135'in ise alkol buharı olduğu bilinmektedir. Sensörler kahvede bulunan yoğunluklu alkol içeriği dolayısıyla ayırım yapabilmişlerdir. Elde edilen sinyaller çok fazla olduğu için anlamlı hale getirebilmek için farklı sınıflandırma algoritmaları kullanılmış ve en iyi ayırımın alkole duyarlı MQ7 ve MQ135 sensör cevaplarından karar ağacı ile elde edildiği görülmüştür.

Gerçekleştirilen bu çalışma ile kahvede gerçekleştirilen bir hile hızlı ve ekonomik bir şekilde tespit edilmiştir. Tasarlanan elektronik burun düzeneklerinin en kilit noktası kullanılan sensörlerdir. Sensörlerin hassasiyet aralığına göre daha kaliteli ayrımlar yapılabilmektedir. İlerleyen çalışmalarda et teknolojisi, süt teknolojisi, meyve sebze teknolojisi gibi gıda veya sağlık, ev güvenliği gibi farklı alanlarda daha portatif bir cihaz tasarlanarak çeşitli araştırmalar gerçekleştirilebilir.

#### Teşekkür

Bu çalışmanın yürütülmesinde Gıda alanında ki yardımlarından dolayı Prof. Dr. Gülcan ÖZKAN ve Öğr. Gör. Yasemin İNCEGÜL'e teşekkürlerimi sunuyorum.

#### KAYNAKLAR

- Chiu, S. W., Tang, K. T. (2013). Towards a chemiresistive sensor-integrated electronic nose: A review. In *Sensors* 13(10), 14214-47.
- Cortes, C., Vapnik, V. (2009). Support-vector networks. *Chemical Biology & Drug Design*. 297(3), 273–297.
- Cover, T. M., Hart, P. E. (1967). Nearest Neighbor Pattern Classification. *IEEE Transactions on Information Theory*, 13(1), 21–27.
- Dey, A. (2018). Semiconductor metal oxide gas sensors: A review. *Materials Science and Engineering B*, 206–217.
- Eranna, G., Joshi, B. C., Runthala, D. P., Gupta, R. P. (2004). Oxide materials for development of integrated gas sensors-A comprehensive review.

*Critical Reviews in Solid State and Materials Sciences*, 29(3-4), 111–188.

- M. N., C., Willson, K. C. (1985). *Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage*. Clifford, M. N. (Ed.)
- Martinez, A. M., Kak, A. C. (2001). PCA versus LDA. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 23(2), 228–233.
- Safavian, S. R., Landgrebe, D. (1991). A Survey of Decision Tree Classifier Methodology. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 21(3), 660–674.
- Salzberg, S. L. (1993). C4.5: Programs for Machine Learning by J. Ross Quinlan. Morgan Kaufmann. 235–240.
- Taştan, Y. K. (2009). Sufi Şarabından Kapitalist Metaya Kahvenin Öyküsü. *Akademik Bakış*, 2(4), 53–86.
- Wilkins, F. W., Hartman, J. D. (1964). Wilkins & Hartman: Electronic Analog. *Journal of Food Science*, 29(3), 608–612.

# Analysis of the Multi-raters Agreement with Log-Linear Models

Gökçen Altun <sup>1\*</sup> 

**Abstract:** In this study, 87 digital panoramic images are classified by the three raters to assess the accuracy of diagnosis of peri-implant bone defects. The coefficient of kappa is obtained as 0.81 among the three raters, which indicates an almost perfect agreement. Then, the log-linear agreement models are applied to the data. The best model is determined based on the model selection criteria. Using the best model, we estimate the agreement parameter. It is 33 times higher for three raters to make the same decision than to make a different decision. The results show that the coefficients of the agreement only show the value of the fit between raters. On the other hand, agreement models provide a model equation for the raters, and more detailed and consistent results can be obtained by calculating the agreement and association parameters.

**Keywords:** Agreement, kappa coefficient, log-linear models, peri-implant bone effect.

<sup>1</sup>**Address:** Bartın University, Department of Computer Technology & Information Systems, Bartın, Turkey.

**\*Corresponding author:** gokcenefendioglu@gmail.com

**Citation:** Altun, G. (2021). Analysis of the Multi-raters Agreement with Log-Linear Models. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5(2): 107-110.

## 1. INTRODUCTION

The reliability of the measurements taken by the clinician or the treatment tool is the basis for the effective delivery of health services. Whether evaluations and findings recorded during clinical assessments are recorded by the same clinician at different times or by different clinicians over a short period, the result must be consistent. Consistency of evaluations reflects compliance. Compatibility measure; It is a measure of the consistency of two or more clinicians' evaluations about a patient or the consistency of a clinician's evaluations at different times (Gail and Benichou, 2000). It is known that there are inconsistencies and problems in many subjects in the medical sciences. In measurements; There may be differences depending on the specific sensitivities of the medical devices, the training and skills of the evaluators using the device, and the characteristics of the units concerned. Therefore, differences that may occur in diagnosis pose a problem (Broemeling, 2007). The compatibility studies between evaluations of multiple decision-makers, experts and diagnostic tests are frequently encountered in many areas. Categorical evaluations of interest; binary classification (yes / no, etc.), ordinal (low, medium, high) and nominal (schizophrenic, manic depression, severe depression, etc.) evaluations (Uebersax, 1992). In such studies, it is very important to investigate whether there is a statistical agreement between those who evaluate a situation. The number of raters can be more than two. They are called

multi-raters. (Saraçbaşı, 2011). The kappa coefficient of Cohen (1960) is used to measure the agreement between 2 raters, as follows

$$\kappa = \frac{\sum_{i=1}^R p_{ii} - \sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^R p_{i.} p_{.j}}{1 - \sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^R p_{i.} p_{.j}} \quad (1)$$

For the contingency tables,  $p_{ij}$  represents the probability that an observation fall in the  $i$ th row and  $j$ th column,  $p_{i.}$  and  $p_{.j}$  denote the marginal probability of the table. If the row and column classifications are ordinal, the weighted kappa is preferred. The weighted kappa is calculated by

$$\kappa = \frac{\sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^R w_{ij} p_{ij} - \sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^R w_{ij} p_{i.} p_{.j}}{1 - \sum_{i=1}^R \sum_{j=1}^R w_{ij} p_{i.} p_{.j}} \quad (2)$$

where  $w_{ij}$  is weight range  $0 \leq w_{ij} \leq 1$  (Agresti, 2002). The weight of Fleiss-Cohen-Everitt (1969) is  $w_{ij} = 1 - |i - j|/R$  and the weight of Fleiss-Cohen (1973) is  $w_{ij} = 1 - (i - j)^2 / (R - 1)^2$ .

Kendall's agreement coefficient is used to assess compatibility between more than two raters on the ordinal scale. Kendall W takes values from 0 to 1. It is a measure of

compatibility between p raters that evaluate n people. There are two ways to calculate Kendall W. First, the row marginal sums of ranks are obtained according to individuals and calculated from  $R_i$  to  $S$  or  $S'$  (Kendall et.al., 1939, Landis et.al., 1977, Lawal, 2003, Saraçbaşı, 2011, Siegel, 1956), given by

$$S = \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2 \text{ or } S' = \sum_{i=1}^n R_i^2 = SSR \quad (3)$$

where  $S$  is the sum of squares over the row totals of ranks,  $\bar{R}$  is the mean of the  $R_i$  values. The Kendall  $W$  can be derived by using the below equations

$$W = \frac{12S}{p^2(n^3-n)-pT} \text{ or } W = \frac{12S' - 3p^2n(n+1)^2}{p^2(n^3-n)-pT} \quad (4)$$

where  $t_k$  is the number of equivalent ranks within each of the  $m$  groups containing equivalent evaluations. The correction factor  $T$  for equivalent ranks is calculated as follows

$$T = \sum_{k=1}^m (t_k^3 - t_k) \quad (5)$$

These results were interpreted according to the criteria of Landis and Koch as  $\kappa < 0$  poor agreement;  $\kappa = 0-0.20$  slight agreement;  $\kappa = 0.21-0.40$  fair agreement;  $\kappa = 0.41-0.60$  moderate agreement;  $\kappa = 0.61-0.80$  substantial agreement; and  $\kappa = 0.81-1.00$  almost perfect agreement (Landis and Koch, 1977). Although the Kappa coefficient is a widely and popularly used coefficient, studies have been conducted to examine its advantages and disadvantages. (Tanner and Young MA, 1985a and 1985b). The kappa statistic reduces all information about the agreement to a single number. On the contrary, the agreement models give more detailed information about the study and have many advantages (Broemeling, 2007). In the study, the evaluation of fit models was made. Kappa coefficient was calculated for 87 panoramic images handled by three raters. The results for the calculated coefficient and model evaluation are discussed.

## 2. MATERIAL VE METHOD

### 2.1 Log-linear Models

Log-linear models for contingency tables are similar in concept to the analysis of variance used for the factor-response variable. The difference between them is that in the analysis of variance, the response variable is normally distributed continuous variables, while in the log-linear models, the response variable is assumed to be Poisson distributed. (Uebersax,1992).

In the case of more than two categorical variables, the use of chi-square independence tests in the determination of the relationship between the variables in the contingency tables becomes difficult or sometimes impossible. In this case, logarithmic linear models, which allow the testing of a much larger number of hypotheses compared to the chi-square, which do not impose restrictions on the number of rows and columns in both the two-dimensional tables where the chi-square can be applied, and the three-dimensional tables where the chi-square is insufficient, is preferred. In

the multi-dimensional contingency tables in logarithmic linear models, a model is created to investigate the relationships between the variables. The parameters in the model are estimated and the significance of this model is tested. The goodness of fit of a model is the evaluation of observed and expected frequencies by comparing them. Likelihood ratio statistics ( $G^2$ ) and Pearson chi-square test statistics are frequently used goodness-of-fit test statistics. (Agresti, 2002).

### 2.2 Agreement Models

Now, we defined the log-linear models for three-dimensional contingency tables (Uebersax, 1992).

Model:

$$1. \log(m_{ijk}) = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + I(i = j) + I(j = k) + I(j = k) + I(i = j = k) \quad (6)$$

$$2. \log(m_{ijk}) = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \beta^{AB} u_i v_j + \beta^{AC} u_i w_k + \beta^{BC} v_j w_k + I(i = j) + I(j = k) + I(j = k) + I(i = j = k) \quad (7)$$

$$3. \log(m_{ijk}) = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \beta^{AB} u_i v_j + \beta^{AC} u_i w_k + \beta^{BC} v_j w_k + \beta^{ABC} u_i v_j w_k \quad (8)$$

$$4. \log(m_{ijk}) = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \beta^{AB} u_i v_j + \beta^{AC} u_i w_k + \beta^{BC} v_j w_k + I(i = j) + I(j = k) + I(j = k) \quad (9)$$

$$5. \log(m_{ijk}) = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \beta^{AB} u_i v_j + \beta^{AC} u_i w_k + \beta^{BC} v_j w_k + I(i = j = k) \quad (10)$$

$$6. \log(m_{ijk}) = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \beta^{AB} u_i v_j + \beta^{AC} u_i w_k + \beta^{BC} v_j w_k + \beta^{ABC} u_i v_j w_k + I(i = j) + I(j = k) + I(j = k) \quad (11)$$

$$7. \log(m_{ijk}) = \lambda + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_k^C + \beta^{AB} u_i v_j + \beta^{AC} u_i w_k + \beta^{BC} v_j w_k + \beta^{ABC} u_i v_j w_k + I(i = j) + I(j = k) + I(j = k) + I(i = j = k) \quad (12)$$

If the terms of the models will be explained;  $m_{ijk}$  is the expected frequency. The parameter  $\lambda$  shows the constant term. The parameter  $\lambda_i^A$  shows the effect of  $i$ th decision of rater A. The parameter  $\lambda_j^B$  shows the effect of  $i$ th decision of rater B. The parameter  $\lambda_k^C$  shows the effect of  $i$ th decision of rater C where  $i, j, k=1, \dots, R$  and  $R$  represents the rating category. The below constraints should be hold

$$\sum_{i=1}^R \lambda_i^A = \sum_{j=1}^R \lambda_j^B = \sum_{k=1}^R \lambda_k^C = 0,$$

where  $\beta^{AB}$ ,  $\beta^{AC}$ ,  $\beta^{BC}$  are association parameters between two evaluators. However, the parameter  $\beta^{ABC}$  is the association parameter between three evaluators.  $u_i$ ,  $v_j$  and  $w_k$  are respectively the score values that belong to evaluators A, B, and C. They are defined as  $u_i = i$  for rater A;  $v_j = j$  for rater B;  $w_k = k$  for rater C. The parameters  $I(i = j)$ ,  $I(j = k)$  and  $I(j = k)$  are agreement parameters between two evaluators. However,  $I(i = j = k)$  is the agreement parameter between three r evaluators (Saraçbaşı, 2011).

### 2.3 Data Analysis

#### 2.3.1 Data

The models introduced in the previous section are applied on a real data set. The research protocol was approved by the Ethical Committee for Animal Research of the Ordu University with the assignment protocol 2016/14. The images were evaluated separately by three raters, each of whom had at least 10 years of experience in implant surgery or imaging applications. The raters scored the images on a five-point Likert scale asking whether a peri-implant bone defect was (1) definitely absent, (2) probably absent, (3) unsure, (4) probably present, (5) definitely present. There are too many sample zeros in the original study. For this reason, the categories (1)-(2) and (4)-(5) have been combined and the number of levels has been reduced. The results belonging to the raters are given in Table 1.

**Table 1.** The results of 87 digital panoramic images according to 3 raters

A	B	C		
		1	2	3
1	1	33	4	1
	2	0	0	3
	3	0	2	1
2	1	0	1	0
	2	0	3	0
	3	0	0	0
3	1	3	0	1
	2	0	2	0
	3	3	2	28

### 3. RESULTS

The weighted kappa coefficient is calculated as 0.70 between rater A and B, 0.74 between rater A and C, and 0.58 between rater B and C. According these results, we conclude that the agreement between the A-B and A-C raters are substantial, while the agreement between the B-C rater is moderate. The Kendall's coefficient of congruence, calculated for the fit between three raters, is obtained as 0.81. So, the agreement between the three raters is substantial. The models given in Section 2.2 are fitted to the current data and the results are given in Table 2.

**Table 2.** The goodness of fit statistics of models and information criteria

Models	$G^2$	df	p-value	AIC
1	22.246	16	0.135	-9.754
2	16.919	13	0.203	-9.081
3	43.251	16	<0.000	-
4	21.959	14	0.079	-6.041
5	18.691	16	0.285	-13.309
6	21.641	13	0.061	-4.359
7	16.595	12	0.165	-7.405

All models, except 3 provides accurate fits to the data set. To select the best fitted model, the Akaike Information Criterion ( $AIC = G^2 - 2df$ ) is calculated. It is the best model with the smallest AIC value. According to this rule, model 5 is selected as a best model. The parameter estimates and odds ratios are calculated for model 5 and given in Table 3.

**Table 3.** Parameter estimates and odds ratio values of Model 5

Parameter	Estimation	St. Error	Z-value	Odds Ratio
$\beta^{AB}$	0.386	0.299	1.292	1.471
$\beta^{AC}$	-0.775	0.403	-1.925**	2.171
$\beta^{BC}$	0.324	0.388	0.836	1.383
$I(i = j = k)$	3.502	0.842	4.158*	33.182

\*p<0.05 \*\*p<0.10

According to the results in Table 3; The highest relationship between raters is between A and C, while the lowest is between rater B and rater C. Based on the odds ratios from Table 3, the probability of giving i+1 decision rather than i of rater C is 2 times higher than giving i+1 decision rather than i of rater A. 3 raters are 33 times more likely to make the same decision than they are to make a different decision.

### 4. DISCUSSION

For nominal variables, agreement between raters is measured by the kappa coefficient. If the variables are ordinal, it is more appropriate to use the weighted kappa coefficient. The agreement between 3 or more raters is measured by Kendall's agreement coefficient. However, since these calculated coefficients are a single number, they are not sufficient for a detailed interpretation. For this reason, in addition to calculating kappa coefficient, agreement analysis with log-linear models has become widespread. In studies where the scale is in order, it is important to use log-linear models to evaluate agreement and association separately. In these models, the association and agreement parameters can be estimated and interpreted separately. Odds ratios are obtained with the calculated parameters and allow the interpretation of the relationship. In this study, seven different models that examine agreement and association separately and together are introduced. Models were implemented for an agreement between more than two evaluators. In other words, this study offers that researchers can make a more detailed interpretation about modeling the agreement between raters and their work with the obtained parameters.

### REFERENCES

Agresti A. Categorical data analysis. New York: Wiley; 2002.  
 Broemeling, Lyle D. Bayesian biostatistics and diagnostic medicine. CRC press, 2007.



- Cohen JA. Coefficient of agreement for nominal scales. Educational and Psychological Measurement 1960; 20: 37-46.
- Fleiss J, Cohen J, Everitt, BS. Large sample standard errors of kappa and weighted kappa. Psychological Bulletin 1969; 72: 323-7.
- Fleiss J, Cohen J. The equivalence of weighted kappa and intraclass correlation coefficient as measure of reliability. Educational and psychological measurement 1973; 33: 613-9.
- Gail M H, Benichou J. Encyclopedia of Epidemiologic Methods. 1st Ed., New York: Wiley, 2000: 35-47.
- Kendall M G, Babington-Smith B. The Problem of m Rankings. The Annals of Mathematical Statistics, 1939; 10 (3): 275- 287.
- Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics 1977; 33: 159-74.
- Lawal, HB., Categorical Data Analysis with SAS and SPSS Application. Lawrence Erlbaum Association Publisher, London, 2003
- Saraçbaşı, Tülay. "Agreement models for multiraters." Turkish Journal of Medical Sciences 41.5 (2011): 939-944.
- Siegel S. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. New York: McGraw- Hill, 1956.
- Tanner MA, Young MA. Modeling agreement among raters. Journal of American Statistical Association 1985a; 80: 175-80.
- Tanner MA, Young MA. Modeling ordinal scale disagreement. Psychological Bulletin 1985b; 98: 408-15.
- Uebersax, J. S. "Modeling approaches for the analysis of observer agreement." Invest Radiol 27.9 (1992): 738-743.

## Üretiminde Çeşitli Gübre Karışımları Uygulanmış ve Farklı Zamanlarda Hasat Edilmiş Kekik (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) Bitkisinin Uçucu Bileşen Grupları

Samim Yaşar<sup>1\*</sup>, Nevriye Sicim<sup>1</sup>

**Özet:** Doğal ortamından köklenerak elde edilen Kekik (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) bitkisi Konya ili Beyşehir ilçesinde kültüre alınmıştır. Üretimde, Azot + Fosfor + Potasyum (K1), Mikro Elementler (Bor + Bakır + Demir + Mangan + Molibden + Çinko) (K3) ve Azot + Fosfor + Potasyum + Mikro Elementlerden (Bor + Bakır + Demir + Mangan + Molibden + Çinko) (K2 ve K4) oluşan gübre karışımları uygulanmıştır. Hasat Ağustos, Eylül ve Ekim 2019 olmak üzere üç ayrı dönemde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgularda, kekik bitkisinde monotermen bileşiklerinin %60.66 ile K4 gübreleme uygulaması örneğinin Ekim ayı hasadında, seskiterpen bileşiklerinin %11.52 ile K0 kontrol örneğinin Eylül ayı hasadında ve alkol bileşiklerinin %69.64 ile K1 gübreleme uygulaması örneğinin Eylül ayı hasadında en yüksek değerlere ulaştığı görülmüştür. Sonuç olarak, çeşitli gübre karışımları kullanılarak farklı dönemlerde hasat edilen kekik bitkisi örneklerinde uçucu bileşen gruplarının miktarlarında farklılık oluşabileceği anlaşılmıştır. Bu durum, bitkiyi hammadde olarak kabul eden ilgili endüstriyel alanlar için hammadde içerik özellikleri bakımından geniş bir yelpaze sunulabileceğini göstermiştir.

**Anahtar kelime:** Kekik, gübre karışımı uygulamaları, hasat zamanı, çucu bileşen grupları, SPME, GC-MS..

## Volatile Component Groups of Thyme (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) Harvested at Different Times After Various Fertilizer Mixtures Applying During Production

**Abstract:** Thyme (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) plant obtained by rooting from its natural environment was cultivated in Konya province Beyşehir district. In production, Nitrogen + Phosphorus + Potassium (K1), Micro Elements (Boron + Copper + Iron + Manganese + Molybdenum + Zinc) (K3) and Nitrogen + Phosphorus + Potassium + Micro Elements (Boron + Copper + Iron + Manganese + Molybdenum + Zinc) (K2 and K4) formed fertilizer mixtures were applied. Thyme samples were harvested in three different periods as August, September and October 2019. The findings showed that the monoterpene compounds with 60.66% in the October harvest of thyme produced using K4 fertilizer mixture application, the sesquiterpene compounds with 11.52% in the September harvest of thyme (K0 control sample), and the alcohol compounds with 69.64% in the September harvest of thyme produced using K1 fertilizer mixture application reached the highest values. As a result, it was showed that the contents of volatile component groups could be differentiated in the thyme plant harvested in different periods after using various fertilizer mixtures during production. Thus, a wide range of raw material content properties can be offered for the relevant industrial areas that accept thyme as a raw material.

**Keywords:** Thyme, fertilizer mixture applications, harvesting time, volatile component groups, SPME, GC-MS.

**<sup>1</sup>Address (adres):** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta.

**\*Corresponding author (sorumlu yazar):** samimiyasar@isparta.edu.tr

**Citation (atıf):** Yaşar, S., Sicim, N. (2021) Üretiminde Çeşitli Gübre Karışımları Uygulanmış ve Farklı Zamanlarda Hasat Edilmiş Kekik (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) Bitkisinin Uçucu Bileşen Grupları. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5(2): 111-117.

## 1.GİRİŞ

Türkiye’de “Kekik” olarak adlandırılan *Thymus* türlerinden hastalıkların önlenmesi, iyileştirilmesi ve sağlığın sürdürülmesi için geleneksel ve modern tıpta sıkça faydalanılmaktadır. Bununla birlikte besin takviyeleri, bitkisel çay, baharat ve çeşni halinde besin maddesi olarak da tüketilmektedir (Başer, 2001). *Thymus* türleri gıda endüstrisinde çeşitli besin maddelerinde lezzet verici olarak kullanılmalarının yanı sıra antimikrobiyal özelliklerinden dolayı gıdalarda koruyucu madde olarak da değerlendirilmektedir. Kozmetik endüstrisinde sabun, krem ve losyonların üretilmesinde koku verici etkisinden yararlanılmaktadır. *Thymus* türlerine ait uçucu yağlar antioksidan özelliklerinden dolayı beslenmede destekleyici olarak yer bulmakta, ayrıca alternatif tıpta antifungal, antiseptik, antibakteriyel, antitussif, antispazmodik, ekspektoran ve analjezik olarak değerlendirilmektedir (Cosentino vd., 1999; Hedhili vd., 2002; Rasooli ve Mirmostafa, 2002; Kabouche vd., 2005; Rasooli vd., 2006; Selvi vd., 2012; Sargın vd., 2015).

Lamiaceae (Labiatae) familyasının en tanınmış cinslerinden olan *Thymus* L., Türkiye’de 39 tür ve 60 takson ile temsil edilmekle birlikte endemiklik oranının %45 olduğu bilinmektedir (Başer, 2002). *Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L., 400-2700 m yükseltilerdeki dağ bozkırları ve kayalık yamaçları yetişme alanı olarak seçen çok yıllık bir bitkidir. Yarı çalı yetişme formuna sahiptir ve 5-8 adet çiçeklenme yapmaktadır. Yayılış alanını Türkiye ve Ege adaları oluşturmaktadır (Tübives, 2021).

Türkiye’de, 2019 yılında 157074 dekarlık alanda 17965 ton kekik üretimi yapılmış ve 16756 ton kekik ihracatı gerçekleştirmiştir (TÜİK, 2020a ve 2020b). Bununla birlikte geçmişten bugüne kekik yetişme alanlarının azaldığına dikkat çekilmektedir. Aşırı faydalanma sebebiyle kekik üretim alanlarındaki tahribatın artması ve bazı endemik türlerin yok olmaya yüz tutması, kekiğin kültüre alınarak yetiştirilmesine yönelik çalışmaları gündeme getirmiştir (Baydar, 2001; Baydar, 2002; Karlı vd., 2020). Önceleri ihracatı gerçekleştirilen kekiğin %95’i doğal ortamından sağlanırken (Sarı ve Oğuz, 2002; Şafak ve Okan, 2004), son yıllarda ihraç edilen kekiğin %50’sinin tarımsal alanlardan temin edildiği belirtilmiştir (Özguven vd., 2005).

Gübreleme, bitkisel üretimde verim ve kalitenin artırılmasına yönelik uygulanan çeşitli yöntemlerden birisini oluşturmaktadır. Gübreleme yolu ile bitki besin elementlerinin takviyesi yapılmaktadır. Bitki besin maddeleri, bitkinin büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan

ve başka kimyasal elementler ile ikame edilemeyen maddeleridir (Gezgin ve Hamurcu, 2006). Besin elementleri, bitki gelişiminde önemli rol oynamaktadırlar ve bir veya birkaçının eksikliği verim ve kalitede olumsuz etkiler yaratmaktadır (Fageria vd., 2002; Rice, 2007; Saraçoğlu vd., 2014). Bitki gelişiminde mutlaka gerek duyulan 17 element söz konusudur. Bunlar makro ve mikro elementler olarak iki grupta değerlendirilmektedirler. Makro elementler karbon, hidrojen, oksijen, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürtten, mikro elementler ise demir, mangan, çinko, bakır, bor, klor, nikel ve molibdenen oluşmaktadır (Çepel, 1996; Jones ve Jacobsen, 2001; Epstein ve Bloom, 2005). Söz konusu makro ve mikro elementler bitkiler tarafından toprak, hava ve sudan tedarik edilmektedirler. Mineral olmayan besin elementleri olarak düşünülen karbon, hidrojen ve oksijen bitkiler tarafından çoğunlukla hava ve sudan alınmaktadır (Jones ve Jacobsen, 2001; Fageria, 2009; Kacar ve Katkat, 2010). Diğer zorunlu 14 element ise bitkilerce doğrudan topraktan alınmaktadır (Wild, 1993; Kantarcı, 2000; Gardiner ve Miller, 2008).

Birçok bitkisel üründe birim alandan en yüksek verim elde edilmesi amaçlanırken, tıbbi ve aromatik bitkilerde yüksek verimin yanı sıra birim alandan elde edilen etken madde verimi ve kalitesi de önem arz etmektedir. Çünkü bu bitkilerde esas olarak kullanılan kısım öncelikle uçucu yağ olmak üzere o bitkinin bileşimini oluşturan maddelerdir (Bayar ve Çınar, 2020). *Thymus* türlerinin uçucu yağ içeriklerinde en önemli bileşenlerin timol, karvakrol, linalool, p-simen, geraniol ve borneol olduğunu ortaya konmuş ve bitki dünyasında monoterpenoid alkollerin en önemli kaynağının *Thymus* türleri olduğu belirtilmiştir (Stahl-Biskup, 2002).

Bu çalışmada, doğal yetişme alanından köklenecek alınan kekik (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) bitkisi kültüre alınmış, devamında makro ve mikro besin elementlerinden oluşan çeşitli gübre karışımları uygulanmış ve birer ay arayla üç ayrı dönemde ürün hasadı yapılmıştır. Kekik bitkisine ait örneklerdeki uçucu bileşenlerin izolasyonunda SPME (katı faz mikro ekstraksiyon) yöntemi uygulanarak analizler GC-MS ile gerçekleştirilmiştir. Gübreleme uygulamaları ve hasat zamanlarının kekik bitkisine ait uçucu bileşenlerin oluşturduğu gruplar üzerine etkileri değerlendirilmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Konya ili Beyşehir ilçesi Muslu Yayla mevki 1750 m yükseltiden 23 Mayıs 2019 tarihinde köklenecek temin edilen kekik bitkisi, Konya ili Beyşehir ilçesi İslibucak mevki 1345 m yükseltide kültüre alınmıştır. Köklendirme

süreci 24 Haziran 2019 tarihine kadar devam etmiş ve bu dönemde sadece sulama işlemi gerçekleştirilmiştir. Köklendirme aşaması tamamlanan kekik bitkileri, farklı gübre uygulamaları ile yetiştirilmiştir. Gübreleme, 5 adet bitkiden oluşan her bir gruba Azot + Fosfor + Potasyum + Mikro Elementler (Bor + Bakır + Demir + Mangan + Molibden + Çinko) 2 + 2 + 2 + 0.25 g/bitki (K1), Azot + Fosfor + Potasyum + Mikro Elementler (Bor + Bakır + Demir + Mangan + Molibden + Çinko) 0.25 g/bitki (K2 ve K4), Mikro Elementler (Bor + Bakır + Demir + Mangan + Molibden + Çinko) 0.25 g/bitki (K3) şeklinde yapılmıştır. K1, K2, K3 ve K4 uygulamalarında, gübreleme bitki başına 2 L sıvı halinde 5 günlük periyotlarda saat 17:00 ile 20:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Gübreleme şekli K1, K2 ve K3 uygulamalarında topraktan gübreli su verilerek, K4 uygulamasında ise bir sulamada topraktan gübreli su, bir sulamada tatlı su verilerek düzenlenmiştir. Doğal yetiştirme ortamında takibi yapılarak elde edilen örnek kontrol (K0) olarak kullanılmıştır. Kekik bitkisine ait örnekler 02 Ağustos 2019, 02 Eylül 2019 ve 02 Ekim 2019 olmak üzere

üç ayrı dönemde hasat edilmiştir. Örneklerin toprak üstü kısımlarının kurutulması oda sıcaklığında karanlık bir ortamda gerçekleştirilmiştir (Yaşar ve Sicim, 2021).

Kurutulan örnekler SPME ve GC-MS analizleri Yaşar ve Sicim (2021)'e göre yapılmıştır. Elde edilen bulguların istatistiksel değerlendirilmesi için Basit varyans analizi (Anova Testi) ve Duncan testi, MiniTab 16 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kültüre alınmış kekik bitkisinin çeşitli gübre karışımı uygulamaları ile yetiştirilmiş örneklerindeki bileşen gruplarına ait miktarlar Çizelge 1'de verilmiştir. Varyans analizi sonucunda bileşen gruplarının  $p < 0.001$  düzeyinde farklılaştığı görülmüş ve Duncan testine göre ortaya çıkan homojen gruplar verilmiştir.

**Çizelge 1.** Gübre karışımı uygulamalarının kekik bitkisi uçucu bileşen gruplarına etkileri

Bileşen grupları	K0 (%)	K1 (%)	K2 (%)	K3 (%)	K4 (%)
<b>Ağustos hasadı</b>					
Monoterpen	48.63 a <sup>1</sup>	38.09 b	45.75 c	36.03 d	40.24 e
Seskiterpen	6.95 a	6.70 a	4.30 b	6.91 a	10.36 c
Alkol	39.44 a	50.91 b	45.24 c	51.92 d	47.15 e
<b>Eylül hasadı</b>					
Monoterpen	39.94 a	19.66 b	30.4 c	30.62 c	38.83 d
Seskiterpen	11.52 a	7.95 b	6.61 c	4.94 d	8.25 b
Alkol	40.15 a	69.64 b	55.42 c	60.56 d	51.98 e
<b>Ekim hasadı</b>					
Monoterpen	52.06 a	39.37 b	43.19 c	50.41 d	60.66 e
Seskiterpen	2.89 a	3.97 b	3.70 c	2.81 a	1.98 d
Alkol	37.21 a	51.58 b	46.62 c	41.86 d	31.13 e

1: Duncan testi ile belirlenen homojen gruplar monoterpen, seskiterpen ve alkol bileşikleri için her satırda farklı harflerle ifade edilmiştir,  $p < 0.001$

Monoterpen bileşikleri miktarında, ağustos ve eylül hasatlarında K0 örneğine göre tüm gübreleme uygulamalarına ait örneklerde düşüş görülmüştür. Ekim hasadında ise K0 örneğine göre K1, K2 ve K3 örneklerinde monoterpen bileşikleri miktarında azalış, K4 örneğinde artış tespit edilmiştir. Seskiterpen bileşikleri miktarında, ağustos hasadında K0 örneğine göre K4 örneğinde belirgin bir artış ortaya çıkmış, eylül hasadında ise K0 örneğine göre K1, K2, K3 ve K4 örneklerinde belirgin bir düşüş saptanmıştır. Ekim hasadında, K0 örneğine göre gübreleme uygulamaları sonucu elde edilen örneklerde seskiterpen bileşikleri miktarında sadece küçük değişiklikler gözlenmiştir. Alkol

bileşiklerinin miktarında, ağustos ve eylül hasatlarında K0 örneğine göre K1, K2, K3 ve K4 örneklerinde belirgin bir artışın olduğu belirlenmiştir. Ekim hasadında ise K0 örneğine göre alkol bileşikleri miktarının K1, K2 ve K3 örneklerinde yükseldiği, K4 örneğinde azaldığı görülmüştür (Çizelge 1).

Kültüre alınmış kekik bitkisinin farklı hasat zamanlarında toplanan örneklerindeki bileşen gruplarına ait miktarlar Çizelge 2'de verilmiştir. Yapılan varyans analizine göre farklı hasat zamanlarında bileşen grupları arasında istatistiksel olarak önemli ( $p < 0.001$ ) farklar tespit edilmiştir.

