

Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi

Journal of Geomorphological Researches

© Jeomorfoloji Derneği

www.dergipark.gov.tr/jader

E - ISSN: 2667 - 4238



Araştırma Makalesi / Research Article

MOREN SET GÖLLERİNDE GÜNCEL POLEN DAĞILIMI: EĞRİ GÖL ve ÇEVRESİ (GEYİK DAĞLARI- ANTALYA)

Modern Pollen Distribution in Moraine-Dammed Lakes: Lake Eğri and Its Surroundings (Geyik Mountains- Antalya)

Gülan GÜNGÖR^a, Cihan BAYRAKDAR^b, Hülya CANER^c, Nurgül KARLIOĞLU KILIÇ^d

^a İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya ABD, İstanbul, Türkiye

[gulungungor@outlook.com](mailto:gulangungor@outlook.com) <https://orcid.org/0000-0002-1244-3453>

^b İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul, Türkiye

cihanbyr@istanbul.edu.tr <https://orcid.org/0000-0001-5542-700X>

^c İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği ABD, İstanbul

hcaner@istanbul.edu.tr <https://orcid.org/0000-0001-6197-2813>

^d İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman Botaniği ABD., İstanbul, Türkiye

nurgulk@iuc.edu.tr <https://orcid.org/0000-0002-6255-6819>

Makale Tarihçesi

Geliş 4 Mart 2025

Kabul 11 Nisan 2025

Article History

Received 4 March 2025

Accepted 11 April 2025

Anahtar Kelimeler

Polen Analizi, Moren Set Gölü, Yosun Numuneleri, Polen İzleme, Batı Toroslar

Keywords

Pollen Analysis, Moraine-Dammed Lake, Moss Samples, Pollen Monitoring, Western Taurus

Atıf Bilgisi / Citation Info

Güngör, G., Bayrakdar, C., Caner, H. & Karlioğlu Kılıç, N. (2025) Moren Set Göllerinde Güncel Polen Dağılımı: Eğri Göl ve Çevresi (Geyik Dağları- Antalya) / Modern Pollen Distribution in Moraine-Dammed Lakes: Lake Eğri and Its Surroundings (Geyik Mountains- Antalya), Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi / Journal of Geomorphological Researches, 2025 (14): 146-164.

doi: 10.46453/jader.1651170

ÖZET

Yosun ve göl yüzey örnekleri, hem günümüzdeki polen dağılımı ile iklim değişkenleri arasındaki ilişkiyi anlamaya hem de polen ve bitki örtüsü dağılımının, fosil polen kayıtlarının yorumlanmasında bir karşılaştırma modeli olarak kullanılmasına olanak tanımaktadır. Bu çalışma kapsamında Batı Toroslar'ın en doğu ucu olan Geyik Dağları'nda 2070 m seviyesindeki Eğri Göl'den 18 cm karot ve göle yakın 9 noktadan kara yosunu numunesi alınarak bölgenin güncel polen dağılımı incelenmiştir. Bu çalışmanın amacı, Eğri Göl ve çevresinde yapılacak fosil polen çalışmalarına altlık sağlamak ve bölgenin genel güncel polen dağılımı hakkında veri elde etmektir. Sediman örneklerinin polen analizi için laboratuvar metodolojisinde "klasik yöntem" kullanılırken yosun örneklerinin polen analizinde EPMP (European Pollen Monitoring Programme-Avrupa Polen İzleme Programı)'nin laboratuvar metodolojisi takip edilmiştir. Polen analizi için seçilen 0, 7 ve 16 cm örneklerinde 3 Gymnospermae (Açık tohumlular) ve 28 Angiospermae (Kapalı tohumlular) cins/familyasından otsu, odunsu ve çalı taksonları teşhis edilmiştir. Arboreal (odunsu) polenler ve non- arboreal (otsu) polen yüzdesi dağılımı incelendiğinde; odunsu bitki polen yüzdesi %30- 45 aralığında, otsu bitki polen yüzdesi %55 ile %70 arasında değişiklik göstermektedir. Yosun numunelerinde ise 4 Gymnospermae ve 21 Angiospermae cins/familyasından otsu, odunsu ve çalı taksonları teşhis edilmiştir. Açık tohumlu bitkilerden *Abies* sp., *Cedrus* sp., *Juniperus* sp. ve *Pinus* sp. polenleri sayılmıştır. Kapalı tohumlu bitkilerden ise *Alnus* sp., *Olea* sp., *Ostrya* sp., *Quercus cerris* tip (yaprak döken meşeler grubu), *Quercus ilex* tip (herdem yeşil meşeler grubu) ve *Salix* sp. odunsu taksonlar içerisinde sayılırken; *Amaranthaceae*, *Apiaceae*, *Aster* tip, *Artemisia* sp., *Caryophyllaceae*, *Cichorioideae*, *Euphorbia* sp., *Fabaceae*, *Galium* sp., *Lamiaceae*, *Plantago* sp., *Poaceae*, *Polygonaceae* ve *Sanguisorba* sp. otsu taksonları tespit edilmiştir. Bu çalışma ile Eğri Göl ve yakın çevresinde gerçekleştirilecek fosil polen çalışmaları için güncel polen veri seti oluşturulmuştur. Sonuç olarak, Eğri Göl çevresindeki bitki örtüsünün geçmişteki değişimlerini anlamak açısından bu polen analizleri önemli veriler sunmuş ve çevresel dinamikleri açıklamaya katkıda bulunmuştur.

ABSTRACT

Moss and lake surface samples are widely used both to understand the relationship between modern pollen distribution and climatic variables, and to serve as a comparative model for interpreting fossil pollen records based on vegetation and pollen distribution patterns. In this study, 18 cm core and moss samples were taken from 9 points close to the lake and the current pollen distribution of the region was examined from Lake Eğri at 2070 m level in Geyik Mountains, the easternmost tip of Western Taurus Mountains. The aim of this study is to provide a baseline for future fossil pollen studies in Lake Eğri and its surroundings and to obtain data on the general modern pollen distribution of the region. In the laboratory methodology for pollen analysis, the "classical method" was used for sediment samples, while the European Pollen Monitoring Programme (EPMP) laboratory methodology was followed for moss samples.

In the samples selected for pollen analysis at 0, 7, and 16 cm depths, a total of 3 Gymnospermae (Gymnosperms) and 28 Angiospermae (Angiosperms) taxa, including herbaceous, woody, and shrubby species, were identified at the genus/family level. An examination of the arboreal (woody) and non-arboreal (herbaceous) pollen percentages revealed that arboreal pollen ranged between 30% and 45%, while non-arboreal pollen varied between 55% and 70%. In the moss samples, a total of 4 Gymnospermae (Gymnosperms) and 21 Angiospermae (Angiosperms) taxa, including herbaceous, woody, and shrubby species, were identified at the genus/family level. Among the gymnosperms, pollen grains of *Abies* sp., *Cedrus* sp., *Juniperus* sp., and *Pinus* sp. were recorded. Woody ngiosperm taxa included *Alnus* sp., *Olea* sp., *Ostrya* sp., *Quercus cerris* type (deciduous oaks), *Quercus ilex* type (evergreen oaks), and *Salix* sp. Herbaceous taxa were represented by members of the families and genera: Amaranthaceae, Apiaceae, *Aster* type, *Artemisia* sp., Caryophyllaceae, Cichorioideae, *Euphorbia* sp., Fabaceae, *Galium* sp., Lamiaceae, *Plantago* sp., Poaceae, Polygonaceae and *Sanguisorba* sp.. Within the shrub component, only the family Cistaceae was identified. This study has established a modern pollen dataset for future fossil pollen investigations to be conducted in Lake Eğri and its surroundings. Consequently, the pollen analyses presented here provide valuable insights into past vegetation dynamics around Lake Eğri and contribute to the interpretation of environmental changes in the region.

© 2025 Jeomorfoloji Derneği / Turkish Society for Geomorphology
Tüm hakları saklıdır / All rights reserved.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

In addition to the high pollen production of plants, the distinct morphological structures of pollen grains and their ability to be preserved for thousands of years in anoxic environments make them a key proxy for understanding not only past vegetation changes but also climate variability and anthropogenic impacts (Moore et al., 1991; Bell & Walker, 2014; Roberts, 2014). Lakes are considered the most suitable environments for pollen accumulation and preservation, as the pollen composition in lake sediments reflects the surrounding vegetation in the landscape. However, the relationship between pollen and vegetation is influenced by taxonomic differences in pollen productivity and dispersal characteristics, as well as by the size and type of the sedimentary basin (Andersen, 1970; Sugita, 1994). Considering these factors, modern pollen monitoring studies are crucial for accurately interpreting the relationship between sedimentary pollen assemblages and surrounding vegetation, and for producing more realistic reconstructions of past vegetation dynamics. Moss and lake surface samples are widely used both to understand the relationship between modern pollen distribution and climate variables, and as a comparative model for interpreting fossil pollen records in the context of present-day

pollen and vegetation distribution (Gaillard et al., 1994; Prentice et al., 1996; Räsänen et al., 2004). The aim of this study is to provide a basis for fossil pollen studies to be conducted in and around Lake Eğri and to reveal the general modern pollen distribution of the region. The study area, Lake Eğri, is located at an elevation of 2070 meters on the northern slope of the Geyik Mountains, which extend approximately 40 km north of the Mediterranean coast. The glaciers, which still persist in the cirques north of the Geyik Mountain summit, advanced approximately 6 km northward during the Last Glacial Maximum. The frontal moraines they formed created a natural dam in front of a stream, leading to the formation of Lake Eğri, which is recognized as the largest moraine-dammed lake in Anatolia (Keserci et al., 2023; Çılğın et al., 2024).

The surroundings of Lake Eğri are located within the Mediterranean phytogeographical region (Avcı, 1993). Vegetation in the study area and its vicinity can be classified into three main types: forest formations, shrub formations (maquis), and alpine vegetation. On the southern side of Lake Eğri, plant communities vary greatly from the Mediterranean coast up to the summit of Geyik Mountain. Sand dune vegetation occurs along the Mediterranean coast, with species such as *Pancratium*

maritimum L. and *Fumana arabica* (L.). The maquis species, which is widely distributed between 0–500 meters, disappears around 1000 meters elevation. Common species within this formation include *Pistacia terebinthus* L., *Paliurus spina-christi* Mill., *Arbutus andrachne* L., *Quercus coccifera* L., *Olea europaea* L., *Myrtus communis* L., and *Phillyrea latifolia* L. Up to 1600–1700 meters, forest formations composed of both coniferous and deciduous tree species are observed. The dominant species in these forests are *Abies cilicica* (Antoine & Kotschy) Carrière, *Cedrus libani* A. Rich., *Pinus nigra* J.F. Arnold, *Pinus brutia* Ten., and *Juniperus* sp. In the alpine vegetation zone, which is widespread around Lake Eğri, plant communities are particularly common in open areas above 1800–2000 meters, where the forest line ends. Dominant species in this zone include *Silene* L., *Astragalus creticus* Lam., *Anemone* L., and *Marrubium globosum* Montbret & Aucher ex Benth. (Şanda, 2006; Akkurt & Avci, 2019; Akkurt, 2020). In contrast, the northern part of Lake Eğri is more influenced by a continental climate, where oak and juniper species are more prevalent. Notable taxa in this area include *Quercus cerris* L., *Quercus infectoria* Oliv., *Quercus trojana* Webb, and *Juniperus excelsa* M. Bieb. As a result, in the southern part of the research area and its surroundings, the Mediterranean forest formation, which is richer in species, is widespread due to the influence of the Mediterranean climate, while in the northern part forest communities with significantly changing floristic composition due to the influence of the continental climate are dominant.

