



Kalkım-Gönen Havzasındaki Kömürlü Tortulların Paleoeolojik Özellikleri, Kuzeybatı Anadolu

Palaeoecological aspects of coaly sediments from the Kalkım-Gönen Basin, Northwest Anatolia

Sariye Duygu ÜÇBAŞ DURAK ve Mehmet Serkan AKKİRAZ

Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Merkez 43100 Kütahya
(e-posta: duygu.ucbas@dpu.edu.tr)

ÖZ

Bu çalışma, Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşlı Kalkım-Gönen Havzasındaki linyit içerikli tortulların paleoeolojik özelliklerini açıklamaktadır. Bu amaca ulaşmak için, çalışmalar Ünsa ve Metehan olmak üzere iki farklı alanda gerçekleştirilmiştir. Özel bir işletme olan Ünsa madencilik tarafından yaklaşık 187 m uzunluğunda karotlu sondaj yapılmıştır. Karot boyunca volkaniklerle ardalanmalı linyitli ince kırıntılı tortullar egemendir. Metehan bölgesinde de ince kırıntılı tortullarla ardalanmalı linyit düzeyleri bulunmaktadır. İstif yer yer birincil ve ikincil jips oluşumları içermektedir. Bölgedeki tortullar yoğun kırıklı ve kıvrımlı yapıya sahip olup kıvrım eksenlerinin yönlemleri genellikle kuzeydoğu-güneybatı yönlüdür. Bölgedeki açık işletmeden yaklaşık 30 m kalınlığa ulaşan ölçülü kesit alınmıştır. Ünsa sondaj örneklerinde, konifer ormanı bitkilerinden Pinaceae ve Cupressaceae ve ırmak kenarı bitki örtüsü elemanı *Alnus* formu çok yüksek yüzdelerdedir. Karışık orman topluluğunun temel elemanları *Engelhardia*, *Castanea-Castanopsis*, *Quercus* spp., ve her dem yeşil *Quercus* olup daha düşük miktarlarda kaydedilmiştir. Sporlar, otsul ve bataklık bitkileri en düşük miktarlarla temsil edilirler. Polen konsantrasyonundaki değişime bağlı olarak 3 farklı yersel polen zonu (Ü/1-3) ayırt edilmiştir. Metehan sporomorf toplulukları genellikle konifer ormanı (ayrılmamış Pinaceae), karışık orman topluluğu (*Engelhardia*, her dem yeşil *Quercus*, *Quercus* spp., *Fagus*, *Carpinus*) ve ırmak kenarı bitkilerinin (*Alnus*) elemanlarınca zengindir. Sporlar göreceli olarak daha düşük miktarlardadır. Bataklık ormanı ve otsullar ise en düşük yüzdeleri oluşturmaktadır. Sayım sonuçları 2 farklı yersel polen alt zonunun varlığını belirtmektedir (M/1-2). Ayırt edilen bu alt zonlar Ünsa sporomorf topluluklarındaki Ü-2 zonuna karşılık gelmektedir. Her iki alanda tanımlanan polen toplulukları çökelim süresince yoğun bir orman örtüsünün varlığını göstermektedir. Bu ormanın içerisinde karışık orman bitkileri (her dem yeşil *Quercus*, *Quercus* spp., *Engelhardia*, *Castanea-Castanopsis*) ve koniferler (ayrılmamış Pinaceae, Cupressaceae, *Keteeleria*, *Cedrus*, *Cathaya*, *Picea*) bulunmaktadır. Irmak kenarlarında en bol bulunan bitki *Alnus*'tur. Bu ortamda *Ulmus*, *Zelkova*, *Carya*,

Pterocarya ve *Liquidambar* gibi bitkiler ise daha az miktarda bulunmaktadır. Sayısal iklim sonuçları ve polen toplulukları, her iki alandaki (Kalkım-Gönen Havzası) linyitli tortulların nemli, yağışlı ve sıcak koşullar altında çökeldiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kalkım-Gönen Havzası, Kuzeypbatı Anadolu, Oligo-Miyosen, Palinoloji

ABSTRACT

This study explains the palaeoecological aspects of the lignite-bearing sediments from the Late Oligocene-Early Miocene Kalkım-Gönen Basin. Studies were carried out in two different areas, Ünsa and Metehan. A core drilling was performed by a private company, Ünsa mining, about 187 m long. Fine grained lignite bearing deposits alternated with volcanics are dominant along the core. In the Metahan area, lignites with clastic deposits alternation are available as well. Sequence includes primary and secondary gypsum formations in some places. Sediments in the region is densely faulted and folded and orientations of fold axis is mainly northeast-southwest directed. A section was measured from the open pit mine reaching to approximately 30 m thick coniferous plants undifferentiated Pinaceae and Cupressaceae, riparian plant Alnus are in high percentages in the samples from the Ünsa drilling. The main elements of the mixed mesophytic forest are Engelhardia, Castanea-Castanopsis, Quercus spp., and evergreen Quercus that were recorded in minor quantities. Spores, herbaceous and swamp plants are represented by lowest quantities. Three local pollen zones (Ü/1-3) may be distinguished according to changes on pollen concentration. Metehan sporomorph associations are rich with respect to elements of coniferous forest (undifferentiated Pinaceae), mixed mesophytic forest (Engelhardia, evergreen Quercus, Quercus spp., Fagus, Carpinus) and riparian plants (Alnus). Spores are relatively in low amounts. Swamp forest and herbs constitute the lowest percentages. Counting results indicate the existence of two different local pollen sub-zones (M/1-2) corresponding to Ü-2 zone of the Ünsa sporomorph associations. Pollen assemblages identified in both areas indicate the presence of a dense forest cover during the deposition. Within this forest, mixed forest plants (evergreen Quercus, Quercus spp., Engelhardia, Castanea-Castanopsis) and conifers (undifferentiated Pinaceae, Cupressaceae, Keteeleria, Cedrus, Cathaya, Picea). Alnus is the most abundant plant on the edges of the river. In this environment, plants such as Ulmus, Zelkova, Carya, Pterocarya and Liquidambar occur in lesser amounts. Quantitative palaeoclimate results and pollen assemblages in both areas (Kalkım-Gönen Basin) indicate that lignite-bearing sediments were deposited under humid, hot and rainy conditions.

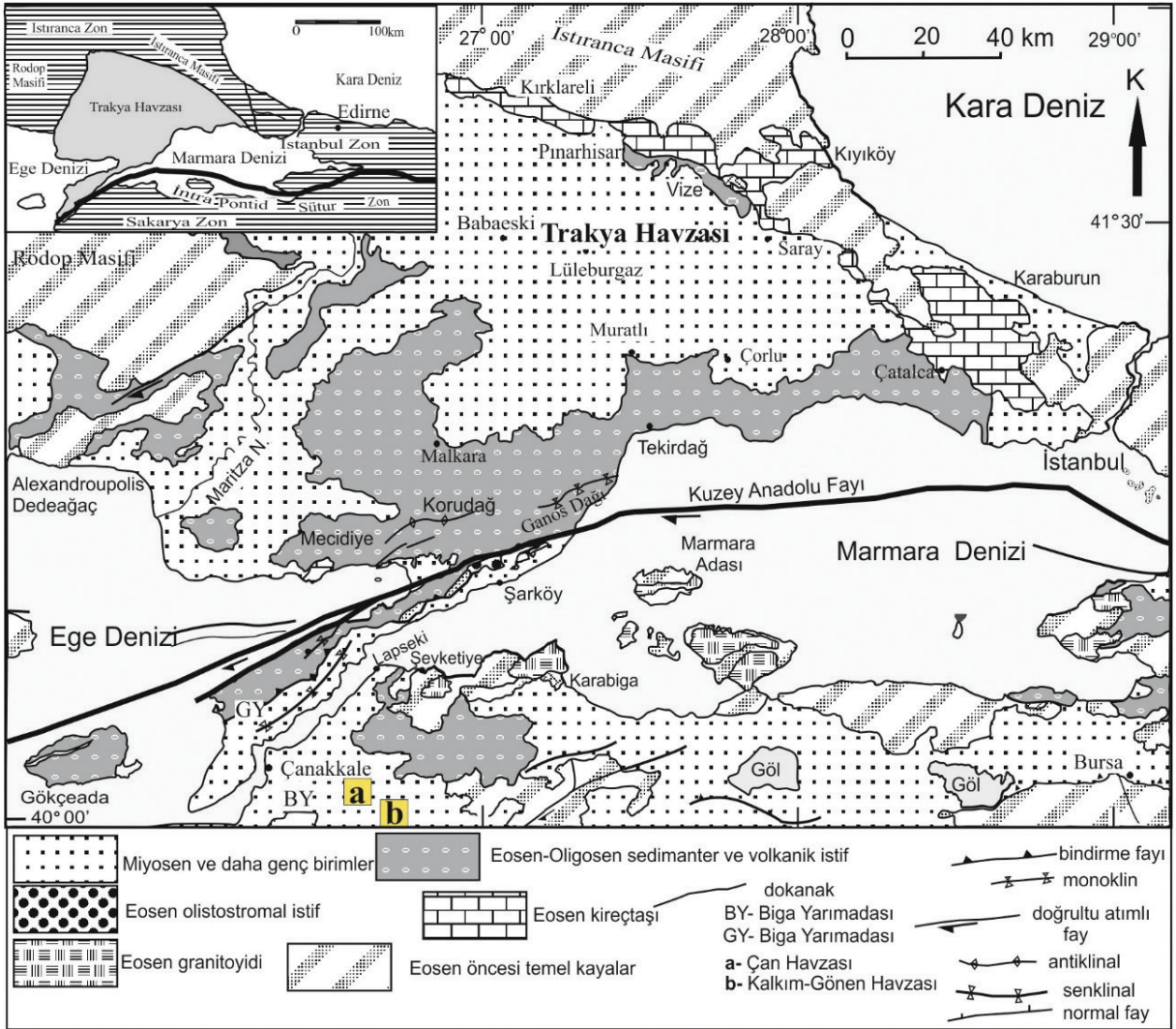
Key words: Kalkım-Gönen Basin, Northwest Anatolia, Oligo-Miocene, Palynology