**Çizelge 2.** Hasat zamanının kekik bitkisi uçucu bileşen gruplarına etkileri

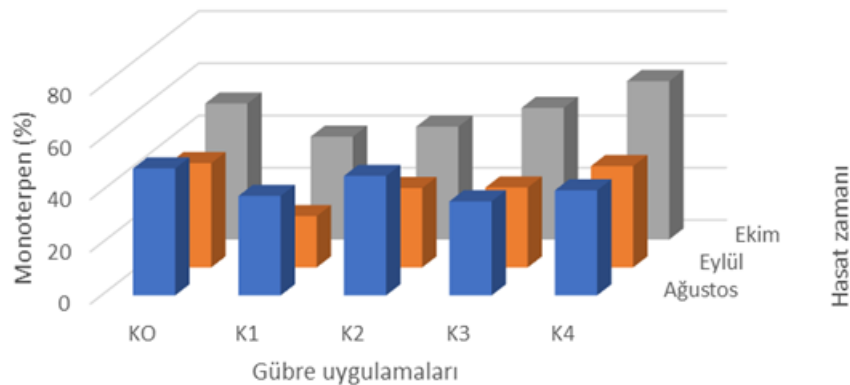
Bileşen grupları	Ağustos hasadı (%)	Eylül hasadı (%)	Ekim hasadı (%)
<b>K0</b>			
Monoterpen	48.63 a <sup>1</sup>	39.94 b	52.06 c
Seskiterpen	6.95 a	11.52 b	2.89 c
Alkol	39.44 a	40.15 b	37.21 c
<b>K1</b>			
Monoterpen	38.09 a	19.66 b	39.37 c
Seskiterpen	6.70 a	7.95 b	3.97 c
Alkol	50.91 a	69.64 b	51.58 c
<b>K2</b>			
Monoterpen	45.75 a	30.4 b	43.19 c
Seskiterpen	4.30 a	6.61 b	3.70 c
Alkol	45.24 a	55.42 b	46.62 c
<b>K3</b>			
Monoterpen	36.03 a	30.62 b	50.41 c
Seskiterpen	6.91 a	4.94 b	2.81 c
Alkol	51.92 a	60.56 b	41.86 c
<b>K4</b>			
Monoterpen	40.24 a	38.83 b	60.66 c
Seskiterpen	10.36 a	8.25 b	1.98 c
Alkol	47.15 a	51.98 b	31.13 c

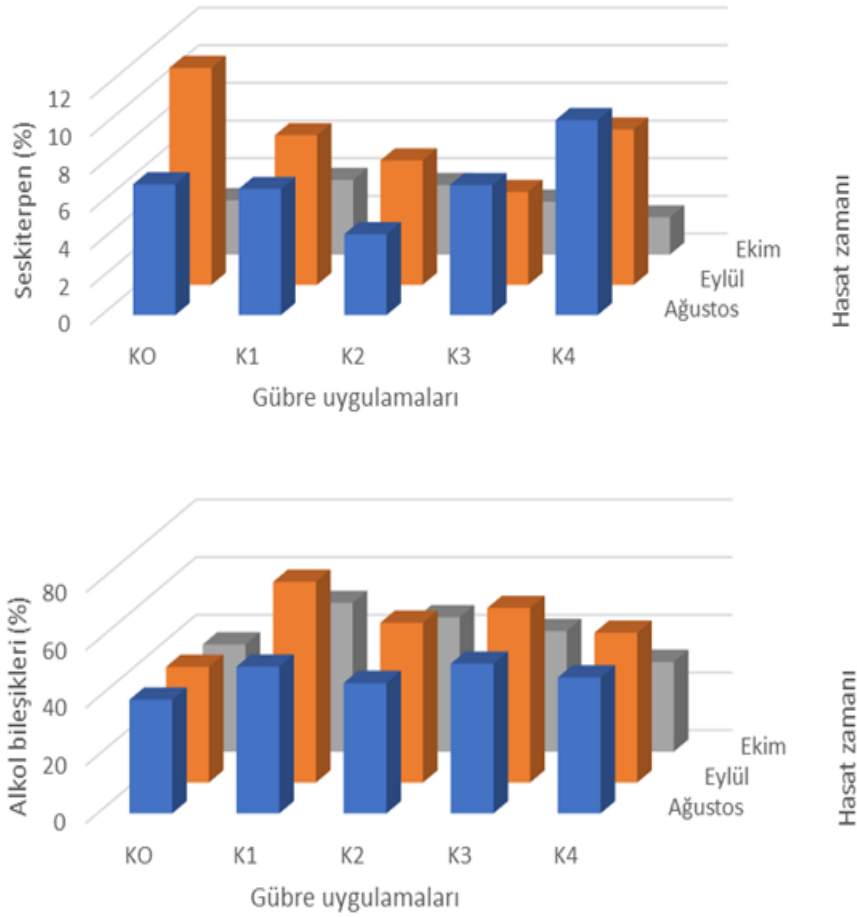
1: Duncan testi ile belirlenen homojen gruplar monoterpen, seskiterpen ve alkol bileşikleri için her satırda farklı harflerle ifade edilmiştir,  $p < 0.001$

Monoterpen bileşikleri miktarı, K0, K1, K3 ve K4 örneklerinin eylül hasadında ağustos hasadına göre düşüş sergilerken, ekim hasadında artış göstermiştir. Ancak, K2 örneğinin ekim hasadında monoterpen bileşikleri miktarının ağustos hasadına göre azaldığı gözlenmiştir. Seskiterpen bileşikleri miktarında, K0, K1 ve K2 örneklerinin ağustos hasadına göre eylül hasadında artış, buna karşın ekim hasadında düşüş belirlenmiştir. K3 ve K4 örneklerinin ağustos hasadından itibaren diğer hasat dönemlerinde seskiterpen bileşikleri miktarında sürekli bir düşüş saptanmıştır. Alkol bileşikleri miktarında K1 ve K2 örneklerinin eylül ve ekim hasatlarında ağustos hasadına

göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Diğer örneklerde alkol bileşiklerinin miktarı ağustos hasadına göre eylül hasadında yükselmiş, ekim hasadında azalmıştır (Çizelge 2).

Monoterpen bileşikleri %60.66 ile K4 gübreleme uygulaması örneğinin ekim hasadı, seskiterpen bileşikleri %11.52 ile K0 kontrol örneğinin eylül hasadı ve alkol bileşikleri %69.64 ile K1 gübreleme uygulaması örneğinin eylül hasadında en yüksek değerde elde edilmiştir (Şekil 1).





Şekil 1. Kekik bitkisi uçucu bileşen grupları

Kekik bitkisi üretiminde kullanılan gübreleme uygulamalarının, elde edilen örneklerde monoterpen ve alkol bileşiklerinin oranında çoğunlukla artış sağladığı, seskiterpen bileşiklerinin oranında düşüğe neden olduğu söylenebilir. Yaşar ve Sicim (2021), kekik bitkisi K4 gübre karışımı uygulamasının ekim hasadında *p*-simen oranını %43.76 ve  $\gamma$ -terpinen oranını %8.85, K1 gübre karışımı uygulamasının eylül hasadında karvakrol oranını %67.01 olarak belirtmişlerdir. Bu durum, söz konusu bileşiklerin kekik bitkisinin K4 gübre karışımı uygulamasının ekim hasadından elde edilen örneklerde monoterpen ve K1 gübre karışımı uygulamasının eylül hasadından elde edilen örneklerde alkol bileşiklerinin oranının yüksek değerlerde elde edilmesine neden olduklarını göstermektedir. Aynı çalışmada, K0 kontrol örneğinin eylül hasadında monoterpen bileşikleri *p*-simen ile  $\gamma$ -terpinen ve alkol bileşikleri timol ile karvakrol oranlarının göreceli olarak düşük oluşu seskiterpen bileşiklerinin oranının yüksek olmasını açıklamaktadır.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğal ortamından elde edilen kekik (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) bitkisi Konya ili Beyşehir ilçesinde kültüre alınmıştır. Bitkinin üretiminde Azot + Fosfor + Potasyum (K1), Mikro Elementler (Bor + Bakır + Demir + Mangan + Molibden + Çinko) (K3) ve Azot + Fosfor + Potasyum + Mikro Elementler (Bor + Bakır + Demir + Mangan + Molibden +

Çinko) (K2 ve K4) gübre karışımları kullanılmış, ağustos, eylül ve ekim 2019 aylarında üç ayrı dönemde hasat gerçekleştirilmiştir. Monoterpen bileşiklerinin %60.66 ile K4 gübreleme uygulaması örneğinin ekim hasadı, seskiterpen bileşiklerinin %11.52 ile K0 kontrol örneğinin eylül hasadı ve alkol bileşiklerinin %69.64 ile K1 gübreleme uygulaması örneğinin eylül hasadında en yüksek değerde olduğu görülmüştür. Çalışma bulguları, çeşitli gübre karışımları kullanılarak farklı dönemlerde hasat edilen kekik bitkisi örneklerinin uçucu bileşen gruplarının miktarlarında farklılaşma gerçekleştirilebileceğini göstermiştir. Bu durum, bitkiyi hammadde olarak kabul eden ilgili endüstriyel alanlar için hammadde içerik özellikleri bakımından geniş bir yelpaze sunulabileceğini ortaya koymuştur.

#### Teşekkür

Bu çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi tarafından sağlanan 2019-YL1-0039 nolu proje desteği ile gerçekleştirilmiştir. Sağlamış oldukları destekten dolayı Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi'ne teşekkürlerimizi sunarız.

**KAYNAKLAR**

- Başer, K. H. C. (2001). Her derde deva bir bitki Kekik. *Bilim ve Teknik*, Mayıs, 2001: 74-77.
- Başer, K. H. C. (2002). Aromatic biodiversity among the flowering plant taxa of Turkey. *Pure Appl. Chem.*, 74, 527-545.
- Bayar, F. U., Çınar, O. (2020). Kültür koşullarında yetiştirilen farklı origanum spp. türlerinin bazı verim ve kalite parametreleri. *Derim*, 37(1), 10-17.
- Baydar, H. (2001). Isparta'nın tıbbi ve aromatik bitkiler çeşitliliği ve kültüre alma olanakları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5, 35-44.
- Baydar, H. (2002). Isparta koşullarında İzmir kekiğinin (*Origanum onites* L.) verimi ve uçucu yağ kalitesi üzerine araştırmalar. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6, 15-21.
- Cosentino, S., Tuberoso, C. I. G., Pisano, B., Satta, M., Mascia, V., Arzedi, E., Palmas, F. (1999). In vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian Thymus essential oils. *Letters in Applied Microbiology*, 29 (2), 130-135.
- Çepel, N. (1996). Toprak ilmi. İÜ Yayın No 3945, Orman Fakültesi Yayın No: 438. İstanbul.
- Epstein, E., Bloom, A. (2005). *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*. 2nd Edition, Sunderland, Mass: Sinauer Associates, USA.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C., Clark, R. B. (2002). Micronutrient in crop production. *Adv. Agron.*, 77, 185-268.
- Fageria, N. K. (2009). *The Use of Nutrients in Crop Plants*. CRC Pres, Boca Raton, Florida, New York.
- Gardiner, D. T., Miller, R. W. (2008). *Soils in Our Environment*. 11th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, Ne Jersey, USA.
- Gezgin, S., Hamurcu, M. (2006). Bitki beslemede besin elementleri arasındaki etkileşimin önemi ve bor ile diğer besin elementleri arasındaki etkileşimler. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(39), 24-31.
- Hedhili, L., Romdhane, M., Abderrabba, A., Planche, H., Cherif, I. (2002). Variability in essential oil composition of Tunisian Thymus capitatus (L.) Hoffmanns. et Link. *Flavour and Fragrance Journal*, 17 (1), 17-26.
- Jones, C., Jacobsen, J. (2001). *Plant Nutrition and Soil Fertility*. Nutrient management module 2. Montana State University Extension Service. Publication, 4449-2.
- Kabouche, A., Kabouche, Z., Bruneau, C. (2005). Analysis of essential oil of Thymus numidicus (Poiret) from Algeria. *Flavour and Fragrance Journal*, 20, 235-236.
- Kacar, B., Katkat, V. (2010). *Bitki Besleme*. 5. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti, Kızılay-Ankara.
- Kantaracı, M. D. (2000). *Toprak İlmi*. İÜ Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İ Ü Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, İstanbul.
- Karlı, B., Demir, Z., Dalgıç, A. (2020). Denizli İlinde Kekik Üretimi Yapan İşletmelerin Sosyo-Ekonomik Yapısı ve Sorunları. *ISUBÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 151-160.
- Özgülven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoglu, F., Ekren, S. (2005). Tütün, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretimi ve Ticareti. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, Bildiri Kitabı, 1:481-501, Ankara.
- Rasooli, I., Mirmostafa, S. A. (2002). Antibacterial properties of Thymus pubescens and Thymus serpyllum essential oils. *Fitoterapia*, 73(3), 244-250.
- Rasooli, I., Rezaei, M. B., Allameh, A. (2006). Growth inhibition and morphological alterations of Aspergillus niger by essential oils from Thymus eriocalyx and Thymus x-parlock. *Food Control*, 17, 3-59.
- Rice, R. W. (2007). The physiological role of minerals in the plant. In: Datnoff, L. E., Elmer, W. H., Huber, D. M. (ed.) *Mineral nutrition and plant disease*. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.
- Saraçoğlu, M., Sürücü, A., Koşar, İ., Taş, M. A., Aydoğdu, M., Kara, H. (2014). Şanlıurfa ili Halfeti ilçesi topraklarının bazı özellikleri ve bitki besin elementi kapsamının belirlenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 2(2), 38-45.
- Sargın, S. A., Selvi, S., Lopez, V. (2015). Ethnomedicinal plants of Sarigöl district (Manisa), Turkey. *Journal of Ethnopharmacology*, 171, 64-84.
- Sarı, A. O., Oğuz, B. (2002). Kekik, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 108, İzmir.
- Selvi, S., Satıl, F., Polat, R., Çakılcıoğlu, U. (2012). Kazdağlarından (Balıkesir-Edremit) Toplanan ve Bölgedeki Aktarlarda Satılan Tıbbi Bitkiler Üzerine Bir Araştırma. *Kazdağları III. Ulusal Sempozyumu*, 24-26 Mayıs 2012, Edremit Balıkesir, s: 505-513.
- Stahl-Biskup, E. (2002). Thyme as a herbal drug-pharmacopoeias and other product characteristics. In Stahl-Biskup and Saez (ed.) *The genus Thymus*, Taylor and Francis, London, 293.
- Şafak, İ., Okan, T. (2004). Kekik, Defne ve Çamfıstığı'nın Üretimi ve Pazarlaması. *DOA Dergisi*, 10, 101-129.
- Tübives. (2021). Türkiye bitkileri veri servisi. <http://www.tubives.com>, Erişim: 04.03.2021
- TÜİK, (2020a). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, Erişim tarihi: 13.07.2020
- TÜİK, (2020b). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/disticaret.zul?param1=25&param2=0&sitcrev=0&isicrev=0&sayac=5802>, Erişim tarihi: 17.07.2020

Wild, A. (1993). *Soils and The Environment: An Introduction*. 1st Edition, Cambridge University Pres, UK.

Yaşar, S., Sicim, N., (2021). Çeşitli gübre karışımı uygulamaları ve hasat zamanının kekik (*Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *sipyleus* L.) bitkisinin ana uçucu bileşenleri üzerine etkileri. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 22(2), 151-156.



## Kraft Kağıt Hamuru Üretimi Öncesinde Uygulanan Ön Hidrolizin Karakavak (*Populus nigra* L.) Odunu Yongalarının Kimyasal Bileşimi Üzerine Etkileri

Samim Yaşar<sup>1\*</sup>, Gürcan Güler<sup>1</sup>

**Özet:** Ön hidroliz, kraft kağıt hamuru üretiminden önce hemiselülozların uzaklaştırılması için odun yongalarının yüksek sıcaklıkta işleme tabi tutulması olarak tanınmaktadır. Bu çalışmada, Karakavak (*Populus nigra* L.) yongalarına 5, 10, 15, 20, 30 ve 50 dakika boyunca 170 °C'de sıcak su ile ön hidroliz uygulanmış ve ön hidrolizin yongaların kimyasal bileşiminde yarattığı değişimler incelenmiştir. Ön hidroliz, yongaların  $\alpha$ -selüloz ve ekstraktif madde içeriklerini artırırken, lignin, holoselüloz ve hemiselüloz içeriklerini azaltmıştır. Hemiselülozların ön hidroliz işleminin ilk dakikalarında hızla azaldığı gözlemlenmiştir. Hemiselüloz birimlerinden ksiloz, mannoz ve galaktoz miktarlarında ön hidroliz sürecinde belirgin bir düşüş tespit edilmiştir. Arabinoz içeriğinde küçük değişiklikler gerçekleşmiştir. Galaktoz ön hidrolizin on beşinci dakikasında, ramnoz ise ilk dakikalarında yongaları terk etmiştir. 170 °C'de Karakavak yongalarından hemiselülozların %78.43'ünü uzaklaştırması ve  $\alpha$ -selüloz oranını %18.71 artırması nedeniyle sıcak su ile en uygun hidroliz süresinin otuz dakika olabileceği görülmüştür.

**Anahtar kelime:** Karakavak, ön hidroliz, kimyasal bileşim.

## Effects Of Pre-Hydrolysis Applied Before Kraft Pulp Production on The Chemical Composition of Black Poplar (*Populus nigra* L.) Wood Chips

Samim Yaşar<sup>1\*</sup>, Gürcan Güler<sup>1</sup>

**Abstract:** Pre-hydrolysis is recognized as the high temperature treatment of wood chips to remove hemicelluloses prior to kraft pulp production. In this study, black poplar (*Populus nigra* L.) chips were pre-hydrolyzed with hot water at 170 °C for 5, 10, 15, 20, 30 and 50 minutes, and the changes in the chemical composition of the chips were investigated. Pre-hydrolysis increased the  $\alpha$ -cellulose and extractive contents of the chips, while decreasing the contents of lignin, holocellulose and hemicellulose. It was observed that hemicelluloses decreased rapidly in the first minutes of the pre-hydrolysis process. A significant decrease was detected in the amount of xylose, mannose and galactose from hemicellulose units during the pre-hydrolysis process. Minor changes occurred in the content of arabinose. Galactose left the chips in the fifteenth minute of the pre-hydrolysis, and rhamnose in the first minutes. It has been observed that the optimum hydrolysis time with hot water can be thirty minutes since it removes 78.43% of hemicelluloses from the black poplar chips at 170 °C and increases the  $\alpha$ -cellulose ratio by 18.71%.

**Keywords:** Black poplar, pre-hydrolysis, chemical composition.

<sup>1</sup>**Address (adres):** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta.

**\*Corresponding author (sorumlu yazar):** samimyasar@isparta.edu.tr

**Citation (atıf):** Yaşar, S., Güler, G. (2021). Kraft Kağıt Hamuru Üretimi Öncesinde Uygulanan Ön Hidrolizin Karakavak (*Populus nigra* L.) Odunu Yongalarının Kimyasal Bileşimi Üzerine Etkileri. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5(2): 118-123.

## 1. GİRİŞ

Ön hidroliz, kraft kağıt hamuru üretiminden önce odun yongalarının hemiselülozların uzaklaştırılması için yüksek sıcaklıkta ön işleme uğratılması prosedürüdür. Hemiselülozlardan arındırılmış yongalar, daha sonra lignini uzaklaştırmak için pişirmeye tabi tutulmaktadır. Kraft hamuru üretiminde, pişirmeden sonra nispeten yüksek verimli saf selüloza ulaşmaya çalışılmaktadır. Hamur üretiminde, ksilan gibi hemiselülozlar selüloz mikrofibrilleri üzerine çökelebilmekte, bu durum üretimde operasyonel ve kalite ile ilgili sorunları beraberinde getirmektedir (Sixta, 2006). Bu nedenle hamur üretimi sürecinde saf selüloza ulaşmak için hemiselülozların uzaklaştırılması zorunluluk arz etmektedir. Ön hidroliz aşamasında uzaklaştırılan hemiselülozlar değerli bir heksoz ve pentoz kaynağı olmakta (Linko vd., 1984; Chambost vd., 2008; Amidon vd., 2008; Amidon, 2009), sonrasında etanol, polimerler ve diğer kimyasallar gibi katma değerli ürünlere dönüştürülebilmektedirler (Van Heiningen vd., 2005).

Odun yongalarının ön hidrolizi ile ilgili literatürde çeşitli çalışmalara rastlanmaktadır. Tunc ve Van Heiningen (2008), modifiye edilmiş hızlandırılmış katı ön hidroliz sistemi ile yapraklı ağaç odunu yongaları bileşenlerinin 130 ile 170 °C sıcaklıklar arasındaki çözünme profilini ortaya koymuşlardır. Onlar, elde edilen çözeltide 150 °C'nin üzerinde baskın bileşen olarak ksilooligomerlerin, 160 °C'nin üzerinde ise az miktarda furfural ve hidroksimetilfurfuralın yanı sıra arabinan ve galaktanın büyük bir kısmının izole edildiğini belirlemişlerdir. Casebier vd. (1969), çam yongalarının su ile ön hidrolizinde 170 °C'de arabinogalaktanın tamamının yanı sıra arabinoksilanın ve galaktoglukomannanın bir kısmının, sıcaklığın artırılmasıyla mannoz ve ksiloz içeren polimerin çözüldüğünü rapor etmişlerdir. Garrote ve Parajo (2002), okaliptüsün otohizolizi ile ksilanın %90.4'ünün çözüldüğünü, bununla birlikte çözünen selüloz miktarının ihmal edilebilir düzeyde olduğunu göstermişlerdir.

Karakavak (*Populus nigra* L.) Kuzey Afrika, Orta ve Batı Asya ve Avrupa'da özellikle nehir kenarlarında yayılış gösteren bir türdür (Rathmacher vd., 2010). Türkiye'de 68000 ha alan Karakavak plantasyonlarından oluşmakta ve bu plantasyonlardan 1.9 milyon m<sup>3</sup> odun elde edilmektedir (Kahraman vd., 2011). Türkiye'deki toplam 22.3 milyon ha orman alanından yıllık 20-20.5 milyon m<sup>3</sup> odun üretimi yapılabildiği (OGM, 2016) göz önüne alındığında, Karakavak odununun ekonomiye katkısı daha da iyi anlaşılmaktadır.

Karakavak odunu kibrit, mobilya, ambalaj, yongalevha, lif levha, kontrplak ve yapı elemanı üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Kokusuz olmasından dolayı, Karakavak odununun meyve kasaları üretimi için de yararlı olduğu bilinmektedir (Gaudet vd., 2008). Son yıllarda Karakavak odunu, kağıt üretiminde kısa lif kaynağı olarak artan ilgi görmektedir (Stettler vd., 1996; Tutuş vd., 2019). Bu çalışmada, Karakavak odunundan elde edilen yongalara 170 °C'de 5, 10, 15, 20, 30 ve 50 dakika boyunca su ile ön

hidroliz uygulanmış ve ön hidroliz işleminin yongaların kimyasal bileşimine etkileri değerlendirilmiştir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan Karakavak gövdesine ait disk Isparta Yüceer Kereste firmasından 2017 yılında temin edilmiştir. Kabukları soyulan Karakavak diski yongalararak ön hidrolize hazır hale getirilmiştir.

### 2.2. Yöntem

#### Ön hidroliz

Karakavak yongalarına dakikada 4 tam devir yapılabilen ve sıcaklığı termostat ile kontrol edilebilen reaktörde sıcaklık 170 °C'ye ulaşıldıktan sonra 5, 10, 15, 20, 30 ve 50 dakikalık sürelerde saf su ile ön hidroliz uygulanmıştır. Yonga su oranı 1:4 olacak şekilde ayarlanmıştır. Her bir ön hidroliz işlemi tamamlandıktan sonra reaktör buz banyosunda soğutulmuş ve yongalar serilerek hava kurusu hale getirilmiştir.

#### Kimyasal analizler

Kontrol ve ön hidrolizden elde edilen Karakavak yongaları Retsch SK 1 değirmeninde 40-100 mesh aralığında öğütülerek kimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir. Öğütülmüş örnekler, soxhlet cihazında öncelikle 2:1 oranında sikloheksan:etanol karışımı ile 6 saat, devamında ise etanol ile ekstraksiyon işlemine tabi tutulmuş ve ekstraktif madde miktarı tespit edilmiştir. Holoselüloz miktarı Wise ve Karl (1962)'a,  $\alpha$ -selüloz ve hemiselüloz tayini ASTM D 1103 (1980)'e göre yapılmıştır. Ekstraktiflerden arındırılmış örneklere, asit hidrolizi Pettersen vd. (1984)'ne ait yöntemle gerçekleştirilmiş, klason lignini miktarı belirlenmiş ve hidrolizat, monosakkarit bileşiminin tespiti için HPLC (Yüksek performanslı sıvı kromatografisi) analizine sevk edilmiştir. HPLC analizleri Yaşar vd. (2010)'ne göre yapılmıştır.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Karakavağın kontrol ve ön hidrolize uğramış örneklerindeki ana kimyasal bileşenlerin miktarları Çizelge 1'de verilmiştir. Kontrol örneğinde tespit edilen ana kimyasal bileşenlerin miktarlarının literatürle (Kacık vd., 2012; Krutul vd., 2019) uyumlu olduğu görülmüştür. Kontrol örneğinde, ekstraktif madde miktarı %1.83, holoselüloz miktarı %74.74,  $\alpha$ -selüloz miktarı %52.53, hemiselüloz miktarı %22.21 ve klason lignin miktarı %20.82 iken, ön hidrolize uğramış örneklerde söz konusu bileşenlerin miktarları sırasıyla %2.78-3.07, %70.85-67.03, %63.09-62.26, %7.76-4.77 ve %18.69-18.82 aralıklarında tespit edilmiştir.

**Çizelge 1.** Ön hidrolizin Karakavak örnekleri ana kimyasal bileşenlerine etkisi

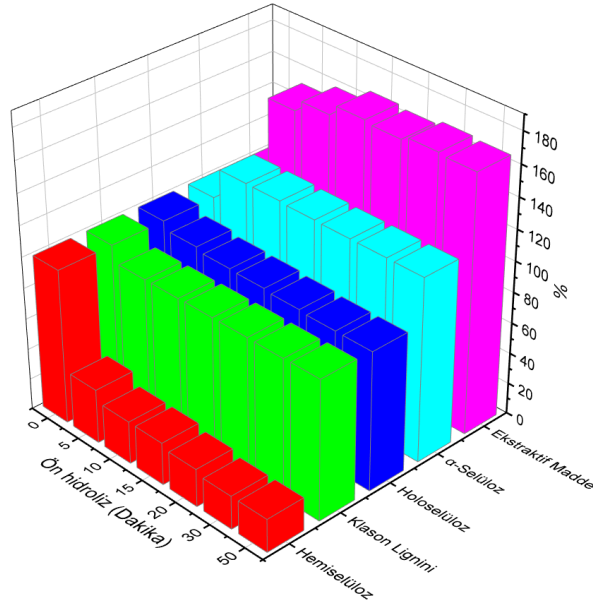
Ön hidroliz	Ekstraktif Madde (%)	Holoseülüz (%)	$\alpha$ -Selüloz (%)	Hemiselüloz (%)	Klason Lignini (%)
0 dakika	1.83 (0.01) <sup>1</sup>	74.74 (0.07)	52.53 (0.04)	22.21 (0.03)	20.82 (0.04)
5 dakika	2.78 (0.03)	70.85 (0.02)	63.09 (0.03)	7.76 (0.01)	18.69 (0.03)
10 dakika	2.92 (0.02)	69.14 (0.04)	63.03 (0.03)	6.11 (0.01)	18.71 (0.02)
15 dakika	3.05 (0.01)	68.74 (0.04)	62.65 (0.06)	6.09 (0.02)	18.77 (0.01)
20 dakika	3.02 (0.02)	67.87 (0.06)	62.43 (0.02)	5.44 (0.04)	18.79 (0.01)
30 dakika	3.07 (0.02)	67.15 (0.03)	62.36 (0.02)	4.79 (0.01)	18.76 (0.02)
50 dakika	3.05 (0.02)	67.03 (0.04)	62.26 (0.06)	4.77 (0.02)	18.82 (0.03)

1: Standart sapma

Karakavak yongalarının ön hidroliz işlemlerinden geçirilmesi hem selüloz hem de ekstraktif madde oranının artmasına neden olmuştur. Elde edilen veriler, selüloz kazanımının özellikle hemiselülozlardaki çözünme ile geliştiğini ortaya koymuştur. Bu sonuç, literatür verileri ile örtüşmektedir (Yanez vd., 2009; Kacık vd., 2016). Ekstraktif madde oranının artmasının, hidrotermal ön işlemlerde polisakkaritlerin bozunması ile meydana geldiği belirtilmiştir (Rosa ve Pereira, 1994; Nuopponen vd., 2003; Niemz vd., 2004). Diğer yandan orijinal odun ekstraktiflerinin çoğunun, özellikle uçucu bileşiklerin uygulanan sıcaklık ile kaybolmasının yanısıra yeni ekstraktiflerin, odun polimerlerinin sıcaklık ile yapısal bozunmasının ürünleri olarak ortaya çıktığı rapor edilmiştir (Esteves vd., 2008). Sıcaklık ve süre artışıyla lignin

içerisinde gerçekleşen bir miktar azalma bu durum ile açıklanabilir. Holoseülüz oranındaki azalışın, hemiselülozlardaki hızla gerçekleşen azalma ile ortaya çıktığı belirtilmiştir (Kacık vd., 2016).

Ön hidrolizin ilk beş dakikası sonucunda, hemiselülozların %65.07'sinin çözülmüş olduğu tespit edilmiştir.  $\alpha$ -selüloz oranında %20.10 artış görülmüş ve holoseülüz oranında %5.20 azalma belirlenmiştir. Otuzuncu dakikanın sonunda, hemiselüloz, holoseülüz ve lignin oranlarında sırasıyla %78.43, 10.15 ve 9.89 azalma görülürken,  $\alpha$ -selüloz ve ekstraktif madde oranlarında sırasıyla %18.71 ve 67.76 artış kaydedilmiştir. Otuzuncu dakikadan sonra ana kimyasal bileşenlerin oranlarında ön hidroliz ile belirgin bir değişikliğe rastlanmamıştır (Şekil 1).

**Şekil 1.** Ön hidroliz işlemleri sürecinde Karakavak örnekleri ana kimyasal bileşenlerinin oranları

Kontrol ve ön hidrolize uğramış Karakavak örneklerinin monosakkarit bileşimleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Kontrol örneğinde, glukoz miktarı %50.24, ksiloz miktarı %19.13, galaktoz miktarı %1.07, arabinoz miktarı %0.98, mannoz miktarı %2.13 ve ramnoz miktarı %0.33 olarak

elde edilmiştir. Ön hidrolize uğramış örneklerde, glukoz miktarı %63.01-66.12, ksiloz miktarı %12.05-6.24, galaktoz miktarı %0.68-0.47, arabinoz miktarı %0.87-0.81, mannoz miktarı %1.21-0.77 aralıklarında belirlenmiştir.

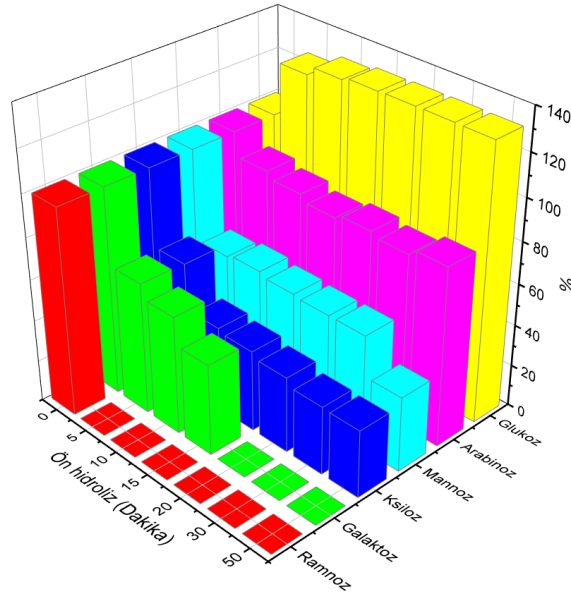
**Çizelge 2.** Ön hidrolizin Karakavak örnekleri monosakkarit bileşimine etkisi

Ön hidroliz	Glukoz (%)	Ksiloz (%)	Galaktoz (%)	Arabinoz (%)	Mannoz (%)	Ramnoz (%)
0 dakika	50.24 (0.04) <sup>1</sup>	19.13 (0.04)	1.07 (0.03)	0.98 (0.04)	2.13 (0.04)	0.33 (0.01)
5 dakika	63.01 (0.03)	12.05 (0.04)	0.68 (0.02)	0.87 (0.02)	1.21 (0.02)	-
10 dakika	65.18 (0.03)	7.83 (0.04)	0.61 (0.02)	0.84 (0.02)	1.24 (0.02)	-
15 dakika	65.92 (0.04)	7.51 (0.03)	0.47 (0.01)	0.81 (0.01)	1.20 (0.02)	-
20 dakika	66.07 (0.01)	7.01 (0.01)	-	0.83 (0.01)	1.18 (0.01)	-
30 dakika	66.12 (0.01)	6.33 (0.02)	-	0.81 (0.01)	1.18 (0.01)	-
50 dakika	66.05 (0.04)	6.24 (0.01)	-	0.84 (0.02)	0.77 (0.02)	-

1: Standart sapma

Pu vd. (2013), yapraklı ağaç odunu baskın hemiselülozu olan ksilanın hidrotermal ön işlem sırasında ksiloza veya ksilooligomere hidrolize olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda, ön hidrolizin başlangıcında örneklerdeki ksiloz içeriğinin hızlı bir şekilde azaldığı, ileriki aşamalarda düşüşün yavaşladığı görülmüştür. Mannoz ve galaktoz miktarlarında da ön hidroliz süresi uzadıkça azalma tespit edilmiştir. Arabinoz içeriğinde sadece küçük değişiklikler gözlenmiştir. Selülozun aksine, hemiselülozların sıcak su ön işlemi ile daha kolay hidrolize edilebilir olması glukoz miktarında artışı doğurmuştur. Elde edilen sonuçların literatür verileri ile uyumlu olduğu görülmüştür (Cao vd., 2012; Kang vd., 2012).

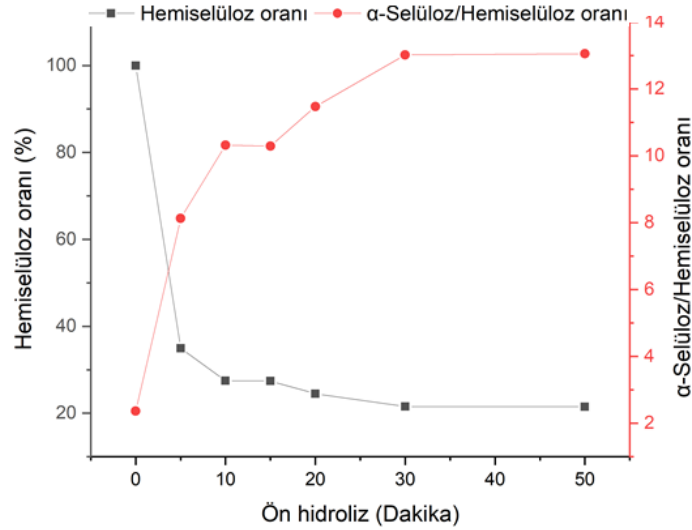
Ön hidrolizin ilk beş dakikası sonucunda, ksiloz, galaktoz, arabinoz ve mannoz oranlarında sırasıyla %37.01, 36.45, 11.22 ve 43.19 azalış kaydedilmiştir. Galaktoz on beşinci dakikada tamamen uzaklaşmış, ramnoz sadece başlangıç örneğinde tespit edilmiştir. Otuzuncu dakikanın sonunda, ksiloz, arabinoz ve mannoz oranlarındaki azalış sırasıyla %66.91, 17.35 ve 44.60 şeklinde elde edilirken, ellinci dakikanın sonunda, %67.38, 14.29 ve 63.85 şeklinde saptanmıştır. Glukoz miktarında, beş, otuz ve elli dakika uygulanan ön hidroliz sonrasında sırasıyla %25.42, 31.61 ve 31.47 oranlarında artış gözlenmiştir (Şekil 2).



**Şekil 2.** Ön hidroliz işlemleri sürecinde Karakavak örnekleri monosakkaritlerinin oranları

Selülozun hemiselülozlara oranı, ön hidrolizin ilk dakikalarından itibaren hızla artışa geçmiştir ve ellinci dakikanın sonunda %2.37'den %13.05'e yükselmiştir (Şekil 3). Ön hidroliz işlemlerinin sonunda, hemiselülozların başlangıç miktarının %78.52 azaldığı görülmüştür. Daha önceki çalışmalarda geniş yapraklı ağaç odunu yongalarının

uygulanan ön hidrolizlerde 20 ile 30 dakika arasında hemiselülozların çözünmesinde optimal değerlere ulaşıldığı belirtilmiştir (Kacık vd., 2014, 2015). Çalışmamızda elde edilen bulgular bu bakımdan literatürle uyumluluk göstermiştir.