Methods and Materials

To examine both the modern pollen distribution and the pollen retention capacity of a moraine-dammed lake, a short sediment core (K2) was extracted from the most suitable shore of Lake Eğri. The coring site was selected based on the lake's highest clay-silt content, which ensures optimal pollen retention. Using a 30 cm coring tube, an 18 cm-long sediment sample was collected from this location. To determine the modern pollen distribution, moss samples were collected from nine locations at different elevations ranging from 1339 m to 2084 m. Among these, three samples were taken from

forest edges, while six were obtained from open areas (Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, and Y9). In the collection strategy of moss samples, easy accessibility, availability in different environments such as forest areas, open areas and locations that change depending on altitude were taken into consideration. Special attention was given to sampling in November, after the pollination season had ended, to ensure accurate pollen representation in the moss samples.

For pollen analysis, the core taken from the field was split in two in the laboratory, and 2-gram sediment samples were taken from depths of 0, 7 and 16 cm where lithologically significant color and texture differences were found. The "classical method" was applied in the laboratory methodology for pollen analysis of sediment samples (Erdtman, 1954; Moore et al., 1991). The laboratory methodology applied to the moss samples followed the principles of EPMP (Hicks et al., 1996).

Results

In the 0, 7 and 16 cm samples selected for pollen analysis, herbaceous, woody and shrub taxa from 3 Gymnospermae (Gymnosperms) and 28 Angiospermae (Angiosperms) genera/families were identified. At least 530 pollen counts were made at three levels determined in the core. Based on the pollen diagram, *Pinus* sp. is represented within Gymnospermae woody plant taxa with a pollen percentage ranging between 15% and 25%. Given that the lake is located beyond the upper forest limit, this dominance is attributed to the presence of air sacs in the pollen grains of *Pinus* sp., which allow them to remain airborne for extended periods and travel long distances. Other taxa with air-sac-bearing pollen in the diagram include *Abies* sp. and *Cedrus* sp.; however, their percentage does not exceed 5%. This is because, despite having air sacs, these species do not produce pollen in quantities as high as *Pinus* sp. Additionally, *Acer* sp., *Alnus* sp., *Juglans* sp., *Olea* sp., *Ostrya* sp., *Salix* sp., and *Vitis* sp. are present at low percentages, around 1%. While the *Quercus cerris* type (deciduous oaks group) increases up to 5%, the *Quercus ilex* type (evergreen oaks group) distributes between 1–2%. In the pollen diagram, herbaceous plant

taxa exhibit the highest pollen percentage within the Angiospermae taxa. Due to the lakes location in the alpine zone, pollen from surrounding herbaceous species is dominant. The families *Amaranthaceae* and *Apiaceae*, along with *Aster* type and *Artemisia* sp., show an increase of up to 5%. Pollen from *Brassicaceae*, *Centaurea* sp., *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Galium* sp., *Lamiaceae*, *Polygonaceae*, *Ranunculaceae*, *Rumex* sp., *Sanguisorba* sp., and *Vitis* sp. ranges between 1% and 5%, while *Ericaceae* is present at 1%. Among the recorded taxa, *Cichorioideae* stands out as the most abundant pollen type, reaching up to 20%, while *Plantago* sp., a key indicator of livestock activity, is the second most dominant pollen type, with a percentage of 15%. Additionally, *Poaceae* pollen, which is significant both for agricultural activities and as a naturally occurring taxon around the lake, is observed at 5%.

In each moss sample, a minimum of 250 pollen grains and 50 *Lycopodium* spores were counted. The lower pollen concentration observed in the moss samples is attributed to their pollen retention capacity being inferior to that of sediment, resulting in reduced pollen accumulation (Lisitsyna et al., 2012). In the moss samples, a total of 4 Gymnospermae (conifers) and 21 Angiospermae (flowering plants) genera/families were identified, including herbaceous, woody, and shrub taxa. Among the gymnosperms, pollen from *Abies* sp., *Cedrus* sp., *Juniperus* sp., and *Pinus* sp. was recorded. Within the angiosperms, the woody taxa identified include *Alnus* sp., *Olea* sp., *Ostrya* sp., *Quercus cerris* type (deciduous oak group), *Quercus ilex* type (evergreen oak group), and *Salix* sp. Herbaceous taxa identified include *Amaranthaceae*, *Apiaceae*, *Aster* type, *Artemisia* sp., *Caryophyllaceae*, *Cichorioideae*, *Euphorbia* sp., *Fabaceae*, *Galium* sp., *Lamiaceae*, *Plantago* sp., *Poaceae*, *Polygonaceae*, and *Sanguisorba* sp. Among the shrub formations, only the *Cistaceae* family was identified. The pollen analysis of moss samples revealed that *Pinus* sp. consistently had the highest pollen percentage across all samples, followed by *Cedrus* sp., *Abies* sp., and *Quercus* sp. in varying proportions. In general, arboreal (woody) pollen dominated the samples, ranging from 55% to 97%, with the highest percentages observed in samples

collected from forested areas. Conversely, non-arboreal (herbaceous) pollen ranged between 3% and 45%, with *Amaranthaceae*, *Apiaceae*, *Cichorioideae*, *Caryophyllaceae*, and *Plantago* sp. being the most prominent herbaceous taxa. Notably, Y6 and Y7 samples, taken from opposite shores of Lake Eğri, exhibited similar pollen compositions, demonstrating the lakes role in pollen accumulation. These findings highlight the influence of surrounding vegetation and site conditions on modern pollen distribution.

HCA (Hierarchical Cluster Analysis) was performed in R software (R Core Team, 2024) using the *hclust* function based on Euclidean distance. The clustering results indicate that core levels formed distinct clusters within themselves, while moss samples also exhibited separate clustering patterns. Samples Y2-Y3, Y5-Y6-Y9 and Y8-Y4-Y7 are clustered together. Although Y6 and Y7 were collected from opposite shores of Lake Eğri, they did not cluster with the sediment samples. Instead, sediment and moss samples merged at a higher hierarchical level (i.e., at a greater Euclidean distance), indicating that they belong to distinct groups. This differentiation is primarily attributed to the differing pollen retention capacities of moss and sediment samples (Lisitsyna et al., 2012).

PCA (Principal Component Analysis) reduces the variability between samples to two principal axes and pollen grains with similar properties are classified into three different clusters with K-Means clustering analysis. PCA was performed with the *prcomp* function (R Core Team, 2024). Three different clusters (K1: red, K2: blue, K3: black) were detected in the graph. Cluster 1 (Red) included taxa such as *Cedrus* sp., *Caryophyllaceae*, *Cichorioideae*, *Plantago* sp. Especially *Cedrus* sp. is positioned quite differently from other taxa, which is the result of the unique distribution of the species in both moss and sediment samples. It was determined that these taxa were concentrated in more certain regions compared to others and did not show much commonality with other samples. Cluster 2 (Blue), *Pinus* sp. is located at the far end of the graph. This shows that *Pinus* sp. is distributed quite differently from other pollen grains and is overly dominant in certain

samples. As a result, *Pinus* sp. It was determined that it was a taxon that was concentrated very clearly alone compared to other taxa. In Cluster 3 (Black), taxa such as *Abies* sp., *Alnus* sp., *Galium* sp. and Amaranthaceae were collected. Being close to the center showed that these species were distributed more evenly and widely among different samples. As a result, these taxa have a more homogeneous distribution in moss and sediment samples.

Discussion and Conclusions

Pollen analyses were conducted on a short core retrieved from Lake Eğri and moss samples collected from nine different locations at varying elevations. The study compared two different sample types with distinct pollen accumulation capacities: moss and sediment. The results indicate that woody plant pollen is particularly abundant in the moss samples, whereas herbaceous plant pollen dominates across all levels in the sediment sample. Notably, moss samples Y4, Y5, Y6, Y7, Y8, and Y9, despite being collected from open areas, exhibit a remarkably high percentage of woody pollen. This suggests that herbaceous taxa are less likely to be transported over long distances due to the canopy effect. When comparing the two different pollen sampling techniques, two key conclusions can be drawn. First, the dominance of woody pollen in the moss samples indicates that herbaceous taxa may not be efficiently dispersed due to the presence of a tree canopy. Second, lakes, both in their surface sediments and core samples, better reflect the surrounding vegetation composition. Furthermore, the study confirms that high-altitude, mountainous lakes such as Lake Eğri have a high pollen accumulation capacity. This study provides a modern pollen dataset for future fossil pollen analyses planned for Lake Eğri, as well as for other paleoecological studies in the surrounding region. Ultimately, the pollen analyses presented in this research offer valuable insights into past vegetation changes around Lake Eğri, contributing to a better understanding of environmental dynamics in the region.

Acknowledgements

This study is derived from the doctoral dissertation currently being prepared by the first author. It was also supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Istanbul University (Project No: SDK-2023-40275) and was presented as an oral presentation at the International Geomorphology Symposium (UJES 2024).

1. GİRİŞ

Fosil polen alışmaları, Kuvaterner döneminde iklim değişikliklerine karşı vejetasyonun tepkilerini yeniden yapılandırmak, bazı taksonların fitocoğrafik modellerini oluşturmak ve geçmiş iklim parametrelerini tahmin etmek amacıyla kullanılmaktadır. Bitkilerin polen üretimlerinin fazla olmasının yanında polenlerinin morfolojik yapısının birbirine benzememesi, oksijensiz ortamlarda binlerce yıl varlıklarının korunabilir olması; geçmiş dönem bitki örtüsü değişimlerinin yanı sıra iklim değişimleri ve insan etkisinin anlaşılmasında önemli bir anahtar niteliğindedir (Moore vd., 1991; Bell & Walker, 2014, Roberts, 2014).

Göller polen birikimi ve korunumu açısından en ideal ortamlardır, göl tortularındaki polen bileşimi çevredeki peyzajda bulunan bitki örtüsünün bir yansımasıdır. Ancak polen-bitki örtüsü ilişkisi, polen üretkenliği ve dağılım özelliklerindeki taksonomik farklılıklardan ve ayrıca tortul havzanın boyutu ve türünden etkilenir (Andersen, 1970; Sugita, 1994). Bu faktörler göz önüne alındığında tortul birikimindeki polen ile çevredeki vejetasyonun özellikleri arasındaki ilişkiyi anlayabilmek ve geçmiş vejetasyon özelliklerinin rekonstrüksiyonunu daha gerçekçi üretmek ve yorumlamak için güncel polen izleme çalışmaları oldukça önemlidir.