GİRİŞ

Kuzeybatı Anadolu, özellikle Trakya Havzası içerdiği linyit rezervi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Yapılan çalışmalar, linyitli tortulların çökelinin çoğunlukla Oligosen süresince gerçekleştiğini göstermektedir (Batı, 1996; İslamoğlu vd. 2010; Akgün vd. 2013; Demirtaş vd. 2015; Bozcu vd. 2015). Ayrıca kömürlü Oligosen istifleri sadece Trakya Havzası ile sınırlı kalmayıp, Biga yarımadasının kuzeyine, hatta Gökçeada'ya kadar uzanmaktadır (Akgün vd. 2013) (Şekil 1). Biga yarımadasında ekonomik linyit oluşumları ise Miyosen yaşlı Çan Havzasında gözlenmektedir (Şekil 1). İzotop ve palinolojik çalışmalar, havzanın Erken-Orta Miyosen süresince çökeldiğini belirtmektedir (Siyako vd. 1989; Ediger, 1990; Bozcu vd. 2015). Ediger (1990) Çan Havzası (İntepe, Etili, Çan, Çomaklı, Helvacı, Kazıklı ve Şaroluk kesitleri) ve Gönen çevresi (Tütüncü ve Küpçıktı kesitleri) linyitlerinin palinostratigrafik özelliklerini incelemiştir. Palinolojik topluluk genellikle *Leiotriletes microadriennis*, *Baculatisporites primarius*, *Laevigatosporites haardti*, *Pityosporites* sp., *Inaperturopollenites dubius*, *I. hiatus*, *I. polyformosus* ve *I. emmaensis* formlarından oluşmaktadır. Araştırmacı elde ettiği topluluğun, Benda (1971)'de belirtilen "Eskihisar sporomorf topluluğu" ile korele edilebileceğini belirtmektedir ve çökelinin 15-20 my (Erken-Orta Miyosen) süresince gerçekleştiğini belirtmektedir. Diğer yandan son zamanlarda yapılan palinolojik çalışmalar, Çan Havzasındaki palinolojik topluluğun genellikle konifer ormanı bitkileri

(*Pinus haploxyton* tip, ayrılmamış Pinaceae, *Picea* ve Cupressaceae), karışık orman topluluğu bitkileri (*Castanea-Castanopsis*, Cyrillaceae-Clethraceae, *Engelhardia*, *Ouercus robur* ve Oleaceae) yaygın olduğunu göstermektedir (Demirtaş vd. 2015; Bozcu vd. 2015). Ayrıca ırmak kenarı bitki örtüsünün temel elamanı *Alnus* olup çok yüksek yüzdelerdir.

Kalkım-Gönen Havzası ise Çan Havzasının güneydoğusunda yer almaktadır (Şekil 1). Havzanın uzanımı, KD-GB olup linyitli tortullar en iyi Tütüncü, Küpçıktı, Sebeppli, Mancılık, Danişment ve Bengiler köyleri arasındaki açık işletmelerde gözlenmektedir (Şekil 2). Havzada yapılan palinolojik çalışmaların sayısı azdır (Üçbaş Durak ve Akkiraz, 2016). Araştırmacılar, Danişment, Linfa ve Bengiler çevresindeki linyitli tortulların yaşının, Ar^{40}/Ar^{39} verilerine göre Geç Oligosen-Erken Miyosen (Şattiyen-Akitaniyen) olduğunu belirtirler (Üçbaş Durak ve Akkiraz, 2016). Danişment ve Linfa tortullarının yaşı Geç Oligosen, Bengiler tortullarının ise Erken Miyosen'dir. Her üç kesitten elde edilen palinolojik bulgular baskın bitki örtüsünün konifer ormanı, her dem yeşil ve yaprak dökken karışık orman topluluğu ve ırmak kenarı bitki topluluklarından oluştuğunu göstermektedir. Bu çalışmada Kalkım-Gönen Havzasında, polenlere dayalı paleokolojik verileri arttırmak için, Ünsa ve Metehan kesitlerinden yeni örnekler derlenerek palinolojileri incelenmiştir. Ünsa ve Metehan işletmesinden bölümsel kesitler ölçülmüştür (Şekil 2).



Şekil 1. Kuzeybatı Anadolu'nun (Trakya ve çevresi) jeolojik haritası. (a) Çan Havzası; (b) Kalkım-Gönen Havzası (Okay vd. 2010).

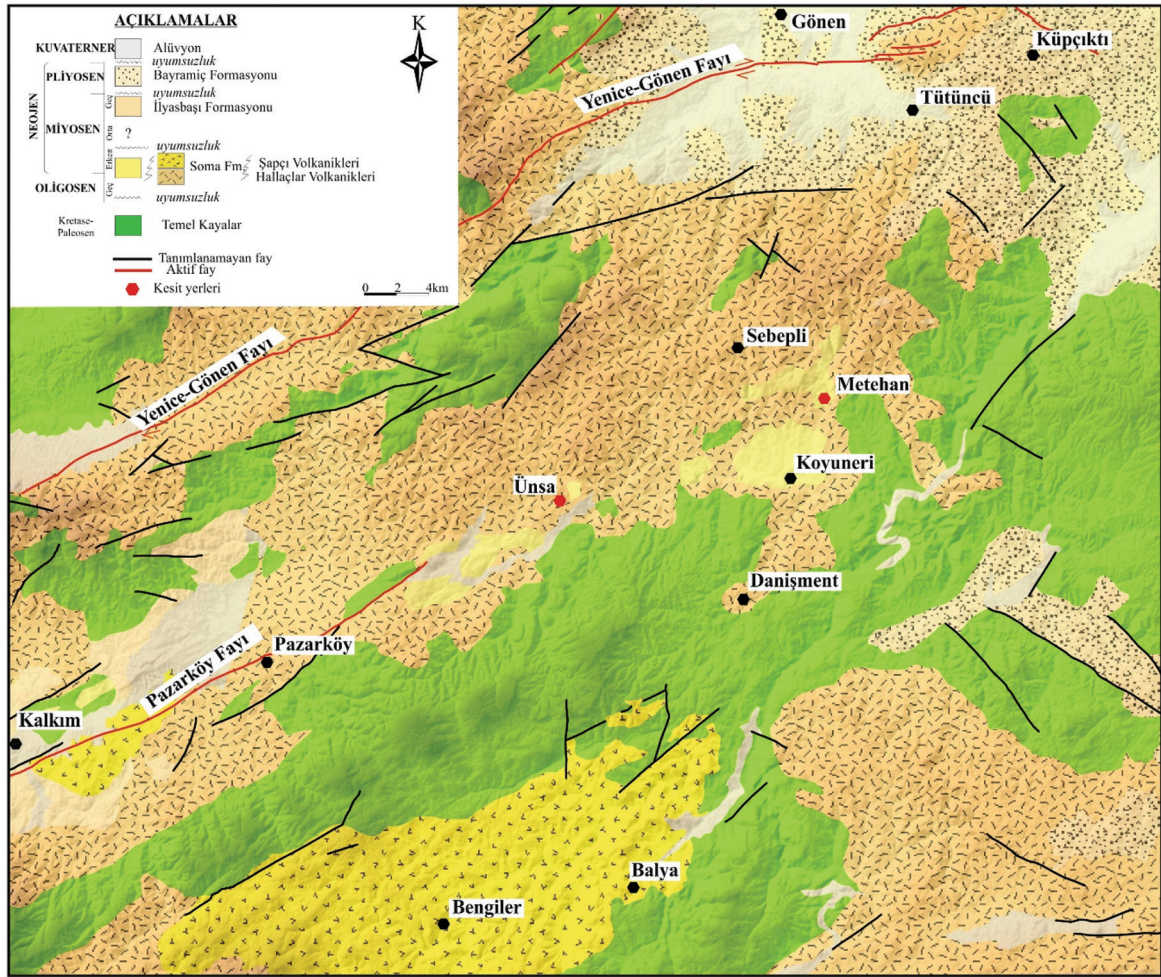
Figure 1. Geological map of northwest Anatolia (Thrace and surrounding). (a) Çan Basin; (b) Kalkım-Gönen Basin (from Okay et al. 2010).