Şekil 3. Ön hidroliz işlemleri sürecinde Karakavak yongalarında hemiselüloz çözünme ve α-selüloz/hemiselüloz oranları

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, Karakavak odunundan elde edilen yongalara 170 °C'de 5, 10, 15, 20, 30 ve 50 dakika boyunca su ile ön hidroliz uygulanmış ve ön hidroliz işlem sürelerinin yongaların kimyasal bileşimine etkileri incelenmiştir. Sıcak su ile ön hidroliz, yongaların α-selüloz ve ekstraktif madde oranlarının artmasını sağlarken, lignin, holoselüloz ve hemiselüloz oranlarının azalmasına neden olmuştur. Ön hidrolizin en önemli etkisinin sürecin başlangıcından itibaren yongalardaki hemiselüloz oranında hızlı bir düşüş gerçekleştirmesi yanı sıra α-selüloz oranında artış sağlaması olduğu görülmüştür. Ön hidroliz ile hemiselüloz yapıtaş birimlerinden ksiloz miktarında şiddetli bir azalma sağlanmıştır. İlk on dakikada ksiloz miktarında %59 azalma gerçekleşmiştir. Mannoz ve galaktozda da azalma gözlenmiş, mannozun %42'sinin ilk on dakikada çözündüğü ve galaktozun on beşinci dakikada yongalardan tamamen uzaklaştığı görülmüştür. Arabinoz miktarında ön hidroliz sürecinde küçük değişiklikler belirlenmiştir. Ramnoz sadece başlangıç yongalarında tespit edilmiştir. 170 °C'de Karakavak yongalarından hemiselülozların %78.43'ünü uzaklaştırması ve α-selüloz oranını %18.71 artırması nedeniyle sıcak su ile en uygun hidroliz süresinin otuz dakika olabileceği sonucuna varılmıştır.

#### KAYNAKLAR

- Amidon, T. E., Christopher, D. W., Shupe, A. M., Wang, Y., Graves, M., Liu, S. (2008). Biorefinery: Conversion of woody biomass to chemicals, energy and materials. *J. Biobased Materials Bioenergy*, 2(2), 100–120.
- Amidon, T. E., Liu, S. (2009). Water-based woody biorefinery. *Biotechnology Advances*, 27(5), 542–550.
- ASTM D 1103 (1980). Standard Test Method for Alpha-Cellulose in Wood. West Conshohocken, PA, USA: ASTM International.

- Cao, S., Pu, Y., Studer, M., Wyman, C., Ragauskas, A. J. (2012). Chemical transformations of *Populus trichocarpa* during dilute acid pretreatment. *RSC Advances*, 2, 10925–10936.
- Casebier, R. L., Hamilton, J. K., Hegrert, H. L. G. (1969). Chemistry and mechanism of water prehydrolysis on southern pine wood. *Tappi J.*, 52(12), 2369–2377.
- Chambost, V., Mcnutt, J., Stuart, P. R. (2008). Guided tour: Implementing the forest biorefinery (FBR) at existing pulp and paper mills. *Pulp and Paper Canada*, 109(7), 1–9.
- Esteves, B.; Graca, J.; Pereira, H. (2008). Extractive composition and summative chemical analysis of thermally treated eucalypt wood. *Holzforchung*, 62(3): 344–351.
- Garrote, G., Parajo, J. C. (2002). Non-isothermal autohydrolysis of eucalyptus wood. *Wood Sci. Technol.*, 36, 111–123.
- Gaudet, M., Jorge, V., Paolucci, I., Beritognolo, I., Mugnozza, G. S., Sabatti, M. (2008). Genetic linkage maps of *Populus nigra* L. including AFLPs, SSRs, SNPs, and sex trait. *Tree Genetics & Genomes*, 4(1), 25–36.
- Kacik, F., Durkovic, J., Kacikova, D. (2012). Chemical profiles of wood components of poplar clones for their energy utilization. *Energies*, 5(12), 5243–5256.
- Kacik, F., Durkovic, J., Kacikova, D., Zenkova, E. (2016). Changes in the chemical composition of black locust wood after hot-water pretreatment before bioethanol production. *Acta Facultatis Xylogiae Zvolen*, 58(1): 15–23.
- Kacik, F., Kacikova, D., Zenkova, E. (2014). Aqueous pretreatment of black locust wood at the temperature of 180 °C. *Acta Facultatis Xylogiae Zvolen*, 56(1), 59–66.
- Kacik, F., Kacikova, D., Zenkova, E. (2015). Hot-water pretreatment of poplar and black locust wood for

- bioethanol production. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 57(2), 117–124.
- Kahraman, T., Kahraman, F. K., Karakaya, S., Karahan, A., Ünsal, G., Karatay, H., Toplu, F. (2011). Türkiye’de Karakavakta (*Populus nigra* L.) ıslah çalışmaları ‘Fidanlık aşaması sonuçları’. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 210, İzmit, Türkiye.
- Kang, N., Liu, Z., Hui, L. F., Si, C. L., Cui, L., Zhao, T., Mao, S. T. (2012). Study on the optimum process of acid-catalytic ethanol pretreatment of Chinese triploid poplar to enhance sugar recovery by hydrolysis. *Bioresources*, 7(1): 578–592.
- Krutul, D., Antczak, A., Radomski, A., Drozdze, M., Klosinska, T., Zawadzki, J. (2019). The chemical composition of poplar wood in relation to the species and age of trees. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW Forestry and Wood Technology*, 107, 131-138.
- Linko, M., Vikari, L., Suihko, M-L. (1984). Hydrolysis of xylan and fermentation of xylose to ethanol. *Biotechnology Advances*, 2, 233–252.
- Niemz, P., Mariani, S., Torres, M. (2004). Einfluss der hydrothermischen Behandlung von *Picea abies* (L.) Karsten und *Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) Maiden auf die chemische Zusammensetzung des Holzes - Influence of hydrothermal treatment on the chemical composition of *Picea abies* (L.) Karsten and *Eucalyptus nitens* (Deane & Maiden) Maiden. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 155(12), 544-547.
- Nuopponen, M., Vuorinen, T., Jamsa, S., Viitaniemi, P. (2003). The effects of heat treatment on the behaviour of extractives in softwood studied by FTIR spectroscopic methods. *Wood Science and Technology*, 37(2): 109–115.
- OGM, (2016). Oduna dayalı orman ürünlerinin üretim ve pazarlama faaliyetleri. Ankara, Türkiye.
- Pettersen, R. C., Schwandt, V. H., Effland, M. J. (1984). An analysis of the wood sugar assay using HPLC: a comparison with paper chromatography. *J. Chromatogr. Sci.*, 22, 478-484.
- Pu, Y., Hu, F., Huang, F., Davison, B. H., Ragauskas, A. J. (2013). Assessing the molecular structure basis for biomass recalcitrance during dilute acid and hydrothermal pretreatments. *Biotechnology for Biofuels*, 6(1): 1-13.
- Rathmacher, G., Niggemann, M., Köhnen, M., Ziegenhagen, B., Bialozyt, R. (2010). Short-distance gene flow in *Populus nigra* L. accounts for small-scale spatial genetic structures: implications for in situ conservation measures. *Conservation Genetics*, 11(4), 1327-1338.
- Rosa, M. E., Pereira, H. (1994). The effect of long term treatment at 100°C–150°C on structure, chemical composition and compression behaviour of cork. *Holzforschung*, 48: 226–232.
- Sixta, H. (2006). *Handbook of Pulp*, WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim, Germany.
- Stettler, R., Bradshaw, T., Heilman, P., Hinckley, T. (1996). *Biology of populus and its implications for management and conservation*. NRC Research Press, Ottawa, Canada.
- Tunc, M. S., Van Heiningen, A. R. P. (2008). Hydrothermal dissolution of mixed southern hardwoods. *Holzforschung*, 62(5), 539–545.
- Tutuş, A., Çiçekler, M., Karataş, B. (2019). Kavak odunu yongalarından modifiye yöntem ile kağıt hamuru ve kağıt üretimi. *International Congress on Agriculture and Forestry*, p. 800-808, Marmaris, Turkey.
- Van Heiningen, A. R. P., Tunc, M. S., MacEwan, K. (2005). Prehydrolysis of hemicellulose from mixed southern hardwood using hot water prehydrolysis. In 2005 AIChE annual meeting and fall showcase, Cincinnati OH.
- Wise, E. L., Karl, H. L. (1962). Cellulose and hemicellulose. In: Libby, C. E. (Ed.). *Pulp and Paper Science and Technology*, Vol. 1, McGraw Hill Book Co., New York, USA.
- Yanez, R., Romani, A., Garrote, G., Alonso, J. L., Parajo, J. C. (2009). Processing of *Acacia dealbata* in aqueous media: First step of a wood biorefinery. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, 48, 6618–6626.
- Yaşar, S., Güller, B., Baydar, H. (2010). Susam (*Sesamum indicum* L.), pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) ve haşhaş (*Papaver somniferum* L.) saplarında karbonhidrat, lignin miktarları ve bazı lif özellikleri üzerine araştırmalar. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 56-66.

## İstatistik Öğretiminde Yeni Bir Yaklaşım: Doğada Uygulamalı İstatistik

Gamze Özel Kadılar<sup>1</sup> , Ceren Ünal<sup>\*1</sup> , Yeter Nehir Düz<sup>2</sup> , Kürşad Özkan<sup>3</sup> 

**Özet:** Günümüz Türkiye'sinde istatistik konuları ağırlıklı olarak matematik öğretim programlarında yer almaktadır. Son yıllardaki teknolojik ve bilimsel ilerlemeler sonucunda yığınlar halindeki ham veri ve bilgi trafiği nedeniyle meydana gelen karmaşa verilerin analizi ve yorumlanmasını daha da önemli hale getirmiştir. Bu yüzden, öğretim programlarında istatistiksel yöntem ve araçlara daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları kapsamında gerçekleştirilen "İstatistiği Doğada Öğren" projesinin istatistik öğretiminde sağladığı ve sağlayacağı faydalar üzerinde durulmuştur. Araştırmanın örneklemini projeye katılan farklı branşlardaki 36 öğretmen oluşturmaktadır. Proje kapsamında, istatistiğin doğa uygulamaları ve örnekleri ile ilgili etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Projenin öğretmenler üzerindeki etkisini ölçmek için proje araştırmacıları tarafından oluşturulan etkinlik değerlendirme formları, röportajlar ve mini test uygulamaları kullanılmıştır. Ayrıca, öğretmenlerin proje sonrasındaki kurgusal eğitim örnekleri ve yaptıkları görsel sanat çalışmaları incelenmiştir. Projedeki etkileşimli ve doğaya dayalı istatistiksel uygulamaların ve verinin yazılımlar ile görselleştirilerek aktarılmasının öğretmenleri pozitif yönde etkilediği, öğretmenlerin öğrenme ve araştırma isteklerini artırdığı gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** İstatistik Eğitimi, istatistik okuryazarlık, doğa eğitimi, veri görselleştirme, veri bilimi

### Learn Statistics in Nature

**Özet:** Today's statistics topics are located in more mathematics curriculum in Turkey. As a result of technological and scientific advances in recent years, the complexity caused by the raw data and information traffic has made the analysis and interpretation of the data even more important. Therefore, statistical methods and tools are needed more in education programs. In this study, the benefits of "Learn Statistics in Nature" project realized within the scope of TÜBİTAK 4004 Nature Education and Science Schools in statistics teaching are emphasized. The sample of the research consists of 36 teachers from different branches participating in the project. Within the scope of the project, activities related to the natural applications and examples of statistics were executed. In order to measure the impact of the project on teachers, activity evaluation forms, interviews and mini-tests created by the researchers were used. In addition, teachers' post-project fictional education examples and their visual arts were analyzed. It was observed that the interactive and nature-based statistical applications in the project and the visualization of the data with software positively affected the teachers and increased their learning and research desire.

**Keywords:** Statistics Education, statistical literacy, nature education, data visualization, data science.

<sup>1</sup>**Address (adres):** Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>**Address (adres):** Şehit Osman Yılmaz Anadolu İmam Hatip Lisesi, Milli Eğitim Bakanlığı, İstanbul, Türkiye

<sup>3</sup>**Address (adres):** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekolojisi Anabilim Dalı Başkanlığı, Isparta, Türkiye

**\*Corresponding author (sorumlu yazar):** [cerenunal@hacettepe.edu.tr](mailto:cerenunal@hacettepe.edu.tr)

**Citation (atf):** Özel Kadılar, G., Ünal, C., Düz, Y. N., Özkan, K. (2021). İstatistik Öğretiminde Yeni Bir Yaklaşım: Doğada Uygulamalı İstatistik. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5(2): 124-138.

## 1. GİRİŞ

İstatistik, günlük hayatı yöneten verileri toplama, düzenleme ve bu düzenlenen bilgilerin uygun grafik ve tablolarla sunulması, sunulan bu bilgilerin yorumlanması ve analizini sağlayan, birçok bilim dalına yardımcı olan bir disiplindir. İstatistik ile alakalı temel kavramlar ile istatistik dilinin bilinmesi, anlaşılması, kullanılması ve elde edilen istatistiksel sonuçların eleştirel bir çerçevede yorumlanabilmesi ise istatistik okuryazarlığı olarak tanımlanabilir. Büyük veri çağı olarak da adlandırılan günümüzde, istatistik okuryazarı bireylere olan ihtiyaç gün geçtikçe daha da artmaktadır (Yenilmez, 2016). Buna paralel olarak, Türkiye’de de büyük veri ve bilgisayar teknolojisinin gelişimi ile istatistik ve istatistiksel düşünmeye olan ilgi giderek artmaktadır.

İstatistik, genellikle matematiğin bir alanı olarak kabul edilmesine rağmen matematiksel düşünce yeteneğinden farklılaştığı unsurlar söz konusudur. Malik (2015) yaptığı çalışmada yüksek istatistik kaygı düzeyine sahip olan öğrencilerin düşük matematik kaygı düzeyine sahip olduğu dolayısıyla istatistik ve matematiğin öğrenci için zorluk düzeylerinde farklı olduğu sonucuna ulaşmıştır (Akkoç ve Yeşildere, 2015). Aynı zamanda, teknolojiyle birlikte istatistik öğretiminde histogram ve çizelge oluşturma ve kapsamlı matematiksel işlemlerin teknoloji yardımıyla kolaylıkla elde edilmesi sonucunda öğrencilerin bu işlemler yerine kavramlara odaklanması sağlanmıştır (Chance vd., 2007). Bu da, istatistik eğitiminin matematik eğitiminden farklı olduğunun bir göstergesidir. Genel olarak bakıldığında ise, istatistik öğretimi üzerine yapılan çalışmalar, öğrencilerin çoğunlukla istatistik kaygısına sahip olduğunu kanıtlamaktadır (Akkoç ve Yeşildere, 2015). Bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, istatistik öğretiminin sağlanmasında kullanılabilir geleneksel sınıf içi öğretim yöntemlerinden farklı teknik ve yeni görsel formatlarının üretilmesi ve bu konuda gelişim sağlanması büyük önem arz etmektedir.

Günümüz eğitim ortamlarında birçok öğretim modeli, yöntemi, teknik ve araç gereçleri öğretim içeriklerinin öğrenciye aktarılmasında kullanılmaktadır. Öğrencilerin algılayma ve de öğrenme süreçlerini kolaylaştırma, motivasyonlarının artırılmasında, öğretilenlerin canlandırılmasında, öğretim sürecinin zenginleştirilmesinde, bilgilerin pekiştirilerek kalıcı öğrenmelerin sağlanmasında materyal kullanımı önemlidir (Aslan ve Doğdu, 1993; Erden, 1998; Demiralp, 2007). Öğretim, teknik, materyal ve araç gereçlerde uygun olanların seçimi, öğretimin hedeflerine ulaşılmasında etkili bir metottur. Yapılan araştırmalar sonucunda görülmüştür ki, öğretimin %83’ü görme, %11’i işitme, %3,5’i koku, %1,5’i dokunma ve %1’i ise tatma yoluyla öğrenilmektedir (Kaya, 2006).

Doğanın laboratuvar ortamı olarak kullanıldığı uygulamalı doğa eğitimleri, bireylerin araştırma ve problem çözme ile ilgili beceriler edinmesini amaçlayan ve aktif katılım sonucu kalıcı öğrenmeyi sağlayan bir öğretim yaklaşımıdır (Ozner 2004). TÜBİTAK, kamu çalışanlarından öğrencilere kadar geniş bir hedef kitlenin bilime dokunmaları amacıyla 4004-Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları isimli programını uygulamaya koymuştur. Bu program kapsamında desteklenen etkinlikler, özgün eğitim

programlarında doğa-çevre konularındaki yetersizlikleri gidermek, doğa dostu bireyleri topluma kazandırmak ve farklı bilim dalları ile doğa arasında bağlantı kurmak ve aktarmak amaçlarıyla önemli fırsatlar sunmaktadır (Oğurlu vd., 2013). Bu eğitimlerdeki genel amaç, bilgiyi topluma anlaşılır bir şekilde aktarmaktır. Bu amaç doğrultusunda da bilgiyi olabildiğince görselleştirilerek, etkileşimli uygulamalarla destekleyerek ve günlük hayatla bilimsel gerçeklerin ne kadar ilişkili olduğunu belirterek, bilimin ne kadar eğlenceli olabileceği de gösterilmektedir. Bu doğrultuda, klasik eğitim metodlarını kullanarak fazla bilgi aktarmak yerine temel bilimsel olguların fark edilmesi sağlanarak merak duygusu, araştırma ve öğrenme isteğinin ön plana çıkartılması önem teşkil etmektedir (Tekbıyık vd., 2013).

TÜBİTAK 4004-Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları kapsamındaki projelerin sonuçlarına dair yapılan çalışmalar incelendiğinde, gerçekleştirilen projelerde yer alan etkinlikler sonucunda katılımcıların çevreye karşı sorumluluklarının arttığı (Güler, 2009; Özdemir, 2010); çevresel tutum ve bilinç açısından önemli derecede katkı sağlandığı (Keleş vd., 2010); öğrenme ortamlarını daha verimli hale getirdiği (Buluş-Kırkkaya vd., 2011); doğal çevre, çevre kirliliği ve canlı türlerine yönelik duyarlılıkların arttığı (Feyzioğlu vd., 2012); ilginç, eğlenceli, farklı ve faydalı hale geldiği (Hırça, 2013); bilgileri davranışa dönüştürmeyi kolaylaştırdığı (Oğurlu vd., 2013); bilime karşı pozitif bir tutum geliştirmede katkı sağladığı (Akay, 2013; Tekbıyık vd. 2013); fen ve hayat konularının ilişkisini kurma konusunda yardımcı olabileceği (Marulcu vd., 2014) belirtilmektedir.

Literatür incelendiğinde istatistik ve doğa eğitimi içerikli herhangi bir bilimsel çalışma veya TÜBİTAK 4004 kapsamında desteklenen Doğa Eğitimi ve Bilim Okulu olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak TÜBİTAK 2237-A kapsamında önerilen “Doğa Bilimlerinde İstatistiksel Modelleme Teknikleri ve Uygulamaları” adlı etkinlik incelenmiş ve bu eğitime katılmak isteyen öğretmen sayısının oldukça fazla olduğu görülmüştür (TÜBİTAK, 2019a). Ancak bu eğitim peyzaj, orman, endüstri, gıda gibi mühendislik alanlarına daha uygun niteliktedir ve öğretmenlere yönelik istatistik içerikli bir doğa eğitimine rastlanmamıştır. Tüm bu sonuçlar göz önünde bulundurularak TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları kapsamında “İstatistiği Doğa da Öğren” adlı proje 2019 yılında önerilmiştir (TÜBİTAK, 2019b). 2020 yılında desteklenen bu proje, 19-24 Ağustos 2020 tarihleri arasında Ilgaz Dağı Milli Parkı, Dipsiz Göl Tabiat Parkı, Pınarbaşı Horna Kanyonu ve Ilıca Şelalesi’nde gerçekleştirilmiştir. Bu proje kapsamında istatistik ve doğa ile ilgili bilimsel çalışmaların yanı sıra, doğa bilimcilerin kullandığı PAST istatistiksel yazılımı ile katılımcı öğretmenlerin doğadan elde edilen verileri analiz ederek yorumlamaları sağlanmıştır. Ayrıca müzik, görsel sanatlar ve coğrafya alanları ile ilgili faaliyetlerde gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada “İstatistiği Doğada Öğren” isimli projenin sonuçlarına ve istatistik öğretiminin sınıf dışında doğadan yararlanarak aktarılmasının faydalarına yer verilmiştir. Bölüm 2’de İstatistik Biliminin Türkiye’de öğretim programlarındaki yeri üzerinde durulmuştur. Bölüm 3’te “İstatistiği Doğada Öğren” projesinde yer alan etkinliklere, katılımcılara uygulanan proje değerlendirme anketi sonuçlarına, röportajlara, kurgusal ve uygulamalı eğitim



içeriklerine yer verilmiştir. Bölüm 4'te ise çalışmaların sonuç ve tartışmaları üzerinde durulmuştur.

## 2. İSTATİSTİK BİLİMİNİN ÖĞRETİM PROGRAMLARINDAKİ YERİ

İstatistik, günlük yaşamda yararlı olması ve istatistiksel bilgilerin istatistiksel okuryazarlıkla ilişkisi, diğer disiplinlerde de yararlanılan bir araç olması, eleştirel düşünmeyi geliştirmedeki öneminin kavranması ile matematik öğretim programlarında ilgi odağı haline gelmiştir (Garfield, 1995; Rumsey, 2002; Watson, 2006). Ayrıca toplumdaki bireylerin de istatistiksel bilgileri anlama ve kullanma ihtiyacı okul öğretim programlarında ve iş ile günlük hayatlarda gün giderek artmaktadır (Koparan ve Akıncı, 2015). Bu nedenle büyük verilerle daha sık karşılaştığımız çağımızda istatistik okuryazarlığı olarak adlandırılan toplumun her seviyesindeki bireylerin günlük yaşamdaki istatistiksel sonuç ve çıkarımları kavrayabilecekleri yeni bir öğretim tanımı günümüzde popüler hale gelmiştir.

İstatistik okuryazarlığı ile ilgili literatürde birçok tanım bulunmaktadır. Gal (2004)'e göre, bireylerin istatistiksel veriler ile ilgili sonuçları yorumlama, bunları eleştirel bakış açısı ile değerlendirme ve sonuçlarına ait görüşlerini dile getirme yeteneğini ifade etmektedir. Wallman (1993), istatistiksel sonuçları anlayarak eleştirel olarak değerlendirebilmeyi istatistik okuryazarlığı olarak tanımlamaktadır. Özmen (2015) ise, istatistiksel temel kavramlarının bilinmesi, tablo ve grafiklerle yorumlanabilmesi, veriler üzerinde çıkarsama yapılabilmesi, etkili karar alınabilmesi, eleştirel bir yaklaşım sergilenmesi ve sunulan bağlamlar üzerinden yorum yapılabilmesi olarak ifade etmiştir. Genel olarak bakıldığında ise, istatistik öğretiminin temel unsurlarının verinin toplanması (Cobb ve Moore, 1997), verilerin analizi (Pfannkuch ve Wild, 2004), veri kümelerinin yorumlanması ve genelleştirilmesi (Garfield ve Ben-Zvi, 2008) olduğu söylenebilir.

İstatistik öğretimi ülkemizde orta öğretim matematik müfredatında yer almaktadır. Tablo 1'de 1926 yılından bugüne dek matematik müfredatında yer alan istatistik eğitimi özetlenmiştir. Tablo 1 incelendiğinde, İstatistik içerikli konuların 1949 yılından itibaren ortaokul matematik dersi öğretim programlarından yer aldığı görülmektedir. Ancak verilerden çıkarsama ve genelleme yapma amacı üzerinde yeterince durulmadığı görülmektedir.

Tablo 2'de tablo ve grafik gibi veri görselleştirme araçlarının yıllara göre öğretim programlarındaki yeri üzerinde durulmuştur. Buna göre, günümüzde veri görselleştirme yöntemlerinin giderek artan biçimde öğretim programlarında yer aldığı görülmektedir. Özellikle 2005 yılından itibaren veri görselleştirme ile ilgili kazanımların ortaokul öğretimde ilk yıllara doğru kayarak daha ayrıntılı olarak verildiği ve öğrencilerin daha erken yaşlardan itibaren bu veri görselleştirme araçlarından daha yoğun biçimde kullanabilmelerinin hedeflendiği söylenebilir.

Günümüzde öğretim programlarında veri bilimi ile ilgili en önemli amaç, öğrencilerin araştırma bakış açısı ve becerileri kazanacak biçimde eğitilmesidir. Tablo 3 incelendiğinde, 2005 yılından itibaren öğretim

programlarında değişkenlerin belirlenmesi ve tanımı, verilerin toplanması için gereklilikler, veriye uyan görselleştirme araçlarının tespiti ve yorumlama becerilerinin kazanım seviyesinde yer aldığı görülmektedir. Ülkemizde, tüm ülkelerde olduğu gibi, matematik öğretim programlarında ihtiyaç duyulması durumunda yeniden düzenlemeler yapılmaktadır. Değişiklikler, en son 2005 ve 2013 yıllarında yapılmıştır. Yenilenen bu programlar incelendiğinde, farklı sınıf düzeylerinde verileri okuma ve temsil etme, merkezi yayılım ve eğilim ölçülerinden yararlanma, verilerden tahmin ve çıkarımlar elde etme ve olasılık hesapları gibi istatistiksel becerilere eskiye oranla daha çok yer verildiği dikkat çekmektedir (MEB, 2009; MEB, 2013).

**Tablo 1.** Yıllara Göre Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programlarında İstatistik ile İlgili Amaçların Programlardaki Yeri

Amaçlar	Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programları										
	1926	1931	1938	1949	1977	1990	1998	2005	2013	2017	2019
Kazanılan becerileri hayatla ilişkilendirme	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Verileri görselleştirme	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Veri toplama	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Veri analizi	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Veri analizlerini yorumlama, çıkarsama ve genelleme yapabilme	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tablo 2.** Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programlarında Yer Alan Veri Görselleştirme Yöntemleri ve Öğretilen Sınıf Seviyesi

	1926	1931	1938	1949	1977	1990	1998	2005	2013	2017
Sıklık çizelgesi	-	-	-	-	-	7	7	6	5	5
Ağaç şeması	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
Sütun grafiği	-	-	-	-	7	7	7	6	5	5
İki boyutlu sütun ve çizgi grafikleri	-	-	-	-	-	-	-	7	6	6
Pasta grafiği	-	-	-	-	7	7	7	7	7	7
Çizgi grafiği	-	-	-	-	7	7	7	7	7	7
Histogram	-	-	-	-	-	-	-	8	8	-

**Tablo 3.** Araştırma yaklaşımı ile ilgili kazanımların programlardaki yeri

	Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programları									
	1926	1931	1938	1949	1977	1990	1998	2005	2013	2017
Araştırma değişkenlerinin belirlenmesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓
Değişkenler ile ilgili bilgi toplanması	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓
Verilerin görselleştirilmesi	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓
Verilerin yorumlanması	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
İki veri grubu ile çalışma yapma	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓

İstatistik öğretiminde merkezi eğilim ve yayılım ölçüleri gibi veri kümesini tanımlamayı sağlayan ölçüler de giderek programlarda daha çok yer almaktadır. Tablo 1-3'te de görüldüğü gibi birçok ülkeye benzer olarak Türkiye'deki öğretim programlarında da istatistik alanına ve düşüncesinde artan bir ilgi görülmektedir. Ancak öğretim programlarında istatistik ile ilgili içeriklerin öğretimi ve öğrenimi ile ilgili konulara eğilmeye ve bu eğitimin verimli bir şekilde gerçekleştirilebileceği çeşitli öğretim ortamları ve aynı zamanda uygulamaları geliştirecek çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Öğrencilere temel istatistik formüllerini ezberletmekten kurtaran, bilimsel düşünme yeteneğini kazandıran, araştırmacı, eleştirel bakış açısına sahip, İstatistik öğretimini genç yaşlarda bireylere aşılabilen öğretim programları ancak pedagojik yeterliliği yüksek, doğa, istatistik ve veri bilimi konuları hakkında bilgili ve bilinçli öğretmenler ile sağlanabilir. İstatistik tüm bilim dallarına yardımcı olduğundan sadece matematik ile sınırlandırılmayıp öğretimdeki tüm branşlarda faydalanılabilecek bir bilimdir. Öğrencilerin dinleyici konumunda olduğu, soru-cevap veya düz anlatım gibi geleneksel öğretim yöntemlerinden çoğunlukla yararlanan Sosyal Bilgiler dersi için istatistiksel grafik ve tablolar, temel bilgilerin öğrenciye aktarılmasında ideal bir görsel öğretim yöntemi olarak düşünülebilir (Koparan, 2015). Bu nedenle geleceğin öğrencilerini yetiştiren öğretmenlerin TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları kapsamındaki "İstatistiği Doğada Öğren" projesine katılımlarında matematik alanı ile ilgili bir sınırlandırma yapılmamış tüm branşlardaki öğretmenlerin katılımları sağlanmıştır.

Günümüzde problem çözme, örnek olay, drama, rol oynama ve beyin fırtınası gibi birçok öğretim yöntem ve tekniği bulunmasına rağmen okullardaki öğretim uygulamaları genellikle ders kitabına bağlı ve öğretmen merkezlidir (Altınışık ve Orhan, 2002). Bunun yanında öğretim esnasında sıklıkla kullanılan eğitsel araç gereçler incelendiğinde küre, harita ve kitap gibi geleneksel materyallerin dışına çıkılmadığı görülmektedir. Veri görselleştirme etkinliklerinde doğadan yararlanılması; öğretimin pratik olarak tasarlanmasını, soyut kavramların somutlaştırılmasını ve öğrenenin bilgiyi analiz ederek keşfetmesini sağladığından öğretimin daha etkili ve ilgi çekici hale gelmesini mümkün kılabilir.

Hayat bilgisi ve fen ve teknoloji alanlarıyla ilgili literatür incelendiğinde; verimli bir öğretim sürecinin oluşması ve öğrencilerin öğrenmelerinin kolaylaştırılabilmesi için yaparak-yaşayarak öğrenme, yapılandırmacı yaklaşım, aktif öğrenme ve sınıf dışı öğrenme gibi öğretim etkinlikleri önemli bir yer teşkil etmektedir (Akay, 2013). Bunlarla birlikte öğretim etkinliklerinde bilişim teknolojilerinden yararlanılması, öğretimde farklı duylara hitap eden birçok materyalin kullanılabilmesini mümkün kılarak bireylerin öğrenmelerine olumlu yönde katkı sağlayabilecek ve öğretimi geleneksel yöntemlere göre daha etkili hale getirebilecektir. Dolayısıyla istatistik, daha güncel biçimi ile veri bilimi, bilgisayar teknolojisi ve doğa bir bütün hâlinde öğretim materyali olarak farklı branşlardaki öğretmenlere ve öğrencilerine aktırılabilir.

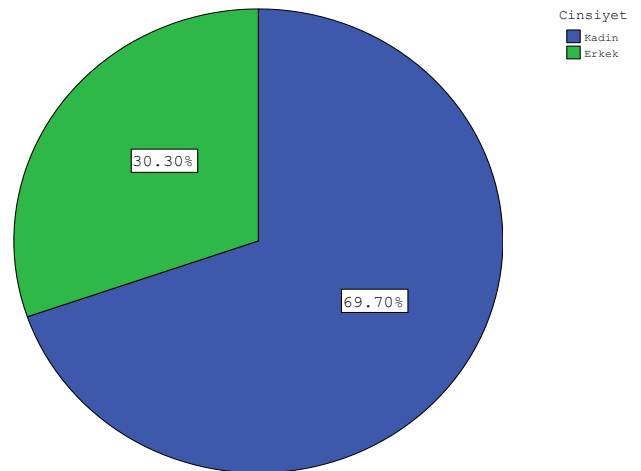
İstatistik eğitimi her geçen gün değer kazanmaktadır. Bu nedenle, eğitiminin kalitesinin de yüksek olmasını gerekmektedir (Özdemir, 2014). Tablo 1-3'te de görüldüğü gibi, tüm öğretim branşları ve kademelerinde istatistik konularına verilen önem artmaktadır. Ancak, birçok öğrenci tarafından istatistik halen öğrenilmesi zor ve sevilmeyen bir alan olarak görülmektedir (Garfield ve Ben-Zvi, 2008). TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları kapsamındaki "İstatistiği Doğada Öğren" projesinde, sınıf dışında doğa eğitimi ile istatistik öğretiminin harmanlanarak aktarılması amaçlanmıştır.

TÜBİTAK 4004 Doğa ve Bilim Okulları kapsamındaki "İstatistiği Doğada Öğren" etkinliği, doğa, İstatistik bilimi ve teknoloji konularında farkındalık yaratmak amacıyla öğretmenlere uygulanmıştır. Etkinlikte yer alan istatistiksel konuların gözlem ve uygulamalarla anlatılmasına imkân sağlanmış ve Ilgaz Dağı Milli Parkı, Tosya Dipsiz Göl Tabiat Parkı, Kastamonu Pınarbaşı İlçesi'nde yer alan Horma Kanyonu ve Ilca Şelalesinde kara ve tatlısu ekosistemleri üzerinde örnek uygulamalar ile aktarılmıştır. Bu etkinlikler ile bilgilendirme, bilinçlendirme, geliştirme, uyarma, dengeleme, koruma vb. süreçler sağlanarak katılımcı 36 öğretmende bu yönde olumlu davranışların geliştirilmesi hedeflenmiştir.

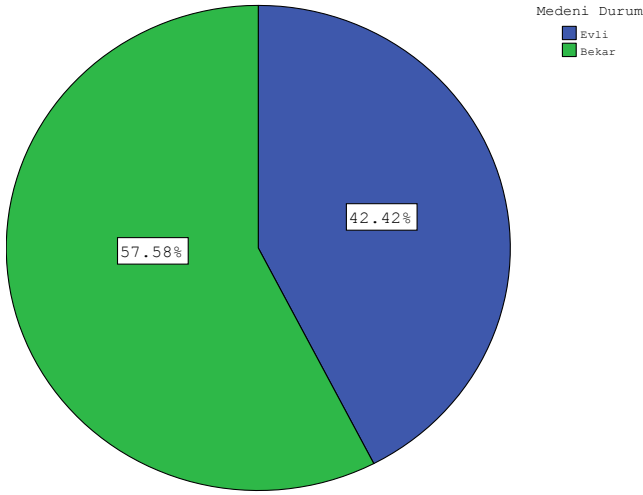
### 3. YÖNTEM

#### 3.1. Örneklem

Çalışmanın örneklemini, TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları kapsamında TÜBİTAK, Tarım Orman Bakanlığı, Ilgaz Dağı Milli Parklar Müdürlüğü tarafından desteklenen 516623 nolu "İstatistiği Doğada Öğren" projesine katılan, MEB'e bağlı okullarda çalışan, farklı il ve branşlardaki 36 öğretmen oluşturmaktadır. 1317 başvuru arasından projeye ilgi, başvuruların ve cinsiyetin ağırlıklı olduğu gruplar dikkate alınarak 36 kişinin seçimi gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara ait cinsiyet ve medeni durum dağılımları sırasıyla Şekil 1.a ve 1.b'de gösterilmiştir. Buna göre, katılımcıların %70'inin kadın öğretmenler ve %57,6'sının bekar olduğu söylenebilir.