Bu amaçla 1996 yılında Finlandiya’da yapılan toplantı sırasında Avrupa’nın farklı bölgelerinde polen birikimini izlemek için EPMP (European Pollen Monitoring Programme-Avrupa Polen İzleme Programı) kurulmuştur. Programın temel amacı, farklı bölgelerde yapılacak güncel polen izleme sonuçlarının karşılaştırılması ve elde edilen bu sonuçları fosil polen topluluklarını yorumlamada kullanmak amacıyla veri tabanının oluşturulmasıdır. İlk toplantıda, güncel polen izleme çalışmalarında kullanılacak materyal ve yöntemleri standartlaştıran bir protokol hazırlanmıştır (Hicks vd., 1996). Türkiye’nin güncel polen izleme çalışmalarına ilk kez katılımı Karlıoğlu (2011) ile olmuştur. Bu alışmada, EPMP protokolüne uygun olarak Tauber tipi polen tuzakları ile Eylül 2007- 2009 yılları arasında Belgrad ve Istranca ormanlarında güncel polen dağılımı ortaya konulmuştur. Daha sonraki

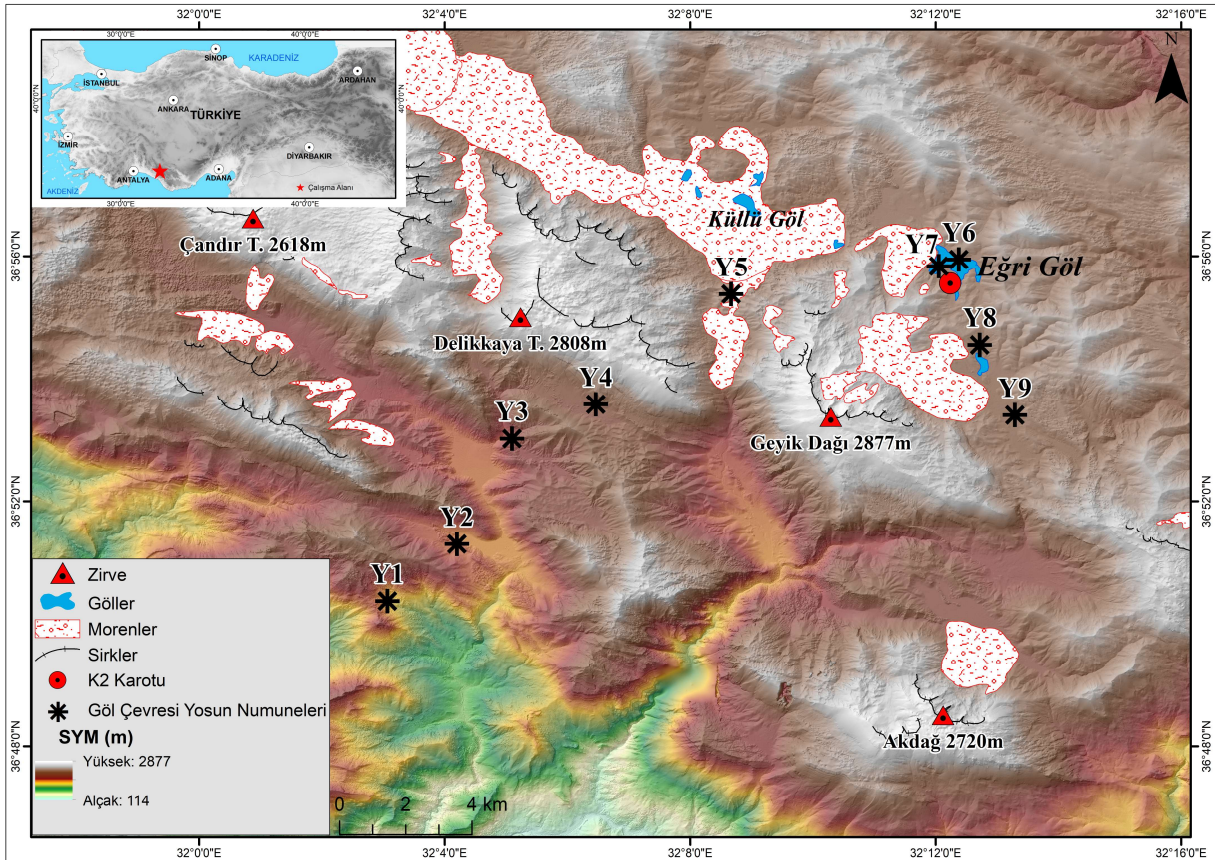
yıllarda güncel polen izleme alışmaları Türkiye’nin farklı bölgelerinde devam etmiştir (Karlıoğlu & Akkemik, 2012; Karlıoğlu vd., 2014; Karlıoğlu vd., 2015; Karlıoğlu Kılıç vd., 2018; şenkul vd., 2018; şenkul, 2018; şenkul ve Doğan, 2018; Karlıoğlu Kılıç, 2019; Karlıoğlu Kılıç vd., 2019; şenkul & Karlıoğlu Kılıç, 2019; Karlıoğlu Kılıç vd., 2021; Doğan & şenkul, 2022; Karlıoğlu Kılıç vd., 2022; Karlıoğlu Kılıç vd., 2023; Yılmaz Dağdeviren & Karlıoğlu Kılıç, 2023).

Tauber polen tuzağı güncel polen örnekleri toplamak için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir ve bir diğer güncel polen toplama yöntemi olan yosun örneklerine göre avantajı, polen yüzdelerine ek olarak polen birikim oranlarının (Pollen Accumulation Rates- PAR; $\text{cm}^{-2} \text{yr}^{-1}$ tane birikimi) hesaplanabilmesini olanaklı kılmaktadır. Ancak, yalnızca 1-2 yıllık Tauber polen tuzağı verileri temsil edici olmadığı için yıllık olarak toplanan uzun vadeli ve kesintisiz bir veri serisine ihtiyaç vardır. Ayrıca, yoğun bir tuzak ağıyla bu verileri toplamak, yosunlar veya göl yüzeyi örneklerine kıyasla çok daha fazla zaman gerektirir (Hicks, 2003; Räsänen vd., 2004). Özellikle açık arazilerde kurulan Tauber polen tuzakları; hayvanlar, rüzgâr veya diğer çevresel etkenler nedeniyle zarar görme olasılığı yüksektir (Hicks vd., 1996; Topuz vd., 2019; Doğan & şenkul, 2022). Yosun ve göl yüzey örnekleri hem günümüzdeki polen dağılımı ile iklim değişkenleri arasındaki ilişkiyi anlamaya hem de günümüzdeki polen ve bitki örtüsü dağılımının, fosil polen kayıtlarını anlamak için bir karşılaştırma modeli olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır (Gaillard vd., 1994; Prentice vd., 1996; Räsänen vd., 2004). Çalışma alanını oluştıran Geyik Dağları çevresine en yakın fosil polen alışması Beyşehir Gölü’nde yapılmıştır (van Zeist vd., 1975; Bottema & Woldring, 1984). Beyşehir Gölü’nden elde edilen fosil polen kayıtları ve yosun örnekleri ile bölgenin 6500 yıllık paleoekolojik ve paleoklimatik rekonstrüksiyonu üretilmiştir. Holosen boyunca orman örtüsünün belirgin değişimler geçirdiğini gösteren polen analizleri, bu dönüşümlerin iklimsel süreçlerin yanı sıra insan kaynaklı etkilere de önemli ölçüde etkilendiğini ortaya

koymuştur. Ancak, örnekleme alanının Beyşehir Gölü'ne olan mesafesi, yükselti farkı ve çevresel koşullar dikkate alındığında, Beyşehir Gölü'nden elde edilen fosil polen kayıtlarının, bu araştırma alanının paleovejetasyon ve paleoiklim özelliklerini temsil etme açısından yeterli olmadığı görülmektedir. Ayrıca bölgede güncel polen izleme çalışması da bulunmamaktadır. Bu sebepler göz önüne alındığında bu çalışma kapsamında Eğri Göl'den 18 cm karot ve göle yakın 9 noktadan kara yosunu numunesi alınarak bölgenin güncel polen dağılımı incelenmiştir. Bu çalışmanın amacı, Eğri Göl ve çevresinde yapılacak fosil polen çalışmalarına altlık sağlamak ve bölgenin genel güncel polen dağılımını ortaya koymaktır.

1.1. Çalışma Alanının Genel Özellikleri

Araştırma alanı olarak seçilen Eğri Göl, Akdeniz'in 40 km kuzeyinde uzanan Geyik Dağları'nın kuzey yamacında 2070 metre yükseltide yer almaktadır. Geyik Dağları, Batı Toroslar'ın doğusunda KB-GD istikametinde 75 km uzunluğunda ve 15 km genişliğindeki bir alanda Geç Pleyistosen buzul ilerlemelerinin izlerinin net ve yaygın bir şekilde görüldüğü Anadolu'nun önemli buzullaşma sahalarından biridir. Büyük ölçüde Jura- Kretase yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşan Geyik Dağları'nın zirvesi kütlenin doğusunda yer alan ve dağ ile aynı adı taşıyan 2877 m yükseltiye sahip Geyik Dağı Tepesidir (Şekil 1).



Şekil 1: Çalışma alanı (Keserci, 2023; Çılğın vd., 2024'den değiştirilerek) / **Figure 1:** Study area (modified from Keserci, 2023; Çılğın et al., 2024).

Geyik Dağları, büyük ölçüde kuzeye bakan sirkler ve bunların önünde tazeliğini koruyan belirgin cephe ve yanal morenler ile Anadolu'daki en tipik tümseksi morenlerin görüldüğü sahadır (Arpat & Özgül 1972; Çiner vd., 1999; Çiner vd., 2015; Sarıkaya vd., 2017; Şimşek vd., 2019; Keserci vd., 2023; Çılğın vd., 2024). Batı Toroslar'da paleo buzulların en geniş alana yayıldığı Geyik Dağları'nda, güncel bir buzulun varlığı ilk olarak Keserci vd. (2023)

tarafından tespit edilmiştir. Bu çalışma ile Geyik Dağı zirvesinin kuzeyinde yer alan sirklerde 2 ayrı noktada 8030 (± 480) m² alana sahip güncel buzul varlığı literatüre kazandırılmıştır (Keserci vd., 2023) (Şekil 2). Geyik Dağı zirvesinin kuzeyindeki sirklerde halen varlığını koruyan bu buzullar Son Buzul Maksimumunda 6 km kadar kuzeye doğru yönelmişler ve oluşturdukları cephe morenleri bir akarsuyunun önünde set oluşturarak Anadolu'da bilinen en büyük moren

setti gölü olan Eğri Göl'ü oluşturmuşlardır (şekil 2) (Keserci vd., 2023; ılıgın vd., 2024). Eğri Göl, 50 ha yüzölçümüne ve 8-10 m arasında değişen bir derinliğe sahiptir (Kaymakçı Başaran &

Egemen, 2006). Göl, mevsimlik küçük akarsuların yanı sıra büyük ölçüde yüzeysel akış ve yeraltı suları ile beslenmektedir.



şekil 2: Eğri Göl çevresindeki buzul morfolojisine ait üniteler ve karot lokasyonu / **Figure 2:** Units and core locations of the glacial morphology around Lake Eğri.

Eğri Göl'e en yakın ve uzun dönemli rasata sahip meteoroloji istasyonlarının (Hadim, Alanya ve Akseki) uzun dönem aylık toplam yağış verilerine bakıldığında Akdeniz ikliminin tipik özelliği olarak en fazla yağış kış döneminde en az yağış ise yaz döneminde düşmektedir (şekil 3). Seçilen üç metroloji istasyonunda ilkbahar sonları ve yaz ayları itibari ile toplam yağış miktarları 50 mm'nin altına düşmektedir. Çalışma sahası ve yakın çevresindeki yağışın dağılışına bakıldığında ise, Geyik Dağı zirvesi çevresinde 1800 mm'nin üzerine çıktığı görülür (şekil 3).

İstasyonların uzun yıllar sıcaklık ortalamaları incelendiğinde sıcaklık değerlerinde rakım seviyelerine bağlı olarak en düşük yıllık ortalama sıcaklığın Hadim istasyonunda 9,9°C, Akseki istasyonunda 13°C ve kıyıda yer alan Alanya istasyonunda ise 19,6°C olduğu görölmektedir (şekil 4). Sıcaklıkların bölgedeki dağılışı incelendiğinde; kıyı bölgelerinde en yüksek sıcaklıkların görüldüğü gözlemlenmiştir. Bu farkı yaratan sebep ise istasyonların deniz seviyesinden olan yükseltileridir (şekil 4).