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada, Kalkım-Gönen havzasındaki Ünsa madencilik tarafından açılmış sondaj karotu palinolojik açıdan örneklenmiştir. Toplam 52 örnek toplanmıştır (Şekil 3a). Bunların 34 tanesi

sayım sonuçlarına uygun bulunmuştur (Şekil 6). Ayrıca Metehan yöresindeki bir açık işletmeden bölümsel bir kesit üzerinden toplam 26 örnek derlenmiş ancak 7 tanesi palinolojik açıdan değerlendirme için yeterli sporomorf içermektedir (Şekil 3b, 6b).

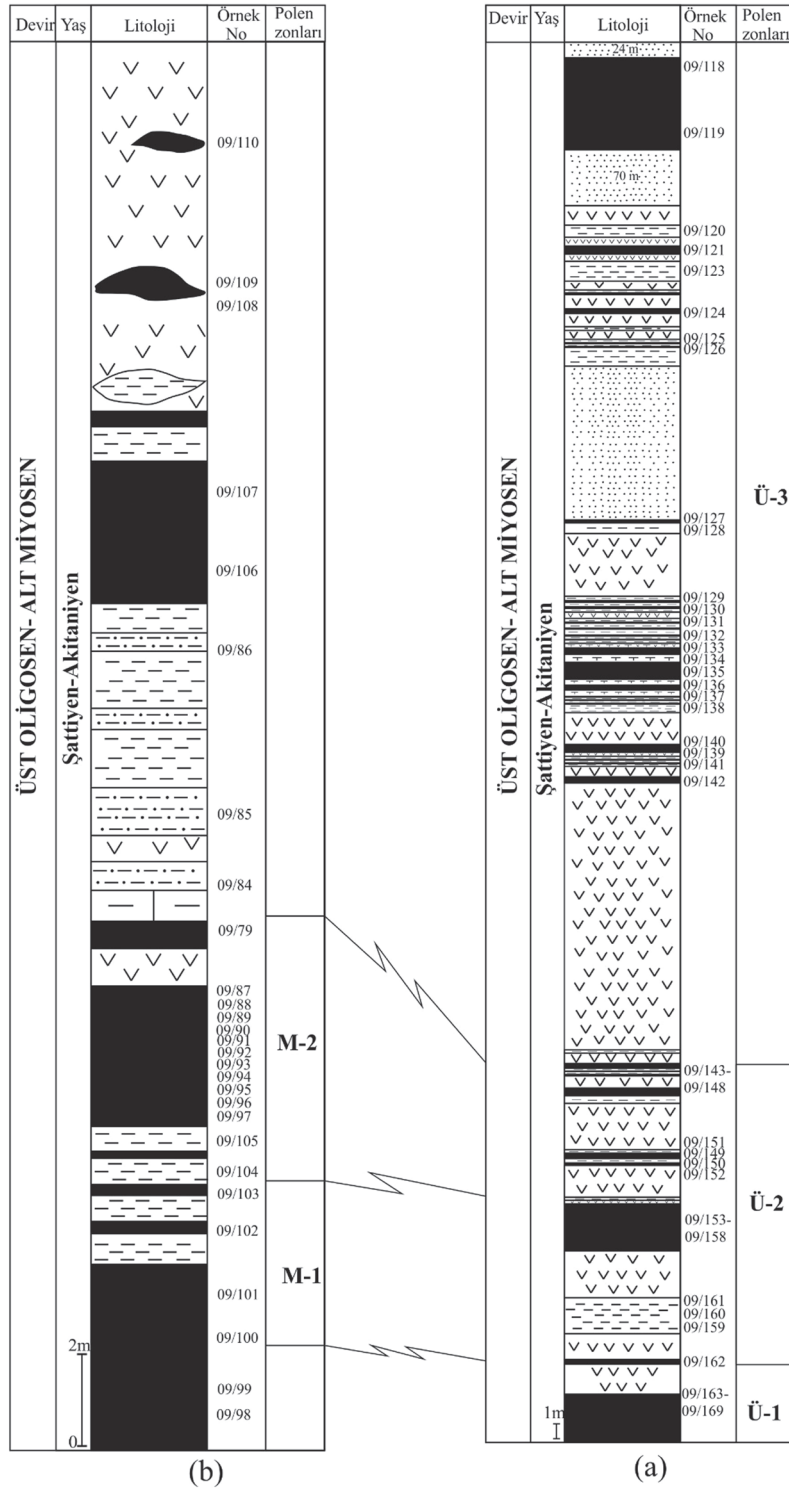


Şekil 2. Kalkım ve Gönen arasındaki jeolojik harita (Duru vd. 2007; Pehlivan vd. 2007; Akçay vd. 2008).
Figure 2. Geological map of the Kalkım and Gönen (Duru et al. 2007; Pehlivan et al. 2007; Akçay et al. 2008).

Yöntem

Araziden derlenen örnekler öğütülmüş ve çeşitli kimyasal işlemlerden geçirilmiştir. Sırasıyla HCL (Hidroklorik asit (% 32)), HF (Hidroflorik asit (% 38-40)), Nitrik Asit (% 65)+Potasyum klorat ($\text{HNO}_3+\text{KClO}_3$) uygulanmıştır. Son aşamada ise bazlardan KOH (Potasyum Hidroksit) kullanılmıştır. Dekantasyon sonucu örnekler, şişlere alınıp lamalar hazırlanmıştır. Genellikle her bir örnekten 2şer lam hazırlanarak incelenmiştir. Her bir örnek için en az 200 birey

sayımı gerçekleştirilmiştir. Sayım sonuçları yüzdeye dönüştürülerek bir istatistik programı olan TILIA programında değerlendirilmiş ve polen yüzdelilerindeki değişim ortaya konmuştur (Grimm, 1995). Sayısal iklim değerleri elde etmek için Coexistence Approach yöntemi kullanılmıştır (Mosbrugger ve Ustecher, 1997). Bu çalışmada Çizelge 1'de belirtilen iklim değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca elde edilen polenlerin botanik bağlılıkları ortaya çıkarıldıktan sonra, paleokoölojik gereksinimleri göz önünde bulundurularak gruplandırılmıştır (Şekil 8).



Şekil 3. Ünsa linyit işletmesine ait sondaj karotü (a); Metehan açık işletmesinden alınan bölümsel kesit (b).
Figure 3. A borehole core from Ünsa coal pits (a); partial section from the Metehan open pit mine (b).

STRATİGRAFİ

Havzadaki, linyit içerikli tortulların temelini, Geç Paleozoyik-Erken Kretase yaşlı Sakarya zonu ve Geç Kretase yaşlı İzmir-Ankara zonu kayaları oluşturmaktadır (Duru vd. 2007; Pehlivan vd. 2007; Akçay vd. 2008). Bölgenin temel kayaları birbirleriyle tektonik ilişkili ve KD-GB uzanımlı ofiyolitik kayalar ve kireçtaşı bloklu filiş tipi kayalardan oluşan İzmir-Ankara ve genellikle amfibollü gnays, mermer, amfibolit, sillimanit gnays, biyotit gnays, granitik gnays, migmatit içeren Sakarya zonu kayalarından oluşmaktadır (Duru vd. 2007; Pehlivan vd. 2007; Akçay vd. 2008) (Şekil 1, 2).