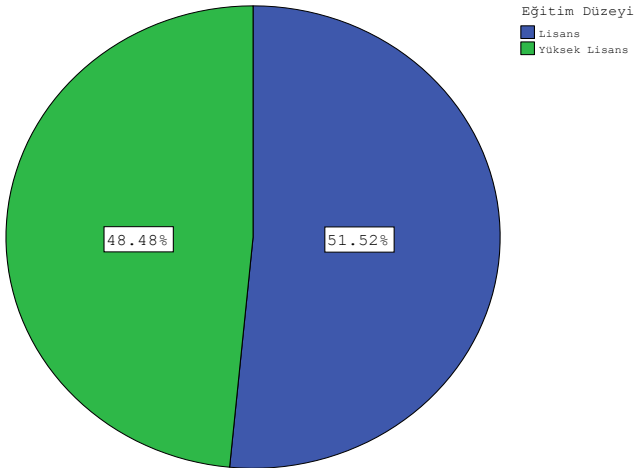


Şekil 1.a. Öğretmenlerin cinsiyet dağılımları

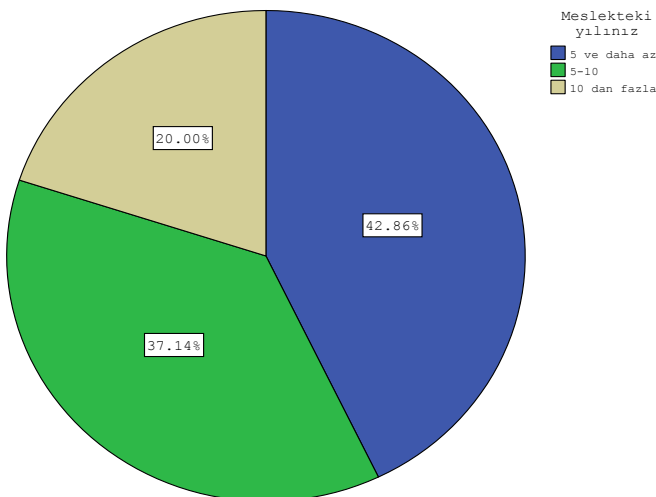


Şekil 1.b. Öğretmenlerin medeni durum dağılımları

Şekil 2.a'da öğretmenlerin eğitim düzeylerinin ve Şekil 2.b'de meslekteki deneyimlerinin (yıl) dağılımları gösterilmiştir. Buna göre, öğretmenlerin %51,5'inin yüksek lisans eğitimi gördüğü ve %42,9'unun öğretmenlik mesleğindeki yıllık deneyiminin 5 veya daha az olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

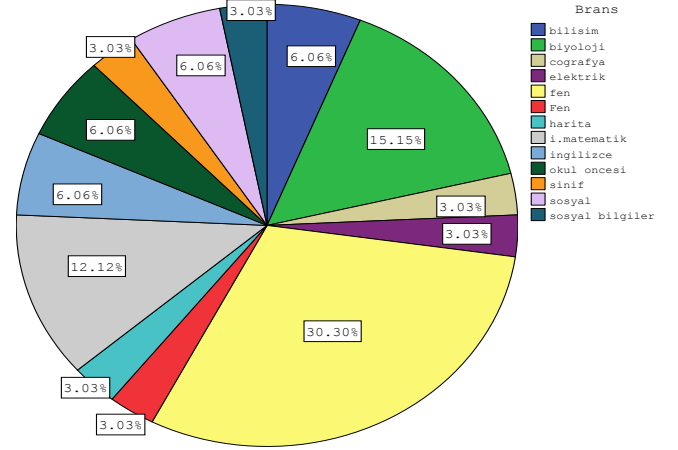


Şekil 2.a. Öğretmenlerin eğitim düzeylerinin dağılımları



Şekil 2.b. Öğretmenlerin mesleki deneyim dağılımları

Proje etkinlikleri, farklı düzeydeki öğretim programlarına uygun olacak biçimde tasarlanmıştır. Etkinliklerde, öğretim programına paralel olarak öğretmenlerin doğal yaşamı, kara ve su ekosistemlerini tanıması koruması, doğa ve istatistik ile etkileşiminin sağlanması hedeflenmiştir. İstatistik bütün branşlarda toplanan verilere uygulanabilecek yardımcı bir disiplin özelliğini de taşıması nedeniyle farklı branşlardaki tüm öğretmenlerin etkinlikler için uygun olduğu düşünülmüştür. Şekil 3'te projeye katılan öğretmenlerin branşlarına göre dağılımları verilmiştir.



Şekil 3. Öğretmenlerin branşlarına göre dağılım yüzdeleri

Şekil 3 incelendiğinde öğretmenlerin %30,3'ünün fen bilimleri, %15,1'inin biyoloji ve %12,1'inin coğrafya öğretmeni olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin cinsiyet durumları ve sınıf seviyeleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Katılımcı öğretmenlere ait temel istatistikler

	Min	Max	Ortalama	St. Sapma
Yaş	23	50	30,917	5,045
Meslekteki yıl	0	10	6,94	1,770
Daha önce katıldığı doğa eğitimi sayısı	0	2	0,111	0,398
Daha önce katıldığı istatistik eğitimi sayısı	1	28	7,730	5,416

Tablo 4'e göre etkinliğe katılan öğretmenlerin yaş ortalamasının 30 yıl olduğu, ortalama olarak meslekte 7 yıllık deneyimli oldukları, neredeyse hiç doğa eğitimine katılmadıkları ve ortalama 8 kez istatistik içerikli eğitim aldıkları görülmektedir. Öğretmenlerin doğa eğitimine katılım sayılarının düşük olması, TÜBİTAK 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları kapsamında seçilen katılımcıların daha önce bu kod ile başka bir etkinliğe katılmamış olmasından kaynaklanmaktadır.

"İstatistiği Doğada Öğren" etkinlik değerlendirme anketi EK 1'de verilmiştir. Bu anketteki 5'li likert ölçeği kullanılarak hazırlanan sorulara verilen cevapların genel ortalaması 4,81 olarak elde edilmiştir. Buna göre katılımcıların eğitimden genel olarak çok memnun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kadın ve erkek öğretmenlerin sorulara verdikleri cevapların ortalama değerleri arasında cinsiyet açısından fark olup olmadığının belirlenebilmesi için öncelikle Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk parametrik olmayan testleri için normallik varsayımı

kontrol edilmiştir. Buna göre elde edilen test sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Cinsiyete göre verilen cevapların ortalama puanlarına ait normallik testleri sonuçları

Cinsiyet	Kolmogorov-Smirnov Testi			Shapiro-Wilk Testi		
	İstatistik	Sd	p-Değeri	İstatistik	Sd	p-Değeri
Kadın	0,238	25	0,001	0,821	25	0,001
Erkek	0,228	11	0,003	0,765	11	0,003

Tablo 5'e göre, kadın ve erkek öğretmenlerin sorulara verdikleri ortalama puanları Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri p-değerlerine göre ( $P = 0,001 < 0,05$  ve  $P = 0,003 < 0,05$ ) %5 yanılma düzeyinde normal

dağılmamaktadır. Bu nedenle cinsiyetlere göre ortalama puanlar arasında fark olup olmadığının belirlenmesi için parametrik olmayan testlerden Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Mann-Whitney U testi sonuçları Tablo 6 ve Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 6.** Cinsiyete göre verilen cevapların Mann-Whitney U testi rank değerleri

Cinsiyet	N	Ortalama Rank	Rank Toplamı
Kadın	25	18,22	455,50
Erkek	11	19,14	210,50
Toplam	36		

**Tablo 7.** Cinsiyete göre verilen cevapların Mann-Whitney U Testi sonuçları

Testler	Ortalama
Mann-Whitney U Testi	130,500
Wilcoxon W Testi	455,500
Z Testi	-0,249
<b>İki Yanlı p-Değeri</b>	<b>0,804</b>

Tablo 6 ve Tablo 7'de verilen Mann-Whitney U testine göre ( $p$ -değeri = 0,804 > 0,05) katılımcı öğretmenlerin etkinlikten memnuniyetleri açısından cinsiyetler açısından fark olmadığı %95 güven ile söylenebilir.

Tablo 8'de eğitim düzeyine göre verilen cevapların ortalama puanlarına ait normallik testleri sonuçları gösterilmiştir.

**Tablo 8.** Eğitim düzeyine göre verilen cevapların ortalama puanlarına ait normallik testleri sonuçları

Eğitim Düzeyi	Kolmogorov-Smirnov Testi			Shapiro-Wilk Testi		
	İstatistik	Sd	p-Değeri	İstatistik	Sd	p-Değeri
Lisans	0,278	18	0,001	0,708	18	0,001
Y.Lisans	0,199	18	0,008	0,860	18	0,009

Tablo 8 incelediğinde, Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri p-değerlerine göre ( $p = 0,001 < 0,05$  ve  $p = 0,009 < 0,05$ ), lisans mezunu ve yüksek lisans mezunu olan öğretmenlerin sorulara verdikleri ortalama puanlarının normal dağılmadığı %5 yanılma düzeyinde söylenebilir. Bu

nedenle eğitim düzeyine göre sorulara verilen ortalama puanlar arasında fark olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile belirlenmiş, sonuçlar Tablo 9 ve Tablo 10'da özetlenmiştir.

**Tablo 9.** Eğitim düzeyine göre verilen cevaplara ait Mann-Whitney U testi rank değerleri

Eğitim Düzeyi	N	Ortalama Rank	Rank Toplamı
Lisans	18	20,83	375,50
Yüksek Lisans	18	16,17	291,00
Toplam	36		

**Tablo 10.** Eğitim düzeyine göre verilen cevaplara ait Mann-Whitney U Testi sonuçları

Testler	Ortalama
Mann-Whitney U Testi	120,000
Wilcoxon W Testi	291,000
Z Testi	-1,374
<b>İki Yanlı p-Değeri</b>	<b>0,169</b>

Tablo 9 ve Tablo 10’da sunulan Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre ( $p$ -değeri = 0,169 > 0,05) öğretmenlerin etkinlikten memnuniyetlerinde eğitim düzeyleri açısından fark olmadığı %95 güven ile söylenebilir.

Tablo 11-13’te ise, doğa eğitimi alan ve almayan öğretmenlerin değerlendirme anketinde verdikleri cevaplara ait puanların ortalamaları arasında fark olup olmadığı araştırılmıştır.

**Tablo 11.** Doğa eğitimi alan ve almayanların cevaplarının ortalama puanlarına ait normallik testleri sonuçları

Doğa Eğt.	Kolmogorov-Smirnov Testi			Shapiro-Wilk Testi		
	İstatistik	Sd	p-Değeri	İstatistik	Sd	p-Değeri
Hayır	0,263	25	0,000	0,766	25	0,000
Evet	0,276	11	0,003	0,888	11	0,003

**Tablo 12.** Doğa Eğitimi alan/almayanlara öğretmenlere ait cevapların Mann-Whitney U testi rank değerleri

Doğa Eğitimi	N	Ortalama Rank	Rank Toplamı
Hayır	25	19,84	496,00
Evet	11	15,45	170,00
Toplam	36		

**Tablo 13.** Doğa Eğitimi alan/almayanlara öğretmenlere ait cevapların Mann-Whitney U Testi sonuçları

Testler	Ortalama
Mann-Whitney U Testi	104,000
Wilcoxon W Testi	170,000
Z Testi	-1,189
<b>İki Yanlı p-Değeri</b>	<b>0,234</b>

Tablo 11-13’e göre Mann-Whitney U testi  $p$ -değeri = 0,234 > 0,05 olduğundan öğretmenlerin etkinlikten memnuniyetlerinde doğa eğitimine katılıp katılmamaları açısından fark olmadığı %95 güven ile söylenebilir.

Özet olarak, yapılan değerlendirme anketindeki 5’li likert ölçeğindeki sorulara göre, öğretmenlerin “İstatistiği Doğada Öğren” eğitiminden memnun oldukları, cinsiyete, eğitim düzeylerine ve herhangi bir doğa eğitimine katılıp/katılmama durumlarına göre memnuniyetlerinin değişmediği sonucuna ulaşılmıştır.

### 3.2. Katılımcı görüş yazıları

“İstatistiği Doğada Öğren” etkinliğine katılan öğretmenlerin etkinlik bitiminde uygulanan anket formunda ayrıca kişisel

görüş ve önerilerini dile getirmeleri, en beğenilen etkinlikleri belirtmeleri istenmiştir. Bu eğitim kapsamında yer verilen bazı temel etkinlikler aşağıdaki gibi temel içerikleri ile Tablo 14’te özetlenmiştir:

**Tablo 14.** Eğitimde Yer Verilen Bazı Temel Etkinlikler ve İçerik Özeti

Etkinlik Adı	Etkinlik İçerik Özeti
Ekolojik İstatistikler	Temel İstatistiksel Kavramlar (Ortalama, Varyans, Mod, Medyan), Grafikler (Pasta, Histogram, Çubuk, Saçılım), SPSS Programı ile Veri Analizi
Doğanın İlişkileri	Korelasyon ve Regresyon Analizleri, PAST programı ile Veri Analizi
Sudan İstatistikler	Sucul Ekosistemlerin Canlıları ve İstatistiksel Ölçümlerin Elde Edilmesi
Toprak Ana ile Eğlenceli İstatistikler	Toprak Türleri, Toprak Analizi ve İstatistikleri
Sürüngeçlerin Gizemli Dünyası	Sürüngeç Örnekleri, Yaşamları ve İstatistiksel Bilgileri
Tabiat Okulu	Ağaç Yaş, Çap Ölçümü, Veri Toplama
Doğa Bir Billece	Yakala-Tekrar Yakala Örnekleme Yöntemi, Ekolojik Tahmin, Kart Eşleme, Yılan ve Merdiven Oyunu ile Olasılık Hesapları
Yapay Zeka ile Doğayı Kurtarmanın Yolları	Doğa Bilimlerinde Kullanılan Makine Öğrenme, Yapay Zeka Tekniklerinin Tanıtılması
Oryantiring	Doğada Harita ile Yön ve Hedef Bulma
Doğal Çeşninin İstatistiği	Biyocoşunluk Araştırmalarında İstatistiksel Hesaplamalar
Doğanın Denklemi	Regresyon Modelinin PAST ile Tahmini
İklim Değişiyor, Doğa Diremiyor	İklim Değişikliği ve Etkileri, İklim Değişiklik Verilerinin Temini ve Analizi
Katılımcılara uygulanan etkinlik değerlendirme anketinde en beğendikleri etkinliklerden bahsetmeleri istenmiştir. Bu anketin sonuçlarına göre, katılımcıların %72’si en çok	“Oryantiring”, %47’si “Tabiat Okulu”, %44’ü “Sürüngeçlerin Gizemli Dünyası”, %36’sı “Doğa Bir Billece, Sudan İstatistikler, Ekolojik İstatistikler” ve

%11'i "Doğanın Denklemi" adlı etkinlikleri en beğendikleri

üç

etkinlik

arasında

sıralamıştır.

### 3.3. Röportajlar

"İstatistiği Doğada Öğren" etkinliğine katılan öğretmenler ile etkinlik bitiminde röportajlar gerçekleştirilmiş ve bu röportajların bazıları aşağıdaki gibi kendi ifadeleri ile verilmiştir:

**Ö1. (Fen bilimleri öğretmeni):** "Projenin amacına uygun olarak gerçekleştiğini düşünüyorum. İstatistiği doğada öğrenerek farkındalık, belirli bir bilinç kazandırılmaya çalışıldı öğretmenler için. Bu doğrultuda hedeflerin kendim adına gerçekleştiğini düşünüyorum. *En dikkatimi çeken etkinlik* ağaçlar ile ilgili yapılan Tabiat Okulu etkinliği oldu. Ağaçların çapının ölçüldüğü, yaşının belirlendiği ya da bir ormanda ağaçların oranıyla ilgili yüzdeleriyle ilgili birtakım bilgiler verilmişti. Orası benim için en can alıcı olan noktaydı.

Bu eğitimin doğa temelli olması benim de branşımı kapsıyor. Fen bilimleri alanı zaten doğadaki sistemleri anlatıyor. Bu yönden öğrencilerle birçok etkinlik ve atölye yapılabileceğini düşünüyorum. Örneğin bize en son gün oynatılmış olan yılan merdiven oyunu oynatılabilir ya da veri toplama yöntemleri aynı şekilde kullanılabilir."

**Ö2. (Coğrafya Öğretmeni):** "Coğrafya öğretmeniymen zaten coğrafya alanında lisans düzeyinde eğitim alırken istatistik dersini bir nebze de olsa almıştık. Ama bilakis doğada birçok canlı üzerinde, ekosistemdeki diğer varlıklar üzerinde istatistiğin bu derece önem arz edebileceğini bu proje sayesinde daha net bir şekilde gördüm. Gerçek anlamda hem nicel hem de nitel verilere dayanarak istatistik bilgisinin son derece önemli olduğunu öğrendik. Bu anlamda gerçekten de mutluyum. Bütün uygulamalar hem eğitimsel anlamda hem de kişisel anlamda son derece olumluydu. Bunları kesinlikle okul ve çevresinde öğrencilerimize aktarma konusunda bizler bilgi edindik, tecrübe edindik. Mesleki kariyerlerimizde mesleki hayatlarımızda bunu son derece kullanacağız.

Etkinliklerin hemen hemen hepsi okullarda uygulanabilir. Uygun zemin hazırlandığı takdirde ki, doğa anlamında Türkiye son derece bakir topraklara sahip bir ülke olduğun için hemen hemen her anlamda uygulanabileceğini düşünüyorum. Bir ağacın yaşının tespit edilmesi, doğada nesli tükenmekte olan hayvanların istatistiklerle analiz edilmesi hem bir öğrenciye doğa sevgisinin aşılması hem de doğaya karşı nasıl davranılması gerektiği hususunda son derece bilgiler sundu. Kesinlikle okuluma gittiğim zaman öğrencilerimle buna ve buna benzer projelerle, arazi uygulamalarıyla bunları uygulama aşamasında son derece iyimserim, uygulayacağım. Gerçekten istatistiğin doğayla entegre edilebileceğini ben bu proje sayesinde çok iyi gördüm ve gözlemledim. Umarım bu projelerin devamı gelir. Hem öğretmenlere hem diğer sektörde çalışan tüm eğitimcilerimize bir faydası olabileceğini düşünüyorum."

**Ö3. (Biyoloji Öğretmeni):** "Eğitimde sadece biyoloji gibi fen bilimleri gibi branşların değil de okul öncesi, sınıf, matematik gibi öğretmenlerin de doğa bilimleri ile ilgili bilgi sahibi olması bu eğitim sayesinde açıkçası beni mutlu etti. Biyoloji branşında olduğum için doğa bilimleri ile ilgili bazı kısımlar daha önce karşılaştığım kısımlardı. Ama tekrar görmek ve diğer branş öğretmenlerimle birlikte zaman geçirmek benim için güzeldi. İstatistik kısmı ise

okulda biraz diğer derslerle sıkıcı oluyordu açıkçası. Bu şekilde eğlenceli hale getirilmiş oldu. Ve ben açıkçası kendim veri analiz edebilecek düzeye geldiğim için memnunum.

Oryantiringi çok beğendim. Çünkü hem bilgiyi çok güzel kullandık konuları bulmak için hem de güzel bir yarış da vardı gruplar arasında. Zaten bütün etkinliklerde hem grup olarak hem diğer gruplarla iletişimimiz çok güzeldi. Bence etkinlikler güzel seçilmişti bu eğitim için. Hatta biz de kullanabiliriz bu eğitimleri veya benzerlerini doğa eğitimi için gittiğimiz yerlerde."

**Ö4. (Fen bilimleri öğretmeni):** "Normalde ben de derslerimde çok sınıfa bağlı kalmayı sevmiyorum. Hani olabildiğince, imkânlar elverdiğince dışarda eğitim. En azından okul bahçesinde veya bilim parklarında vesaire eğitimleri gerçekleştirmeye çalışıyorum. O yüzden gerçekten çok güzeldi ve bana da böyle bir fikirler, ışıklar yaktı beynimde. Gayet güzeldi.

Mesela yeni bir sınıf geldiğinde ben de öğrencileri yeni tanıdığımda ve karma bir yerlerden geldiği zaman ilk olan balonla tanışma etkinliğini mutlaka uyguladım. Küçük sınıfl grupları için belki okuma-yazma oranları çok iyi olmadığından şekillerle ifade edebilirler balonların üzerine kendi simgelerini koyarlar ve o şekilde tanışma sağlayabiliriz ki çok eğlenirler, çok akılda kalır. Aynı şekilde bu bilgi kartları vardı işte kuşlar ve latince isimleri vb. bunları fen bilimlerinde birçok alanda kullanabiliriz işte hayvan hücreleri, bitki hücreleri, bunların içindeki organelleri tanımlamada öğrencilerin çok ilgisi çeker. Grup grup çalışmalar yapabilirler. Bu yılan-merdiven oyunu tüm konularda, neredeyse fen bilimlerinin tüm konularında uygulanabilir. Eğitimde hem iç alanı hem de dış alanı çok aktif bir şekilde kullandık. Hani sadece içeriye bağlı da kalmadık. Dışarıyla bütünleştirilmesi içerideki etkinliklerin veya konuların farklı mekanlarda anlatılması çok güzeldi."

**Ö5. (Matematik Öğretmeni):** "Matematik öğretmeni olduğum için özellikle istatistik boyutu üzerinden eğitim alacağım diye gelmişim buraya. Ama alttan alttan biyolojik kısmı, ekosistemleri de bize eğlenerek öğretilmiş fark ettim. Demek ki bu, kendimizde bunu yapabiliyoruz olgusu oluştu. Net bir şeye odaklanmak tek bir ders yerine, onun alttan farklı ders ve disiplinler arası bağdaştırabiliriz diye düşünüyorum. En dikkat çeken etkinliğimiz Caretta caretta şarkısıydı. Yani belli bir konuyu anlatırken bunu dediğim gibi aynı şeyi belki kendimde uygulamayı düşünüyorum. Matematikle ilgili bir teoremi diyeyim veya formülü şarkılaştırıp da öğrenciye aktarmak çok daha akılda kalıcı olur. Çok beğendim. İç uygulama, dış uygulama yaptık. Ben üniversiteyi bitireli zaten 13 yıl falan oldu. 13 yıl önceki düşüncem çok daha farklıydı. Şu konuda, işte akademisyenler, profesörler, doçentler ulaşamaz kişilerdir. Yani 'yaklaşamazsın, bir şey söylemeye korkarsın' tabusunu burada yıktım. Hocalarımız sağ olsun, akademisyenlerimiz hepsi bizden daha neşeliydi mi diyeyim, bizi daha çok eğitime katmaya çalıştı. Bu tabuyu yıktıkları için öncelikle kendilerine o şekilde teşekkür etmek istiyorum. Artık öğrencilerime daha farklı şekilde bunu yansıtacağım."

**Ö6. (Fen Bilimleri Öğretmeni):** “İstatistik ve doğa kavramını ben çok fazla kafamda birleştirememiştim açıkçası buraya gelmeden önce. Doğada ‘neyin istatistiği nasıl yapılıyor?’ diye düşünmüştüm. Daha çok sayısal veriler nasıl toplanıyor, bunlar nasıl yorumlanıyor, nerede kullanılıyor diye düşünmüştüm. Bu eğitim sayesinde bu istatistik ve doğanın aslında birbiriyle iç içe olduğunu çok rahat bir şekilde anladım. Doğadaki birçok verinin kullanılabilmesi, bu verilerle neler yapabileceğimizi, işte biyoçeşitlilik türlerimizin belirlenmesinde, ondan sonra belirli bir bölgede hani orman yangını olduğunda hangi bölgeyi daha rahat kurtarabileceğimizin bile aslında istatistik verilerle dayandığını öğrenmiş olduk. Hani birçok alanda istatistikten faydalanılabileceğini, doğa da bunun için uygun alanlardan biri olduğunu çok rahat öğrendim eğitim sayesinde. Genel anlamda uygulamalara baktığımda yeterli buldum yani beni doyurdu açıkçası yani.

En çok korelasyon üzerine, regresyon üzerine neler yapabiliriz? Bunları gördüm. Okulda bunları nasıl kullanabilirim. Onların üzerine etkilendim diyebilirim. Bana katkı sağladı. Ayrıca sürüngenler üzerine yapılan çalışmalar ile sürüngenleri daha yakından tanıdım. Biz daha çok okulda 4006 projeleri yapıyoruz. Hani bazen TÜBİTAK’ın düzenlediği proje yarışmaları oluyor. Belki onlarla ilgili yani, doğada bu projelere, burada öğrendiklerimi katarak birazcık daha istatistik çalışmaları şeklinde biraz daha bilimsel bir şekilde çalışmalara destekleyebilir diye düşündüm. Bilim fuarlarında kullanılabılır diye düşündüm yani.”

“13 yıllık öğretmenim, 2008’den beri öğretmenlik yapıyorum. Biz üniversitelerde güzel bir eğitim alıyoruz ancak bu eğitim okula gittiğimizde bazen karşılığını bulmuyor. Bazen de böyle yıllar içerisinde insan öğretmenlik mesleğinin içerisinde üniversiteden uzaklaşabiliyor. Ben devamlı bir öğretmenin üniversite ile bağının olması gerektiğini düşünüyorum. Bu tarz eğitimlerde hani öğretmenle akademisyenleri bir araya getiriyor ve öğretmenlerin nasıl diyeyim; mesleki anlamda yeniliklerden, yeniliklerin farkına varmasını sağlıyor, yeniliklerden haberdar olmasını sağlıyor. O yüzden yani öğretmenin gelişimi için çok önemli görüyorum yani. Öğretmeni canlandırıyor diyebilirim. Hatta ben 2013 yılında ilk kez böyle bir etkinliğe başvurmuştum. Hani 2008-2012 arasıyla 2013 sonrası benim için epey değişik yani farklı oldu.”

**Ö7. (Beden Eğitimi Öğretmeni):** “Genel olarak faaliyetler çok eğiticiydi. İstatistikle bu şekilde doğanın birleştirilmesi bence önemli. Çünkü daha görsel olarak akılda kalıcı olduğunu düşünüyorum. İşitsel, görsel zekâ bazında baktığımızda ben görsellikte daha çok iyi olduğumu düşünüyorum. Etkinliklerde hep yaparak öğrenmeye yönelik olduğu için, istatistik konusunda hani hiçbir fikrim yokken, şu an artık bir fikrim var diyebilirim. Benim için oryantiring eğitimi en keyifli etkinlikti. Haritayla yön bularak hedefleri aldık ve bunu grup halinde yaptık. Bu yüzden hem grup halinde yapmış olmamız hem de işin içine harita girmesi ve en sonunda da bunu istatistik verilerle aldığımız balonu -balonlardı hedeflerimiz- balonların üzerindeki istatistik kodlarla güzel şeyler yaptığımızı düşünüyorum.

Ne yaparım ne ederim, ‘gidiyorum evet ama istatistik öğreneceksin, nerede uygulayacaksın?’ Bu çok önemli bir soruydu benim için. Açıkçası doktora tezimde büyük bir yer vereceğime inanıyorum artık buna. Hani daha -basit düzeyde diyeyim- basit bir düzeyde tez yazmaktansa artık

istatistikle birleştirerek kendi tezimi de daha zenginleştirebilirim daha günümüze uyarlamış olabilirim. Çünkü günümüzün artık istatistikle yönetildiğinin farkına vardım. Fikrimin olmadığı konularda, SPSS programı olsun, PAST programı olsun veya yapay zekâ olsun bu konularda fikir edinmiş oldum.”

**Ö8. (Sosyal Bilgiler Öğretmeni):** Çok uzak bir yerden geldim ben. Yaklaşık 1300 km Şanlıurfa’dan. ‘Acaba degecek mi?’ diye bu soruyu kendime sordum. Çünkü hem okul haftası, okul açıldı hem bir yorgunluk oluyor, yol yorgunluğunu diye düşündüm. Fakat buraya geldiğimde bunların hepsinin geçtiğini fark ettim. Çünkü çok samimi bir ortam gördüm. Sonra akademik hayatıma çok katkı sağlayan dersler, eğitimler gördüm burada. Doğaya herkes bakabilir ama herkes göremez. İstatistik kısmı da budur. İşte insanların göremediği veya kaçırdığı bazı ayrıntıları çalışıp veya ölçüp, hesaplayıp insanlara sunmaktır, bir veri aracıdır. İstatistik budur. Bir çoban da çok fazla vakit geçirebilir doğada ama bir istatistikçi olamaz. Bu yüzden böyle bir eğitim için geldim. Ben çok uzun yıllardır doğa ile iç içe olan bir insanım. Bu eğitime kadar doğaya bakış açım daha farklıydı. Sadece hani doğal güzellikleri görmek veya tarihi güzellikleri görmek amacıyla gelmiştim. Fakat buraya geldikten sonra artık toprakların, kayaçların yapısını; ağaçların yaşı, boyu gibisinden ayrıntılara dikkat etmeye başladım. Bu hem eğlenceli, güzel bir şey hem de yorucu bir şey. Artık doğaya gelip dinlenmek yerine biraz da etrafa da bakmak da gerekiyor artık. Bu yüzden benim için çok verimli bir eğitim oldu. Yılanlardan çok korkarım. Baya da çekinirim. Hocamız böyle sürüngenler konusunu anlatmıştı. Bir yılanı getirmişti böyle... Biraz detaylı inceleme fırsatı buldum. Bu etkinlik benim için çok başarılı bir etkinlik oldu. Hayvanları yakından gördüm. İlk defa bir yılanı elimde aldım mesela. İşte üzerindeki desenleri görebilme fırsatı yakaladım işte zehri konusunda detaylara girdik. Keza diğer sürüngenler için de. Bu benim için çok önemli ve güzel bir etkinlik oldu.

Yüksek lisans öğrencisiyim. Nicel bir çalışmam var. SPSS konusunda çok fazla ders alamadım. Burada en azından SPSS’in temel çalışma işlevlerini görme fırsatı yakaladım. Keza, okulunun bulunduğu bölge Şanlıurfa bölgesi, orman bakımından çok fakir bir bölge. Bir tane ormanımız var, o da yapay bir orman. Öğrencilere hep orman sevgisini aşılamak işte orman bilinci oluşturmak için öğrencilerimi oraya götürmeyi düşünüyorum. Bunlar bu eğitimin kazanımları benim için. Tabi ki daha farklı kazanımları olabilir ama en bariz şu an aklıma gelen kazanımlar bunlar.”

### 3.4. Kurgusal ve uygulamalı eğitim içerikleri

Etkinliklere katılan öğretmenlerin ve bunun yanı sıra sosyal medya hesapları ile projeyi takip eden öğretmenlerin etkinlikler sonunda yapılan çalışmalardan esinlenerek kurgusal eğitim içerikleri hazırlaması, sınıflarında öğrencilerine adapte etmesi istenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda öğrencilerin bilime bakış açılarında, yaratıcı, bilimsel düşünme ve sosyal becerilerinde değişim gözlemlenmiştir. Katılımcılar tarafından tasarlanan bir kurgu eğitim içeriği örneği aşağıda verilmiştir:



## **Etkinlik: STEM ile canlıların sınıflandırılmasında karar ağacı oluşturma**

### 1. Bilişsel Süreçte STEM Disiplinlerine Ait Kazanımlar:

- Matematik
  - ✓ Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem ve eşitsizliklerin çözüm kümelerini bulur.
  - ✓ Oran ve orantı kavramlarını kullanarak problemler çözer.
  - ✓ Denklemler ve eşitsizlikler ile ilgili problemler çözer.
  - ✓ Merkezî Eğilim ve Yayılım Ölçüleri
  - ✓ Verilerin Grafikle Gösterilmesi
- Fen Bilimleri
  - ✓ Canlıların ortak özelliklerini irdeler.
  - ✓ Canlıların Çeşitliliği ve Sınıflandırılması
  - ✓ Canlı Âlemleri ve Özellikleri
- İstatistik
  - ✓ İstatistiksel yazılım programlarını (IBM SPSS STATİSTİCS 23 veya RAPIDMINER STUDIO) temel düzeyde kullanmayı öğrenir.
  - ✓ İstatistiksel yazılım programlarından (IBM SPSS STATİSTİCS 23 veya RAPIDMINER STUDIO) karar ağacı oluşturmaları temel ve orta düzeyde öğrenir.
  - ✓ İstatistiksel yazılım programında (IBM SPSS STATİSTİCS 23 veya RAPIDMINER STUDIO) oluşturduğu karar ağacının görsel düzenlemesini yapar.
- Sosyal Ürün Kazanımları: Takım içerisinde çalışabilme, iş planı yapabilme, disiplinler arası ilişki kurabilme, etkili sunum yapabilme, teknolojiyi ve bilimi günlük hayatta kullanabilme, araştırma ve geliştirme çalışmalarını yapabilme

### 2. Kullanılan Materyaller:

- Bilgisayar, İnternet, MS Office programları, IBM SPSS STATİSTİCS 23, Kağıt ve kalem.

### 3. Problem:

- Bir insan çevresindeki canlıları ne kadar iyi tanıyorsa ve onları ne kadar iyi sınıflandırırsa kendi gelişimine o derecede katkı sağlar. Bu sebeple çevremizdeki canlıları sınıflandırabileceğimiz bir karar ağacı tasarlayınız.

### 4. Meslek, Görev ve Sorumluluklar:

- Matematikçi • Biyolog • İstatistikçi • Araştırma analisti • Veri madencisi

### 5. Ders İçeriği: Problem ve Sınırlamalar:

- Çevremizdeki canlıları sınıflandırmayı nasıl yaparız?
- Bu sınıflandırmayı yapmak için gerekli bilgi ve birikimler nelerdir?
- Gerekli bilgi ve birikimi olmayan insanların canlıları sınıflandırması mümkün müdür?
- Bir insanın çevresindeki diğer canlıları sınıflandırması ve tanımmasının önemi nedir?
- Her insanın sınıflandırma yapabilmesi için teknolojiyi nasıl kullanabiliriz?
- Karar ağacı ne demektir?

➤ İstatistiksel yazılım programları ne işe yarar?  
*Karar ağacı ve istatistiksel yazılım programlarından bahsedilir. Karar ağaçları ile canlıların sınıflandırılması arasında bağlantı kurulur. Teknolojinin hayatımızdaki öneminden bahsedilir. İnsanların akıllı telefonlarından, tabletlerinden veya bilgisayarlarından takip edebilecekleri bir karar ağacının işlevinden bahsedilir.*

### 6. Bilgi Edinme:

- Canlılar nasıl sınıflandırılır?
- Canlıları sınıflandırma kriterleri nelerdir?
- Her canlı sınıfının spesifik özellikleri nelerdir?
- Karar ağacı nasıl oluşturulur?
- İstatistiksel yazılım programları ile karar ağacı nasıl oluşturulur?
- Karar ağacında kullanabileceğimiz sınıflandırma kriterleri neler olabilir?

### 7. Fikir Geliştirme:

- Proje geliştirme için çalışma grupları oluşturunuz.
- Gruplarda ortaya atılacak fikirlerin ve izlenecek yollar ile ilgili tartışma ortamı sağlayınız.
- Tartışmalarda grupların her elemanına söz vermeye dikkat ediniz.

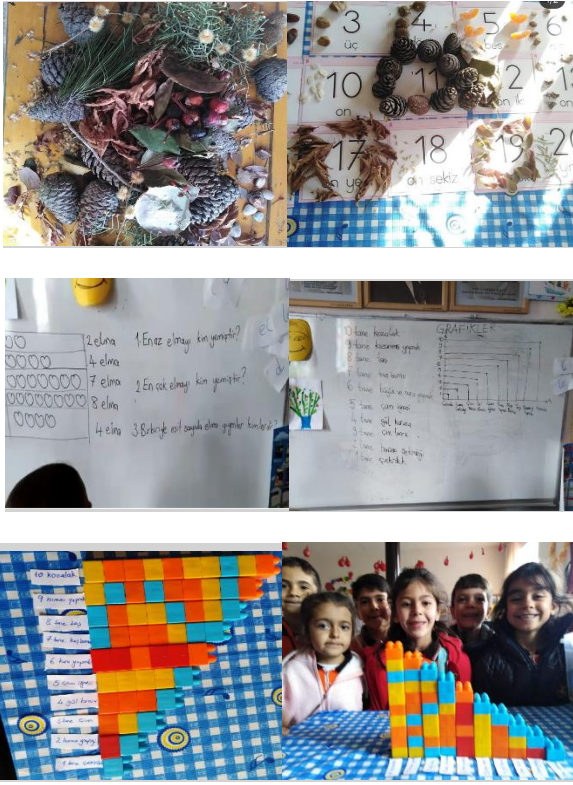
### 8. Ürün Geliştirme:

- Karar ağacının algoritmasını oluşturmada nasıl bir yol izleneceğinin sorusunu sorunuz.
- Benzer bir algoritma için örnekler veriniz.
- Algoritma hesaplamaları için canlıları hangi kriterlere göre sınıflandırılacağını sorunuz.