Çalışma sahasının yıllık hâkim rüzgâr hız ve yönlerine ilişkin veri elde edebilmek amacıyla

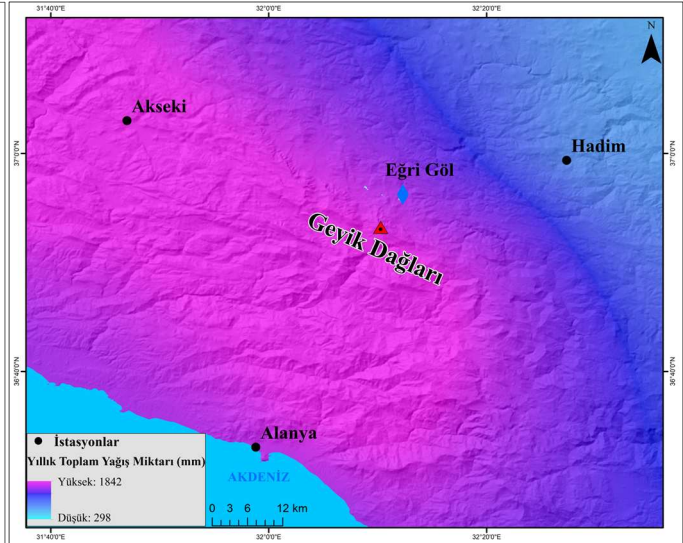
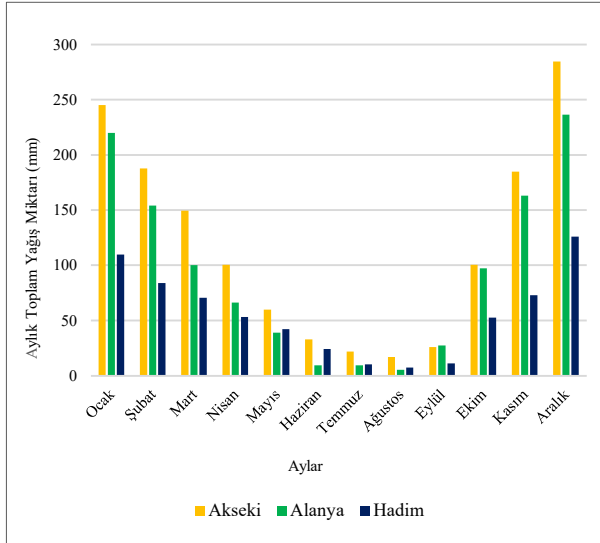
Alanya, Hadim, Akseki, İbradi, Manavgat, Serik, Taşkent, Bozkır ve Gündoğmuş istasyonlarının kısa (13 yıldan fazla) ve uzun (30 yıl üzeri) dönemli rüzgâr verileri değerlendirilmiştir. Bunun sonucunda Eğri Göl yakın çevresinde yıllık hâkim rüzgâr yönünün kuzeydoğu-doğu yönlü olduğu belirlenmiştir. Rüzgâr yönü yıl içerisinde mevsimler arasında değişiklik gösterebilmektedir. Özellikle sonbahar ve kış aylarında Akdeniz üzerinden gelen cephe sistemleri ve yağışlı dönemlerde Eğri Göl'ün bulunduğu Geyik Dağları üzerinde güneyli hava akımları egemendir. Bu durum, Eğri Göl havzasına taşınan polen bileşiminde mevsimsel değişkenliğe yol açmakta olup, rüzgâr dinamikleri gölün polen toplama kapasitesini etkilemiştir.

Geyik Dağları ve Akdağ, Akdeniz Bölgesi'ndeki 36 Önemli Bitki Alanlarından biridir ve florasında yaklaşık 1000 takson kayıtlıdır (Duman, 2005). Bölge, Davis'in "Flora of Turkey and East Aegean Islands (Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası)" adlı eserinde belirtilen karelaj sistemine göre C3 ve C4 karesine girmektedir (Davis, 1988). Bu kareler Türkiye'deki endemik bitki sayısı en fazla olan alanlardandır (Avcı,

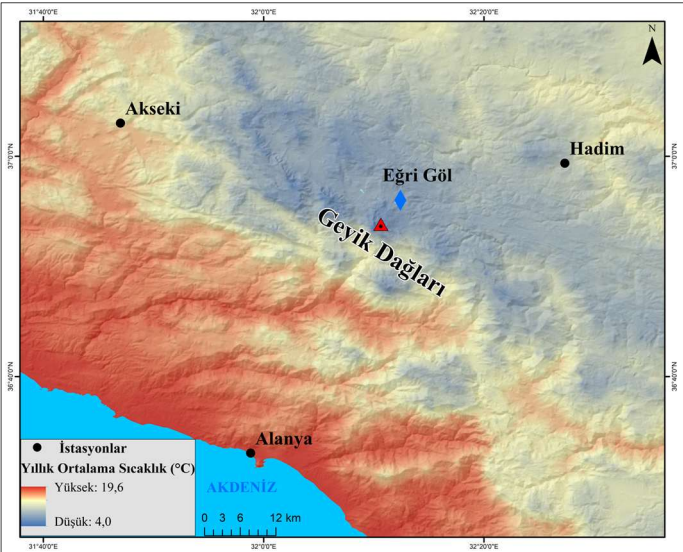
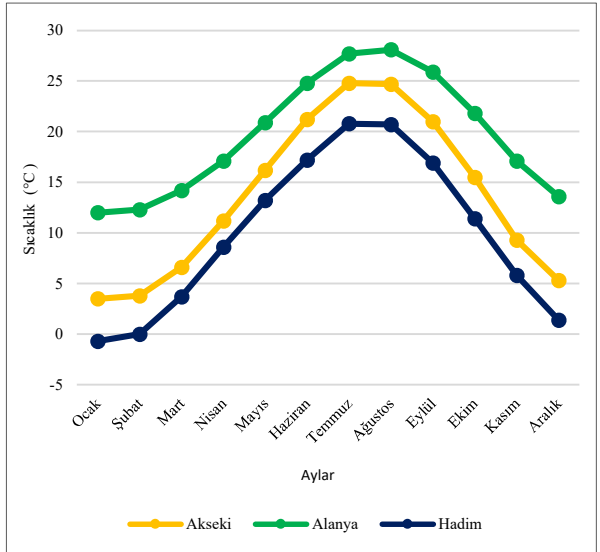
2005). Eğri Göl çevresi Akdeniz fitocoğrafya bölgesi içerisinde yer almaktadır (Avcı, 1993).

Çalışma alanı ve yakın çevresinde bitki toplulukları: orman formasyonu, çalı

formasyonu (maki formasyonu) ve alpin bitkiler olarak ayrılmaktadır. Eğri Göl'ün güney kısmında Akdeniz kıyısından başlayıp Geyik Dağı zirvesine kadar bitki toplulukları çeşitlilik göstermektedir (Şekil 5).



Şekil 3: Çalışma alanına yakın seçilen istasyonlarda yağışın aylara göre değişimi ve inceleme alanında yağışın dağılışı / **Figure 3:** Changes in precipitation according to months at selected stations close to the study area and distribution of precipitation in the study area.



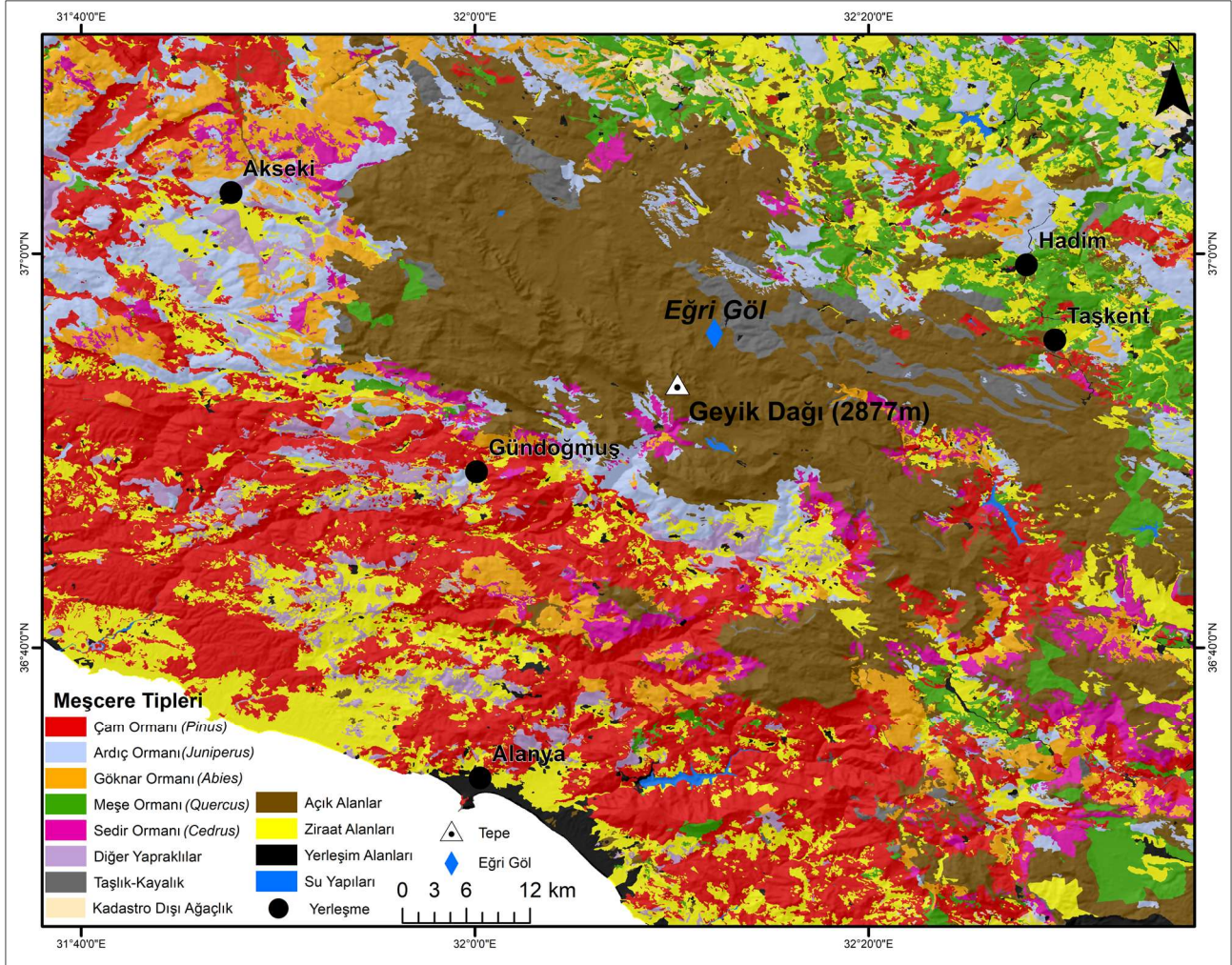
Şekil 4: Çalışma alanına yakın seçilen istasyonlarda sıcaklığın aylara göre değişimi ve inceleme alanında sıcaklığın dağılışı / **Figure 4:** Monthly temperature changes at selected stations close to the study area and temperature distribution in the study area.