Çizelge 1. İklimsel parametrelerin listesi ve kullanılan kısaltmalar

Table 1. A list of climate parameters and abbreviations.

Yıllık Ortalama Sıcaklık (°C) MAT
En Soğuk Ayın Ortalama Sıcaklığı (°C) CMT
En Sıcak Ayın Ortalama Sıcaklığı (°C) WMT
Yıllık Yağış Miktarı (mm) MAP
En Nemli Ayın Yağış Miktarı (mm) HMP
En Kurak Ayın Yağış Miktarı (mm) LMP
En Sıcak Ayın Yağış Miktarı (mm) WMP

Kömürlü Senozoyik istifine ise temel kayaları uyumsuz olarak üstlenmektedir (Akgün vd. 1986; Siyako vd. 1989; Ediger, 1990; Ercan vd. 1990; Genç, 1998; İnci, 1998; Selim vd. 2006; Duru vd. 2007; Pehlivan vd. 2007; Akçay vd. 2008) (Şekil 1.3). Çalışma alanındaki Senozoyik yaşlı istif sırasıyla; Geç Oligosen-Erken Miyosen yaşlı yer yer altere andezit, bazaltik-andezitik lav ve piroklastiklerden oluşan Hallaçlar volkanikleri, Geç Oligosen - Erken Miyosen (Şattiyen-Akitaniyen) yaşlı linyit içerikli Soma Formasyonu,

Erken Miyosen yaşlı altta ignimbiritik asidik tüf, üst kesimlerinde asidik lavlar ve piroklastiklerden oluşan Şapçı volkanikleri, Geç Miyosen yaşlı İlyasbaşı Formasyonu ve Pliyosen yaşlı kırmızı-kahverengi çakıtaşı, kumtaşı ve çamurtaşı içeren, alüvyon yelpazesi, örgülü ve menderesli akarsu çökellerinden oluşan Bayramiç Formasyonu'dur (Duru vd. 2007; Pehlivan vd. 2007; Akçay vd. 2008) (Şekil. 2). Kuvaterner yaşlı alüvyon tüm birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.

Soma Formasyonu

Çalışmanın konusunu oluşturan Soma Formasyonu ilk kez Nebert (1978) tarafından Manisa-Soma ve çevresindeki linyit içerikli tortullar için tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Soma ve çevresinde yüzlek veren formasyon alttan üste doğru sırasıyla çakıtaşı, kumtaşı, çamurtaşı, alt linyit damarı, bol yaprak fosilli marn, silttaşı, gastropod ve bivalvialı kireçtaşı ve üst linyit damarından oluşmaktadır (Nebert, 1978; İnci, 1984, 1998; 2002; Akgün vd. 1986; Gemici vd. 1991; Akgün vd. 2007). Son zamanlarda yapılan çalışmalar Soma Formasyonunun Erken Miyosen'de oluştuğu belirtilmektedir (Kaya vd. 2007; Ersoy vd., 2014). Bu çalışmada da incelenen kömürlü istif aynı formasyon içinde ele alınmıştır (Duru vd. 2007; Pehlivan vd. 2007; Akçay vd. 2008) (Şekil 2).

Ünsa Sondajı (Koord: 46732/18318)

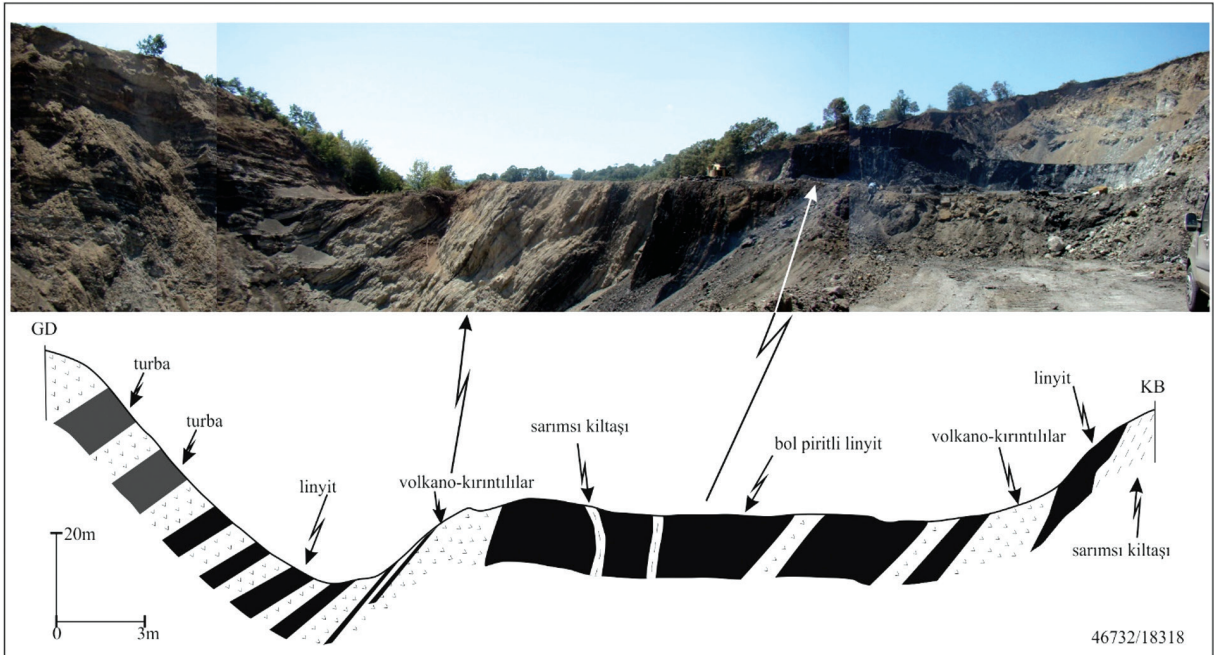
Ünsa kesitindeki istif volkaniklerle ardalanmalı ince kırıntılı tortullardan oluşmaktadır. Ocakta birbirinden farklı seviye ve kalınlıkta linyit damarları gözlenmektedir (Şekil 3). Açık işletmede linyitli birimler ile ince kırıntılı tortullar ardalanmalı olup, yer yer düşeye yakın tabaka konumlarına sahiptir (Şekil 4). Ünsa alanında, Ünsa madencilik tarafından karotlu sondaj yapılmış

olup kalınlığı 187 m'dir (Şekil 3a). Karotun üst bölümlerinde, linyit içerikli sarımsı renklerde kumtaşı baskın bir çökelim söz konusudur. Daha derinlere doğru tüfler baskın hale gelmektedir. Ayrıca farklı seviye ve kalınlıklarda kırıklı, belirgin katmanlı linyit damarları gözlenmektedir. Derinlerde sondajın üst bölümünde baskın olan kumtaşları yok olmaktadır ve egemen grimsi renklerdeki kiltaşları bulunmaktadır.

Metehan Kesiti (Koord: 57732/22444)

İstif yoğun bir şekilde deformasyona uğramıştır. Bu deformasyonların izleri olarak katmanlar bol çatlaklı ve yer yer kıvrımlıdır. Kıvrım eksenleri KD-GB yönlemine sahip olup genellikle dalımsızdır (Şekil 5a) Açık işletmeden elde edilen

bölümsel kesitte (yaklaşık 30 m) birbirinden farklı seviyelerde kömür oluşumları gözlenmektedir. Altta yaklaşık 4 m kalınlığında bol gastropod fosilli linyit damarı bulunmaktadır (Şekil 3b). Üzerine ise 3 m kalınlığında kiltaş linyit ardalanması gelmektedir. Üstte ise tekrar 3 m kalınlığında linyit gözlenmektedir. Yaklaşık 9 m kalınlığa ulaşan volkanik katkı, kırıklı çatlaklı, çamurtaşı, kiltaş marn ardalanması alttaki linyiti üstlemektedir. Üste doğru kiltaş ara düzeyli, turba oluşumları mevcuttur (Şekil 3b). Arazi gözlemleri turbaların yoğun kükürt, birincil ve ikincil jips oluşumları içerdiğini göstermektedir. En üstte ise volkanokırıntılı tortullar ortalama 8 m kalınlığında olup merceksel linyit seviyeleri gözlenmektedir (Şekil 3b ve 5b). Bu kömür mercekleri de bol kükürt ve jips oluşumları içermektedir.