### 9. Paylaşma ve Yansıtma:

- Katılımcıların kendi kendilerinin puanlamasını değerlendirmesini isteyiniz.
- Karar ağacı algoritması için bir sunum hazırlanmasını takip ediniz.
- Projenin sunumunu gerçekleştirilmesini sağlayınız.
- Katılımcıların oluşturdukları karar ağacı algoritmasını diğer grupların üyelerine denettirmelerini öneriniz.
- Sosyal medya da karar ağacı algoritmasını bilimsel bir çerçevede sunulmasını teşvik edilir.

Ayrıca projeye ilgi duyarak iletişime geçen Şanlıurfa'da görev yapan sınıf öğretmeninin proje süresince tasarladığı doğadaki materyaller ile veri gruplama ve sınıflandırma çalışması Şekil 4'te sunulmuştur.



Şekil 4. Projemizdeki Eğitimleri Uygulayan Örnek Çalışmalar

Katılımcı öğretmenler tarafından tasarlanan bir istatistik soru örneği de Şekil 5'te verilmiştir:

SORU:

Standart sapma aşağıdaki işlemler takip edilerek hesaplanır:  
 1) Verilerin aritmetik ortalaması bulunur.  
 2) Her bir veri ile aritmetik ortalamadaki farkın kareleri toplanır.  
 3) Bulunan toplam veri sayısının bir eksiğine bölünerek karekökü alınır.

Katamonu'da düzenlenen bir Tübitak projesindeki öğretmenlerin gerçekleştirdiği etkinlik ve sunum sayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Eğitmenler	Gamze Hoca	Kürşat Hoca	Ecir Hoca	Güvenç Hoca	Halil Hoca
Etkinlik ve sunum sayısı	3	2	3	1	1

Buna göre projede gerçekleştirilen etkinlik ve sunum sayılarının standart sapması kaçtır?

- A) 1      B)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$       C)  $\sqrt{3}$       D)  $\frac{\sqrt{6}}{2}$       E)  $\sqrt{6}$

Şekil 5. Katılımcı Öğretmen Tarafından Tasarlanan Soru

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Günümüzde, veriye ulaşma kısmının kolay olmasına karşılık doğru veriyi seçme ile toplama ve yorumlama kısımlarının daha zor ve önemli olduğu İstatistik içerikli öğretim programlarında giderek daha çok ilgi görmektedir (Shaughnessy, 2007; Gattuso ve Otta via ni, 2011). İstatistik biliminin önemli bir yere sahip olması eğitimi ile kalitesi ve

yeterliliği kısımlarının da yüksek olmasını gerektirmektedir (Özdemir, 2014). Günlük hayatta bireyler gazete, dergi ve internet siteleri aracılığıyla hızlıca yayılan çok çeşitli verilerle karşılaşmakta ve bu verilerden anlam çıkarmak durumundadır.

İstatistiksel bilgilerin günlük yaşamda hep karşımıza çıkması ve önemlilik arz etmesi sebebiyle toplumlar da harekete geçmektedir. Bu sebeple, öğretim programlarında istatistiksel becerilere daha çok yer verilmekte ve istatistiksel düşünme ve okuryazarlık kısmına vurgu yapılmaktadır. Bu değişimin yansımaları ülkemizde de okul öncesinden üniversiteye kadar seviyede veri ile ilgili kazanımlara daha da fazla yer verilmesi şeklinde görülmektedir.

Öğrencilerin kendi topladıkları verilerle çalışması, verileri anlamaları ve açıklamaları için daha fazla çaba sarf etmelerini sağlar. Projeler, öğrencilerin kendi verilerini elde etmeleri ve çalışmalarını için en uygun yollardan birisidir. Projeler sayesinde öğrencilerde yaşam becerileri güçlenir, motivasyon artar ve daha derin bir öğrenme süreci oluşur. Bu sebeple, öğrenciler istatistiksel araştırma sürecini yaşayabilecekleri ve tecrübe elde edecekleri projelerde yer almalıdır.

İstatistik öğretiminde kavramların anlamları, veriden yararlanarak tahmin ve çıkarımlar elde etme, öneri, tartışma ve yorum kısımları, hesaplamalar, matematiksel beceriler ve grafik çizimleri kısımlarına göre daha çok üzerinde durulmalıdır. Aynı zamanda, öğrenci merkezli yöntemler yaratılmalıdır. Problem oluşturma, hipotezler kurma, örnekleme belirleme, verileri toplama, tahmin ve çıkarsamalar elde etme gibi istatistiksel süreçlerin öğrenciler tarafından yapıldığı ortamlar sağlanmalıdır. Son olarak, teknoloji eğitimin her alanı ve aşamasında kullanılmalı ve yaygınlaştırılmalıdır. İstatistik öğretiminde de yazılımlardan yararlanılmalı ve öğretim aracı olarak kullanılmalıdır. Günlük hayattan karşımıza çıkan durumlar örneklenerek istatistikle gerçek yaşam ortaklığından bahsedilmelidir. Aynı zamanda teknoloji sayesinde, öğrenciler hesaplamalara harcayacakları zamanları çıkarsama, yorum ve tartışma kısımlarında kullanılmalıdır.

#### KAYNAKLAR

- Akay, C. (2013). Ortaokul öğrencilerinin yaparak-yaşayarak öğrenme temelli TÜBİTAK 4004 Bilim Okulu Projesi sonrası bilim kavramına yönelik görüşleri, *Mersin Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(2), 326-338.
- Akkoç, H., Yeşildere İmre, S. (2015). *Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi Temelli Olasılık ve İstatistik Öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Aslan, Z., Doğdu, S. (1993). *Eğitim Teknolojisi Uygulamaları ve Eğitim Araç- Gereçleri*. Ankara: Tekişik Ofset.
- Buluş Kırıkkaya, E., Bozkurt, E., İmalı, B. (2011). Örnek bir öğrenme ortamı: TÜBİTAK destekli ilköğretim öğrencileri bilim yaz okulu. *I. Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Kongresi*, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

- Chance, B., Ben-Zvi, D., Garfield, J., Medina, E. (2007). The role of technology in improving student learning of statistics. *Technology Innovations in Statistics Education 1(1)*.
- Cobb, G. W., Moore, D. (1997). *Mathematics, Statistics and Teaching*. The American Mathematical Monthly, 104, 801–823.
- Demiralp, N. (2007). Coğrafya eğitiminde materyaller ve 2005 coğrafya dersi öğretim programı. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 15(1)*, 373-384.
- Erden, M. (1998). *Sosyal Bilgiler Öğretimi*. İstanbul: Alkım Yayınevi.
- Feyzioğlu, B., Özenoğlu Kiremit, H., Öztürk Samur, A., Aladağ, E. (2012). YİBO'lar doğal ortamda bilimsel düşünüyor. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 1(4)*, 65-74.
- Gal, I. (2004). *The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking*. The Netherlands: Kluwer academic publishers.
- Garfield, J. (1995). How the students learn statistics. *International Statistical Review, 63(1)*, 25-34, 1995.
- Garfield, J., Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice*. Springer Science & Business Media.
- Güler, T. (2009). Ekoloji temelli bir çevre eğitiminin öğretmenlerin çevre eğitimine karşı görüşlerine etkileri. *Eğitim ve Bilim, 34*, 151.
- Hırça, N. (2013). Üstün yetenekli öğrencilerin yaz bilim kampı deneyimleri. *Üstün Yetenekliler Eğitimi Araştırmaları Dergisi 1(1)*, 22-30.
- Kaya, Z. (2006). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme* (2. Baskı). Ankara: Pegem Yayıncılık
- Keleş, Ö., Uzun, N., Varnacı Uzun, F. (2010). Öğretmen adaylarının çevre bilinci, çevresel tutum, düşünce ve davranışlarının doğa eğitimi projesine bağlı değişimi ve kalıcılığının değerlendirilmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 9(32)*, 384-401.
- Koparan, T. (2015). İstatistiksel okuryazarlık modelleri ve bileşenlerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Education, 4(3)*, 16-22.
- Koparan, T., Akıncı, M. (2015). İstatistik öğretiminde yeni yaklaşımlar. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 4(1)*, 36-45.
- Malik, S. (2015). Undergraduates' statistics anxiety: A Phenomenological Study. *The Qualitative Report, 20(2)*, 120-133.
- Marulcu, D., Saylan, A., Güven, E. (2014). 6. ve 7. sınıf öğrenciler için gerçekleştirilen "Küçük Bilimler Bilim Okulu"nun değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11(25)*, 341-352.
- MEB (2009). *Matematik Dersi (6-8.Sınıflar) Öğretim Programı ve Matematik Dersi (9-12.Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEB (2013). *Ortaokul Matematik Dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı ve Ortaöğretim Matematik Dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Oğurlu, D., Alkan, H., Ünal, Y., Ersin, M. Ö., Bayrak, H. (2013). Çevre ve doğa eğitimlerinin coğrafya eğitimine katkıları: İde Projeleri örneği. *3rd International Geography Symposium –Geomed, Symposium Proceedings*, 498-508.
- Ozaner, S. (2004). Türkiye’de okul dışı çevre eğitimi ne durumda? Neler yapılmalı? *V. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, Abant İzzet Baysal Üniversitesi & Biyologlar Derneği, Bolu.
- Özdemir, O. (2010). Doğa deneyimine dayalı çevre eğitiminin ilköğretim öğrencilerinin çevrelerine yönelik algı ve davranışlarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27*, 125-138.
- Tekbıyık, A., Şeyihoğlu, A., Sezen Vekli, G., Birinci Konur, K. (2013). Aktif öğrenmeye dayalı bir yaz bilim kampının öğrenciler üzerindeki etkilerinin incelenmesi. *International Journal Of Social Science. 6(1)*; 1383-1406.
- TÜBİTAK (2019a) 2237-a Doğa Bilimlerinde İstatistiksel Modelleme Teknikleri ve Uygulamaları, Proje No: 1129B371900490.
- TÜBİTAK (2019b) 4004 Doğa Eğitimi ve Bilim Okulları, İstatistiği Doğada Öğren, Proje No: 516623.
- Wallman, K. K. (1993). Enhancing statistical literacy: Enriching our society. *Journal of the American Statistical Association, 88(421)*, 1-8.
- Watson, J. M. (2006). Statistical literacy at school: Growth and goals. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Yenilmez, K. (2016). Öğretmen adaylarının akademik öz-yeterlikleri ve matematik öğretimine yönelik öz-yeterliklerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, (29)*, 316-323.

## EK 1. İstatistiği Doğada Öğren” Etkinlik Değerlendirme Anketi

## TÜBİTAK 4004 “İstatistiği Doğada Öğren” Projesi

## Değerlendirme Anketi

Değerli Katılımcı,

Bu anket, “İstatistiği Doğada Öğren” projesi kapsamında düzenlenen eğitimlere yönelik olarak, eğitim ile ilgili düşüncelerin tespit edilmesine ve sonraki eğitim faaliyetlerinin verimliliğinin artırılmasına yöneliktir. İçtenlikle cevap vermeniz ve boş madde bırakmamanız araştırmanın sonuçları ve niteliği açısından önemli olup, sonuçlar başka bir amaçla kullanılmayacak ve gizli tutulacaktır. Anket yaklaşık 15 -20 dakika sürmektedir. Katkılarınızdan dolayı teşekkür ederim.

Prof. Dr. Gamze ÖZEL KADILAR

1. Yaşınızı belirtiniz: .....
2. Cinsiyetinizi belirtiniz: Kadın ( ) Erkek ( )
3. Meslekteki yılınızı belirtiniz:.....
4. Eğitim düzeyinizi belirtiniz: Lisans ( ) Yüksek Lisans ( ) Doktora ( )
5. Branşınızı belirtiniz:.....
6. Daha önce istatistik eğitimi temelli katıldığınız etkinlik sayısı: .....
7. Daha önce doğa eğitimi temelli katıldığınız etkinlik sayısı: .....

Aşağıdaki maddelerden size uygun olanı işaretleyiniz.

	1: Hiç Katılmıyorum	2: Katılmıyorum	3: Orta	4: Katılıyorum	5: Tamamen Katılıyorum	
1	Eğitmenlerin konuları ile ilgili bilgi ve tecrübesi yeterliydi.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3	Eğitmenlerin kullandığı dil açık ve anlaşılırdı.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4	Eğitmenler eğitimin içeriğini katılımcıların görev alanı ile ilişkilendirdi.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5	Eğitmenler zamanı etkin ve verimli kullandı.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
6	Eğitmenler konu ile ilgili kaynaklar konusunda bilgiler verdi.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
7	Eğitim ile ilgili materyaller ve etkinlikler yeterliydi.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
8	Eğitim içeriği konuya ilişkin kavramları kapsıyordu.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
9	Kullanılan materyaller öğrenmeyi kolaylaştırdı.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
10	Eğitimin içeriği açık ve anlaşılırdı.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
11	Eğitim amacına uygun olarak tasarlanmıştı.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
12	Eğitim mesleki gelişimime olumlu katkı sağladı.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
13	Eğitim kişisel gelişimime olumlu katkı sağladı.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
14	Eğitim istatistiğe ve doğaya olan ilgimi artırdı.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
15	Eğitimi diğer çalışma arkadaşlarıma da öneririm.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
16	Eğitimden hedeflerime ulaşmış bir şekilde ayrılıyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
17	Eğitim yeni bilgi ve beceriler kazandırdı.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
18	Eğitim meslektaşlarımla paylaşabileceğim yeni mesleki bilgi ve beceriler kazandırdı.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

**19.** En sevdiğiniz etkinlikler hangileridir?

**20.** İstatistik ile ilgili en çok hangi bilgileri öğrendiniz? Hangi bilgileri öğrencilere aktarabilirsiniz?

**21.** Öğrendiğiniz bilgiler ışığında doğa sevgisi ve bilincinin yaygınlaşması konusunda neler yapmayı hedefliyorsunuz?

**22.** İstatistik biliminin sevdirmesi ve yaygınlaşmasına çalışmalarınıza nasıl yansıtmayı düşünüyorsunuz?

**Eğitimle ilgili eklemek diğer istediğiniz hususlar varsa belirtiniz.**

## Physical, Mechanical and Thermal Properties of Red Pine Wood-Gypsum Particleboard

Ali İhsan Kaya<sup>1\*</sup>, Ömer Ümit Yalçın<sup>2</sup>, Yasemin Türker<sup>1</sup>

**Abstract:** Physical, mechanical and some thermal properties of gypsum-wood mixture particleboards were analyzed for specimens which were prepared in different proportions previously conditioned at 23 °C and 65% relative humidity. Water absorption (WA) and thickness swelling (TS) properties were measured after being soaked in water for 24 hours. Furthermore, the increment of wood particle was increased the water absorption values around 28.5 % and 2.1% thickness swelling values, respectively. However, the reduction of gypsum ratio was negatively effected the mechanical resistance of the boards. The highest MOR, MOE and internal bond (IB) values were observed in the C1 code board with 4.73 MPa, 27.04 MPa and 0.97 N/mm<sup>2</sup> respectively. The thermal conductivity of wood-gypsum boards were ranged from 0.7404-0.5021 W/mK. The highest density was found in C1 type board as 1.333 kg/m<sup>3</sup> and also the highest thermal conductivity was observed at the same sample. Besides, the highest surface temperature which was passed to opposite side of flame source, was found in C5 as 141.7 °C after 300 seconds. However, the lowest value was observed in C1 type board as 93.3 °C after 300 seconds.

**Keywords:** Physical properties, mechanical properties, thermal properties, gypsum, wood, particleboard.

<sup>1</sup>**Address:** Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Burdur/Turkey

<sup>2</sup>**Address:** Isparta University of Applied Sciences, Isparta/Turkey

<sup>3</sup>**Address:** Süleyman Demirel University, Isparta/Turkey

\***Corresponding author:** aikaya@mehmetakif.edu.tr

**Citation:** Kaya, A. İ., Yalçın, Ö. Ü., Türker, Y. (2021). Physical, Mechanical and Thermal Properties of Red Pine Wood-Gypsum Particleboard. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5(2): 139-145.

### 1. INTRODUCTION

Gypsum is known to be one of the oldest building material that uses from ancient times. It is an environmentally friendly building material, with energy-saving, constructability, sound insulation, thermal insulation, decoration materials, availability, low price, ease of production and other advantages. (Martias et al. 2014; Han et al. 2017). Gypsum has been used as an insulation material in buildings since the 1900s. The new insulation materials and systems provide many advantages in the structures (Binici et al. 2016).

It was indicated that worldwide energy consumption has been increasing in the buildings more than 30%. But this rate is up to 40% in some countries such as in Turkey on the buildings in recent years. Therefore, reducing the energy consumption in structures by improving their thermal performance can decrease mentioned rate above (Sharifi et al. 2017).

However, the insulation properties of gypsum boards are improved by increasing the porosity. In order to improve physical properties of gypsum board such as high permeable to water, porous nature, low compressive strength, low flexural and tensile strength can be added different fillers that reinforcing materials that polypropylene fibres, jute fibres, coconut fibres, hemp fibres and wood fibre to gypsum boards. So, physical and thermal conductivity can be improved by some additives (Regulska and Repelewicz, 2019; Beram and Yasar, 2020; Herrera, and Cloutier, 2010; Sophia and Sakthieswaran, 2016; Amiandamhen et al. 2016). The presence of wood materials in these boards improves the mechanical properties while retaining the great fire resistance on boards (El-Juhany, et al. 2003; Icel and Beram, 2017).

Therefore, Gypsum board as insulation material can be used to reduce building energy consumption (Kang et al. 2018). Otherwise, Gypsum boards and wood-based panels are the most common materials used as fire barriers in the

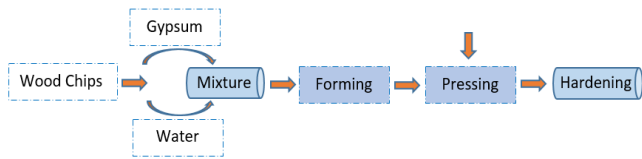
residential and building construction (Kolaitis et al., 2014; Cramer et al., 2003).

Most of the wood species and agricultural residues that are available for wood reinforced panels manufacturing (Nasser et al., 2016). Lignocellulosic materials are used in cementitious panels due to their low densities, low cost, nonabrasive natures, high specific properties, biodegradability, and the abundant availability in the world (Ashori et al., 2011).

There is limited researches on the properties of boards which made with lignocellulosic material under the gypsum existence as binder. The aim of this study was to determine the physical, mechanical and thermal properties of red pine wood and gypsum mixture board.

**2. MATERIAL AND METHODS**

Red pine wood samples were obtained from a chipboard production facility in Isparta. Wood chips were cut into pieces using a 5-8 mm sieve with the help of a hammer mill. Wood chips were dried in natural atmospheric conditions until they had a humidity of 10-12%. The plaster used in the study was obtained from a company in Isparta. The method followed for the preparation of the samples is given in Figure 1.



**Figure 1.** Sample preparation flow chart

The preparation of the samples for production was carried out at room temperature. Gypsum and red pine wood chips were mixed homogeneously with lab type mixer. Metal mold plates of 40 x 40 cm<sup>2</sup> and 10 mm in size were used to prepare the sheet paste. It was pre-pressed under 80 kg/cm<sup>2</sup> for 5 minutes then pressed under 1.5 N / mm<sup>2</sup> at 20-24 °C with laboratory type press 24 hours. The plates were acclimatized for 3 weeks after the pressing process was completed and kept between the metal plates. The image of the samples produced is shown in Figure 2.



**Figure 2.** Image of the samples produced

The experimental panels were conditioned at 23 °C and 65% relative humidity and samples were sawn into determine the IB (Internal Bond), MOE and MOR (Modulus of Elasticity and Rupture), TS (Thickness

Swelling after 2 and 24 hours immersion in water) and The Water Absorption (WA, %), in accordance with TS EN 310 (1999), TS EN 319 (1999) and TS EN 317 (1999) standards, respectively.

The thermal conductivity of the test samples were examined in pursuance of the ASTM C 1113-90 standard and the Hot Wire Method by with the QTM 500 device. Flame combustion tests of the samples were made according to TS EN-ISO 11925-2 and DIN 4102-1. Thermogravimetric analysis (TGA), Perkin Elmer SII instrument was utilized in order to determine the thermal degradation changings. The experimental boards prepared with given codes in this study was summarized in Table 1.

**Table 1.** Code numbers and mixture proportions (%)

Board Code	Red pine wood (%)	Gypsum (%)
C1	10	90
C2	20	80
C3	30	70
C4	40	60
C5	50	50

Measurements were conducted in Isparta University of Applied Sciences, Forest Product Engineering Research and Application Laboratory. An ANOVA general linear model procedure was employed for data to interpret interaction of the panels manufactured. Duncan test was used to make comparison among board types for each property tested if the ANOVA found significant.

**3. RESULTS AND DISCUSSION**

Results of the water absorption and thickness swelling properties of boards in water (2.0 and 24 hours) are presented in Table 2. C1 type board gave the lowest water absorption values of 21%. The highest water absorption value was found in C5 type board as 45.5 % after 24h soaking in water.

It was seen that the best thickness swelling was observed from C1 with the thickness swelling 0.2%, while the worst thickness swelling given by board C5 with 2.2%. Therefore, all the boards were resulted in satisfactory thickness swelling level when compared to the standard value of 12.5%. It seems that water absorption (WA) and thickness swelling properties were improved depending on the increasing gypsum ratio by contrast with the decreasing woody content in the mixture (Yel et al., 2020).

It was seen from statistical data that F values of C type boards were found 13.703 (P=0.000) on water absorption properties. Likewise F values of boards was observed as 0.512 (P=0.729) on thickness swelling (TS) properties. According to these results, significant difference was found on C type boards on water intake properties. According to the ANOVA analysis results for TS values, IB bond properties and modulus of elasticity (MOE) values of boards were observed statistically insignificant. However, modulus of rupture (MOR) values of boards were found with 99% confidence level.

**Table 2.** The water absorption (%), thickness swelling (%) and mechanical strength properties of boards

Board Code	WA (2 h)	WA (24 h)	TS (2 h)	TS (24 h)	IB (MPa)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
C1	15.1	17 <sup>b</sup>	0.1	0.1 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	4.73 <sup>b</sup>	27.04 <sup>a</sup>
C2	18.9	21 <sup>a</sup>	0.2	0.2 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	4.35 <sup>b</sup>	18.24 <sup>a</sup>
C3	21.6	23.8 <sup>b</sup>	0.3	0.4 <sup>a</sup>	0.67 <sup>a</sup>	4.16 <sup>b</sup>	17.06 <sup>a</sup>
C4	22.3	25.6 <sup>b</sup>	1.5	1.9 <sup>a</sup>	0.18 <sup>a</sup>	3.48 <sup>a</sup>	8.34 <sup>a</sup>
C5	41.2	45.5 <sup>c</sup>	2.1	2.2 <sup>a</sup>	0.07 <sup>a</sup>	3.37 <sup>a</sup>	8.06 <sup>a</sup>
F value		13.703***		0.512(ns)	1.986(ns)	7.221**	1.724(ns)

Note: (\*\*\*) means 99.9% confidence level, (\*\*) means 99% confidence level, (\*) means 95% confidence level (ns) is statistically insignificant and (a, b, c, d, e) means homogeneous groups

The internal bond (IB), modulus of rupture (MOR) and modulus of elasticity (MOE) properties of the experimental panels are shown in Table 2. It was found that the highest internal bond (IB) value was observed in the C1 code board as 0.97 N/mm<sup>2</sup> and the lowest IB in C5 as 0.07 N/mm<sup>2</sup>. It appears that internal bond strength (IB) values were indicated higher than the standard value of 0.28 N/mm<sup>2</sup> in approximately all type boards without C4 and C5 type boards. So these panels could be used for heavy load-bearing requirements in terms of internal bond properties.

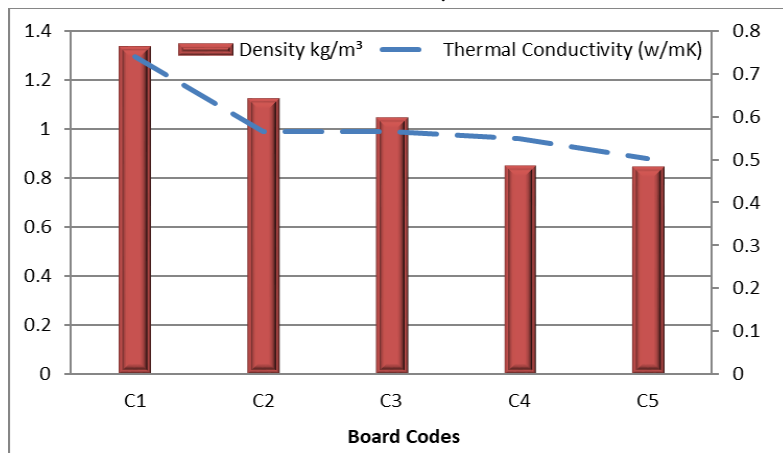
However, the highest MOR and MOE values of boards were observed in C1 type samples with 4.73 MPa and 27.04 MPa, respectively. These results were shown that all board samples could not met the standart values of particleboard on bending strength (12.5 N/mm<sup>2</sup>) and modulus of elasticity (1600 N/mm<sup>2</sup>) unless the internal bond strength.

The results suggest that MOE and MOR values increased with increasing board density. Therefore the increasing amount of gypsum in the

mixture was caused to density increment from C5 (50% gypsum) to C1 (10% gypsum) type samples.

The thermal conductivity and the density values obtained from the various types of boards that prepared in the presence of gypsum as a binder are given in Figure 3. The thermal conductivity of wood-gypsum boards were ranged from 0.7404-0.5021 W/mK. It was resulted that thermal conductivity of C5 type board is lower than the C4 and C1 type board about 9% and 47%, respectively.

Furthermore, the highest thermal conductivity value (0.7404 w/mK) was found for C1 type board. The lowest thermal conductivity value (0.5021 w/mK) was obtained C5 type board (Figure 3). This thermal conductivity results show that all board samples had lower value than 0.065 w/mK value which was determined for building material and thermal insulation material (Yalcin, 2018). It seems that the amount of gypsum is increased in the mixture the thermal insulation property of the material decreases.



**Figure 3.** The thermal conductivity and the density properties of boards



It was understood that the density was increased depending on gypsum increment and density differences of samples were effected to thermal performance of board. The highest density was found in C1 type board as 1.333 kg/m<sup>3</sup> and also the highest thermal conductivity was observed at the same sample. However, the lowest density was examined in the C5 type board which was 0% red pine wood/50% gypsum mixture board, as 0.845 kg/m<sup>3</sup>.

It was due to fact that the presence of the gypsum can caused the decrease on the thermal conductivity in wood - gypsum boards. So the increment of particle content and amount of space between particles can lead to lower thermal conductivity (Bekhta and Dobrowolska, 2006).

Figure 4 shows that the results of combustion experiments which was carried out with a single flame source. The temperature values were measured every 30 seconds with heat measuring device from the back side of the board surface till 300 seconds according to the DIN 4102-1 standard. As seen in Figure 3, the highest surface temperature which was passed to opposite side of flame source, was found in C5 as 141.7 °C after 300 seconds. However, the lowest value was observed in C1 type board as 93.3 °C after 300 seconds.

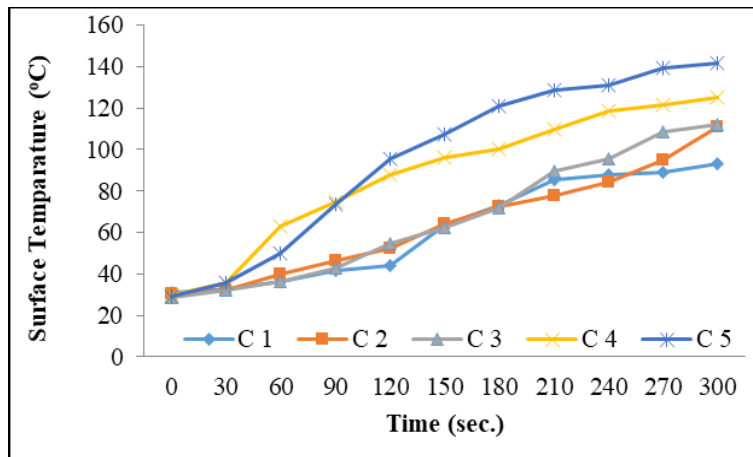


Figure 4. Surface temperature properties related to time with a single flame source

In Figure 5, the shape (flame spread property) formed on the surfaces of the boards as a result of the combustion tests performed with a single flame source is shown comparatively (Beram et

al., 2020). When Figure 6 was examined carefully, it was observed that the burning shape on the surface of the gypsum added boards trial samples did not reach the 150 mm threshold limit.

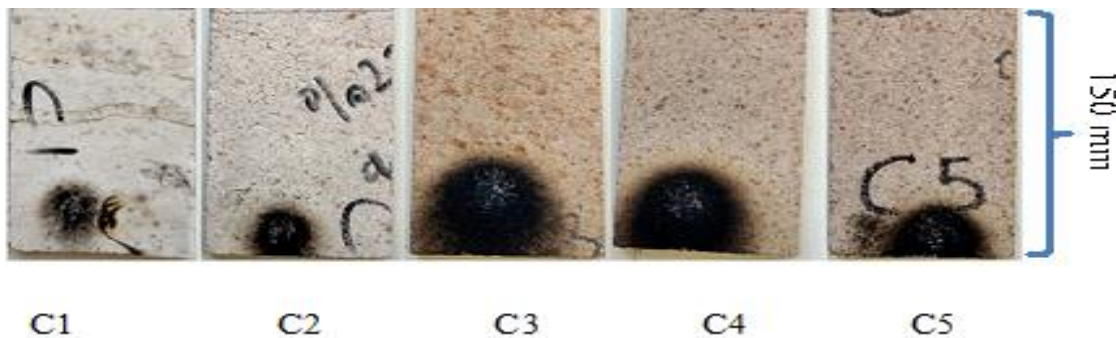
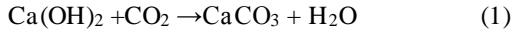


Figure 5. The behavior of gypsum boards exposed to single flame source

Detailed results of TGA – DTG curves analysis (N<sub>2</sub> environment) are given in Figure 6 and Table 3 respectively. Degradation took place in four phases in the samples consisting of a mixture of gypsum and wood in different proportions by weight. In the first phase, dehydration caused by the removal of water in 108 °C (C1), 110 °C (C2-C5), 111 °C (C3), 112 °C (C4) structure causes. In the second phase, 351 °C (C1), 359 °C (C2), 370 °C (C3), 358 °C (C4), 350 °C (C5) are formed as a result of the decomposition of the composition

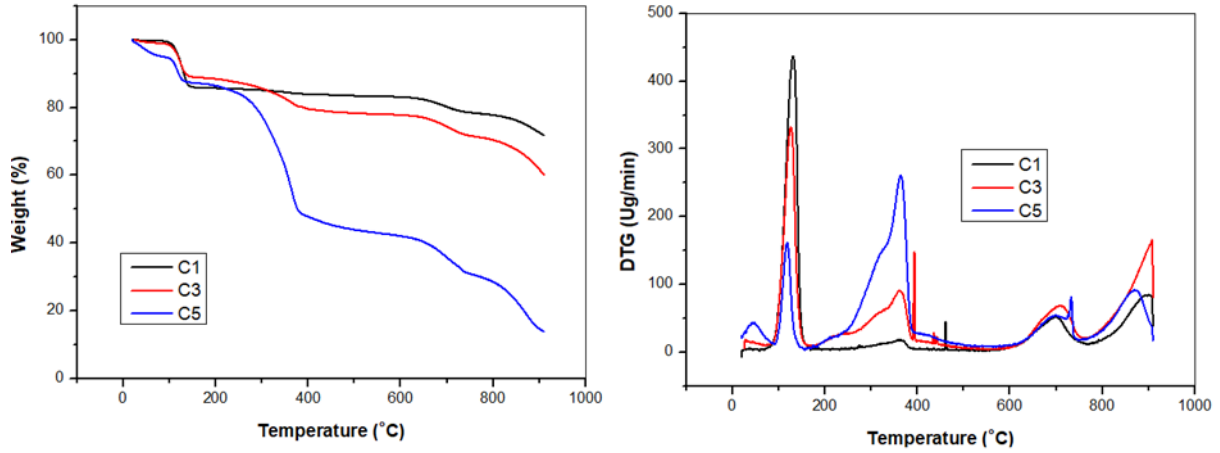
of wood. Kim et al. (2006) stated that hemicellulose, cellulose decomposed at 275°C - 350°C and lignin at 250 °C-500 °C at 180 °C -350 °C. Gao et al. reached similar results in their 2006 study.

Ca (OH)<sub>2</sub> dehydration (1) occurred in the samples of the third phase 740 °C (C1), 735 °C (C2), 701 °C (C3), 748 °C (C4), 751 °C (C5) (Shafiq and Nuruddin, 2010).



$\text{CaCO}_3$  decarbonation in samples of the fourth phase 748 °C (C4), 751 °C (C5) (2). A similar  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$  (2)

reaction occurred in the studies in Cabrera and Lynsdale, 1996.



**Figure 6.** The results of TGA – DTG curves analysis

According to Table 3, as the percentage of wood increases in the composite structure, which consists of a mixture of gypsum and wood in different proportions by weight, the thermal stability is adversely affected. The highest mass

loss was 86.13 (wt.%) in the C5 sample, while 26.17 (wt.%) in the lowest sample C1.

**Table 3.** The different thermal decomposition temperatures and final residue percentage

	<b>T5</b> wt% (°C)	<b>T10</b> wt% (°C)	<b>T50</b> wt% (°C)	<b>T<sub>1</sub>max</b> (°C)	<b>T<sub>2</sub>max</b> (°C)	<b>T<sub>3</sub>max</b> (°C)	<b>T<sub>4</sub>max</b> (°C)	<b>900 °C Residue</b> (wt.%)
<b>C1</b>	120	131	-	108	351	740	-	73.83
<b>C2</b>	118.5	132	-	110	359	735	-	65.84
<b>C3</b>	118	134	-	112	370	701	-	60.22
<b>C4</b>	91	125	360	111	358	748	841	15.68
<b>C5</b>	86.25	119	377	110	350	751	850	13.87

Note: T5 wt%: thermal decomposition temperature at 5% weight loss; T10 wt%: thermal decomposition temperature at 10% weight loss; T50 wt%: thermal decomposition temperature at 50% weight loss; T<sub>1</sub>max: the temperature of the peak maximum at the first step of degradation (°C); T<sub>2</sub>max: the temperature of the peak maximum at the second step of degradation (°C); T<sub>3</sub>max: the temperature of the peak maximum at the third step of degradation (°C). T<sub>4</sub>max: the temperature of the peak maximum at the four step of degradation (°C).

After single and dual component varnish applications of chestnut wood; lowest adhesive resistance was seen in specimens performed single component varnish application and waited for 6 hours in 150 °C, while highest adhesive resistance was seen in specimens performed dual component varnish application and waited for 2 hours in 100 °C according to heat treatment temperature and time conditions. As a result of comparing adhesive resistance values of non-heat-treated specimens subjected to single component varnish application and heat-treated specimens, specimens waited for 2, 4, 6 hours in 100 °C have higher

adhesive resistance than specimens varnished as without heat treatment, and it was seen that adhesive resistance values decreased in other heat treatment temperatures and times. As a result of comparing dual component varnished non-heat-treated specimens and heat-treated specimens, specimens waited for 2, 4, 6 hours in 100 °C and waited for 2 hours in 125 °C have higher adhesive resistance, and it was observed that adhesive resistance values decreased in other heat treatment temperatures and times.