Akdeniz kıyısında kumullar üzerinde tutunan kumul bitkileri ve bunlar içerisinde *Panocratium maritimum* L., *Fumana arabica* (L.) Spach yayılış göstermektedir. 0-500 m arasında yaygın dağılışı gösteren maki türleri 1000 m'lerde ortadan kalkmaktadır. Bu formasyonun yaygın bitkilerini *Pistacia terebinthus* L., *Paliurus spina-christi* Mill., *Arbutus andrachne* L., *Quercus coccifera* L., *Olea europaea* L., *Myrtus communis* L., *Phillyrea latifolia* L. oluşturmaktadır. 1600-1700 metre yüksekliğe kadar iğne yapraklı ve yaprak dökken

ağaçlardan oluşan orman formasyonu yer almaktadır. Orman formasyonu içerisinde en yaygın türler ise *Abies cilicica* (Antoine & Kotschy) Carrière, *Cedrus libani* A. Rich., *Pinus nigra* J.F. Arnold, *Pinus brutia* Ten., *Juniperus* sp. yer almaktadır (Şekil 5). Çalışma alanı Eğri Göl ve çevresinde alpin bitki formasyonu yaygındır. Özellikle orman sınırının bittiği 1800-2000 m üstünde açık alanlarda yayılış gösterirler. Bu vejetasyonda hâkim olan bitki türlerini *Silene* L., *Astragalus creticus* Lam., *Anemone* L. ve

Marrubium globosum Montbret & Aucher ex Benth. (Şanda, 2006; Akkurt & Avcı, 2019; Akkurt, 2020) oluşturmaktadır. Eğri Göl'ün kuzeyinde ise karasal iklimin etkisi ile meşe ve ardıçlar daha yaygındır (Şekil 5). Özellikle *Quercus cerris* L., *Quercus infectoria* Oliv., *Quercus trojana* Webb, *Juniperus excelsa* M. Bieb. yayılış

göstermektedir. Sonuç olarak, araştırma alanı ve çevresinde güney kesimde Akdeniz ikliminin etkisiyle türce daha zengin Akdeniz orman formasyonu yayginken, kuzey kesimde karasal iklimin etkisiyle floristik bileşimi belirgin olarak değişen orman toplulukları egemendir.



Şekil 5: Eğri Göl çevresindeki belli başlı ağaç türlerinin dağılışı (Orman Genel Müdürlüğü-2017) / **Figure 5:** Distribution of major tree species around Lake Eğri (General Directorate of Forestry-2017).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Eğri Göl ve çevresinin hem güncel polen dağılımını hem de bir moren set gölünün polen tutma kapasitesini ortaya koymak için gölün en uygun kıyısından kısa bir karot (K2) alınmıştır. Karot için gölün kil-silt içeriği en yüksek ve polen tutulumunun mümkün olduğu kıyından 30 cm boru kullanılarak 18 cm uzunluğunda sediman numunesi alınmıştır. Güncel polen dağılımının belirlenmesinde 1339 m ile 2084 m arasında farklı yükseltilerde ve 3 tanesi orman kenarında 6 tanesi açık alanda olmak üzere

toplam 9 noktadan yosun örneği (Y1, Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, Y8 ve Y9) toplanmıştır. Yosun örneklerinin toplanma stratejisinde kolay ulaşılabilirlik, orman alanı, açık alan gibi farklı ortamlarda bulunabilirlik ve yükseltiye bağlı bir değişim gösteren lokasyonlar olması dikkate alınmıştır. Yosun numunelerinin araziden alınmasında özellikle polinizasyon sürecinin sona erdiği Kasım ayı tercih edilmiştir.

2.2. Yöntem

Polen analizleri için araziden alınan karot laboratuvarında ikiye bölünmüş, litolojik olarak belirgin renk ve tekstür farklılıklarının bulunduğu 0, 7 ve 16 cm derinliklerinden 2

gramlık sediman örnekleri alınmıştır. Sediman örneklerinin polen analizi için laboratuvar metodolojisi “klasik yöntem” uygulanmıştır (Erdtman, 1954; Moore vd., 1991). Örneklerde bulunabilecek karbonatlı, silisli ve organik bileşenler, farklı asitler kullanılarak ayrıştırılmış ve örnek içerisindeki yabancı maddeleri uzaklaştırarak polenlerin daha net görünmesi sağlanmıştır (şekil 6). Yöntem kapsamında, ilk aşamada öncelikle karbonatların %10’luk soğuk

HCl (Hidroklorik Asit) ile yok edilmesi sağlanmıştır. Ardından her bir sediman örneğine HF (Hidroflorik Asit) uygulaması yapılarak örnekler 48 saat HF içinde bekletilmıştir. Daha sonra sıcak HCl ve sıcak %10’luk KOH (Potasyum Hidroksit) uygulanmıştır. Tüplerdeki sediman örneklerine sodyum perborat uygulaması yapıldıktan sonra gliserin eklenmiştir.



şekil 6: K2 karot örnek alımı ve laboratuvar işlemleri / **Figure 6:** K2 core sampling and laboratory procedures.

Daha sonra sırası ile polen preparatları hazırlanmış üzerine numune adı ve derinlik bilgileri yazılarak analiz tamamlanmıştır. Polen sayımları için Leica DM750 ışık mikroskobu kullanılmıştır. Her seviyede 530 polen sayımı yapılırken en az 50 *Lycopodium* spor sayılmıştır. Polenlerin teşhisinde, güncel polen referans koleksiyonları, polen atlası (Moore vd., 1991) ile PalDat (<https://www.paldat.org>), Global Pollen Project (<https://globalpollenproject.org/>) ve Pollenwiki ([https://pollen.tsteblar.ch/MediaWiki](https://pollen.tsteblar.ch/MediaWiki/index.php?title=Pollenatlas#gsc.tab=0)

[/index.php?title=Pollenatlas#gsc.tab=0](https://pollen.tsteblar.ch/MediaWiki/index.php?title=Pollenatlas#gsc.tab=0))

internet siteleri kullanılmıştır. Polen diyagramının çizimi için ise Tilia (Grimm, 2019) programında yapılmıştır.

Araziden alınan yosun örnekleri İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Orman Fakóltesinde bulunan Palinoloji Laboratuvarında analiz edilmiştir. Yosun örneklerine uygulanan laboratuvar metodolojisi EPMP’nin esasları takip edilmiştir (Hicks vd., 1996) (şekil 7).



şekil 7: Yosun numunelerinin araziden toplanması ve laboratuvarda yosun örneklerine uygulanan polen analizi işlemleri / **Figure 7:** Collection of moss samples from the field and pollen analysis applied to moss samples in the laboratory.

3. BULGULAR

Eğri Göl'den alınan 18 cm'lik karot örneğinde 4 farklı litolojik seviye tespit edilmiştir. 0-3 cm organik maddenin oldukça yoğun olduğu ve bitki parçacıklarının gözlemlendiği seviye iken, 3-10 cm arası silt içeriği yüksek kahverengimsi çamur malzemeden oluşmaktadır. 10-13 cm arası ise, killi siltli malzemeden oluşurken arada 0,5 cm laminalı siyah çamur bantları bulunmaktadır. 13- 18 cm arasında ise silt içeriği yüksek ve su oranı nispeten daha az seviyededir. Çok kısa bir numune olmasına rağmen sediman birikimindeki bu 4 farklı seviyenin varlığı ortamsal değişikliklerin hızlı olduğunun işareti olarak yorumlanmıştır.

Polen analizi için seçilen 0, 7 ve 16 cm örneklerinde 3 Gymnospermae (Açık tohumlular) ve 28 Angiospermae (Kapalı tohumlular) cins/familyasından otsu, odunsu ve çalı taksonları teşhis edilmiştir. Açık tohumlu bitkilerden *Abies* sp., *Cedrus* sp., ve *Pinus* sp., polenleri sayılmıştır. Kapalı tohumlu bitkilerden ise *Acer* sp., *Alnus* sp., *Juglans* sp., *Olea* sp., *Ostrya* sp., *Quercus cerris* tip (yaprak dökme meşeler grubu), *Quercus ilex* tip (herdem yeşil meşeler grubu), *Salix* sp. ve *Vitis* sp., odunsu taksonlar içerisinde sayılırken; Amaranthaceae, Apiaceae, *Aster* tip, *Artemisia* sp., Brassicaceae, Caryophyllaceae, Cichorioideae, *Euphorbia* sp., Fabaceae, *Galium* sp., Lamiaceae, *Plantago* sp., Poaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, *Rumex* sp. ve *Sanguisorba* sp. otsu taksonları tespit edilmiştir. K2 örneğinde çalı formasyonu içerisinde sadece Ericaceae tanımlanmıştır (Şekil 8).

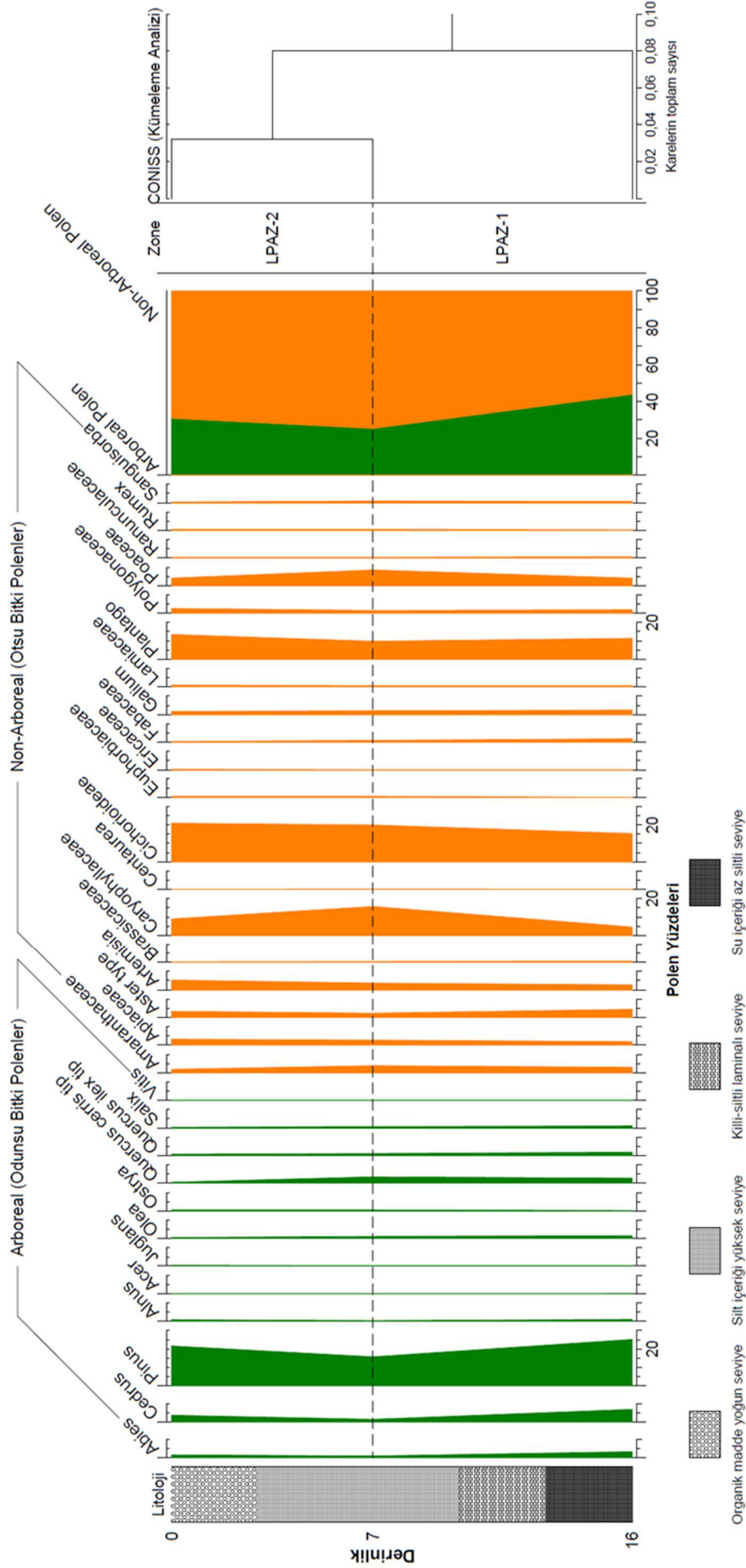
Karotta farklı derinlikte sayılan polen türlerinin değişimlerini ve sınırlarının belirlenmesi için karekök dönüşümü tabanlı CONISS kümeleme analizleri kullanılmıştır (Grimm, 2019). Kümeleme analizi sonrası benzer polen içeriğine sahip seviyeler 2 farklı "Yerel Polen Birikme Zonu'na (Local Pollen Assemblages Zones: LPAZ)" ayrılmıştır (Şekil 8).