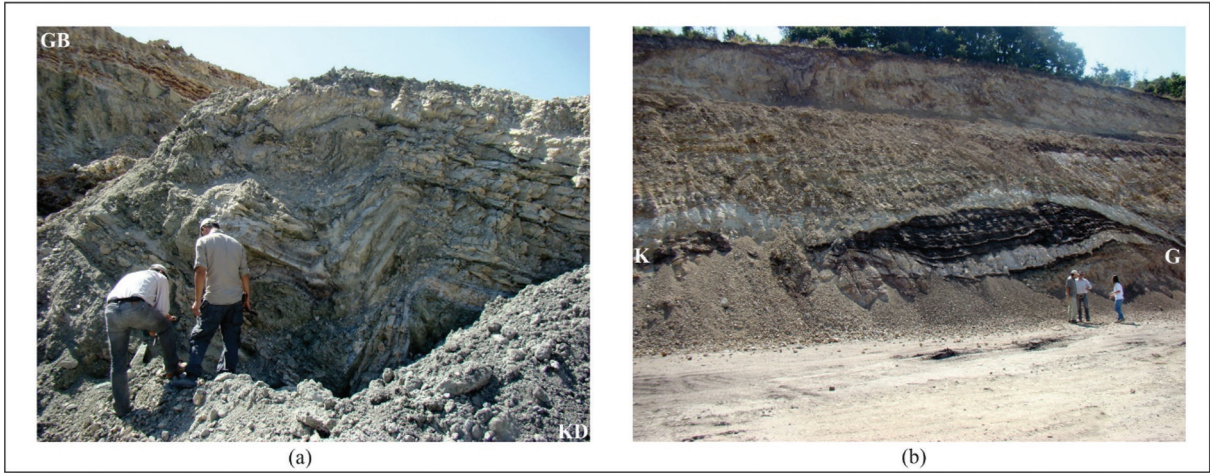
Şekil 4. Ünsa linyit işletmelerindeki deformasyona uğramış kömürler.
Figure 4. Coals deformed in the Ünsa lignite pits.

PALİNOLOJİ

Ünsa Sporomorf Toplulukları

İncelenen örneklerde çeşitlilik fazla ancak bunlara ait yüzdeleri oldukça düşüktür. Polenler sporlara oranla daha yüksek yüzde ve çeşitliliğe sahiptir (Şekil 6a). Toplam 20 aile ve 35 cins tanımlanmıştır. Ünsa palinoflorasını oluşturan bitkiler içerisinde, tüm kesit boyunca, konifer ormanı bitkilerinden ayrılmamış Pinaceae ve Cupressaceae, karışık orman topluluğu içerisinde *Quercus* spp. ve ırmak kenarı bitki örtüsü içinde de *Alnus* formları baskındır. Sporlardan Schizaceae, *Monoleiotriletes* sp., *Intrapunctisporis* sp., Pteridaceae, *Lycopodium*, Sphagnaceae, *Reticulatisporites* sp., *Extrapunctatisporis* sp. ve *Selaginella* sp. çok düşük oranlarda (%0-3) gözlenmektedir. Irmak kenarı bitkisi *Alnus*

09/145 numaralı örnekte en yüksek seviyeye ulaşmaktadır (~%80) (Şekil 6a). Bu ortamdaki diğer bitkiler olan *Ulmus*, *Zelkova*, *Pterocarya*, *Carya*, *Liquidambar* ve *Platanus/Salix* düşük yüzdeli olup %0-3,7 arasında değişmektedir. Karışık orman topluluğu içinde, her dem yeşil *Quercus* ve *Quercus* spp., formlarının yüzdesi %0-14 arasındadır. Bu ortamın diğer formları olan Fagaceae, *Fagus*, *Carpinus*, Oleaceae, *Betula*, *Corylus*, *Ilex*, *Acer*, Juglandaceae, *Celtis*, *Craigia* ve *Cycas* miktarları %0-2.4 ile temsil edilmektedir. Sucul bitkilerden Sparganiaceae %0-1.9, otsul bitkilerden Poaceae, *Compositae*, Chenopodiaceae ve *Ephedra* çok düşük orandadır (%0-1.6). Polen yüzdelerindeki değişim gözönünde bulundurulduğunda, birbirinden farklı 3 yersel polen zonu ayırtlanabilmiştir (Şekil 6a).



Şekil 5. Metehan linyit işletmelerindeki kilaşlarındaki kıvrımlı yapı (a); istifin üst bölümlerindeki linyit merceği (b).

Figure 5. Folding of claystones in the Metehan lignite pits (a); lignite lense at the upper side of the sequence.

Ü-1 yersel polen zonu (örnek numaraları 09/163-169)

Bu zonda ırmak kenarı bitkisi *Alnus* (%3.3-66.6) ve konifer ormanı bitkilerinden Cupressaceae (ortalama %20) baskınlığı ile ayırt edilmektedir. Ayrıca yüksek bollukta konifer ormanı bitkilerinden ayırtlanmamış Pinaceae (ortalama %6) tüm örneklerde gözlenmektedir. Karışık orman topluluğunun temel bitkileri *Engelhardia* (%2.5), *Castanea-Castanopsis* (0-%5.1), her dem yeşil *Quercus* (%1-4.8) ve *Quercus* spp., (%3-10.8)'dir.

Ü-2 yersel polen zonu (örnek numaraları 09/144-162)

Bu zonda *Alnus* çok yüksek bolluklarda kaydedilmiştir (%28- 76,3). Koniferlerden ayrılmamış Pinaceae yüksek oranlarda bulunmaktadır ve 09/158 numaralı örnekte %38 bolluk oranına ulaşmaktadır (Şekil 6a). Bu zonda, çok düşük miktarlarda *Cathaya*, *Cedrus*, *Picea*, *Pinus haploxyton* tip, *Pinus diploxyton* tip koniferleri ortaya çıkmaktadır. Ayrıca Cyillaceae-Clethraceae, yaprak döken *Quercus*, *Fagus*, *Carpinus*, Oleaceae, *Betula*, *Acer*, *Pterocarya*, *Myrica* ve *Ephedra* formları da bu zonda ortaya çıkmaktadır. Cupressaceae miktarı Ü-1 zonuna göre daha düşüktür (ortalama %3). Karışık orman topluluğu başlıca her dem yeşil *Quercus* ve *Quercus* spp., formlarının varlığı ile karakterize edilmektedir. Bu zonda, *Castanea-Castanopsis* tip 09/157-161 numaralı örneklerde ortalama %4.7 oranında bulunmaktadır. Bu oran zonun üst bölümlerine doğru azalmaktadır. Ayrıca 09/157 numaralı örnekte her dem yeşil *Quercus* %14.8 ve *Quercus* spp., ise %11.2 bolluk oranlarına ulaşmaktadır (Şekil 6a).

Ü-3 yersel polen zonu (örnek numaraları 09/119-143)

Bu zon, ayrılmamış Pinaceae, Cupressaceae ve *Alnus* formlarının yüksek oranları ile ayrılırlar (Şekil 6a). Özellikle ayrılmamış Pinaceae (ortalama %10) ve Cupressaceae (ortalama %9) formlarının miktarları bu zonda artmaktadır. Karışık orman topluluğunun elemanları olan *Engelhardia*, *Castanea-Castanopsis*, her dem yeşil *Quercus* ve *Quercus* spp., ile sporlardan Polypodiaceae/Thelipteridaceae formları diğer zonlardaki gibi benzer oranlarda kaydedilmiştir. Sporlardan *Osmunda* 09/135 numaralı örnekte en yüksek değerine ulaşmaktadır (% 9.8) (Şekil 6a).