#### 4. CONCLUSION

In this study, the gypsum and wood incorporation in the different proportions were investigated. For this purpose, water absorption (WA), thickness swelling (TS), modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE), internal bond (IB) and thermal conductivity properties were conducted. All boards were resulted in satisfactory thickness swelling level when compared to the standard value of 12.5 %. Meanwhile, the reduction of gypsum was decreased the water absorption values around 28.5 % and 2.1% thickness swelling values, respectively. The water absorption and thickness swelling properties were improved depending on the increasing gypsum ratio by contrast with the decreasing woody content in the mixture.

Although, the increment of gypsum ratio was positively effected the mechanical resistance of the boards. The internal bond strength (IB) values were indicated higher than the standard value of 0.28 N/mm<sup>2</sup> in approximately all type boards. So these panels could be used for heavy load-bearing requirements in terms of internal bond properties. However, board samples could not meet the standard values of particleboard on bending strength (12.5 N/mm<sup>2</sup>) and modulus of elasticity (1600 N/mm<sup>2</sup>) unless the internal bond strength.

It is understood that the amount of gypsum is increased in the mixture the thermal insulation properties of the material decreased. So the increment of particle content and amount of space between particles can lead to lower thermal conductivity.

#### Acknowledgements

The authors are grateful to the Forest Products Engineering Laboratory at Isparta University of Applied Sciences and Scientific and Technology Application and Research Center at Burdur Mehmet Akif Ersoy University. The authors declare that they have received no funds and there is no conflict of interest.

#### REFERENCES

- Amiandamhen, S.O., Meincken, M., Tyhoda, L. (2016). Magnesium based phosphate cement binder for composite panels: A response surface methodology for optimisation of processing variables in boards produced from agricultural and wood processing industrial residues. *Industrial Crops and Products*, 94, 746-754.
- Ashori, A., Tabarsa, T., Azizi, K., and Mirzabeygi, R. (2011). Wood-wool cement board using mixture of eucalypt and poplar. *Industrial Crops and Products*, 34, 1146-1149.
- ASTM C 1113-90: 1990. Standard test methods for Thermal Conductivity of Refractories by Hot Wire (Platinum Resistance Thermometer Technique). Annual Book of ASTM Standards.
- Bekhta, P. and Dobrowolska, E. (2006). Thermal properties of wood-gypsum boards. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 64, 427-428.
- Beram, A. and Yasar, S. (2020). Performance of brutian pine (*Pinus brutia* ten.) fibers modified with low concentration NaOH solutions in fiberboard production. *Fresenius Environmental Bulletin*, 29(1), 70-78.
- Beram, A., Yaşar, S. and Aytaç, U. Z. (2020). Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Yongalarına Uygulanan Isıl İşlemin Üretilen Levhaların Formaldehit Emisyonu ve Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 5(1), 86-90.
- Binici, H., Orhan Aksogan, O., and Demirhan, C., 2016. Mechanical, thermal and acoustical characterizations of an insulation composite made of bio-based materials. *Sustainable Cities and Society*, 20, 17-26.
- Cabrera, J.G. Lynsdale, C.J. (1996). The effect of superplasticisers on the hydration of normal Portland cement (in Italian). *L'industria Italiana del Cemento*, 66 (712), 532-541.
- Cramer, S. M., Friday, O. M., White, R.H., Sriprutkiat, G. (2003). Mechanical Properties of Gypsum Board at Elevated Temperatures. Proceedings of the Fire and Materials Conference. San Francisco, CA, USA. London: Interscience Communications Limited, c2003: pp 33-42.
- DIN 4102-1:1998. Fire behaviour of buildings materials and buildings components—part 1: buildings materials, concepts, requirements and tests.
- El-Juhany, L. I., I. M. Aref and A. O. Wakeel (2003). Evaluation of using some available lignocellulosic agricultural residues in manufacturing wood-cement boards in Saudi Arabia. In: the Proceedings of the International Conference on Date Palm, pp 281-291.
- Gao, M, Niu, J., Yang, R. (2006) Synergism of gypsum and boric acid characterized by cone calorimetry and thermogravimetry. *J Fire Sci*, 24(6), 499 - 511.
- Han, FQ., Tan, X., Zhao, FQ. (2017). Modification of Wood Fiber for Use in Cement Board, 1st International Workshop on Materials Science and Mechanical Engineering, 281(1), 012020.
- Herrera, R.E., and Cloutier, A. (2010). Physical and mechanical properties of gypsum particleboard reinforced with Portland cement. *Eur. J. Wood Prod. European Journal of Wood and Wood Products*, 69(2), 247-254.
- Icel, B. and Beram, A. (2017). Effects of industrial heat treatment on some physical and mechanical properties of iroko wood. *Drvna industrija: Znanstveni časopis za pitanja drvne tehnologije*, 68(3), 229-2369.
- Kang, Y., Chang, S.J., Kim, S. (2018). Hygrothermal behavior evaluation of walls improving heat and

- moisture performance on gypsum boards by adding porous materials. *Energy & Buildings*, 165, 431–439.
- Kim, H.S., Kim, S., Kim, H.J., Yang, H.S. (2006). Thermal properties of bio-flour-filled polyoefin composites with different compatibilizing agent type and content. *Thermochim Acta*, 451(1-2), 181-188.
- Kolaitis, D. I., Asimakopoulou, E. K., and Founti, M.A. (2014). Fire protection of light and massive timber elements using gypsum plasterboards and wood based panels: A large-scale compartment fire test. *Construction and Building Materials*, 73, 163–170.
- Martias, C., Joliff, Y., and Favotto, C. (2014). Effects of the addition of glass fibers, mica and vermiculite on the mechanical properties of a gypsum-based composite at room temperature and during a fire test. *Composites: Part B*, 62, 37–53.
- Nasser, R.A., Salem, M.Z.M., Al-Mefarrej, H.A., and Aref, I.M. (2016). Use of tree pruning wastes for manufacturing of wood reinforced cement composites *Cement and Concret Composites*, 72, 246-256.
- Regulska, K., and Repelewicz, A. (2019). Properties of gypsum composites with sawdust. *E3S Web of Conferences*, 97, 02037.
- Shafiq, N., Nuruddin, M.F. (2010). Degree of hydration of OPC and OPC/FA pastes dried in different relative humidity. *J Concr Res Lett*, 1(3), 81-89.
- Sharifi, N. P., Shaikh, A. A. N., and Sakulich, A. R. (2017). Application of phase change materials in gypsum boards to meet building energy conservation goals. *Energy and buildings*, 138, 455-467.
- Sophia, M., Sakthieswaran, N. (2016). Gypsum as a Construction Material- A Review of Recent Developments *IJRST –International Journal for Innovative Research in Science & Technology*, 2(12), 1-9.
- TS EN 310: 1993. Wood based panels: Determination of modulus of elasticity and modulus of rupture in static bending.
- TS EN 317: 1999. Particleboards and fibreboards- Determination of swelling in thickness after immersion in water.
- TS EN 319: 1999. Particleboards and fiberboards: Determination of tensile strength perpendicular to plane of the board.
- TS EN ISO 11925-2: 2002. Reaction to fire tests: Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame - Part 2: Single-flame source test.
- Yalcin, O.U. Investigation of performance properties of panels produced from some lignocellulosic sources with mineral (Dolomite and olivine) additives. 2018. 184 p. PhD thesis Isparta University of Applied Sciences, Isparta.
- Yel, H., Cavdar, A. D., Torun, S. B. (2020). Effect of press temperature on some properties of cement bonded particleboard. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 22(1), 83-92.

## Prevention of the Antimony Compounds at The Geothermal Power Plants with Hydrodis® Ge Products

Ayhan Erten<sup>1\*</sup>, Mustafa Eroglu<sup>1</sup>, İrfan Avcı<sup>1</sup>, Taylan Karan<sup>1</sup>, A. Efekan Çoban<sup>1</sup>

**Abstract:** The energy demand is increasing day by day. Therefore, the renewable and sustainable energy of geothermal power plants is very important. The biggest problems seen in geothermal power plants are sedimentation and scaling. The scaling occurs into the wells, pipelines and heat exchangers, etc. where the geothermal brine passes. Those locations where the elements and compounds in the geothermal brine precipitate under specific conditions, forms scales. Those scales caused decreased efficiency of energy production. During the process of energy production, the temperature drops inside heat exchangers and that causes the antimony (Sb) compounds got precipitated and caused scaling. Those scales negatively affect heat transfer and eventually cause less energy to be produced by causing blockage of the vaporizer, preheater, and filters. For this reason, stibnite scaling is a situation that should be taken into serious consideration. Until now, different methods have been developed against stibnite scalings. As of 2020, HYDRODIS® GE has been formulated and developed by the Bozzetto Group, which the aim of stop the precipitation and cuts the operating costs. In this way, the antimony compounds where possibly creates scales got prevented and returned in the geothermal brine to the reservoir via reinjection wells by letting production continue without any energy loss.

**Keywords:** Stibnite, antimony, geothermal power plants, HYDRODIS® GE.

<sup>1</sup>**Address:** Bozzetto Group., Istanbul/Turkey

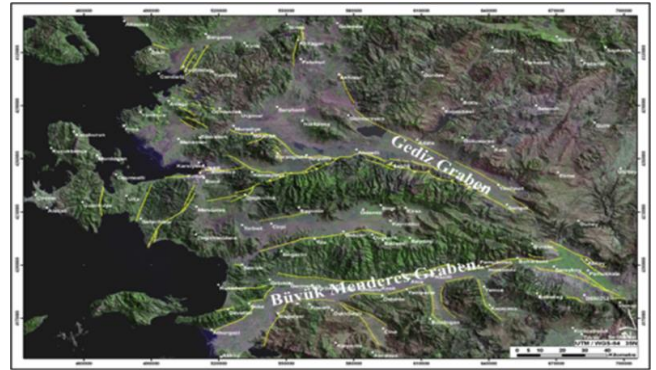
**\*Corresponding author:** ayhan.erten@bozzetto.com.tr

**Citation:** Erten, A., Eroglu, M., Avcı, İ., Karan, T., Çoban, A.E. (2021). Prevention of The Antimony Compounds At The Geothermal Power Plants With Hydrodis® Ge Products. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5(2): 146-156.

### 1. INTRODUCTION

Geothermal wells are used to transfer the hot magma energy under the earth's crust to underground water. Some important places with hot water and convection and upstream steam return are California, New Zealand, Italy,

Turkey, Japan, and Iceland. Among these countries, Turkey has an important position. Turkey, as a country with rich geothermal district heating, is used for greenhouse heating and spa centers with the production of both electricity (Baran vd., 2015).



**Figure 1.** The BMG (Büyük Menderes Graben) and GG (Gediz Graben) Systems in Western Anatolia. Fig (Haklıdır & Şengün, 2020).

This study was completed at the Gediz Graben, a part of the Turkey. Turkey was strongly affected by the Alpine-Himalayan orogenic belt, which emerged at the confluence of the Eurasian and African Plates, resulting in crustal thickening from tectonic compression in Eastern Anatolia (Haklıdır & Şengün, 2020). Alaşehir geothermal field is one of the high-temperature regions in the Gediz graben and is the region where the geothermal power plant in this study is located. Many geothermal areas in Turkey have a low to medium enthalpy fields, which are the most preferred systems for generating electricity in binary power plants (Baran vd., 2015).

Scaling is a major problem in geothermal applications. Blockage and sedimentation problems caused by scaling reduces power plant production and expensive cleaning and operation costs. The decrease in energy yield and increase in operating costs directly affects financial return. Geothermal fluid chemistry in the different types of scaling can be seen in different geothermal fields and sometimes in different wells of the same site.

The general characteristics of the scales originating from the geothermal fluid depend on the geological environment, reservoir type, physicochemical properties, and hydrogeological and hydrochemical properties, to give an example of natural conditions. However, other properties are due to operating conditions, well depth, flow rate, operating pressure, and operating temperature. However, antimony compounds, which are formed due to the cooling of the geothermal brine, are a type of scale that varies according to power plant designs, power plant electricity energy production demands, and earth crust natural conditions.

Antimony, a constituent of hydrothermally formed mineral paragenesis often in the trivalent state as stibnite ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ), or more commonly known as its members, in the form of thioantimonites of lead, copper, silver, mercury, iron, etc. large group of "sulfosalt minerals". Rarely, it occurs as antimony, the natural element or alloys (antimonides), or as the oxysulfate kermesite (Krupp, 1988). Scaling of stibnite and antimony-rich sulfide has been observed in pipelines at geothermal power plants in various geothermal systems, including Italy, El Salvador, and New Zealand (Olsen vd., 2012). Consequently, Turkey has sulfides of antimony into local to some geographic areas like other countries.

The identity of the species controlling antimony transport in natural high-temperature fluids is not well known, studies to date rely on indirect evidence such as stibnite solubility as a function of pH and dissolved sulfur (Sherman vd., 2000).

Antimony is a silvery, white, brittle, crystalline solid that exhibits poor conductivity of electricity and heat. It has an atomic number of 51, an atomic weight of 122, and a density of 6.697 kg/m<sup>3</sup> at 26 °C (Anderson, 2012). However, in geothermal brines, Sb(III) is the oxidation state (Brown, 2011). Stibnite is antimony (III) sulfide  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ . Normally pointed (long, needle-like) occurs naturally as a mineral that forms black crystals (Brown, 2011). Usually, Sb precipitates from geothermal brine as  $\text{Sb}_2\text{S}_3$ . At low T leaving a heat exchanger the deposits

produced are amorphous, red, or orange "Metastibnite"; at high T the black mineral Stibnite is sometimes produced (Weres, 2019). Sb (III) complex in addition to sulfur, which may be important in several metastibnite geological, Sb (V) are sulfur complexes. The thioantimonate complexes  $\text{SbS}_3$ ,  $\text{SbS}(\text{HS})^+$ , and  $\text{Sb}(\text{HS})_4^+$  have long been known experimentally. Seems to contain few minerals. Sb(V) in fourfold coordination with sulphur: famatinite,  $\text{Cu}_3\text{SbS}_4$ ; potosiite,  $\text{Pb}_6\text{Sn}_2\text{Fe}_2\text{Sb}_2\text{S}_{16}$ ; and stibioenergite  $\text{Cu}_3(\text{Sb,As})_4$  (Sherman vd., 2000). Metastibnite is an amorphous (non-crystalline) colloid and is red-colored (Brown, 2011). However, the stibnite is normally observed in dual plant preheater (Brown, 2011). In binary plants, stibnite, usually red amorphous form is precipitated as black rather than crystalline form (Brown, 2011). The antimony species likely to be present in the geothermal brine have been characterized by Krupp (Krupp, 1988).

His experiments investigated the equilibrium between stibnite and several soluble sulfide complexes (Scanes, 1989). Although there may be antimony concentration is too low in the brine, it may become almost quantitative scaling antimony sulfide (Brown, 2011). Antimony sulfur solubility is very sensitive to temperature and pH changes. Some studies of the dual plant may experience both lower pH at a lower temperature. Specifically, the steam is condensed in an evaporator and then added to the brine and then directed to a preheater where low temperature and low pH are likely (Brown, 2011). Stibnite ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ) is the most abundant mineral antimony and resolution, the primary control over the concentration of antimony hydrothermal fluid (Olsen vd., 2012).

Binary plants often have lower brine temperatures than conventional flash plants. Also, pH modification or addition of brine due to the capacitor should have a low pH. Under these conditions, antimony(III) sulfide (stibnite) may precipitate in the heat exchangers, causing loss of heat transfer and ultimately clogging of the heat exchanger tubes (Brown, 2011). Mechanical cleaning, steam cleaning, and caustic soda washing options are available today to prevent stibnite deposits (Brown, 2011).

Although the plant uses a polyacrylate inhibitor to control calcite deposition, this was found to be ineffective for stibnite deposition (Scanes, 1989). For stibnite, it is possible to develop antiscalants such as calcite antiscalants. Some research has been done in this area, but there is no antiscalant on the market yet that is successful in preventing stibnite deposition. However, research continues (Brown, 2011).

The literature has reported a few negative results of the trial on stibnite. The last development of Bozzetto Group has pretended stibnite scales into the geothermal system.

## 2. MATERIAL AND METHODS

As of 2020, studied by the Bozzetto Group to evaluate the performance of HYDRODIS® GE to inhibit antimony sulfide deposition in geothermal brines under dynamic

conditions. This study was carried out in the 24 MW power plant in Alaşehir, Manisa.

In this study, the geothermal power plant has one vaporizer and two preheaters. The brine inlet temperature at average 170 °C and HYDRODIS® GE was injected through power plants pipelines designed by Ormat Energy Converter (OEC) units. The average brine outlet temperature was average 65 °C for the preheater outlet. Typical brine flow rates were 825 tonnes/hours.

In this study, we planned to dose the maximum quantity as 15 ppm and optimize it by week. So, the controls were provided by dosing the inhibitor at 15 ppm in the first two weeks. After 15 ppm of the first phase of the test, the coupons and filters were removed, observed physically, and analyzed with XRF, and then the optimization was provided according to the results of the analysis.

By the way, the checked coupons and the filters have been inserted into the system without cleaning and were observed every week during the trial period. During the optimization study, the dosages were reduced from 15 ppm to 10 ppm and 5 ppm. Finally, 5 ppm dosage provided stability and did not change the brine's chemistry.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

The brine chemistry data, filters, coupons were observed throughout the trial. The following data which obtained during the trial was performed by the XRF analysis made

on the filters together with the physical observation of them.

The XRF analysis of the filter samples was carried out with the X-MET8000 Expert XRF device. The scale deposit was investigated using Scanning Electron Microscopy (SEM), while providing high magnification images, SEM can also provide a semi-quantitative elemental analysis of the scale deposits. SEM analyzes of the samples obtained were carried out with the Fei Quanta 250 Feg and EdX analysis with the EDX Detector (Oxford Aztec) device. The scale deposit was investigated using X-Ray Powder Diffractometry (XRD) while providing information about the chemical composition and crystallographic structure of scale deposits. XRD analyses were carried out on the Philips X'Pert Pro device. The scales on Xrd analyzed at the 2θ theta and 5-80 degrees Cu Kα radiation with a wavelength of 0.1542 nm.

#### 3.1. The effect of HYDRODIS® GE to geothermal brine chemistry

The effect of HYDRODIS® GE products on brine chemistry is given in Figures 2,3,4 and 5. According to brine chemistry analysis, it was observed that the values were stable without any change in the silica and total hardness data. Obtaining parallel values at the inlet and outlet of the plant shows that our product named HYDRODIS® GE provides high stability even in optimization studies with low dosage products without being affected by dosage changes.

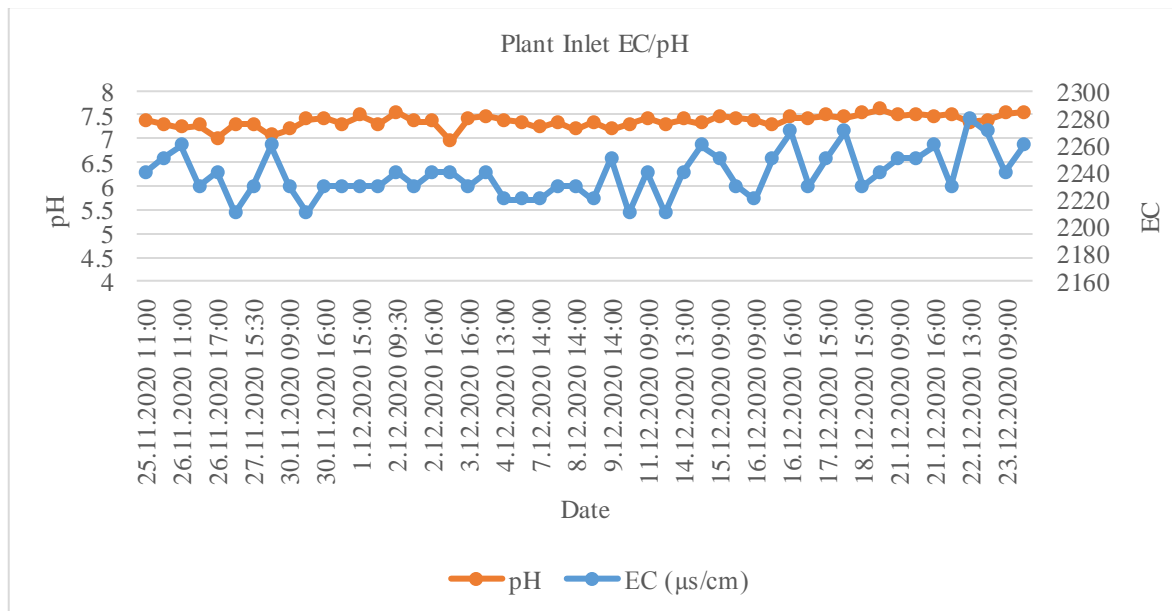
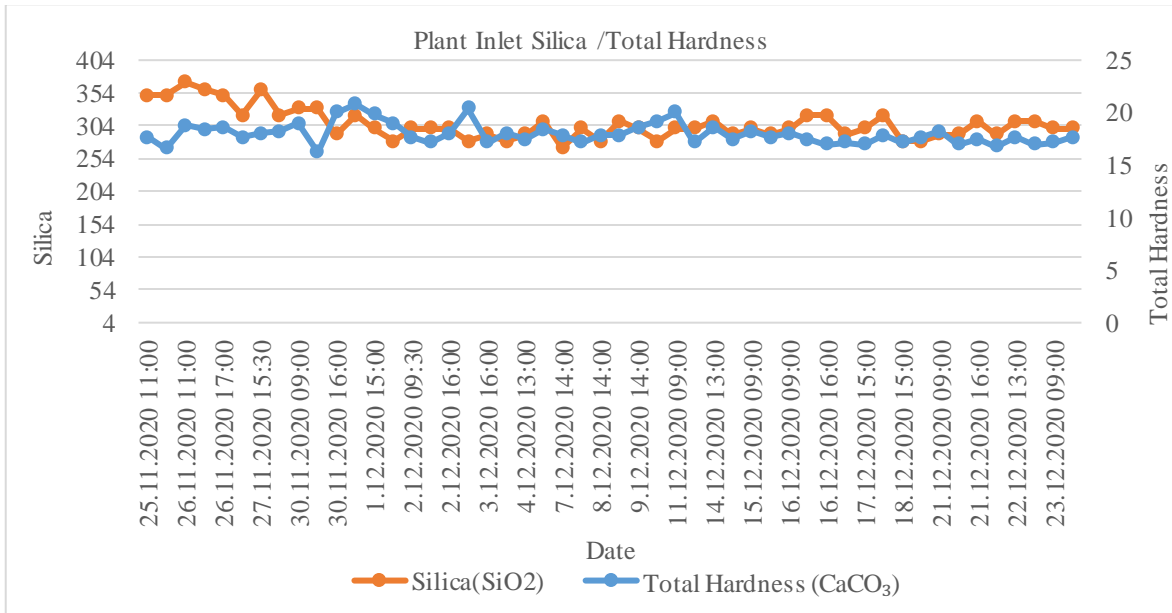
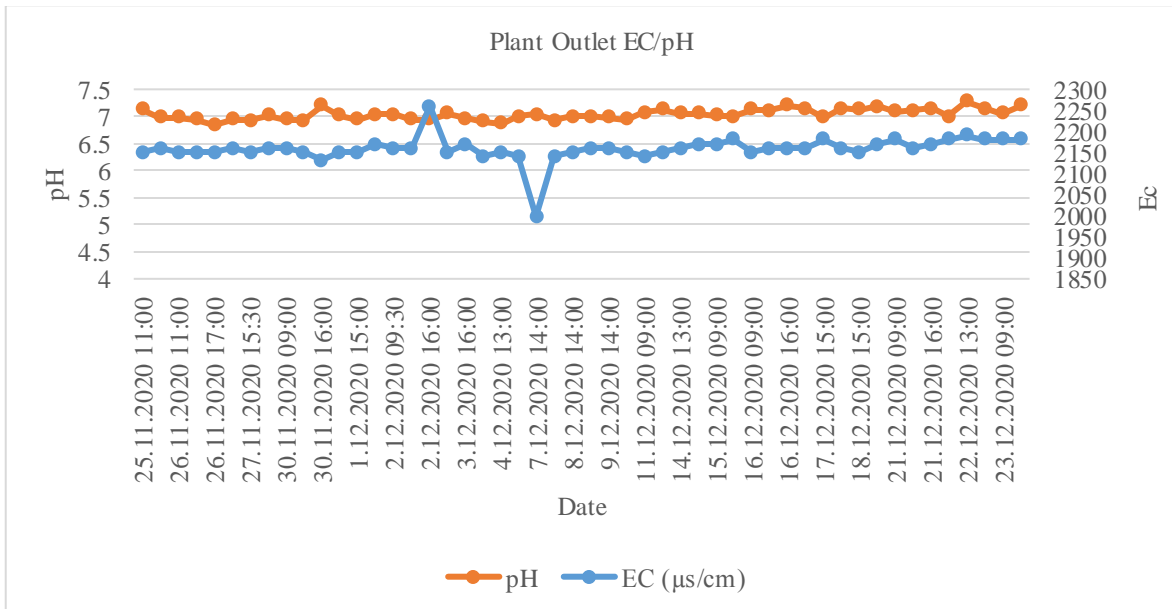


Figure 2. The effect of HYDRODIS® GE on ec/ph of plant inlet of brine chemistry

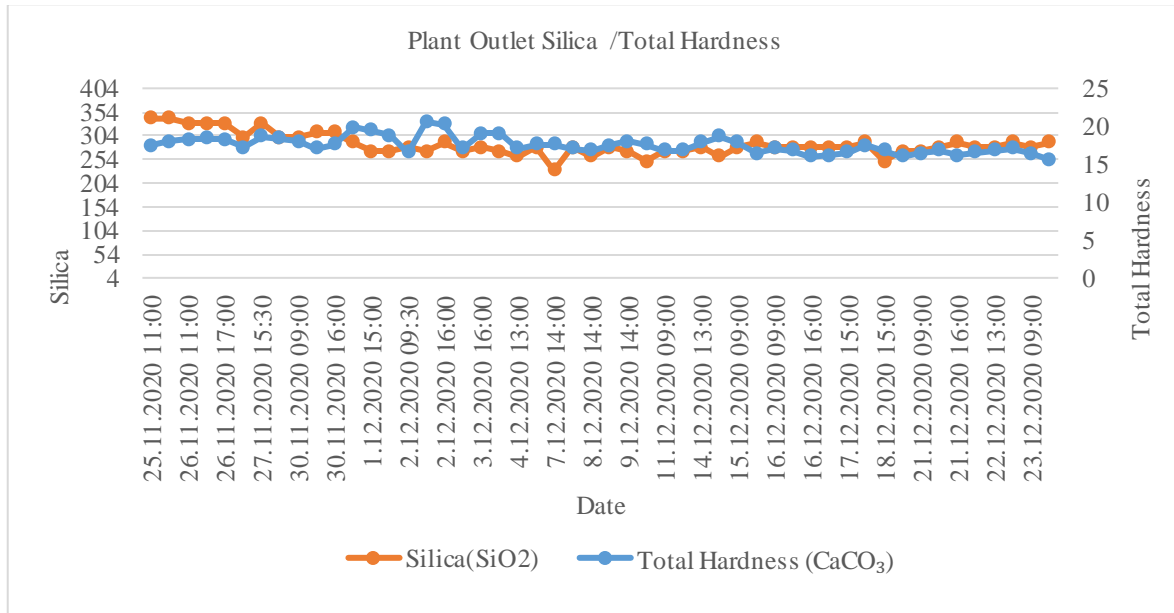


**Figure 3.** The effect of HYDRODIS® GE on silica and total hardness of plant inlet of brine chemistry



**Figure 4.** The effect of HYDRODIS® GE on EC/pH of plant outlet of brine chemistry











**Figure 5.** The effect of HYDRODIS® GE on silica and total hardness of plant outlet of brine chemistry

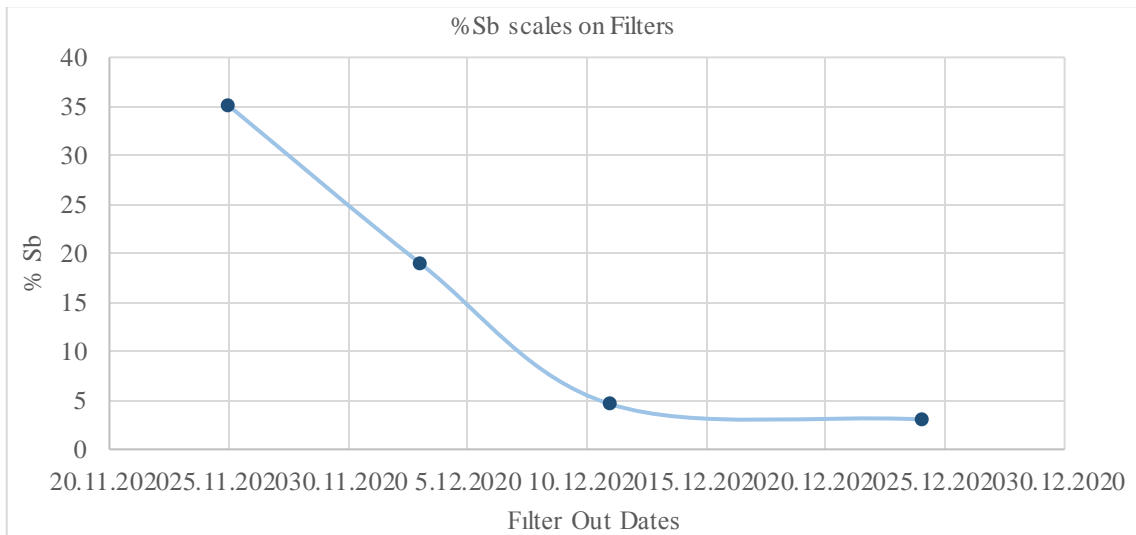
### 3.2. The effect of HYDRODIS® GE to scales of filter

The effect of HYDRODIS® GE products on scales of filters are given in Table 1 and Figure 6. Antimony (dark brick color) precipitation seen in the injection filter (Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) was prevented after HYDRODIS® GE inhibitor dosage. It

was observed that the structures seen in the filter were also cleaned, and the color formed on the filter turned into very weak orange. The fact that no scale formation was observed in Filter B, which was opened for control purposes and regularly monitored during the trial period, showed that the surface inhibitor we used works properly.

**Table 1.** The effect of HYDRODIS® GE products on scales of filters. i. The filter checked before trial, ii. The filter checked in the first week during the trial iii. The filter checked the second week during trial.

Date	Filter Location	Filter Images	Scales Images	Xrf Results																																																																														
i. 25.11.2020	Jes-2 Rejection B Filter			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th colspan="2">Class</th> <th>Date</th> <th>Time</th> <th>Duration</th> </tr> <tr> <td>TRK JES 2 ÇIKIS REENJ. B FİLTRESİ</td> <td>Mining</td> <td>LE-FP</td> <td>25/11/2020</td> <td>16:43:13</td> <td>60 s</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Element</td> <td>Sb %</td> <td>S %</td> <td>Si %</td> <td>Fe %</td> <td>Ca %</td> <td>Pd %</td> <td>Ba %</td> <td>Mg %</td> <td>K %</td> <td>Sr %</td> </tr> <tr> <td>±</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> </tr> <tr> <td>Element</td> <td>Mn %</td> <td>Cr %</td> <td>As %</td> <td>Sn %</td> <td>Co %</td> <td>Ag %</td> <td>Cd %</td> <td>Au %</td> <td>Ni %</td> <td>Hg %</td> </tr> <tr> <td>±</td> <td>0.42</td> <td>0.36</td> <td>0.15</td> <td>0.14</td> <td>0.07</td> <td>0.06</td> <td>0.06</td> <td>0.04</td> <td>0.04</td> <td>0.03</td> </tr> </tbody> </table>	Name	Class		Date	Time	Duration	TRK JES 2 ÇIKIS REENJ. B FİLTRESİ	Mining	LE-FP	25/11/2020	16:43:13	60 s	Element	Sb %	S %	Si %	Fe %	Ca %	Pd %	Ba %	Mg %	K %	Sr %	±	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Element	Mn %	Cr %	As %	Sn %	Co %	Ag %	Cd %	Au %	Ni %	Hg %	±	0.42	0.36	0.15	0.14	0.07	0.06	0.06	0.04	0.04	0.03																						
Name	Class		Date	Time	Duration																																																																													
TRK JES 2 ÇIKIS REENJ. B FİLTRESİ	Mining	LE-FP	25/11/2020	16:43:13	60 s																																																																													
Element	Sb %	S %	Si %	Fe %	Ca %	Pd %	Ba %	Mg %	K %	Sr %																																																																								
±	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000																																																																								
Element	Mn %	Cr %	As %	Sn %	Co %	Ag %	Cd %	Au %	Ni %	Hg %																																																																								
±	0.42	0.36	0.15	0.14	0.07	0.06	0.06	0.04	0.04	0.03																																																																								
ii. 3.12.2020	Jes-2 Rejection B Filter			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th colspan="2">Class</th> <th>Date</th> <th>Time</th> <th>Duration</th> </tr> <tr> <td>TRK - JES 2 ÇIKIS B FİLTRESİ 03.12.2020</td> <td>Mining</td> <td>LE-FP</td> <td>03/12/2020</td> <td>11:03:48</td> <td>60 s</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Element</td> <td>Si %</td> <td>Sb %</td> <td>Mg %</td> <td>S %</td> <td>Ca %</td> <td>Fe %</td> <td>Pd %</td> <td>Ba %</td> <td>K %</td> <td>P %</td> </tr> <tr> <td>±</td> <td>19.60</td> <td>19.01</td> <td>5.73</td> <td>5.63</td> <td>5.06</td> <td>2.77</td> <td>1.27</td> <td>0.84</td> <td>0.72</td> <td>0.46</td> </tr> <tr> <td>Element</td> <td>Mn %</td> <td>Sr %</td> <td>Al %</td> <td>Cr %</td> <td>As %</td> <td>Sn %</td> <td>Hg %</td> <td>Au %</td> <td>Ag %</td> <td>Co %</td> </tr> <tr> <td>±</td> <td>0.054</td> <td>0.031</td> <td>0.454</td> <td>0.018</td> <td>0.011</td> <td>0.030</td> <td>0.005</td> <td>0.055</td> <td>0.007</td> <td>0.013</td> </tr> <tr> <td>±</td> <td>0.30</td> <td>0.27</td> <td>0.26</td> <td>0.19</td> <td>0.10</td> <td>0.05</td> <td>0.03</td> <td>0.02</td> <td>0.02</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>±</td> <td>0.018</td> <td>0.002</td> <td>0.050</td> <td>0.027</td> <td>0.002</td> <td>0.008</td> <td>0.003</td> <td>0.003</td> <td>0.003</td> <td>0.007</td> </tr> </tbody> </table>	Name	Class		Date	Time	Duration	TRK - JES 2 ÇIKIS B FİLTRESİ 03.12.2020	Mining	LE-FP	03/12/2020	11:03:48	60 s	Element	Si %	Sb %	Mg %	S %	Ca %	Fe %	Pd %	Ba %	K %	P %	±	19.60	19.01	5.73	5.63	5.06	2.77	1.27	0.84	0.72	0.46	Element	Mn %	Sr %	Al %	Cr %	As %	Sn %	Hg %	Au %	Ag %	Co %	±	0.054	0.031	0.454	0.018	0.011	0.030	0.005	0.055	0.007	0.013	±	0.30	0.27	0.26	0.19	0.10	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	±	0.018	0.002	0.050	0.027	0.002	0.008	0.003	0.003	0.003	0.007
Name	Class		Date	Time	Duration																																																																													
TRK - JES 2 ÇIKIS B FİLTRESİ 03.12.2020	Mining	LE-FP	03/12/2020	11:03:48	60 s																																																																													
Element	Si %	Sb %	Mg %	S %	Ca %	Fe %	Pd %	Ba %	K %	P %																																																																								
±	19.60	19.01	5.73	5.63	5.06	2.77	1.27	0.84	0.72	0.46																																																																								
Element	Mn %	Sr %	Al %	Cr %	As %	Sn %	Hg %	Au %	Ag %	Co %																																																																								
±	0.054	0.031	0.454	0.018	0.011	0.030	0.005	0.055	0.007	0.013																																																																								
±	0.30	0.27	0.26	0.19	0.10	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01																																																																								
±	0.018	0.002	0.050	0.027	0.002	0.008	0.003	0.003	0.003	0.007																																																																								
iii. 11.12.2020	Jes-2 Rejection B Filter			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th colspan="2">Class</th> <th>Date</th> <th>Time</th> <th>Duration</th> </tr> <tr> <td>TRK-RE ENJ. B POMPASI FİLTRESİ</td> <td>Mining</td> <td>LE-FP</td> <td>11/12/2020</td> <td>18:08:58</td> <td>60 s</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Element</td> <td>Si %</td> <td>S %</td> <td>Ca %</td> <td>Fe %</td> <td>Sb %</td> <td>Mg %</td> <td>Pd %</td> <td>Ba %</td> <td>K %</td> <td>Mn %</td> </tr> <tr> <td>±</td> <td>14.72</td> <td>14.72</td> <td>12.69</td> <td>6.44</td> <td>4.60</td> <td>2.98</td> <td>2.55</td> <td>1.84</td> <td>1.54</td> <td>0.81</td> </tr> <tr> <td>±</td> <td>0.075</td> <td>0.042</td> <td>0.029</td> <td>0.070</td> <td>0.030</td> <td>0.953</td> <td>0.014</td> <td>0.093</td> <td>0.016</td> <td>0.041</td> </tr> <tr> <td>Element</td> <td>Sr %</td> <td>P %</td> <td>Sn %</td> <td>Cr %</td> <td>As %</td> <td>Co %</td> <td>Cd %</td> <td>Ag %</td> <td>Au %</td> <td>Ni %</td> </tr> <tr> <td>±</td> <td>0.79</td> <td>0.69</td> <td>0.12</td> <td>0.11</td> <td>0.09</td> <td>0.06</td> <td>0.05</td> <td>0.05</td> <td>0.04</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>±</td> <td>0.005</td> <td>0.026</td> <td>0.019</td> <td>0.057</td> <td>0.004</td> <td>0.014</td> <td>0.012</td> <td>0.009</td> <td>0.007</td> <td>0.010</td> </tr> </tbody> </table>	Name	Class		Date	Time	Duration	TRK-RE ENJ. B POMPASI FİLTRESİ	Mining	LE-FP	11/12/2020	18:08:58	60 s	Element	Si %	S %	Ca %	Fe %	Sb %	Mg %	Pd %	Ba %	K %	Mn %	±	14.72	14.72	12.69	6.44	4.60	2.98	2.55	1.84	1.54	0.81	±	0.075	0.042	0.029	0.070	0.030	0.953	0.014	0.093	0.016	0.041	Element	Sr %	P %	Sn %	Cr %	As %	Co %	Cd %	Ag %	Au %	Ni %	±	0.79	0.69	0.12	0.11	0.09	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	±	0.005	0.026	0.019	0.057	0.004	0.014	0.012	0.009	0.007	0.010
Name	Class		Date	Time	Duration																																																																													
TRK-RE ENJ. B POMPASI FİLTRESİ	Mining	LE-FP	11/12/2020	18:08:58	60 s																																																																													
Element	Si %	S %	Ca %	Fe %	Sb %	Mg %	Pd %	Ba %	K %	Mn %																																																																								
±	14.72	14.72	12.69	6.44	4.60	2.98	2.55	1.84	1.54	0.81																																																																								
±	0.075	0.042	0.029	0.070	0.030	0.953	0.014	0.093	0.016	0.041																																																																								
Element	Sr %	P %	Sn %	Cr %	As %	Co %	Cd %	Ag %	Au %	Ni %																																																																								
±	0.79	0.69	0.12	0.11	0.09	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03																																																																								
±	0.005	0.026	0.019	0.057	0.004	0.014	0.012	0.009	0.007	0.010																																																																								