Karotta belirlenen üç seviyede en az 530 polen sayımı yapılmıştır. Polen diyagramına bakıldığında; Gymnospermae odunsu bitki türleri içerisinde *Pinus* sp. %15 ile %25 arasında değişen bir polen yüzdesi ile temsil edilmektedir. Gölün orman üst sınırının

ötesinde olduğu göz önüne alındığında; bu baskınlık *Pinus* sp. gibi taksonların polenlerinde hava baloncukları bulunması ve polen tanelerinin uzun süre havada kalıp uzun mesafeler kat edebilmesi ile açıklanmıştır. Diyagramda bulunan diğer hava baloncuklu türler *Abies* sp. ve *Cedrus* sp.'tur. Ancak bu türlerin yüzdesi %5'e kadar çıkabilmektedir. Bunun sebebi ise; her ne kadar hava baloncuklu polenlere sahip olsalar da polen üretme kapasiteleri *Pinus* sp. kadar yüksek değildir. Bunların dışında *Acer* sp., *Alnus* sp., *Juglans* sp., *Olea* sp., *Ostrya* sp., *Salix* sp. ve *Vitis* sp., taksonları ancak %1 gibi küçük bir değerle karşımıza çıkmaktadır. *Quercus cerris* tip (yaprak dökme meşeler grubu) %5'e kadar artış gösterirken *Quercus ilex* tip (herdem yeşil meşeler grubu) ise %1-2 arasında dağılıp göstermektedir (Şekil 8).

Polen diyagramında Angiospermae taksonlar içerisinde en fazla polen yüzdesine otsu bitki taksonları sahiptir. Gölün alpin katta olması sebebiyle çevredeki otsu türlerin polenleri yoğunluk göstermektedir. Amaranthaceae ve Apiaceae familyaları ile *Aster* tip ve *Artemisia* sp. taksonları %5'e kadar artış göstermektedir. Brassicaceae, *Centaurea* sp., Euphorbiaceae, Fabaceae, *Galium* sp., Lamiaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, *Rumex* sp., *Sanguisorba* sp. ve *Vitis* sp. polenleri %1 ile %5 arasında değişen değerle iken Ericaceae ise %1 oranındadır. Cichorioideae %20' ye kadar artış gösteren değeriyle, en yoğun polen olarak karşımıza çıkmaktadır. Hayvancılığın önemli indikatörlerinden biri olan *Plantago* sp. türü %15' lik değeri ile ikinci en yoğun polen olmaktadır. Hem tarımsal faaliyetleri için hem de göl çevresinde doğal yayılım gösteren Poaceae familyasının polenleri ise %5 oranında görülmektedir (Şekil 8).

Arboreal (odunsu) polenler ve non- arboreal (otsu) polen yüzdesi dağılımı incelendiğinde; odunsu bitki polen yüzdesinin %30- 45 aralığında olduğu dikkat çekmektedir. Otsu bitki polen yüzdesi ise, %55 ile %70 arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 8).

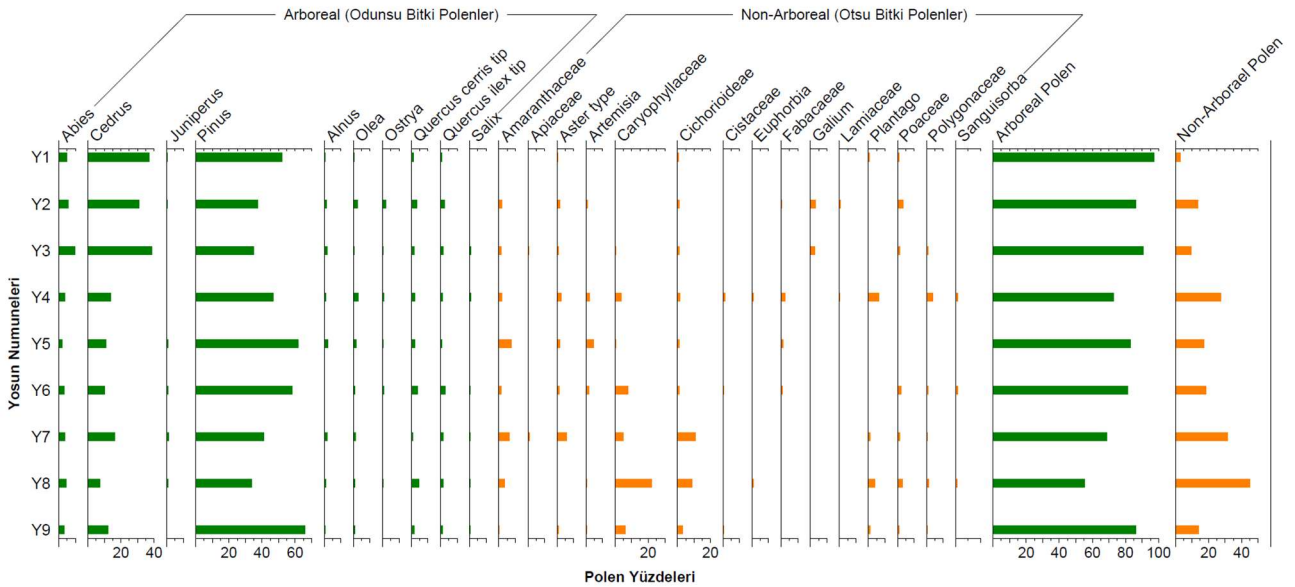


Şekil 8: K2 karotuna ait polen yüzde diyagramı / Figure 8: Pollen percentage diagram of K2 core

Her yosun numunesinde en az 250 polen 50 *Lycopodium* spor sayılmıştır. Yosun numunelerinde daha az polen sayılmasının sebebi polen tutma kapasitelerinin sedimanla eş değer olmaması dolayısı ile polen konsantrasyonun daha düşük olmasıdır (Lisitsyna vd., 2012). Yosun numunelerinde 4 Gymnospermae (Açık tohumlular) ve 21 Angiospermae (Kapalı tohumlular) cins/familyasından otsu, odunsu ve çalı taksonları teşhis edilmiştir. Açık tohumlu bitkilerden *Abies* sp., *Cedrus* sp., *Juniperus* sp. ve *Pinus* sp. polenleri sayılmıştır. Kapalı tohumlu bitkilerden ise *Alnus* sp., *Olea* sp., *Ostrya* sp., *Quercus cerris* tip (yaprak döken meşeler grubu), *Quercus ilex* tip (herdem yeşil meşeler grubu) ve *Salix* sp. odunsu türler içerisinde sayılırken; *Amaranthaceae*, *Apiaceae*, *Aster* type, *Artemisia* sp., *Caryophyllaceae*, *Cichorioideae*, *Euphorbia* sp., *Fabaceae*, *Galium* sp., *Lamiaceae*, *Plantago* sp., *Poaceae*, *Polygonaceae* ve *Sanguisorba* sp. otsu taksonlar tespit edilmiştir. Çalı formasyonu içerisinde sadece *Cistaceae* tanımlanmıştır (Şekil 9).

Y1 numunesinde en fazla polen yüzdesi %52 ile *Pinus* sp. olarak belirlenmiştir. Onu sırasıyla %37 ile *Cedrus* sp., %5 ile *Abies* sp. ve %2 ile *Quercus cerris* tip takip etmektedir. Bunun dışındaki türlerin polen yüzdesi %1'in altında

kalmıştır. Toplam arboreal (odunsu) bitki polenlerinin yüzdesi %97 iken, non- arboreal (otsu) bitki polenlerinin yüzdesi %3'tür. Odunsu bitki polenlerinin yoğunluğunun temel sebebi Y1 numunesinin *Pinus* sp.- *Cedrus* sp. karışık orman alanından alınmış olmasıdır (Şekil 9). Y2 numunesinde ise, en fazla polen yüzdesine sahip taksonlar sırasıyla %37 *Pinus* sp., %31 *Cedrus* sp., %3 *Quercus cerris* tip ve %2 *Quercus ilex* tip olarak belirlenmiştir. Toplam arboreal (odunsu) bitki polen yüzdesi %86 iken, non-arboreal (otsu) bitki polen yüzdesi %13 olarak tespit edilmiştir. Bu yosun numunesinde otsu bitki polenlerinden *Amaranthaceae*, *Apiaceae*, *Aster* tip, *Artemisia* sp., *Cichorioideae*, *Galium* sp., *Plantago* sp. ve *Poaceae*'ler %3'e kadar artış göstermektedir (Şekil 9). Y3 numunesinde ise; %38 *Cedrus* sp., %34 *Pinus* sp., %10 *Abies* sp. polenleri görülürken, diğer türlerin polenleri %2'ye kadar artış göstermiştir. Toplam odunsu bitki polen yüzdesi %90, otsu bitki polen yüzdesi ise %10 olarak tespit edilmiştir. (Şekil 9). Y4 numunesinde en fazla polen yüzdesine sahip taksonlar sırasıyla %47 *Pinus* sp., %14 *Cedrus* sp., %4 *Abies* sp., %4 *Caryophyllaceae*, %7 *Plantago* sp. ve %4 *Polygonaceae* olarak bulunmuştur. Diğer türler ise %2'ye kadar artış göstermiştir. Toplam odunsu bitki türlerinin polen yüzdesi %72 iken, otsu türlerin polen yüzdesi %28 olarak belirlenmiştir (Şekil 9).

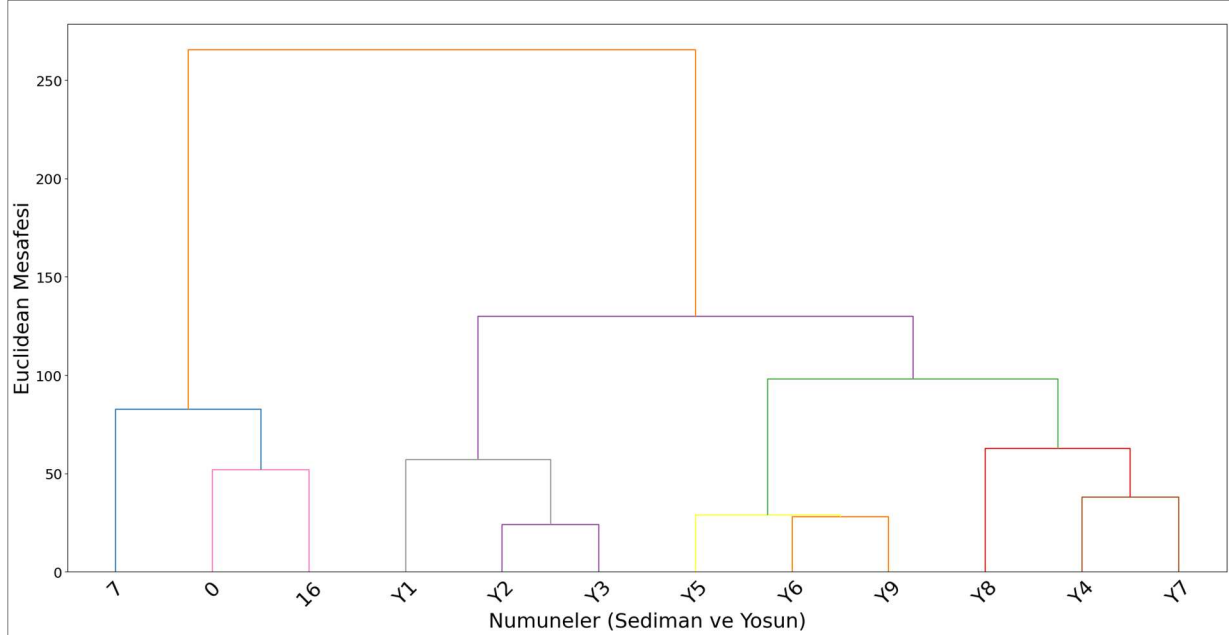


Şekil 9: Yosun numunelerinin polen yüzde diyagramı / Figure 9: Pollen percentage diagram of moss samples.