Metehan Sporomorf Toplulukları

Burada kaydedilen formların çeşitliliği Ünsa kesitinden elde edilenlere göre daha düşüktür (Şekil 6b). Toplam 12 aile ve 20 cins tanımlanmıştır. Topluluklarda polenler sporlara oranla daha fazladır. Polenler genellikle, konifer ormanı, her dem yeşil ve yaprak döken karışık orman topluluğu ve ırmak kenarı bitki örtüsünün elemanları bakımından zengindir (Şekil 6b). Bataklık orman bitkileri ve otsullar daha düşük miktarlardadır. Sporlar, Polypodiaceae/Thelipteridaceae (ortalama %1.5) ve Pteridaceae (%1'den az) formlarının düşük miktarları ile karakterize edilmektedir. Topluluklarda, conifer ormanı bitkilerinden ayrılmamış Pinaceae (ortalama %15), her dem yeşil ve yaprak döken karışık orman topluluğu bitkileri, her dem yeşil *Quercus* (ortalama %5), *Quercus* spp., (ortalama (%6.8) ve *Carpinus* (ortalama %2), ırmak kenarı bitki örtüsü ise *Alnus* (ortalama %16.4) formları yüksek oranlarda bulunmaktadır. Polen yüzde değişimlerine göre 2 farklı polen zonu ayırtlanabilir. Tanımlanan bu zonlar Ünsa topluluklarında belirtilen Ü-2 zonuna

karşılık gelmektedir. Bu yüzden tanımlananlar alt zon olarak belirtilmektedir.

M-1 yersel polen alt zonu (örnek numaraları 09/100,102,103)

Bu zon, her dem yeşil *Quercus* (09/102 numaralı örnekte %20.8'e ulaşan bolluk), *Quercus* spp., (09/102 numaralı örnekte %18'e ulaşan bolluk) ve *Alnus* (09/103 numaralı örnekte %31.2'e ulaşan bolluk) formlarının yüksek miktarları ile ayrılır. Ayrıca burada, *Castanea-Castanopsis* 09/100 numaralı örnekte %14.8 bolluk oranına ulaşmaktadır (Şekil 6b). *Engelhardia*, Cupressaceae ve *Carpinus* formları hemen hemen her örnekte düşük miktarlarda kaydedilmiştir. Tanımlanan M-1 zonu, Ünsa sporomorf topluluklarında ayırt edilen Ü-2 zonu ile korele edilebilir. Her iki zonda da Cupressaceae miktarları düşüktür. *Castanea-Castanopsis* Ü-2 zonundaki 09/157-161 numaralı örneklerde yüksek oranlardadır. Formun 09/100 numaralı örnekteki artışı, Ü-2 zonundaki örneklerden bir tanesine karşılık geldiği söylenebilir (olasılıkla 09/158 numaralı örnek). Benzer şekilde her dem yeşil *Quercus* ve *Quercus* spp., nin 09/102 numaralı örnekteki artışları, Ü-2 zonundaki 09/157 numaralı örnekteki artışları ile benzerlik sunmaktadır (Şekil 6b).

M-2 yersel polen alt zonu (örnek numaraları 09/104, 105,87,79)

Bu zon, ayrılmamış Pinaceae (09/87 numaralı örnekte % 31.2 ye ulaşan bolluk), *Quercus* spp., (09/105 numaralı örnekte % 19.8'e ulaşan bolluk) formlarının yüksek miktarları ile ayırt edilir (Şekil 6b). Ayrıca bu zonda düşük miktarlarda Polypodiaceae/Thelipteridaceae, Cupressaceae, *Engelhardia*, *Castanea-Castanopsis* ve *Carpinus* bitkilerini de içermektedir. M-1 zonunda bol miktarda gözlenen *Alnus* formu bu zonda düşük

yüzdelerde (ortalama %8) kaydedilmiştir. Tanımlanan bu zon olasılıkla Ü-2 zonunun daha üst bölümlerine karşılık gelebilir. Ünsa topluluklarının Ü-2 zonu boyunca ve Metehan topluluklarında Cupressaceae formlarının az oranda bulunması bu sonucu doğrulamaktadır. Ü-1 ve Ü-3 zonlarında Cupressaceae yüzdesi çok fazladır. Ayrıca *Quercus* spp., formunun Ü-2 zonundaki 09/147 numaralı örnekte göreceli olarak yüksek (%8'e ulaşan bolluk) değerlerde kaydedilmiştir.

PALEOVEJETASYON

Ünsa sondajı

Sporomof bulguları çökelim süresince çevre yükseltilerde bitki örtüsü hakkında bilgi sağlamaktadır. Her üç zonda (Ü-1,2,3) yüksek yüzdeli, ayrılmamış Pinaceae (çam), Cupressaceae (servigiller), *Quercus* spp., (meşe) ve *Alnus* (kızılağaç) bitkileri gözlenmektedir. Bu bitkiler çevredeki yükseltilerde yoğun bir orman örtüsünü belirtmektedir. Bu orman koniferler ve ırmak kenarında yaşayan bitkilerce zengindir. Konifer ormanı bitkileri içinde *Cedrus* (sedir) ve *Picea* (ladin) bitkilerinin çok düşük miktarda (%1'den az) bulunması dağların çok yüksek olmadığı anlamına gelmektedir. Özellikle Ü-1 zonunda bu formlar kaydedilmemiştir (Şekil 6a). Her dem yeşil ve yaprak döken karışık orman topluluğu bitkileri ise bu konifer ormanı içerisinde daha düşük miktarlarda bulunmaktadır. Bataklık orman bitkileri, sucul bitkiler ve otsullar ise çok düşük miktarlardadır. Sporlar ise bu orman içindeki daha alttaki gölgelik alanlardaki bitki örtüsünü oluşturmaktadır. Karışık orman topluluğu genellikle *Quercus* spp. her dem yeşil *Quercus*, *Castanea-Castanopsis* (kestane) ve *Engelhardia* (ceviz) gibi düşük orandaki bitkilerden oluşmaktadır. Irmak kenarı bitki örtüsü egemen

olarak *Alnus* bitkisinin baskınlığı ile karakterize edilir. Bu ortamda daha düşük miktarlarda, *Ulmus*, *Zelkova* (karaağaç), *Pterocarya*, *Carya* (cevizgiller) ve *Liquidambar* (sığla) bitkileri bulunmaktadır. Bataklıkta çok düşük oranlarda, *Nyssa* (sakız ağacı), *Myrica* (mersin), *Magnolia* (manolya) ve *Taxodiaceae* (selvigiller) bitkilerini içermektedir.

Metehan kesiti

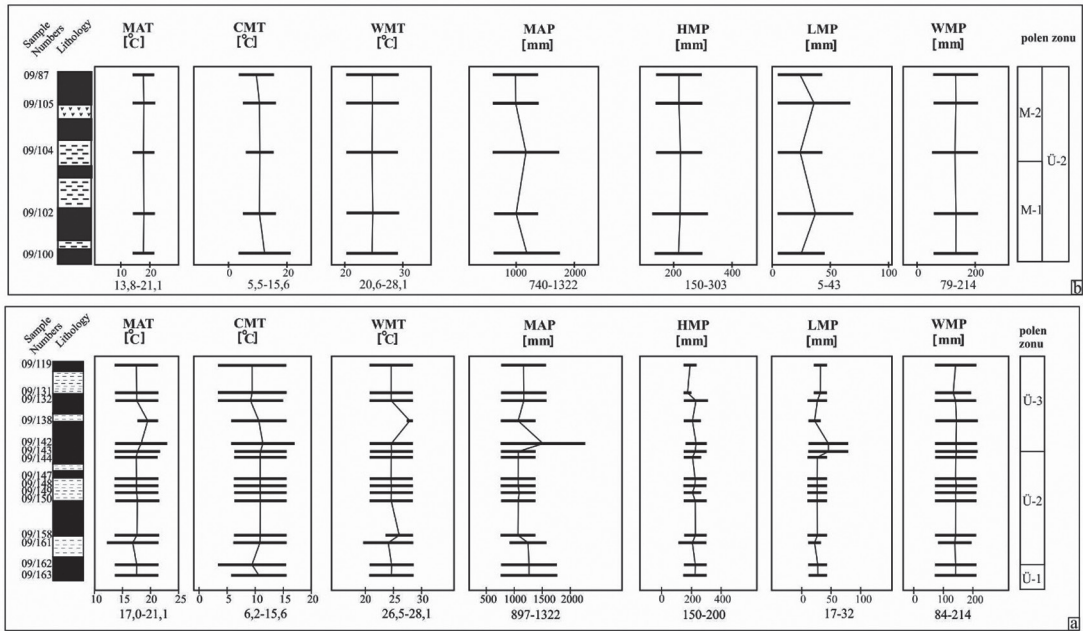
Ünsa sondajındaki tanımlanan baskın formlar burada tanımlanmaktadır (Şekil 6b). Topluluklar, konifer, ırmak kenarı ve her dem yeşil ve yaprak dökken karışık orman toplulukları bakımından zengindir. Ünsa'dan farklı olarak, karışık orman topluluğunu oluşturan bitkilerin miktarları biraz daha fazladır. Bataklık ortam bitkileri ve otsullar çok düşük yüzdelerdir. Sporların çeşitliliği ve yüzdeleri düşüktür. Konifer ormanı baskın olarak ayrılmamış *Pinaceae*'den oluşmaktadır ve M-1 alt zonunda yüzdeleri az M-2 alt zonunda ise artmaktadır. Karışık orman topluluğu bitkileri egemen olarak her dem yeşil *Quercus* ve *Quercus* spp., bitkilerinden oluşmaktadır. *Alnus* baskın ırmak kenarı bitki örtüsü söz konusudur. M-1 alt zonundaki miktarı, M-2 alt zonuna göre daha fazladır. Topluluklarda ayırt edilen M-1 ve M-2 yersel polen alt zonları, Ünsa'da tanımlanan Ü-2 zonuna karşılık gelmektedir (Şekil 6b). Bunun sebebi, Ü-2 zonu ve M-1 ve M-2 alt zonlarında *Cupressaceae* bitkisinin çok düşük yüzdeli oluşuyla açıklanabilir.