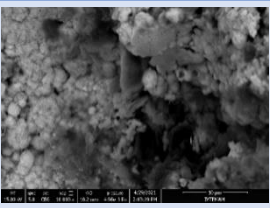
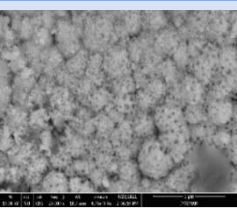
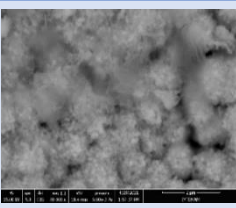
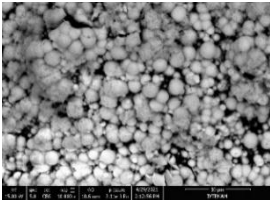
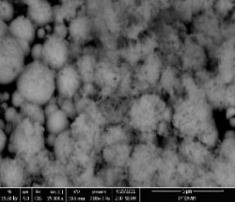
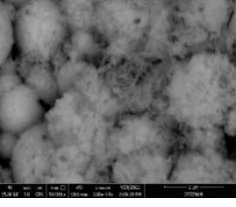
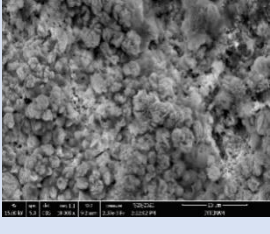
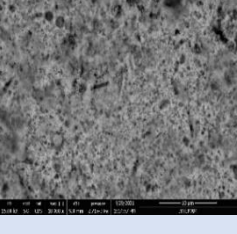
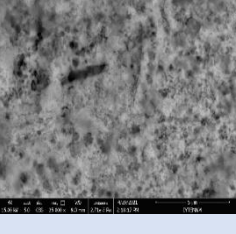
**Figure 6.** The effect of HYDRODIS® GE products on scales of filters.

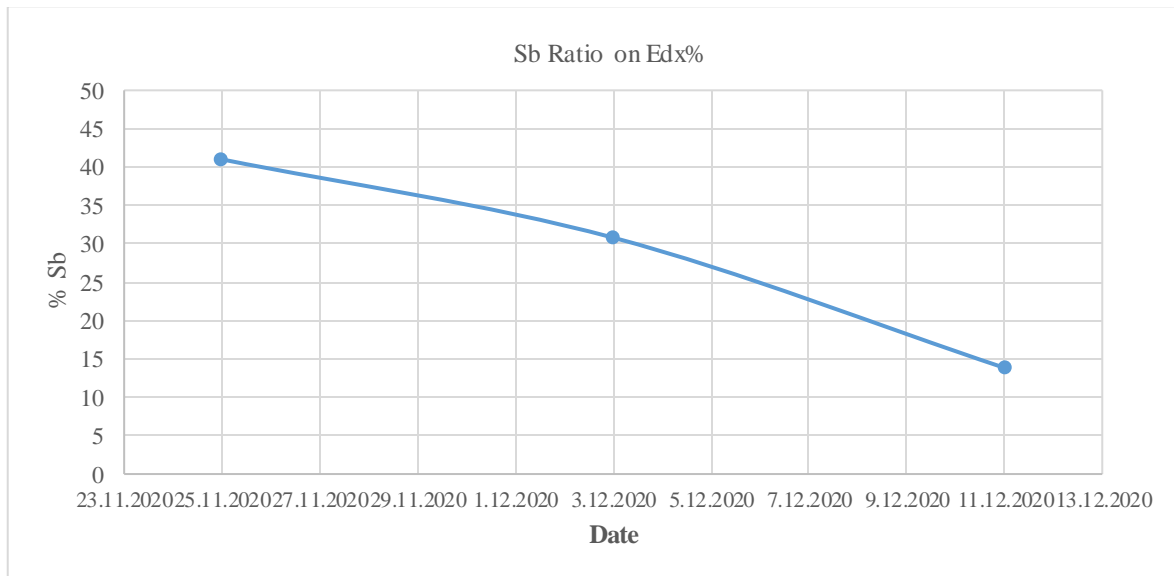
### 3.3. The effect of HYDRODIS® GE on the scales of structures investigation with sem

In the scale samples examined by scanning electron microscopy (SEM), it was observed that the scale samples were knitted with a very tight needle network before the experiment was carried out, and the antimony combined with the free sulfur in the brine medium to form Stibnite compounds frequently and densely. After the HYDRODIS GE product was dosed, it was

observed that needle-like structures lost their pattern frequency and antimony produced less compounds with sulfur and the amount of Stibnite decreased. The obtained SEM images were supported by energy-dispersive x-ray spectroscopy (EDx) results taken from the regions where the images were. The effect of HYDRODIS® GE products on scales of structures investigation with SEM and EDx are given in Table 2 and Figure 7.

**Table 2.** The effect of HYDRODIS® GE products on the scales of structures investigation with sem. i. The scales of filters analyzed with sem and edx before trial, ii. The scales of filters analyzed with sem and edx in the first week during the trial iii. The scales of filters analyzed with sem and edx in the second week during trial.

Date	5-10 Micron Images	2-5 Micron Images	EDx Analyses	Elemental Ratio%																					
<p>i. 25.11.2020</p>				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Wt%</th> <th>Atomic %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mg</td> <td>0.20</td> <td>0.58</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>0.28</td> <td>0.72</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>25.04</td> <td>55.41</td> </tr> <tr> <td>Sb</td> <td>70.35</td> <td>41.00</td> </tr> <tr> <td>Te</td> <td>4.12</td> <td>2.29</td> </tr> <tr> <td>Total:</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Wt%	Atomic %	Mg	0.20	0.58	Si	0.28	0.72	S	25.04	55.41	Sb	70.35	41.00	Te	4.12	2.29	Total:	100.00	100.00
Element	Wt%	Atomic %																							
Mg	0.20	0.58																							
Si	0.28	0.72																							
S	25.04	55.41																							
Sb	70.35	41.00																							
Te	4.12	2.29																							
Total:	100.00	100.00																							
<p>ii. 03.12.2020</p>				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Wt%</th> <th>Atomic %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mg</td> <td>1.27</td> <td>3.49</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>2.31</td> <td>5.48</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>25.53</td> <td>53.11</td> </tr> <tr> <td>Sb</td> <td>56.22</td> <td>30.80</td> </tr> <tr> <td>Ba</td> <td>14.66</td> <td>7.12</td> </tr> <tr> <td>Total:</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Wt%	Atomic %	Mg	1.27	3.49	Si	2.31	5.48	S	25.53	53.11	Sb	56.22	30.80	Ba	14.66	7.12	Total:	100.00	100.00
Element	Wt%	Atomic %																							
Mg	1.27	3.49																							
Si	2.31	5.48																							
S	25.53	53.11																							
Sb	56.22	30.80																							
Ba	14.66	7.12																							
Total:	100.00	100.00																							
<p>iii. 11.12.2020</p>				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Element</th> <th>Wt%</th> <th>Atomic %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mg</td> <td>6.95</td> <td>12.32</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>6.99</td> <td>10.73</td> </tr> <tr> <td>S</td> <td>46.96</td> <td>63.11</td> </tr> <tr> <td>Sb</td> <td>39.10</td> <td>13.84</td> </tr> <tr> <td>Total:</td> <td>100.00</td> <td>100.00</td> </tr> </tbody> </table>	Element	Wt%	Atomic %	Mg	6.95	12.32	Si	6.99	10.73	S	46.96	63.11	Sb	39.10	13.84	Total:	100.00	100.00			
Element	Wt%	Atomic %																							
Mg	6.95	12.32																							
Si	6.99	10.73																							
S	46.96	63.11																							
Sb	39.10	13.84																							
Total:	100.00	100.00																							

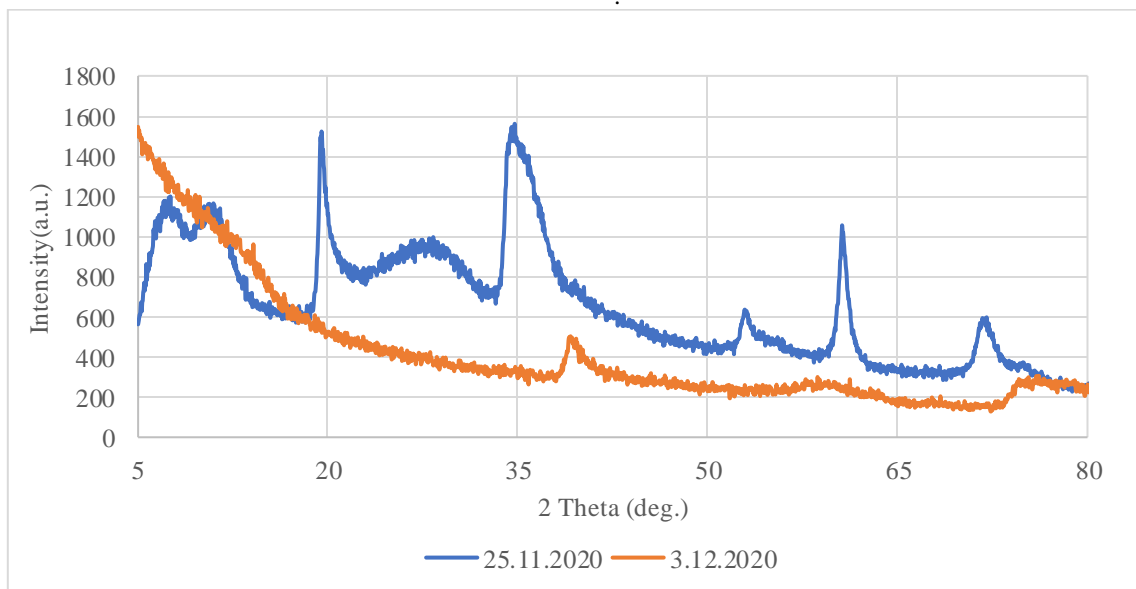


**Figure 7.** Scales of the structures at the reinjection filters % sb ratio on edx results.

**3.4. Effect of HYDRODIS® GE on the scales of structures investigation with ft-ir**

The peaks in my transmittance spectrum indicate that the compounds were changed with dosage. This is to be expected, and even is the desired outcome, because there was no hydrocarbon peak around 3000 cm<sup>-1</sup> during the second period of trial, indicating that there are no hydrocarbons present

on the scales samples. This is also shown in the spectra comparing the pre and post samples of stibnite against the background of air. Though the peaks are very similar, the lack of a hydrocarbon peak shows that the trial was successful. The two peaks are compared of this band are shifted 10 to 15 cm<sup>-1</sup> to a lower frequency, indicating that the receiver has switched to a stronger Sb<sup>+3</sup> molecule collector for S. The visible spectrum can be assigned at ~1050 cm<sup>-1</sup>, indicating that another strong band ν(C=S) has formed temporarily.



**Figure 8.** Xrd pattern of scales of the structures at the reinjection filters

**4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS**

In this study, we claimed to prevent the stibnite issue. In the case of the study, we dosed different quantities of scale agents at the plant inlet. We gained different results and these results confirmed our hypothesis. These hypothesis confirmed by reducing the amount of precipitation on the coupons within the trial time. The reduction of the

temperature of the brine during the heat exchanging process, the stibnite scales prevented on the filters and pre-heaters even at 65 °C. The HYDRODIS GE® technology remarkably reduced the amount of precipitation of stibnite as observed on geothermal power plant's outlet coupons. The coupon images are given in Table 3.

The scales were analyzed by XRD, FT-IR, and other techniques. According to Table 3, the scale characterization data obtained during the study showed that the stibnite scales at lower outlet temperatures of geothermal power plants have been kept under control by decreasing the speed of the crystal growing using HYDRODIS GE® polymers. The minimum dosages have been checked during the trial period of the system and it could operate smoothly even at 5 ppm. The obtained results have shown that stibnite compounds can be blocked by using HYDRODIS polymer just at the entrance of the heat exchanger of the geothermal power plant. In addition to, the fact that the products at low dosage intervals stabilizes the power plant in a short time like one month during the prevention of the stibnite problem and its from the power plant, confirms the purpose and success of this study. All in all, in Table 3. added to the conclusion section covers a period of not only one month

but deals with the before and after of the problem. The visuals in Table 3 confirm that the reduced to growing-up crystalline structure and precipitation on the coupons have been prevented over time and that the HYDRODIS® GE products have successfully protected the system. According to the results obtained, this study showed that HYDRODIS® GE products can be applied in different power plants and preheaters designed for different temperatures under different dosage conditions.

Considering the scalable application of power plants and the aim of sustainable and stable brine chemistry, we expect that our work can be beneficial to the study of antimony compounds and provide a significant strategy for geothermal power plants.

**Table 3.** The evaluation coupons at the geothermal power plan

<i>Date</i>	<i>Coupon Location</i>	<i>Coupon Images</i>
<i>8.11.2019</i>	<i>Plant Outlet</i>	
<i>25.11.2020</i>	<i>Plant Outlet</i>	
<i>03.12.2020</i>	<i>Plant Outlet</i>	
<i>11.12.2020</i>	<i>Plant Outlet</i>	
<i>31.01.2021</i>	<i>Plant Outlet</i>	

## Acknowledgements

We would like to thank all reservoir team of our partner for their support in this study.

## REFERENCES

- Anderson, C. G. (2012). The metallurgy of antimony. Supplement 4. *Chemie der Erde*, 72(SUPPL.4), 3–8. <https://doi.org/10.1016/j.chemer.2012.04.001>
- Baran, K., Aksoy, N., Serpen, U., & Şişman, M. (2015). Stibnite Scaling in a Binary Power Plant in Turkey. *World Geothermal Congress 2015, April*, 19–25.
- Brown, K. (2011). *Antimony and Arsenic Sulfide Scaling in Geothermal Binary Plants*. May, 25–27.
- Haklıdır, F. S. T., & Şengün, R. (2020). Hydrogeochemical similarities and differences between high temperature geothermal systems with similar geologic settings in the Büyük Menderes and Gediz Grabens of Turkey. *Geothermics*, 83(August 2019). <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2019.101717>
- Krupp, R. E. (1988). Solubility of stibnite in hydrogen sulfide solutions, speciation, and equilibrium constants, from 25 to 350°C. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 52(12), 3005–3015. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(88\)90164-0](https://doi.org/10.1016/0016-7037(88)90164-0)
- Olsen, N. J., Mountain, B. W., & Seward, T. M. (2012). Experimental study of stibnite solubility in aqueous sulfide solutions from 25 to 90°C. *New Zealand Geothermal Workshop*, 19(November).
- Scanes, C. G. (1989). Notice concerning copyright restrictions. *Growth, Development, and Aging*, 53.
- Sherman, D. M., Ragnarsdottir, K. V., & Oelkers, E. H. (2000). Antimony transport in hydrothermal solutions: An EXAFS study of antimony(V) complexation in alkaline sulfide and sulfide-chloride brines at temperatures from 25°C to 300°C at P(sat). *Chemical Geology*, 167(1–2), 161–167. [https://doi.org/10.1016/S0009-2541\(99\)00207-7](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(99)00207-7)
- Weres, O. (2019). Chemistry of stibnite, orpiment and other sulfide minerals deposited from geothermal brines. *Transactions - Geothermal Resources Council*, 43, 690–703.

## EUNIS Habitat Sınıflandırmasının Türkiye Durum Değerlendirmesi

Muhammed Hakan Çakmak<sup>1\*</sup>, Zeki Aytaç<sup>2</sup>

**Özet:** EUNIS Habitat Sınıflandırması, uyumlaştırılmış açıklamalar ve Avrupa genelinde veri koleksiyonuna olanak tanıyan, doğaldan yapaya, karasaldan tatlı ve tuzlu sulara tüm habitat tiplerini içeren, kapsamlı bir habitat sınıflandırma sistemidir. Bu derlemede, 2011-2020 yılları arasında EUNIS ile ilgili Türkiye’de yapılmış olan literatürdeki çalışmalar taranmıştır. Yapılan literatür taraması sonucunda, 3. seviyede toplam 140 EUNIS habitat tipi tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmalarda, herhangi bir seviye kısıtlaması olmaksızın EUNIS’te tanımlı olmayan 26 yeni habitat tipinin olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak bu derleme, Türkiye genelinde EUNIS habitatlarının genel durumunu ortaya koymuş ve bu kapsamda genel bir değerlendirme imkânı sunmuştur. Bunun yanında bu çalışma, bu alanda araştırma yapacaklar için önemli bir altlık olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** biyoçeşitlilik, biyotop, sintaksonomi, vejetasyon.

### Turkey Status Evaluation of EUNIS Habitat Classification

**Abstract:** The EUNIS Habitat Classification is a comprehensive habitat classification system that includes all habitat types, which are natural to artificial, terrestrial to fresh and salt water, allowing harmonized disclosures and data collection across Europe. In this review, studies in the literature related to EUNIS conducted in Turkey between the years 2011-2020 were reviewed. As a result of the literature review, a total of 140 EUNIS habitat types were determined at level 3. In these studies, it was also determined that without level restriction there are 26 new habitat types not defined in EUNIS. As a result, this review revealed the overall situation of the EUNIS habitats across Turkey and provided a general assessment opportunity in this regard. In addition, this study will be an important base to those who will do research in this field.

**Keywords:** biodiversity, biotope, syntaxonomy, vegetation.

<sup>1</sup>**Address:** T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

<sup>2</sup>**Address:** Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye

\***Corresponding author (sorumlu yazar):** muhammedhakan.cakmak@gmail.com

**Citation (atf):** Çakmak, M.H., Aytaç, Z. (2021). EUNIS Habitat Sınıflandırmasının Türkiye Durum Değerlendirmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 5(2): 157-163.

### 1. GİRİŞ

Etimolojik olarak Latince kökenli olan “habitat” terimi, bir organizmanın doğal çevresi, canlının yaşaması ve büyümesi için doğal bir yer anlamına gelmektedir (Etimoloji Türkçe, 2012). Avrupa’da kullanılan bir habitat sınıflama sistemi olan Avrupa Doğa Bilgi Sistemi (EUNIS)’nin ortaya çıkmasına kadar ki biyolojik organizasyonun sınıflandırma sistemlerinin gelişimi sırasıyla; türlerin (taksonomi), bitki birliklerinin (sintaksonomi) ve son olarak da habitatların sınıflandırılması şeklinde olmuştur. Günümüzde biyolojik

organizasyonun sınıflandırma sistemi, bilim adamları ile birlikte özellikle karar vericiler ve yöneticiler tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (Vlaams Instituut voor de Zee, 2016).

EUNIS; çevre, iklim, toprak ve ekolojik bölgeler üzerindeki baskılarla bağlantılı olarak habitatların daha geniş analizine izin veren ve diğer ülkelerle de verilerin karşılaştırılmasını sağlayan, türlerde olduğu gibi standardize edilmiş bir terminolojiye göre Avrupa Birliği (AB) ölçeğinde habitat tiplerini tanımlayan bir sistemdir (Moss ve Roy, 1998).



EUNIS habitat sistemi, açıklayıcı belgelerle birlikte bir veri tabanından meydana gelmektedir (Davies vd., 2004). Güçlü bir hiyerarşik yapısı olan sınıflandırmanın özelliği, tıpkı türlerin tanımlanması için oluşturulan teşhis anahtarlarına benzer biçimde, habitatların tanımlanması için de anahtarlar oluşturulmasını sağlayacak belirleyici kriterlerin geliştirilmesine dayanmaktadır. Kriterler sınıflandırmanın ilk üç hiyerarşik seviyesi için geliştirilmiştir. Ancak, habitatların analitik bir biçimde tanımlanması çok zor olduğu gibi, diğer taraftan da habitatlar arasındaki sınırlar, türlerde olduğu gibi genetik olarak net değildir. EUNIS habitat sınıflandırmasının oluşturulmasındaki amaç; tüm habitat birimlerinin ortak bir tanımı ve hiyerarşik sınıflandırması ile habitatların genel bir Avrupa setini oluşturmaktır. Bu, doğa korumada envanter, izleme, değerlendirme ve biyolojik çeşitlilik göstergelerinde kullanılmak üzere habitat verilerinin karşılaştırılabilir bir şekilde kaydedilmesine ve raporlanmasına katkı sağlamaktadır (EUNIS - Draft Habitat Classification, 2002; Moss, 2008).

Türkiye, hem biyolojik çeşitliliği hem de habitat çeşitliliği yüksek bir ülkedir (Kanca vd., 2019). Bu derlemede habitat çeşitliliği yüksek olan Türkiye'nin EUNIS habitat sınıflaması ile habitat tipleri bazında ne kadar uyumlu olduğu, EUNIS'te tanımlı olan habitatlardan ne kadarının Türkiye'de bulunduğu ve Türkiye'de olup EUNIS'te tanımlı olmayan habitat tipleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu derleme çalışması ile literatüre önemli bir katkı sağlanması amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın materyalini son on yıla ait (2011-2020) tezler, bilimsel makaleler, bildiriler ve kitaplar oluşturmaktadır.

Çalışma kapsamında çalışmanın materyalini oluşturan kaynaklar taranmıştır (Çakan vd., 2011; Arslan vd., 2012; Karaköse vd., 2013; Özçelik vd., 2014; Ulu Ağır vd., 2014; Çiftçi, 2015; Eker vd., 2015; Karaköse, 2015; Mergen ve Karacaoğlu, 2015; Çakmak, 2016; Çakmak, 2017; Çakmak ve Aytaç, 2020; Erdoğan, 2016; Geven vd., 2016; Şahin vd., 2016; Şahin ve Afsar, 2018; Şahin ve Karavelioğulları, 2018a; 2018b; Tug vd., 2018; Anonim, 2019; Seyfe, 2019; Yıldırım vd., 2019). Literatür taraması sonucunda elde edilen habitatların hangilerinin Türkiye'de olduğu ve hangilerinin olmadığını ortaya koymak için EUNIS kodlarının tamamı 3. seviyede analiz edilmiştir. Literatür çalışmalarında tespit edilmiş olan 3. seviyenin üstündeki (seviye 1 ve seviye 2) habitatlar, bu çalışma kapsamında değerlendirilmemiştir. 3. seviyenin altında olan habitatlar (4., 5., 6., 7. seviyeler) ise 3. seviyeye indirgenerek incelemeye alınmıştır. Bunun yanında, bu çalışmada yeni tanımlanmış olan ve EUNIS'te bulunmayan yeni habitat tipleri de herhangi bir seviye kısıtlaması olmaksızın ayrıca analiz edilmiş ve listelenmiştir.

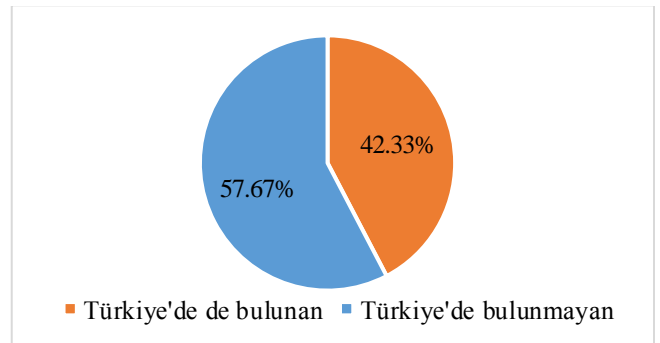
## 3. BULGULAR

Derleme kapsamında yapılan literatür taramaları sonucunda, 3. seviyede toplam 140 EUNIS habitat tipi belirlenmiştir. Türkiye'de bulunan bu 140 habitat tipinin hangilerinin EUNIS'te bulunduğu Çizelge 1'de verilmektedir.

**Çizelge 1.** Literatür taramaları sonucu Türkiye'de ve EUNIS'te ortak olarak bulunan habitatların kodları

A2.5	A2.6	A5.5	B1.1	B1.2	B1.3	B1.4	B1.6	B1.8	B2.3	B3.3	C1.1	C1.2
C1.3	C1.4	C1.5	C1.6	C2.1	C2.2	C2.3	C2.4	C2.5	C3.1	C3.2	C3.3	C3.4
C3.5	C3.6	D1.1	D2.1	D4.1	D5.3	D6.1	D6.2	E1.1	E1.2	E1.3	E1.4	E1.5
E1.C	E2.1	E2.2	E2.3	E2.5	E2.6	E2.7	E3.4	E4.1	E4.3	E4.4	E5.1	E5.4
E5.5	E6.1	E6.2	E7.3	F2.1	F2.2	F2.3	F3.1	F3.2	F4.2	F5.1	F5.2	F5.3
F5.5	F6.7	F7.3	F7.4	F9.1	F9.3	FB.3	FB.4	G1.1	G1.3	G1.6	G1.7	G1.8
G1.A	G1.D	G2.1	G2.4	G2.5	G2.8	G2.9	G3.1	G3.4	G3.5	G3.6	G3.7	G3.9
G3.F	G4.5	G4.6	G4.8	G4.9	G4.B	G4.D	G4.F	G5.1	G5.4	G5.5	G5.7	H2.4
H2.5	H2.6	H3.1	H3.2	H3.5	H5.3	H5.4	I1.1	I1.2	I1.3	I1.5	I2.2	J1.1
J1.2	J1.3	J1.4	J1.6	J2.1	J2.2	J2.3	J2.4	J3.1	J3.2	J3.3	J4.2	J4.3
J4.4	J4.6	J4.7	J5.3	J5.4	J6.2	J6.3	J6.4					

Çizelge 1'deki habitat kodları ile EUNIS habitat sınıflandırmasındaki habitatlar analiz edildiğinde; EUNIS 3. seviyedeki habitatların (toplam 326) 138 tanesinin Türkiye'de de bulunduğu, 188 tanesinin ise bulunmadığı tespit edilmiştir (Şekil 1).



**Şekil 1.** 3. seviyede EUNIS habitatlarının Türkiye'de bulunma yüzdeleri

22 farklı kaynağın taranması sonucunda, 3. seviyede en çok bulunan habitat tiplerinin sırasıyla E1.2 (11 çalışmada), G3.5 (9 çalışmada) ve G1.7 (8 çalışmada) olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yine 3. seviyede habitat zenginliği en yüksek çalışmalar; 64 habitat ile Anonim (2019), 37 habitat

ile Çakmak ve Aytaç (2020) ve 29 habitat ile Karaköse (2015) olarak belirlenmiştir.

Literatür taraması sonucunda EUNIS'te tanımlı olmayan 26 yeni habitat tipinin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** EUNIS'te tanımlı olmayan yeni habitat tipleri

Habitat Kodu	Habitat İsmi	Yeni Habitatın Diğer Habitatlardan Ayrılan Özelliği	Kaynak
C3.232X	Anadolu <i>Typha domingensis</i> yatakları	Ayırt edici türün farklı olması	(Geven vd., 2016)
C3.232XX	<i>Schoenus nigricans</i> yatakları	Ayırt edici tür ve floristik kompozisyonun farklı olması	(Geven vd., 2016)
E1.01	Marmı step	Anakaya tipinin farklı olması	(Çiftçi, 2015)
E1.20	Marmı step	Anakaya tipinin farklı olması	(Seyfe, 2019)
F2.22XX	Türkiye Karadeniz Bölgesi (Karadeniz bodur ormangülü ( <i>Rhododendron</i> spp.) çalılıkları	Sintaksonomik birim ve birimin içerdiği türlerin farklı olması	(Anonim, 2019)
F3.165	Karadeniz subalpin ardıç çalılıkları	Sintaksonomik birimin farklı olması	(Yıldırım vd., 2019)
F5.213A	Anadolu <i>Olea europaea</i> makilikleri	Endemik türler ve baskın yaşam formunun farklı olması	(Geven vd., 2016)
F7.3X	Anadolu <i>Calicotome villosa</i> friganası	Yayılış alanı ve ayırt edici türün farklı olması	(Geven vd., 2016)
G1.3X	Akdeniz riperyan <i>Tamarix parviflora</i> çalılıkları	Ayırt edici türün farklı olması	(Geven vd., 2016)
G1.6K	Öksin <i>Fagus</i> ormanları	Hiyerarşik ihtiyaç	(Arslan vd., 2012)
G1.6K1	<i>Trachystemon orientalis</i> - <i>Fagus orientalis</i> ormanları	Sintaksonomik birimin farklı olması	(Arslan vd., 2012)
G1.6K2	<i>Ilex colchica</i> - <i>Fagus orientalis</i> ormanları	Sintaksonomik birim ve ayırt edici türün farklı olması	(Arslan vd., 2012)
G1.6K3	Sert kalker anakayada gelişen <i>Laurocerasus officinalis</i> - <i>Fagus orientalis</i> ormanları	Sintaksonomik birim ve anakayanın farklı olması	(Arslan vd., 2012)
G1.6K4	<i>Rubus hirtus</i> - <i>Fagus orientalis</i> ormanları	Sintaksonomik birimin farklı olması	(Arslan vd., 2012)
G1.6K5	<i>Carpinus betulus</i> - <i>Fagus orientalis</i> ormanları	Sintaksonomik birimin farklı olması	(Arslan vd., 2012)
G1.6K6	Ilgaz Dağı <i>Carpinus betulus</i> - <i>Fagus orientalis</i> ormanları	Sintaksonomik birime katılan türlerin farklı olması	(Arslan vd., 2012)
G1.6K7	Batı Karadeniz bölgesindeki <i>Rhododendron ponticum</i> - <i>Fagus orientalis</i> ormanları	Anakaya tipi ve toprak yapısının farklı olması	(Arslan vd., 2012)
G3.4G*	<i>Pinus sylvestris</i> - <i>Abies nordmanniana</i> karışık ormanları	Sintaksonomik birim ve ayırt edici türlerin farklı olması	(Çakmak, 2017)
G3.58	<i>Pinus nigra</i> - <i>Pinus sylvestris</i> karışık geçiş ormanları	Sintaksonomik birim ve ayırt edici türlerin farklı olması	(Çakmak, 2017)
G3.9X	Anadolu <i>Cupressus sempervirens</i> ormanları	Sintaksonomik birim ve ayırt edici türün farklı olması	(Geven vd., 2016)
G4.6A	Karışık <i>Abies</i> - <i>Fagus</i> ormanları	Hiyerarşik ihtiyaç	(Arslan vd., 2012)
G4.6A1	<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i> - <i>Fagus orientalis</i> ormanları	Sintaksonomik birim ve ayırt edici türün farklı olması	(Arslan vd., 2012)
G4.6A2	<i>Rhododendron ponticum</i> 'lu <i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i> - <i>Fagus orientalis</i> ormanı	Sintaksonomik birimin farklı olması	(Arslan vd., 2012)
G4.6B	Karışık <i>Abies</i> - <i>Pinus</i> - <i>Fagus</i> ormanı	Hiyerarşik ihtiyaç	(Arslan vd., 2012)
G4.6B1	<i>Fagus orientalis</i> - <i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>bornmuelleriana</i> - <i>Pinus</i> ormanları	Sintaksonomik birimin farklı olması	(Arslan vd., 2012)
G4.G	<i>Pinus nigra</i> - termofil <i>Quercus</i> karışık ormanları	Sintaksonomik birim ve ayırt edici türün farklı olması	(Çakmak, 2017)

\*Çalışmanın yapıldığı dönem EUNIS'te olmayan habitat kodu, daha sonradan EUNIS güncellendiğinde başka bir habitat tipine verilmiştir.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Doğanın önemli bir bileşeni olan habitatların korunabilmesi için tıpkı türlerde olduğu gibi habitatların tanımlanması, envanterinin oluşturulması ve haritalanması gerekmektedir. Bunu gerçekleştirmek için ise öncelikle ülkedeki taksonomik ve sintaksonomik araştırmaların yaygınlaştırılması, yapılmış ve yapılacak tüm çalışmaların modern, teknolojik, günümüz ihtiyaçlarına uygun ve standart bir biçimde ulusal veri taban(lar)ına aktarılması, akabinde de tematik biyolojik çeşitlilik haritalarının elde edilmesi gerekmektedir. Bu sayede yapılan çalışmalar karar vericiler ve ilgi gruplarının kullanımına sunulmuş olacaktır (Çakmak, 2017).