Y6 ve Y7 numunesi Eğri Göl'ün karşılıklı iki kıyısından alınmıştır. Y6 numunesinde %58 *Pinus* sp., %10 *Cedrus* sp., %4 *Quercus cerris* tip ve %3 *Quercus ilex* tip odunsu türleri tespit edilmiştir. Otsu türlerden Caryophyllaceae %8 oranında belirlenmiştir. Toplam otsu ve odunsu polen yüzdesine bakıldığında; %81 odunsu polen ve %19 otsu polen bulunmuştur. Y7 numunesinde ise; %41 *Pinus* sp., %16 *Cedrus* sp., %6 *Amaranthaceae*, %11 *Cichorioideae* ve %5 *Caryophyllaceae* polenleri tespit edilmiştir. Toplam otsu ve odunsu polen yüzdesi incelendiğinde ise; %69 odunsu polen ve %31 otsu polen belirlenmiştir (Şekil 9). Y8 numunesinde %34 *Pinus* sp., %7 *Cedrus* sp., %4 *Abies* sp., %4 *Amaranthaceae*, %9 *Cichorioideae*, %22 *Caryophyllaceae* ve %4 *Plantago* sp. yoğun olan türlerdir. Toplam dağılıma bakıldığında ise; %55 odunsu türler ve %45 otsu türlerin polenleri bulunmuştur (Şekil 9). Y9 numunesine bakıldığında en fazla polen yüzdesine sahip takson olarak %66 ile *Pinus* sp. tespit edilmiş ve onu sırasıyla %12 *Cedrus* sp. ve %3 *Abies* sp. taksonları takip etmiştir. Angiospermae taksonlarından en fazla polen yüzdesi

Caryophyllaceae (%6) ve *Cichorioideae* (%3) familyalarına ait çıkmıştır. Sonuç olarak toplam odunsu bitki polen yüzdesi %86 bulunmuş, toplam otsu bitki polen yüzdesi ise %14 olarak belirlenmiştir (Şekil 9).

HCA (Hierarchical Cluster Analysis- Hiyerarşik Kümeleme Analizi), Euclidean mesafesi baz alınarak kümeleme *hclust* fonksiyonu ile R programında yapılmıştır (R Core Team, 2024). Bu kümeleme analizi sonucunda; karot seviyeleri kendi içinde kümelenme gösterirken yosun numuneleri de kendi içinde bir kümelenme göstermiştir. Y2-Y3, Y5-Y6-Y9 ve Y8-Y4-Y7 numuneleri bir kümelenmiştir. Y6 ve Y7 numuneleri Eğri Göl'ün iki kıyısından alınmasına rağmen sediman numuneleri ile kümelenmemiştir (Şekil 10). Sediman ve yosun numuneleri daha üst seviyede (yüksek Euclidean mesafesinde) birleşmiştir ve birbirlerine göre daha farklı gruplardır. Bunun temel sebebi yosun ve sedimanların polen tutma kapasitelerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Lisitsyna vd., 2012).



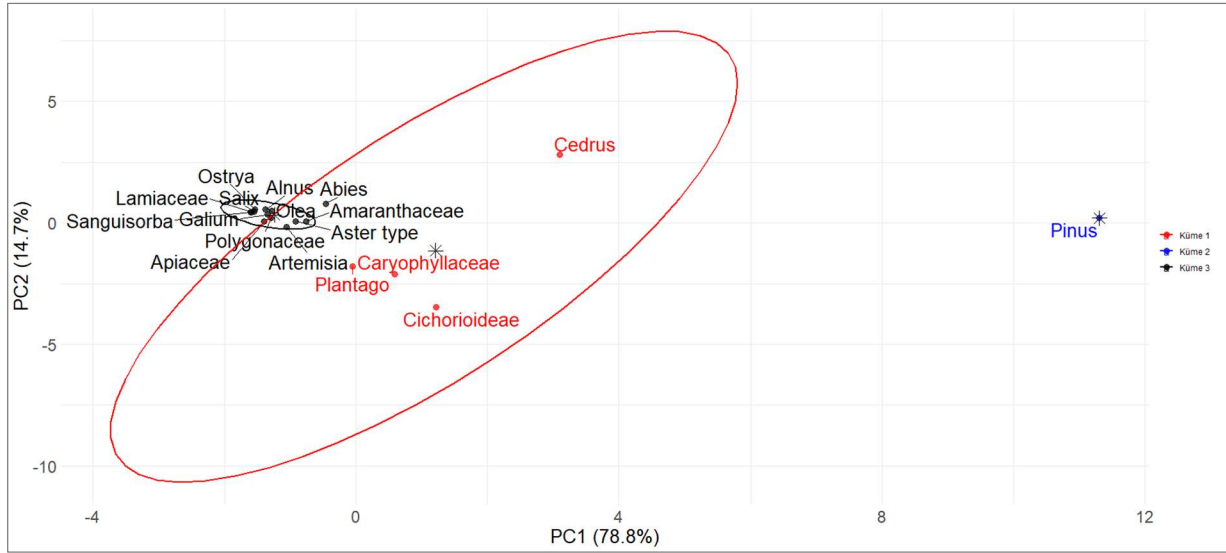
Şekil 10: HCA grafiği / Figure 10: HCA plot.

PCA (Principal Component Analysis- Temel Bileşen Analizi) ile numuneler arasındaki değişkenlik iki temel eksene indirgenip K-Means kümeleme analizi ile benzer özelliklere sahip polenler üç farklı kümede sınıflandırılmıştır. PCA, *prcomp* fonksiyonu ile gerçekleştirilmiştir (R Core Team, 2024).

Grafikte üç farklı küme (K1: kırmızı, K2: mavi, K3: siyah) tespit edilmiştir. Küme 1 (Kırmızı) içerisinde, *Cedrus* sp., *Caryophyllaceae*, *Cichorioideae*, *Plantago* sp. gibi taksonlar yer almıştır. Özellikle *Cedrus* sp. diğer taksonlardan oldukça farklı konumlanmış, bu da türün hem yosun hem de sediman örneklerinde benzersiz

dağılım gösterdiğinin sonucudur. Bu taksonların diğerlerine kıyasla daha belirli bölgelerde yoğunlaştığı ve diğer numunelerle fazla ortaklık göstermediği belirlenmiştir. Küme 2 (Mavi), *Pinus* sp. grafikte en uç noktada yer almaktadır. Bu, *Pinus*'un diğer taksonlardan oldukça farklı şekilde dağıldığını ve belirli numunelerde aşırı baskın olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak *Pinus* sp. diğer taksonlara kıyasla çok belirgin bir

şekilde tek başına yoğunlaşan bir takson olduğu belirlenmiştir. Küme 3 (Siyah) içinde ise *Abies* sp., *Alnus* sp., *Galium* sp. ve *Amaranthaceae* gibi taksonlar toplanmıştır. Merkeze yakın olmaları, bu türlerin farklı numuneler arasında daha dengeli ve yaygın olarak dağıldığını göstermiştir. Sonuç olarak bu taksonlar yosun ve sediman örneklerinde daha homojen bir yayılıma sahiptir (Şekil 11).



Şekil 11: PCA grafiği / Figure 11: PCA plot.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışma alanı Eğri Göl'den alınan kısa karot ve farklı yükselti aralıklarından toplanan toplam 9 noktadan alınan yosun numunelerinde polen analizleri yapılarak iki farklı polen toplama kapasitesine sahip örnek türleri (yosun ve sediman) kıyaslanmıştır. Yosun numunelerinde özellikle odunsu bitki polenlerinin oldukça yoğun olduğu görülmektedir. Y4, Y5, Y6, Y7, Y8 ve Y9 yosun numuneleri açık alandan alınmış olmalarına karşılık odunsu polen yüzdeleri oldukça yüksektir. Sediman örneğinde ise, her seviyede otsu bitki polenlerinin daha yoğun olduğu görülmektedir. Polen analizi çalışmaları için iki farklı örnek toplama tekniği karşılaştırıldığında şu sonuçlara ulaşmak mümkündür. İlki, yosun örneklerinde odunsu polenlerin yoğunluk göstermiş olması, otsu taksonların kanopi altında kalmaları nedeniyle uzak mesafelere ulaşamıyor olmalarının bir göstergesidir. İkincisi, göllerin hem yüzeyde hem de karot örneklerinde çevrede yer alan vejetasyonu daha iyi yansıttığı görülmektedir.

Ayrıca Eğri Göl gibi yüksek ve dağlık bir alanda bulunan göllerin polen toplama kapasitelerinin oldukça yüksek olduğu ortaya konmuştur. Yapılan bu çalışma ile Eğri Göl'de planlanan fosil polen çalışması ve yakın çevrede gerçekleştirilecek diğer fosil polen çalışmaları için güncel polen veri seti oluşturulmuştur. Sonuç olarak, Eğri Göl çevresindeki bitki örtüsünün geçmişteki değişimlerini anlamak açısından bu polen analizleri önemli veriler sunmuş ve çevresel dinamikleri açıklamaya katkıda bulunmuştur.