PALEOİKLİM

Ünsa Sondajı

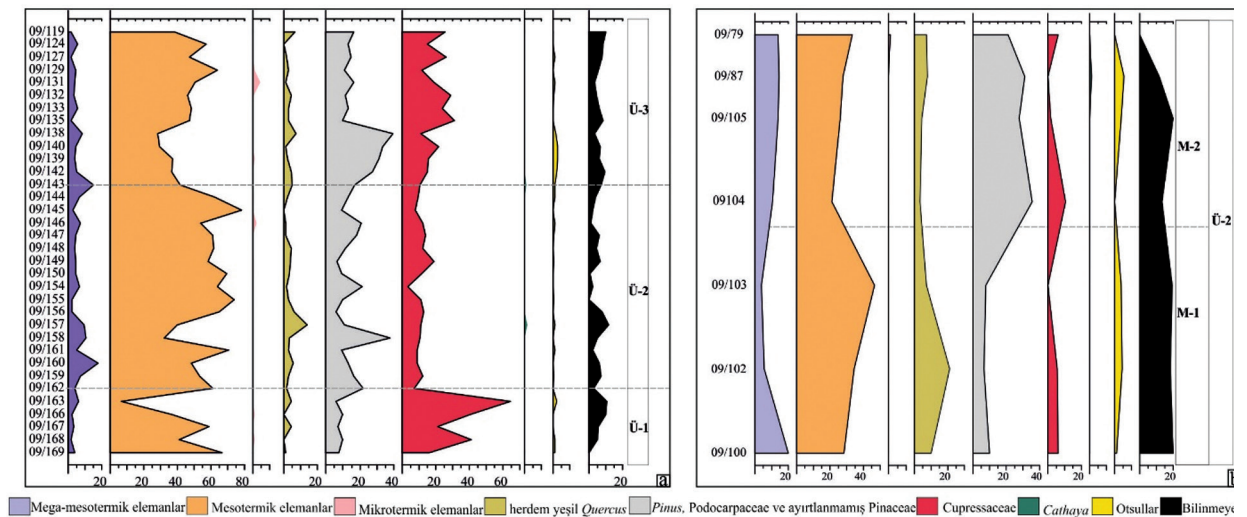
Toplanan örneklerin 15 tanesi sayısal iklim sonuçlarına uygun bulunmuştur (Şekil 7a). Çökelim süresince, yıllık ortalama sıcaklık değerleri (MAT) 17-21.1 °C, kış sıcaklığı (CMT) 6.2-15.6°C, yaz

sıcaklığı (WMT) 26.5-28.1 °C, yıllık yağış miktarı (MAP) 897-1322 mm, en nemli ayın yağış miktarı (HMP) 150-200 mm, en kurak ayın yağış miktarı (LMP) 17-32 mm ve sıcak ayın yağış miktarı (WMP) 84-213 mm arasında değişmektedir (Şekil 7a). Ancak istif boyunca ortalama iklim değerleri alttan üste doğru salınım göstermektedir. Ayrıca her üç zon boyunca sıcaklık belirten mezotermik bitkilerin baskınlığı ve düşük orandaki mega-mezotermik ve her dem yeşil *Quercus* bitkilerinin varlığı iklimin sıcak olduğunu göstermektedir (Şekil 8a). İstif boyunca soğuk iklim koşullarını yansıtan *Cedrus* gibi mikrotermik ve *Poaceae*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae* ve *Ephedra* gibi otsul bitkilerin düşük oranda olması bu sonucu desteklemektedir. Ayrıca tüm örneklerde *Alnus* ırmak kenarı bitkisinin yüksek yüzdeli olması çökelim süresince ılıman iklim ve yağışın fazla olduğunu belirtmektedir (Şekil 6a). Sayısal iklim sonuçları da bunu desteklemektedir. *Alnus* Ü-1 zonu boyunca yüksek yüzdelerdir. Ancak zonun üst bölümlerindeki 09/162 numaralı örneğe doğru aniden % 6 oranına düşmektedir (Şekil 6a). Bu düşüş, ortalama iklim eğrilerinde sola sapmayla belirmektedir. MAT, CMT, WMT'nin ortalama sıcaklık değerleri 09/162 numaralı örneğe doğru azalmaktadır. Ayrıca HMP ve WMP'nin ortalama yağış değerleri de benzer şekilde düşüş göstermektedir. Ü-2 zonu boyunca *Alnus* çok yüksek yüzdelere ulaşmaktadır. İklim değerleri de Ü-1 zonunun alt bölümlerindeki değerlere ulaşmaktadır. Ü-3 zonunda göreceli olarak yüksek yüzdeli mikrotermik elementler ve otsulların düşük orandaki varlıkları yüksek topoğrafyadaki daha serin iklim koşullarını belirtmektedir (Şekil 8a). Ancak havza kenarındaki turba bataklıklarında, *Alnus*, *Cupressaceae*, *Taxodiaceae*, *Nyssa* ve *Myrica* gibi mega-mezotermik ve mezotermik bitkilerin varlığı sıcak koşulların hüküm sürdüğünü göstermektedir.



Şekil 7. (a) Ünsa karotundan elde edilen sayısal iklim sonuçları; (b) Metehan kesitinden elde edilen sayısal iklim sonuçları.

Figure 7. (a) Quantitative palaeoclimate data from the Ünsa well; (b) Quantitative palaeoclimate data from the Metehan section (b).



Şekil 8. Ünsa (a) ve Metehan (b) alanlarındaki polenlerden elde edilen paleoekolojik diyagramları. Polen taksaları Suc, 1984, Jiménez-Moreno vd. 2005 'nin ekolojik kriterlerine göre gruplandırılmıştır.

- Mega-mesotermik elemanlar (subtropik): Taxodiaceae, *Engelhardia*, *Myrica*, Sapotaceae, *Castanea-Castanopsis*, Cyrillaceae-Clethraceae
- *Cathaya*
- Mesotermik elemanlar (ılık sıcak): yaprak dökün *Quercus*, *Carya*, *Pterocarya*, Oleaceae, *Carpinus*, *Ostrya*, *Zelkova*, *Ulmus*, *Acer*, *Liquidambar*, *Alnus*, *Palatanu/Salix*, *Nyssa*, *Ilex*, *Betula* ve *Sequoia*

- *Pinus* ve ayrılmamış Pinaceae
- Mezo-mikrotermik elemanlar (serin sıcak): *Cedrus*
- Mikrotermik element (serin): *Picea*
- Akdeniz kurakçılıları: *Rhus*
- Her dem yeşil *Quercus*
- Cupressaceae
- Otsullar: Poaceae, Chenopodiaceae, Asteraceae, *Ephedra* ve Brassicaceae.

Figure 8. Synthetic pollen diagrams of Ünsa (a) and Metehan (b) areas. Pollen taxa have been grouped on the basis of ecological criteria (acc. Suc, 1984, Jiménez-Moreno et al. 2005).