Habitat tahribatının etkileri biyolojik çeşitlilik için çok önemli bir tehdittir (Tilman vd., 1994). Artan çevre sorunları ve habitatlardaki olumsuz değişimlerin sonucu olarak biyoçeşitlilik kaybının artışının önümüzdeki yıllarda da devam etmesi öngörülmektedir (Süel vd., 2018). Habitat koruma, biyolojik çeşitlilik kaybını önlemenin ve/veya yavaşlatmanın en etkili ve rasyonel yollarından biridir. Bunu gerçekleştirmek için öncelikle habitatların benzersiz özellikleriyle tanımlanması, tespit edilmesi ve haritalandırılması gerekmektedir. Habitatların mikro ve makro ölçekte belirlenmesi, hem yerel hem de küresel koruma stratejilerinin oluşturulmasında büyük önem taşımaktadır (Çakmak ve Ayaç, 2020). Bu konu ile ilgili olarak "The European Biodiversity Strategy" ve "Strategic Plan for Biodiversity By 2020", AB üye ülkelerini 2020 yılına kadar AB'deki biyolojik çeşitlilik kaybını yavaşlatmak ve biyolojik çeşitliliği eski haline getirmek amacıyla, ekosistemleri ve ekosistem hizmetlerini acilen belirlemeye ve haritalamaya davet etmiştir (Convention on Biological Diversity, 2010a; 2010b; European Commission, 2011). AB'ye üye olma sürecinde, EUNIS'e uygun biçimde habitatların belirlenmesi ve sınıflandırılması gelecekte Türkiye için bir zorunluluk olacaktır (Çakmak ve Ayaç, 2020). EUNIS'e entegrasyon meselesi yalnızca Türkiye'nin üyelik süreciyle ilgili yükümlülüklerden dolayı değil, aynı zamanda ve daha da önemlisi doğayı korumamız açısından çok önemlidir. Bu nedenle AB'ye üyelik sürecimiz herhangi bir sebepten ötürü dursa dahi, bu konudaki çalışmaların devam etmesi elzemdir (Çakmak, 2017).

Türkiye'de fitososyoloji çalışmaları, akademik kaygılar, çalışma şartlarının zor olması gibi bazı sebeplerden ötürü özellikle son birkaç on yıllık dönemde eskisine göre daha az rağbet görmeye başlamıştır. Buna paralel olarak da ülkedeki bu konuda yetişmiş uzman sayısı diğer ülkelere (özellikle Avrupa) göre kısıtlı kalmıştır. Bunun doğal bir sonucu olarak, üretilen sintaksonomik veri de kısıtlıdır. Türkiye'de halen sintaksonomik olarak çalışılmamış pek çok alan ve dolayısıyla da habitat bulunmaktadır. Habitatların sınıflandırılmasında önemli bir rol üstlenen fitososyologlara ilerleyen dönemlerde daha çok iş düşecektir. Özellikle üniversitelerin biyoloji ve orman mühendisliği gibi bölümleri ve araştırma enstitülerinin bu konuda uzman yetiştirmeye teşvik edilmesi gerekmektedir (Çakmak, 2017).

Türkiye; biyolojik, ekolojik, topoğrafik, iklimsel, jeolojik, coğrafik vb. pek çok yönden eşsiz bir zenginlik barındırmaktadır (Terzioğlu vd., 2015; Kanca vd., 2019). Bu zenginlik, elbette türlerin ve dolayısıyla habitatların da

çeşitli olmasına sebebiyet vermektedir. Bilindiği üzere EUNIS; Avrupa'ya özgü bir sınıflandırma olup, sınıflandırma Avrupa'daki habitatları içermektedir (Çakmak ve Ayaç, 2020). Bu çalışmada yalnızca literatürdeki Türkiye'de yapılan çalışmalar taranmış ve bu çalışmalarda belirlenmiş olan habitatlar EUNIS'te bulunanlarla eşleştirilmiştir. Diğer taraftan, literatürdeki çalışmalarda EUNIS'te daha önce tanımlanmamış olan, yalnızca Türkiye'de bulunan (endemik) yeni habitat tipleri de bulunmaktadır. Bu kapsamdaki çalışma sayısı arttıkça hem Türkiye hem de EUNIS için tanımlanacak yeni habitatların sayısında da artış olacağı aşikârdır. Örneğin, Türkiye'de büyük bir alan kaplayan E1.2E (İran-Anadolu stepleri) olarak tanımlanmış habitat tipi, Türkiye göz önüne alındığında; bu tipin jips, mam, serpantin gibi farklı ana kayalardaki dağılışından, daha alt seviyelerde (5, 6, 7. seviyelerde) yeni habitat tiplerinin tanımlanacağı muhtemel görülmektedir. Öte yandan, Türkiye'deki sintaksonomik çalışmalar özellikle ormanlık alanlarda yoğun olarak yapılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen verilerle EUNIS'in G (2017 revizyonu ile T) (ağaçlıklar, ormanlar ve ağaçlık araziler) tipine yeni habitatlar bağlamında büyük katkı ve hiyerarşik olarak da değişim sağlanacağı düşünülmektedir. Ayrıca, Türkiye'ye özgü (endemik) alyans ve bitki birlikleri de yine EUNIS'e entegre edilmeleri durumunda, EUNIS'te mevcutta tanımlanmış habitat tipleri parametreleri ve açıklamalarına katkı sağlayacaktır.

Literatür taraması sonucunda 3. seviyede EUNIS habitatlarının Türkiye'de bulunma yüzdelerine bakıldığında; Türkiye'de bulunan habitat tiplerinin oranının yaklaşık %42 olduğu, bulunmayanların oranının ise yaklaşık %58 olduğu görülmektedir (Şekil 1). Her ne kadar bu sayılar ve oranlar bilimsel verilere dayanıyor olsa da yine de bu verilerin yanıltıcı olması mümkündür. Çünkü bu habitatlar sadece yapılan taramalardaki sınırlı sayıdaki çalışmalarda tespit edilmiştir. Bu kapsamda yapılan çalışma sayısı arttıkça, tespit edilen habitat tipi de artacaktır. Diğer taraftan bazı EUNIS habitatları, yalnızca bağlantılı olduğu alyans/bitki birliği farklı olduğu için habitat kodu potansiyel olarak farklılık göstermektedir. Bazı durumlarda, Türkiye'de tespit edilen bazı sintaksonomik birimlerin aslında mevcutta bulunan bazı habitat kodlarıyla (tipleriyle) ilişkilendirilebileceği de muhtemeldir. Çünkü bilindiği üzere; bir habitat tipi birden fazla sintaksonomik birimle bağlantılı olabilmektedir. Bu tip durumlardan dolayı da verilen liste sadece potansiyel bulunma ve bulunmama durumlarını belirtmektedir (Çizelge 1). Bu konuda yapılacak daha kapsamlı çalışma ve elde edilecek verilerle daha doğru sonuçlar çıkacaktır.

Konuyla ilgili taranmış 22 literatür çalışması kapsamında Türkiye'de 3. seviyede en çok bulunan EUNIS habitat tiplerinin sırasıyla; E1.2 (11 çalışmada), G3.5 (9 çalışmada) ve G1.7 (8 çalışmada) olduğu belirlenmiştir. Türkiye geneli düşünüldüğünde bu sonuç şaşırtıcı değildir. Zira E1.2 habitatının yalnızca bir alt seviyesindeki tipi olan E1.2E habitatı (İran-Anadolu stepleri) bile Anadolu'da geniş alanlar kaplamaktadır (Vural vd., 2007; Ambarlı, 2017; Ekim ve Kart Gür, 2019). Benzer şekilde; *Pinus nigra*'nın baskın olduğu G3.5 (*Pinus nigra* ormanları) ve özellikle *Quercus* türlerinin baskın olduğu G1.7 (Termofil yaprak dökken ormanlar) habitatları da Türkiye'de geniş alanlar kaplamaktadır (Anonim, 2015). Diğer taraftan, 3. seviyede

habitat zenginliği en yüksek çalışmalar; 64 habitat ile Anonim (2019), 37 habitat ile Çakmak ve Aytaç (2020) ve 29 habitat ile Karaköse (2015) olarak belirlenmiştir. Bu çalışmalardan Anonim (2019), Türkiye'deki tüm biyocoğrafik bölgelerdeki önemli habitatlara ilişkin bir kılavuz olduğundan habitat zenginliğinin bu denli yüksek çıkması doğal görünmektedir. Öte yandan, Çakmak ve Aytaç (2020) çalışması lokal bir alanda yapılmış olmasına rağmen özellikle doğal, yarı-doğal ve yapay habitatların tamamını konu alması sebebiyle habitat tipi sayısının yüksek çıktığı söylenebilir. Son olarak Karaköse (2015) çalışmasında ise çalışmanın birbirinden coğrafi olarak farklı iki alanda yapılmış olması sebebiyle habitat tipi sayısının yüksek çıktığı düşünülmektedir.

Mevcut çalışma kapsamında yapılan literatür taramaları sonucunda, bu çalışmalarda tespit edilmiş EUNIS'te tanımlı olmayan 26 yeni habitat tipi Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'deki habitat tipleri incelendiğinde yalnızca E1.01 ile E1.20'nin birbirleriyle benzerlik gösterdiği, diğer habitatların ise birbirlerinden farklı olduğu görülmektedir. Bu habitatlar ve/ile diğer EUNIS habitat tipleri arasında birbirine hiyerarşik ve ekolojik anlamda yakın olanlardaki farklılıklar; bazılarında ayırt edici/gösterge/baskın türlerden (örneğin; C3.232X ve C3.232XX), bazılarında fitososyolojik birimlerden (alyans ya da asosiyasyon) (örneğin; G1.6K altında tanımlanmış alt seviyedeki habitatlar), bazılarında anakayadan (örneğin; G1.6K3, E1.01 ve E1.20), bazılarında ise biyocoğrafyadan (örneğin; F7.3X) kaynaklanmıştır. Diğer bir dikkat çekici bulgu ise özellikle tanımlanmış yeni habitat tiplerinin çoğunluğunun (%69) G habitatında olmasıdır. Bu durum, Türkiye'deki vejetasyon çalışmalarının daha çok ormanlık alanlarda yoğunlaşmış olmasıyla alakalıdır. Vejetasyon çalışmalarından elde edilen veriler EUNIS için önemli altlıklardır. Sonuç olarak, yalnızca 22 literatür çalışma sını sonucunu ortaya konulan tanımlanmış 26 yeni habitat tipinden bile en az 25 tanesi EUNIS için potansiyel yeni habitat tipleridir.

Mevcut çalışmanın materyalini oluşturan literatürdeki çalışmaların tamamı yalnızca EUNIS habitat tiplerinin tespitini konu almamaktadır. Bu çalışmaların bazılarında asıl çalışma konusu örneğin alanın böcek faunasını ortaya koymakken, bu taksonların EUNIS ile arasındaki ilişkiye bakılmak istenildiği için EUNIS habitat tipleri de tespit edilmiştir (Çiftçi, 2015; Şahin vd., 2016). Görüldüğü üzere EUNIS yalnızca fitososyologlar tarafından değil, bu konuyla ilgilenen diğer ilgi grupları tarafından da kullanılmaktadır.

Habitatlar arasındaki sınırlar türlerde olduğu gibi genetik olarak net olmadığından, EUNIS habitatlarının analitik bir biçimde tanımlanması oldukça güçtür (Moss, 2008). Bu sebeple her çalışmada birbirinden farklı yöntemlerin kullanılması da kaçınılmaz olmuştur. Bu derleme kapsamında taranmış olan literatür çalışmalarındaki metotlarda da tam anlamıyla bir standart bulunmamaktadır. Kimi çalışmada arazide gösterge/baskın türler üzerinden habitat tespiti yapılmışken, kimi çalışmada literatür taraması yapıp burada bulunan fitososyolojik birimler üzerinden tespit yapılmış, kimi çalışmada coğrafi bilgi sistemlerinden (CBS) ve uzaktan algılama (UA) metotlarından ağırlıklı olarak faydalanılmış, kimi çalışmada ise klasik fitososyoloji örnekleme metotları kullanılmıştır.

Elbette bunun doğal bir sonucu olarak da tespit edilen habitatların doğruluğa yakınlığı, metodun kendisine, uygulandığı yere ve uygulayıcısının habitat bilgisine bağlı olarak değişmektedir. Habitatların tespiti yapılırken tek bir metot uygulamak yerine kombine bir metodun (literatür taraması + örnekleme + CBS ve UA + ...) kullanılmasının daha doğru ve standart bir sonuç elde etmeye yarayacağı düşünülmektedir.

Mevcut çalışma kapsamında taranmış olan literatür çalışmalarındaki habitat tiplerine bakıldığında, Türkiye'de A (denizel habitatlar) habitatlarının çok düşük düzeyde temsil edildiği görülmektedir (Çizelge 1). Bunun sebebi taranmış olan çalışmaların karasal alanlarda yapılmış olmasıdır. Oysa ki, EUNIS'in denizel habitatlarının çeşitliliği oldukça yüksektir. Üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye'nin deniz alanlarındaki habitat tespiti çalışmalarının artırılması durumunda, hem Türkiye açısından EUNIS'in A habitatlarındaki temsiliyet oranının artması, hem de EUNIS'in A habitatları özelinde yeni habitat tiplerinin ortaya çıkması muhtemel görünmektedir. Benzer şekilde, D (bataklıklar ve turbalıklar) habitatlarındaki temsiliyet düzeyinin de düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Bunun sebebinin ise çalışma alanlarının bu ana ekosistem tipini temsil anlamında fakir olması olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan, F (fundalıklar, çalılıklar ve tundralar) ile G (ağaçlıklar, ormanlar ve ağaçlık araziler) habitatlarındaki temsil düzeyi ise yüksek çıkmıştır (Çizelge 1). Bunun temel sebebinin bu habitatlarla ilgili fitososyolojik çalışmaların/verinin fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mevcut çalışma kapsamında EUNIS sisteminde bulunan habitatlardan hangilerinin Türkiye'de bulunduğu ortaya konulmuştur. Bu derleme kapsamında taranmış olan literatür çalışmalarında habitatların farklı seviyelerde olması ve mevcut çalışmada standart bir analiz yapılmasına imkân vermemesi sebebiyle, habitatların hepsi belirli bir seviyeye çekilerek analiz edilmiştir. Bu seviyenin 3. seviye olarak belirlenmesinde, sınıflamanın hiyerarşik yapısı ve özellikleri etkili olmuştur. EUNIS habitat sınıflandırmasında 1. seviyede arazi örtüsü ve ana ekosistem tipleri, alanın doğal ya da yapay olması, karasal ya da denizel olması gibi bilgiler mevcutken; 2. seviyede her bir kategori için baskın yaşam formu, örtüş yüzdeleri, alanın kimyasal özellikleri gibi bilgiler ve 3. seviyede ise her bir kategori için alanın nem durumu, substrat tipleri, arazi şekli, yükseklik bilgileri gibi daha ayrıntılı ve açıklayıcı bilgiler verilmektedir (Davies vd., 2004; Arslan ve Arslantürk, 2009). 1. seviye ana ekosistem tiplerini temsil ederken, 2. seviyede habitatlar genel bir şekilde temsil edilmektedir. 3. seviyede ise özellikle fitososyolojik birimler (alyans ve asosiyasyonlar) habitatların belirlenmesinde rol oynamaktadır. Ayrıca, sınıflandırmada tıpkı türlerde olduğu gibi teşhis anahtarı sistemine benzer bir yapı yine ilk üç hiyerarşik seviye için geliştirilmiştir. İlk üç seviye için kriterler ve kıstas şemaları, karar kutularına rehberlik eden detaylı ve açıklayıcı notlarla sunulmuştur (Davies vd., 2004). Bunun altındaki seviyelerde ise yönlendirici sorular ve kıstas şemaları bulunmayıp, yalnızca alyans ve asosiyasyonlar yardımıyla habitatlar belirlenmektedir. Dolayısıyla ilk üç seviyede habitatların belirlenmesi, 3. seviyenin altındaki habitatların belirlenmesine göre daha kolay ve hata payı daha düşüktür. 3. seviyenin altındaki seviyeler (4., 5., 6. ve 7. seviye)

oldukça ayrıntılı veri ve çalışma istediği için mevcut çalışmada analiz 3. seviyede yapılmasına karar verilmiştir.

EUNIS ile ilgili Türkiye’de yapılan çalışma sayısı her ne kadar son yıllarda artma eğilimi gösterse de Avrupa’yla kıyaslandığında sayının oldukça kısıtlı kaldığı görülmektedir. Bundan sonraki süreçte habitat sınıflaması ile ilgili çalışma yapılacak alanlar belirlenirken; milli parklar, tabiatı koruma alanları, özel çevre koruma alanları gibi biyolojik ve habitat çeşitliliği potansiyel olarak yüksek alanlara öncelik verilebilir. Çünkü bu alanlar, yakın çevreleriyle ekolojik, iklimsel ve topoğrafik farklılıklar göstermektedir. Bu da floristik kompozisyonu ve dolayısıyla da habitat tipini etkileyecek, sonuç olarak bu alanlarda yeni habitat tiplerinin belirlenmesi muhtemel olacaktır (Çakmak, 2017).

EUNIS habitat sınıflandırması çalışmalarının ulusal düzeyde en kısa sürede tamamlanması gerekmektedir. Bu derleme, bu kapsamda çalışma yapacaklara altlık ve değerlendirme niteliğinde bilgiler sunmaktadır.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar, makalenin bilimsel kalitesini artırıcı ve yapıcı yorumları için hakemlere teşekkür eder.

## KAYNAKLAR

- Ambarlı, D. (2017). Anadolu Bozkırları. *Kebikeç*, 43, 199-210.
- Anonim, (2015). Türkiye Orman Varlığı 2015. Ankara, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, s.32. <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Yayinlar/T%C3%BCrkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1-2016-2017.pdf>.
- Anonim, (2019). Türkiye’deki Topluluk Açısından Önemli Habitatlara İlişkin Yorumlama Kılavuzu. Ankara, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, s.231.
- Arslan, M., Arslantürk, N. (2009). Avrupa Doğa Bilgi Sistemi (EUNIS) Habitat Sınıflandırması. *Orman Mühendisliği*, 46(1-2-3), 48-51.
- Arslan, M., Bingöl, M.Ü., Erdoğan, N. (2012). Avrupa Doğa Bilgi Sistemi (EUNIS) Habitat Sınıflandırması ve Türkiye Batı Öksin Alanındaki Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Ormanları Örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(2), 278-290.
- Convention on Biological Diversity, (2010a). COP 10 Decision X/2: Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020. <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=12268>.
- Convention on Biological Diversity, (2010b). Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020, including Aichi Biodiversity Targets. <https://www.cbd.int/sp/>.
- Çakan, H., Yılmaz, K.T., Alphan, H., Ünlükaplan, Y. (2011). The Classification and Assessment of Vegetation for Monitoring Coastal sand Dune Succession: The Case of Tuzla in Adana, Turkey. *Turk J Bot*, 35, 697-711. <https://doi.org/10.3906/bot-1001-300>.

- Çakmak, M.H. (2016). Mamak (Ankara) İlçesinin Kentsel Ekolojik Özellikleri (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Çakmak, M.H. (2017). Avrupa Doğa Bilgi Sistemi (EUNIS) Habitat Sınıflandırması ve Soğuksu Milli Parkı Pilot Alanında Uygulanması (Uzmanlık Tezi). T. C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- Çakmak, M.H., Aytaç, Z. (2020). Determination and Mapping of EUNIS Habitat Types of Mamak District (Ankara), Turkey. *Acta Biologica Turcica*, 33(4), 227-236.
- Çiftçi, D. (2015). Sündiken Dağları Staphylinine (Coleoptera: Staphylinidae) Grubunun Tür Çeşitliliği ve EUNIS Habitatlara İlişkisi (Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Davies, C.E., Moss, D., Hill, M.O. (2004). EUNIS Habitat Classification Revised 2004. Kopenhagen, European Environment Agency, European Topic Centre on Nature Protection and Biodiversity.
- Eker, İ., Vural, M., Aslan, S. (2015). Ankara İli’nin Damarlı Bitki Çeşitliliği ve Korumada Öncelikli Taksonları. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 2(3), 57- 114.
- Ekim, T., Kart Gür, M. (2019). Alıç Ağacının Gölgesinde Anadolu Bozkırları. İstanbul, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, s.504.
- Erdoğan, İ. (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama ile Aşağı Kelkit Havzası EUNIS Habitat Tiplerinin Tanımlanması ve Potansiyel Ürün Yetiştirme Alanlarının Tespiti (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, Türkiye.
- Etimoloji Türkçe, (2012). Etimoloji Türkçe. <http://www.etimolojiturkce.com/kelime/habitat> (Erişim Tarihi: 01.03.2020).
- EUNIS - Draft Habitat Classification, (2002). EUNIS - Draft Habitat Classification. [http://lv-twk.oekosys.tu-berlin.de/project/twinning/documents/htmls/EUNIS %20-%20Draft%20Habitat%20Classification\\_informatio n.htm](http://lv-twk.oekosys.tu-berlin.de/project/twinning/documents/htmls/EUNIS%20-%20Draft%20Habitat%20Classification_informatio n.htm) (Erişim Tarihi: 10.03.2020).
- European Commission, (2011). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, The Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Our Life Insurance, Our Natural Capital: An EU Biodiversity Strategy to 2020. COM 2011/244, Brüksel, European Commission, s.1–17.
- Geven, F., Ozdeniz, E., Kurt, L., Bolukbasi, A., Ozbey, B.G., Ozcan, A.U., Turan, U. (2016). Habitat Classification and Evaluation of the Köyceğiz-Dalyan Special Protected Area (Muğla/Turkey). *Rend. Fis. Acc. Lincei*, 27, 509–519. <https://doi.org/10.1007/s12210-016-0510-1>.
- Kanca, H., Terzioğlu, E., Adıgüzel, U., Erbaş, S., Erdoğan, E. (2019). Türkiye’nin Biyolojik Çeşitliliği. Ankara,

- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, s.231.
- Karaköse, M. (2015). Yaralıgöz Eğitim ve Gözlem Ormanı (Kastamonu) ile Finike Merkez Orman Planlama Biriminin (Antalya) Florası, Vejetasyonu ve Habitat Tiplerinin Sınıflandırılması (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Karaköse, M., Terzioğlu, S., Başkent, E.Z., Karahalil, U. (2013). Çamlıhemşin (Rize) Orman Planlama Biriminin Habitat Tiplerinin Tespiti ve Konumsal Değişimlerinin İzlenmesi (s. 1-10). Çamlıhemşin Sempozyumu, Rize.
- Mergen, O., Karacaoglu, C. (2015). Tuz Lake Special Environment Protection Area, Central Anatolia, Turkey: The EUNIS Habitat Classification and Habitat Change Detection between 1987 and 2007. *Ekoloji*, 24, 95, 1-9. <https://doi.org/10.5053/ekoloji.2015.06>.
- Moss, D. (2008). EUNIS Habitat Classification – A Guide for Users. Paris, European Topic Centre on Biological Diversity.
- Moss, D., Roy, D. (1998). Towards a European Habitat Classification (Rapor No. 42). Copenhagen, European Environment Agency.
- Özçelik, H., Çinbilgel, İ., Muca, B., Koca, A., Tavuç, İ., Bebekli, Ö. (2014). Burdur İli Karasal ve İç Su Ekosistem Çeşitliliği, Koruma ve İzleme Çalışmaları. *SDU Journal of Science*, 9(2), 12-43.
- Sahin, M.K., Afsar, M. (2018). Evaluation of The Reptilian Fauna in Amasya Province, Turkey with New Locality Records. *GU J Sci*, 31(4), 1007-1020.
- Seyfe, M. (2019). Kazan Tepeleri (Kahramankazan/Ankara) Sürüngen Türlerinin EUNIS Habitat Tiplerine Göre Tercih ve Dağılımları (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Süel, H., Şentürk, Ö., Mert, A., Özdemir, S., Yalçınkaya, B. (2018). Habitat Suitability Modeling and Mapping (s. 536-549). V. International Multidisciplinary Congress of Eurasia Proceedings. Barcelona, Spain.
- Şahin, Ü., Çiftçi, D., Hasbenli, A. (2016). Species Diversity of Coleoptera, Diptera and Lepidoptera of Various Forest EUNIS Habitats in Bursa Province (Turkey) (s. 96-97). The Abstract Book of Ecology 2016 Adnan Aldemir Symposium, Kars, Türkiye.
- Şahin, B., Karavelioğulları, F.A. (2018a). Erzincan İli EUNIS Habitat Tipleri ve Haritalandırılması (s. 440). 1st International Congress on Plant Biology, Konya, Türkiye.
- Şahin, B., Karavelioğulları, F.A. (2018b). EUNIS Habitat Types and Mapping of Bayburt (s. 1081). International Ecology 2018 Symposium, Kastamonu, Türkiye.
- Terzioğlu, E., Güvendiren, A.D., Erdoğan, E., Mercan Erdoğan, N., Ekmen Nural, Z.İ. (2015). Biyolojik Çeşitliliği İzleme ve Değerlendirme Raporu 2013-2014. Ankara, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- Tilman, D., May, R.M., Lehman, C.L., Nowak, M.A. (1994). Habitat Destruction and the Extinction Debt. *Nature*, 371, 65–66.
- Tug, G.N., Yaprak, A.E., Koruklu, S.T., Bingol, U. (2018). Flora and Habitat Diversity of Kavuncu Saltmarsh. *Commun.Fac.Sci.Univ.Ank.Series C*, 27(2), 55-68. [https://doi.org/10.1501/commuc\\_0000000198](https://doi.org/10.1501/commuc_0000000198).
- Ulu Ağır, S., Kutbay, H.G., Karaer, F., Surmen, B. (2014). The Classification of Coastal Dune Vegetation in Central Black Sea Region of Turkey by Numerical Methods and EU Habitat Types. *Rend. Fis. Acc. Lincei*, 25, 453–460. <https://doi.org/10.1007/s12210-014-0328-7>.
- Vlaams Instituut voor de Zee, (2020). Vlaams Instituut voor de Zee. [http://www.vliz.be/wiki/Biotopes\\_and\\_classification\\_systems](http://www.vliz.be/wiki/Biotopes_and_classification_systems) (Erişim Tarihi: 10.03.2020).
- Vural, M., Yaman, M., Şahin, B. (2007). Büyükhemit Deresi ve Civarının (Delice-Kırkkale) Vejetasyonu. *Ekoloji*, 16(64), 53–62.
- Yıldırım, C., Yalçın, E., Cansaran, A., Korkmaz, H. (2019). Syntaxonomic Analysis of Forests, Shrubs, and Steppes of Tavşan Mountain (Amasya, Turkey). *Turk J Bot*, 43, 409-419. <https://doi.org/10.3906/bot-1809-18>.

## Yazar rehberi

Makale A4 sayfa boyutunda, Times New Roman yazı tipinde, 10 punto olarak ve düz metin şeklinde yazılmalıdır. Makaleye sayfa ve satır numarası eklenmelidir.

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

**Başlık ve özet (Türkçe ve İngilizce):** Özet 500 kelimeyi geçmeyecek şekilde yazılmalıdır. 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 yer almalıdır.

**Semboller ve kısaltmalar:** Birim sembolleri Uluslararası Birimler Sistemine (The International System of Units; SI) göre olmalıdır.

**Kaynaklar:** Metin içinde geçen kaynaklar yazarların soyadları ve yayın yılı ile birlikte verilmelidir (Örnek: Özkan vd., 2008; Özdemir, 2015). 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: Kandemir, 1999a; 2000b; 2001).

**Çizelgeler ve şekiller:** Bütün çizelge ve şekiller metin içerisinde atıf sıralarına göre ardışık olarak numaralandırılmalı ve ilgili yere eklenmelidir. Çizelgelerin üzerinde ve şekillerin altında başlıkları yer almalıdır. Çizelge ve şekiller hem elektronik ortamda hem de kağıt baskıda net olarak görünür ve anlaşılabilir olmalıdır. Şekiller en az 300 dpi çözünürlüğünde hazırlanmalıdır. Şekillerde kullanılan karakterler Times New Roman yazı tipinde olmalıdır.

**Makalenin gönderilmesi:** Dergimizin bütün hakemlik ve yayıncılık işlemleri elektronik sistem üzerinden gerçekleştirilmektedir. Dergimize yayın göndermek isteyen yazarların ilk olarak dergimizin “web sitesine” girerek “kayıt” ekranından üye olmaları gerekmektedir. Kayıtlı yazarlarımız sisteme “giriş” yaptıktan sonra, makaleleri ile birlikte ve hakem önerilerini de içeren “Telif Hakkı Devri Formunu” sisteme ek belge olarak yüklemelidirler.

## Kaynaklar

Kaynak kullanımları aşağıda örneklerde belirtilen şekillerde olmalıdır.

## Instructions for authors

Manuscript should be written in A4 page size, with Times New Roman font and 10 pt font size, as plain text. Page and line numbers should be included into the manuscript.

**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 written exceed 500 words. 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 located below tables and figures.

**Symbols and abbreviations:** Unit symbols should comply with The International System of Units.

**References:** In the text, literature should be given with the last name of the author and year of the publication (For example: Özkan et al., 2008; Özdemir, 2015). 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: Kandemir, 1999a; 2000b; 2001).

**Tables and figures:** All tables and figures should be numbered in the order of their citation in the text, and they should be located in suitable places. 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 easily visible and understandable both in print and electronic versions. Figures should be prepared in at least 300 dpi resolution. Characters within the figures should be in Times New Roman font type.

**Submission of a manuscript:** In our journal, all review and publishing processes are conducted within an electronic system. Authors who want to submit their manuscript to our journal should first visit our “web page” and “register” as an author. Our registered members can “log in” to the system and then upload their manuscript and “COPYRIGHT RELEASE FORM” as an appendix, containing their suggested referees.

## References

Using of references should be in the form as follows.

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

- Akyıldırım, O., Gökce, H., Bahçeli, S., Yüksek, H. (2017). Theoretical and Spectroscopic (FT-IR, NMR and UV-Vis.) Characterizations of 3-p-chlorobenzyl-4-(4-carboxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one Molecule. *Journal of Molecular Structure*, 1127: 114-123.
- Tan, S., Williams, C.T. (2013). An In Situ Spectroscopic Study of Prochiral Reactant–Chiral Modifier Interactions on Palladium Catalyst: Case of Alkenoic Acid and Cinchonidine in Various Solvents. *J. Phys. Chem. C*, 117(35): 18043–18052.

### **Book / Kitap**

- Özkan, K. (2016). *Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) Nasıl Ölçülür?* Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 98, ISBN: 976-9944-452-89-2, Isparta, 142 s.
- Whittaker, E. T. (1988). *A treatise on the analytical dynamics of particles and rigid bodies*. Cambridge University Press.

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

- Westhoff, V., Van Der Maarel, E. (1978). The braun-blanquet approach in classification of plant communities, Reinhold Tüxen (Ed.), *Handbook of Vegetation Science*, Springer Netherlands, pp. 619-704.
- Şencan, A., Sevindir, H.C., Kiliç, M., Karaboyacı, M. (2011). Biosorption of CR+ 6 from Aqueous Solution with Activated Sludge Biosolids (Ref. NO: MT11-OP-475), Gökçekus, H., Türker, U., LaMoreaux, J.W., (Ed, *Survival and Sustainability*, 973-984.

### **Thesis and dissertation / Tez**

- Gülsoy, S. (2011). *Pistacia terebinthus* L. subsp. *palaestina* (Boiss.) Enler (Anacardiaceae)'in Göller Yöresi'ndeki Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Yetiştirme Ortamı-Meyve Uçucu Yağ İçeriği Etkileşimleri. SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, 194 s.
- Özdemir, S. (2015). Ovacık Dağı Yöresi'nde Türk Kekliği (*Origanum onites* L.) ve Büyük Çiçekli Adaçayı (*Salvia tomentosa* Miller) Türlerinin Ekolojik Özellikleri. SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı. 74s.

### **Conference proceedings / Konferans bildirisi**

- Özkan, K., Kavgacı, A. (2009). Küresel ısınmanın orta dağlık alanlarda tür çeşitliliği üzerine olası etkileri (Acıpayam yöresi örneği). I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu (Eds: Palta, Ç.), 16-18 Haziran 2009, Konya, Türkiye, 277-284.
- Özkan, K., Negiz, M.G., Şentürk, Ö., Kandemir, H. (2012). Göller Bölgesi'ndeki Bazı Önemli Rekreasyon Alanları ve Onların Ekolojik Özellikleri, I. Rekreasyon Araştırmaları Kongresi 2012, Bildiri Kitabı, 12-15 Nisan, 587-596, Detay Yayıncılık, Kemer-Antalya.

### **Electronic reference / Elektronik kaynak**

- FAO, (2016). *Sustainable Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <http://www.fao.org/sustainability/en/>, Accessed: 14.06.2016.
- Milliparklar, (2017). Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. <http://www.milliparklar.gov.tr/korunanalanlar/kavramlar.htm>, Erişim Tarihi: 18.06.2017



Bilge International Journal of Science and Technology Research online ve açık erişimli yayınlanan uluslararası hakemli bir dergidir. Dergi dili İngilizce ve Türkçe'dir. Yılda iki sayı yayınlanan dergide Temel bilimler, Doğa bilimleri, Mühendislik ve Teknoloji bilimleri konularında bilimsel makaleler yayınlanmaktadır.

Dergimize gönderilen makalelerin daha önce yayınlanmamış orijinal çalışmalar olması gerekmektedir. Dergide yayımlanacak makalenin atıflarından, bilimsel verilerinden, sonuçlarından ve etik kurallara uygun olup olmadığından yazarlar sorumludur (yazar/yazarlar bu durumu telif hakkı sözleşmesinde kabul eder). Orijinal araştırmaya dayalı çalışmalara öncelik verilmekte, sınırlı sayıda derleme makale yayınlanmaktadır.

Dergiye gönderilen makale, yayın kurulu tarafından yayına uygunluk açısından incelendikten sonra en az iki hakeme gönderilir. Hakemlerin değerlendirmeleri sonucunda en az iki yayınlanabilir raporu alan makale, dergi yönetimince uygun görülen bir sayıda yayınlanır. Hakem raporlarının birisinin olumlu, diğerinin olumsuz olması durumunda makale üçüncü bir hakeme gönderilir. Bu durumda makalenin yayınlanıp yayınlanmamasına üçüncü hakemin raporuna göre karar verilir. Hakemler tarafından düzeltme istenen makaleler gerekli düzeltmeler için yazara geri gönderilir. Düzeltilen metnin belirtilen sürede dergi sistemine yüklenmesi yazarın sorumluluğundadır. Makalenin yayınlanması konusunda son karar, dergi editörlüğüne aittir..

Bilge International Journal of Science and Technology Research is an online, open access, peer-reviewed, international research journal. Language of the journal is English and Turkish. The journal published two issues a year publishes scientific articles on the subjects of Basic Sciences, Natural Sciences, Engineering and Technology.

Authors should only submit original work, which has not been previously published and is not currently considered for publication elsewhere. The authors are responsible for the citations of the article to be published, its scientific data, its results, and whether it is in line with ethical rules (Author / authors accept that in the copyright agreement). Research papers will be given priority for publication while only a limited number of review papers are published in a given issue.

The articles are sent to least two reviewer after examined by the editor board in terms of compliance with the publication. As a result of the evaluations of the reviewers, the article which received at least two publishable reports will be published at a suitable number for the management of the journal. If one of the reviewer reports is positive and the other is negative, the article will be sent a third reviewer. In this case, the publication of the article is decided according to the third report. The articles corrected by the referees are returned to the author for necessary corrections. It is the responsibility of the author to upload the revised text to the journal system for the specified period. The final decision on the publication of the article belongs to chef editor.