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma, birinci yazarın hazırlamakta olduğu doktora tez çalışmasından üretilmiştir. Aynı zamanda İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiş (Proje No: SDK-2023-40275) ve Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu'nda (UJES 2024) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

KAYNAKÇA

- Akkurt, S., & AVCI, M., (2019). Orta Toroslar'da (Manavgat ayı-Dim ayı arası) bitki örtüsü ile topografya ilişkisi-vegetation and topography relationship in the Central Taurus Mountains (between Manavgat and Dim rivers). Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu 2019_International Symposium On Geomorphology 2019 (s.306-318). Ankara, Türkiye.
- Akkurt, S. (2020). Manavgat ayı-Dim ayı arasının bitki örtüsü ve biyoçeşitlilik analizi (Tez No. 641271) [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi] Yök Tez Merkezi.
- Andersen, S., T. (1970). The relative pollen productivity and pollen representation of north European trees, and correction factors for tree pollen spectra. Dan. Geol. Unders. Ser. II 96.
- Arpat, E., & zgl, N. (1972). Geyikdağ'da kaya buzulları, Orta Toroslar. MTA Dergisi, 30-35. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bulletinofmre/issue/3904/52065>
- Avcı, M. (1993). Türkiye'nin flora bölgeleri ve Anadolu Diagonaline coğrafi bir yaklaşım. Türk Coğrafiya Dergisi, 28. 225–248. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21259/28202>
- Avcı, M. (2005). Çeşitlilik ve endemizm açısından Türkiye'nin bitki rtüsü. Coğrafiya Dergisi, 13. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iucografya/issue/25062/264581>
- Başaran, A. K., & Egemen, . (2006). Orta Toros Dağlarındaki Eğrigöl'ün su kalitesi parametrelerinin araştırılması. Journal of Agricultural Sciences, 12(02), 137-143.
- Bell, M., & Walker, M. J. (2014). Late Quaternary environmental change: Physical and human perspectives. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315847740>
- Bottema, S., & Woldring, H. (1984). Late Quaternary vegetation and climate of southwestern Turkey. Part II. Palaeohistoria, 123-149.
- ılğın, Z., Evans, I. S., Keserci, F., Canpolat, E., & Bayrakdar, C. (2024). Morphometric characteristics of glacial cirques and former glaciers in the Geyik Mountains, Western Taurus, Türkiye. Geomorphology, 467, 109474. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2024.109474>
- iner, A., Deynoux, M., & rekioğlu, E. (1999). Hummocky moraines in the Namaras and Susam Valleys, Central Taurids, SW Turkey. Quaternary Science Reviews, 659-669. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(98\)00103-6](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(98)00103-6)
- iner, A., Sarıkaya, M. A., & Yıldırım, C. (2015). Hummocky moraines of piedmont glaciers from Geyikdağ, Central Tauride Mountains, Turkey; Insights from cosmogenic ³⁶Cl dating. Quaternary Science Reviews, 116, 44-56. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.03.017>
- Davis, P. H. (1988). Flora of Turkey and East Aegean Islands. Edinburgh Univ. Press. ISBN-10: 9780852245590
- Doğın, M., & şenku, . (2022). Yayla Gölü (Buldan-Denizli) ve çevresinin güncel polen dağılımının tuzak, yosun ve yüzey sediman örnekleri ile incelenmesi. Coğrafiya Dergisi, (45), 125-144. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2022-1102758>
- Duman, H. (2005). Geyik Dağı ve Akdağ. Özhatay, N., Byfield, A., & Atay, S, Türkiye'nin 122 önemli Bitki Alanı (s. 226-227) içinde. İstanbul: WWF Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı).
- Erdtman, G. (1954). An introduction to pollen analysis. Chronica Botanica Company.
- Gaillard, M. J., Birks, H. J. B., Emanuelsson, U., Karlsson, S., Lagerås, P., & Olausson, D. (1994). Application of modern pollen/land-use relationships to the interpretation of pollen diagrams—reconstructions of land-use history in south Sweden, 3000-0 BP. Review of Palaeobotany and Palynology, 82 (1-2), 47-73.
- Grimm, E. (2019). TILIA software programme versions 3.0.1.
- Hicks, S., Ammann, B., Latalowa, M., Pardoe, H., & Tinsley, H. (1996). European pollen monitoring programme: project description and guidelines. University of Oulu. <https://www.researchgate.net/publication/257905830>
- Hicks, S. (2003). Towards better temporal, spatial and ecological resolution in palaeoecological reconstructions: the role of pollen monitoring. Tonkov S, Aspects of palynology and palaeoecology (s. 43–60) içinde. Festschrift in honour of Elissaveta Bozilova. Pensoft, Sofia.
- Karlıoğlu, N. (2011). Istanca ve Belgrad ormanlarında güncel polen dağılımının incelenmesi (Tez No. 282695) [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi] Yök Tez Merkezi.
- Karlıoğlu, N., Akkemik, . (2012). İ.. Orman Fakültesi araştırma ormanında Eylül 2007-Ağustos 2009 dönemi güncel polen dağılımı.

- Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University, 62(2), 145-158. <https://doi.org/10.17099/jffiu.77163>
- Karlıoğlu, N., Caner, H., Akkemik, Ü. (2014). Modern pollen distribution at Iğneada waterlogged forests between the periods September 2007-August 2009. *Eurasian Journal of Forest Science*, 2(2), 7-17. <https://doi.org/10.31195/ejejfs.70189>
- Karlıoğlu, N., Caner, H., Akkemik, Ü., Köse, N., & Kindap, T. (2015). Modern pollen monitoring of native trees in Belgrad forest, Istanbul (Northwestern Turkey). *Comptes Rendus de l'Académie Bulgare des Sciences*, 68(1), 39-48. <https://www.researchgate.net/publication/279320807>
- Karlıoğlu Kılıç, N., Caner, H., Erginal, A. E., Ersin, S., Selim, H. H., & Kaya, H. (2018). Environmental changes based on multi-proxy analysis of core sediments in Lake Aktaş, Turkey: Preliminary results. *Quaternary International*, 486, 89-97. doi.org/10.1016/j.quaint.2018.02.004
- Karlıoğlu Kılıç, N. (2019). Seven years of arboreal pollen monitoring in the Iğneada waterlogged forests (NW Turkey). *Eurasian Journal of Forest Science*, 7(3), 311-320. <https://doi.org/10.31195/ejejfs.635736>
- Karlıoğlu Kılıç, N., Şenkuş, Ç., Memiş, T., & Doğan, M. (2019). Salurtepe Dağı (Elmalı-Antalya) ardıc ormanında güncel polen dağılımının incelenmesi. *Coğrafya Dergisi*, 38, 11-22. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2019-0007>
- Karlıoğlu Kılıç, N., Caner, H., Akkemik, Ü., & Filipova-Marinova, M. (2021). Two-year record of pollen monitoring in *Fagus orientalis* forest (NW Turkey). *Comptes Rendus de l'Académie Bulgare des Sciences*, 74(3), 379-388. [doi: 10.7546/CRABS.2021.03.09](https://doi.org/10.7546/CRABS.2021.03.09)
- Karlıoğlu Kılıç, N., Yılmaz Dağdeviren, R., Yıldırım, E. A., Berberoğlu, E., & Çakır, Ç. (2022). Kargı Köyü Sığla ormanında (Burdur, Türkiye) güncel polen dağılımının incelenmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8 (2), 80-88. <https://doi.org/10.53516/ajfr.1200364>
- Karlıoğlu Kılıç, N., Yılmaz Dağdeviren, R., & Yıldırım, E. A. (2023). Kirazpınar kayın ormanlarının 2014-2017 yılları arasındaki güncel polen dağılımının incelenmesi (Kırklareli, Türkiye). *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 9 (1), 104-110. <https://doi.org/10.53516/ajfr.1247128>
- Keserci, F. (2023). Batı Toroslar'daki Kuvaterner buzullaşmalarının gelişimi ve seyri üzerinde yerel topoğrafya ile iklim özelliklerinin rolü (Tez No.836152) [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi] Yök Tez Merkezi.
- Keserci, F., Güngör, G., Bozdoğan, M., Canpolat, E., Çılgın, Z., & Bayrakdar, C. (2023). Geyik Dağı güncel buzulları ve morfometrik özellikleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 84, 199-217. <https://doi.org/10.17211/tcd.1395806>
- Lisitsyna, O. V., Hicks, S., & Huusko, A. (2012). Do moss samples, pollen traps, and modern lake sediments all collect pollen in the same way? A comparison from the forest limit area of northernmost Europe. *Vegetation History and Archaeobotany*, 21, 187-199. <https://doi.org/10.1007/s00334-011-0335-x>
- Moore, P. D., Webb, J. A., & Collinson, M. E. (1991). *Pollen analysis*. Blackwell. ISBN 10: 0865428956
- Prentice, C., Guiot, J., Huntley, B., Jolly, D., & Cheddadi, R. (1996). Reconstructing biomes from palaeoecological data: a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka. *Climate Dynamics*, 12, 185-194.
- R Core Team. (2024). *stats: R statistical functions* (R package version 4.3.2). Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=stats>
- Roberts, N. (2014). *The Holocene: An environmental history*. Blackwell. ISBN: 978-1-118-71255-9
- Räsänen, S., Hicks, S., & Odgaard, B. V. (2004). Pollen deposition in mosses and in a modified 'Tauber trap' from Hailuoto, Finland: what exactly do the mosses record? *Review of Palaeobotany and Palynology*, 129(1-2), 103-116.
- Sarıkaya, M. A., Çiner, A., & Yıldırım, C. (2017). Cosmogenic ³⁶Cl glacial chronologies of the Late Quaternary glaciers on Mount Geyikdağ in the Eastern Mediterranean. *Quaternary Geochronology*, 39, 189-204. <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2017.03.003>
- Şenkuş, Ç. (2018). *Abies cilicica* ormanının (Karlık Dağı/Burdur-Bucak) güncel polen dağılımı: Polen tuzakları, kara yosunu örnekleri ve yüzey sediman örneği arasındaki ilişkiler. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 1(45), 205-226. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sufesosbil/issue/41360/472425>
- Şenkuş, Ç., Karlıoğlu Kılıç, N., Doğan, M., & Eastwood, W. J. (2018). Modern pollen distribution of the Teke Peninsula forests: The case of the Ördübek Highland. *Eurasian Journal of Forest Science*, 6(4), 58-75. <https://doi.org/10.31195/ejejfs.495687>

řenkuł, ., & Doęan, M. (2018). Fosil ve güncel polen analizleri iřıęında Mucur Obruk Gölü evresinin paleovejetasyon deęiřimleri. *Türk Coęrafya Dergisi*, 70, 19-28.
<https://doi.org/10.17211/tcd.342955>

řenkuł, . & Karlıoğlu Kılıç, N. (2019). Modern pollen distribution of ığlıkara cedrus libani forest (Southwest of Turkey). *Comptesrendus de l'Acad mie bulgare des Sciences*, 72(6), 758–767.

Sugita, S. (1994). Pollen representation of vegetation in Quaternary sediments: Theory and method in patchy vegetation. *Journal of Ecology*, 82(4).
<https://doi.org/10.2307/2261452>

şanda, M. A. (2006). Geyik Dağı (Antalya) ve çevresinin orman ve subalpin vejetasyonu. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 2(27), 99-116.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/sufefd/issue/23126/247032>

şimşek, M., Uslu, M., Poyraz, M., & ztrk, M. Z. (2019). Geyik Dağı kütlesinin yüzey karstı jeomorfolojisi ve kütle üzerindeki karst-buzul jeomorfolojisi ilişkisi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 28(2), 97-110.
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ecd/issue/50833/594465>

Topuz, M., Karlıoğlu Kılıç, N., & Karabulut, M., (2019). Gvr Gölü (Kahramanmaraş) ve yakın çevresinde güncel polen dağılımının incelenmesi (Mart 2017-Mart 2018). *IMFES 2019* (s.427-432). Kahramanmaraş, Türkiye.

Van Zeist, W., Woldring, H., & Stapert, D. (1975). Late Quaternary vegetation and climate of southwestern Turkey. *Palaeohistoria*, 53-143.

Yılmaz Dağdeviren, R., & Karlıoğlu Kılıç, N. (2023). Mert Gölü Longoz ormanlarının 2017-2022 yılları arasındaki güncel polen dağılımının belirlenmesi (İğneada, Kırklareli, Türkiye). *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 9 (1), 21-27.
<https://doi.org/10.53516/ajfr.1220061>

Online

URL-1: PalDat- Palynological Database. Erişim adresi: <https://www.palдат.org>

URL-2: Global Pollen Project. Erişim adresi: <https://globalpollenproject.org/>

URL-3: Pollenwiki. Erişim adresi: <https://pollen.tstebler.ch/MediaWiki/index.php?title=Pollenatlas#gsc.tab=0>

URL-4: Orman Genel Müdürlüğü: <https://www.ogm.gov.tr/tr>