- Mega-mesothermic elements (subtropical): Taxodiaceae, *Engelhardia*, *Myrica*, Sapotaceae, *Castanea-Castanopsis*, Cyrillaceae-Clethraceae
- *Cathaya*
- Mesothermic elements (warm temperate): deciduous *Quercus*, *Carya*, *Pterocarya*, Oleaceae, *Carpinus*, *Ostrya*, *Zelkova*, *Ulmus*, *Acer*, *Liquidambar*, *Alnus*, *Palatanu/Salix*, *Nyssa*, *Ilex*, *Betula* and *Sequoia*
- *Pinus* and indetermined Pinaceae;
- Meso-microthermic element (cool temperate): *Cedrus*
- Microthermic element (cool): *Picea*
- Mediterranean xerophytes: *Rhus*
- Evergreen *Quercus*
- Cupressaceae
- Herbs and shrubs: Poaceae, Chenopodiaceae, Asteraceae, *Ephedra* and Brassicaceae.

SONUÇLAR

Bu çalışma ile aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

1) Kalkım-Gönen Havzasında palinolojik verileri yeni örneklerle artırmak amacıyla, Ünsa ve Metehan istifleri incelenmiştir. Her iki kesitin litolojileri benzer özelliklere sahip olup, volkanik katkılı ince kırıntılı tortullar ve linyitli çökellerden oluşmaktadır.

2) Ünsa sondaj örneklerinin sporomorf içerikleri zengin olup, genellikle ayrılmamış Pinaceae, Cupressaceae gibi konifer ormanı bitkileri ile *Alnus* gibi ırmak kenarı bitkilerinin çok yoğun olduğu gözlenmektedir. Karışık orman topluluğunun temel bitkileri *Engelhardia*, her dem yeşil *Quercus* ve *Quercus* spp., dir. Ancak daha düşük oranda bulunmaktadır. Polen yüzdelerindeki değişim üç farklı yersel polen zonunu göstermektedir (Ü-1/3).

3) Metehan sporomorf toplulukları da tıpkı Ünsa sporomorf topluluklarında olduğu

gibi konifer ormanı, karışık orman topluluğu bitkileri ve ırmak kenarı bitkilerince zengindir. Topluluklarda bol miktarda ayrılmamış Pinaceae, *Quercus* spp. ve *Alnus* bitkileri bulunmaktadır. Polen yüzdeleri iki farklı yersel alt zonun varlığını belirtir. Bu alt zonlar, Ünsa topluluklarında ayırt edilen Ü-2 zonuna karşılık gelmektedir. Bu sonuç, Ü-2 zonunda, M-1 ve M-2 alt zonlarında Cupressaceae bitkisinin düşük yüzdeli oluşu ile açıklanabilir. Ayrıca Metehan sporomorf topluluklarında tanımlanan her dem yeşil *Quercus* ve *Quercus* spp bitkilerinin bazı örneklerde yüksek yüzdeli oluşu ve aynı formların Ü-2 zonundaki bazı örneklerde benzer şekilde bol miktarda bulunmasıyla paralellik göstermektedir.

4) Sayısal paleoiklim sonuçları ve bitki toplulukları, linyit içerikli tortulların çökelişi süresince nemli, yağışlı ve sıcak bir iklimin varlığını göstermektedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi BAP - 2009.KB. FEN.021 numaralı bilimsel araştırma projesi tarafından desteklenmiştir. Yazarlar, arazi çalışmalarında yardımcı olan Erhan Akman'a ve sporomorfların tanımlanmasında yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Funda Akgün'e teşekkürü borç bilirlenir. Araştırmacılar, yapıcı eleştirileriyle katkı sağlayan hakem Doç Dr. Nazan Yalçın Erik'e teşekkür eder.

EXTENDED ABSTRACT

There are many Cenozoic coal basins in western Anatolia (e.g., Soma, Çan, Şahinalı basins). The vast majority of these basins formed during the Miocene in the lacustrine environments. Oligocene lignites are also available in the northwest Anatolia (Thrace Basin). Recent studies indicate that these lignite-bearing sediments in paralic and limnic characters were accumulated during the late Rupelian-Chattian ("middle"-Late Oligocene) (İslamoğlu et al., 2010; Akgün et al., 2013). In addition, these coaly deposits were thought to be only in the region of Thrace. However the situation is the case and it has been stated that these Oligocene lignites reached to the Biga Peninsula, south of Thrace Basin (Akgün et al., 2013). Economic coal formations in the Biga Peninsula are located in the Çan Basin dated as 15-20 ma (Early-Middle Miocene) by Ediger (1990) who correlated the palynological assemblage defined in the Çan Basin with the "Eskihisar sporomorph association" of Benda (1971). The Kalkım-Gönen Basin is located about 50 km southeast of the Çan Basin. In the area there are private coal companies producing the lignites. The name of the Soma Formation was suggested by Nebert (1968) who described the lignite-bearing fine grained clastics with volcanics in the Soma Basin around 130 km southeast of the Kalkım-Gönen

Basin. This name was also used for the present study. In the area, lignite-bearing deposits expose well in the open pit mines. The sediments mainly consist of fine grained deposits with volcanic intercalations. The Late Oligocene-Early Miocene has been suggested by Üçbaş Durak and Akkiraz (in press) for these coaly sequences according to $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ analysis proofed from the Danişment, Linfa and Bengiler localities of the basin. This study explains the palaeoecological aspects of the other localities, Ünsa and Metehan. Ünsa open pit mine is located at the mid-point between Kalkım and Gönen. The sequence is made up of coaly fine-grained deposits with volcanics. Sediments expose as a vertical position in some places. Private company, Ünsa mining, drilled a borehole to discover economical lignite formations about 187 m total thickness. The sediments in the core consist of lignites with various thickness, sandstones and volcano-clastic deposits. Metehan open pit mine is located about 12 km northeast of the Ünsa area. The sequence is made up of mudstone, claystone, thin to thick bedded lignite levels, volcano-clastic intercalations. The sediments undertook a dense deformation leading to folds and fractures. Orientation of the fold axis is northeast-southwest direction. In this study, a partial section about 30 m total thickness was measured and palynologically sampled.

Ünsa palynological assemblages are characterized by high quantities of conifers such as undifferentiated Pinaceae and Cupressaceae, mixed mesophytic forest such as Quercus spp., and riparian plants such as Alnus. Spores, herbaceous and swamp plants are in negligible quantities. According to changes in pollen concentrations three local pollen zone may be distinguished along the sequence. Ü-1 zone is represented by high amounts of Alnus, Cupressaceae and undifferentiated Pinaceae. The percentages of the Castanea-Castanopsis, Engelhardia and Quercus spp., are lesser. Ü-2 zone is characterized by

common occurrence of *Alnus* and undifferentiated *Pinaceae*. In this zone, the pollen *Cathaya*, *Cedrus*, *Picea*, *Pinus haploxylon* tip, *Pinus diploxylon*, *Cyillaceae-Clethraceae*, deciduous *Quercus*, *Fagus*, *Carpinus*, *Oleaceae*, *Betula*, *Acer*, *Pterocarya*, *Myrica* and *Ephedra* appear. The percentages of the *Cupressaceae* decrease here. Ü-3 zone is distinguished by high quantities of *Pinaceae*, *Cupressaceae* and *Alnus*.

Metehansporomorphassemblages include low diversification compared to Ünsa associations and are mainly represented by the elements of coniferous forest, mixed mesophytic forest and riparian forest. Pollen counts indicate two different sub zones (M-1 and M-2) corresponding to Ü-2 zone of the Ünsa assemblages. Sub zone M-1 is distinguished by high quantities of evergreen *Quercus*, *Quercus* spp., and *Alnus*. Pollen of *Engelhardia*, *Cupressaceae* and *Carpinus* occur constantly, but in minor amounts. The samples of this sub zone may be correlated with samples located lower side of the Ü-2 zone. M-2 sub zone corresponds to the upper part of the Ü-2 zone, and includes high quantities of undifferentiated *Pinaceae* and *Quercus*. Palynological data from the Ünsa and Linfa areas indicate a dense forest cover including conifers, mixed mesophytic forest and riparian forest. Mixed mesophytic forest consists mainly of *Quercus*, *Castanea-Castanopsis* and *Engelhardia*. *Alnus* is the main component of the riparian vegetation together with *Ulmus*, *Zelkova*, *Pterocarya*, *Carya* and *Liquidambar*. Herbaceous and swamp plants and spores are in low quantities. Quantitative palaeoclimate data and palaeoecological groups of palynomorphs indicate that warm and humid conditions existed during the deposition of Kalkım-Gönen Basin. The presence of mega-mesothermic plants such as *Engelhardia*, *Castanea-Castanopsis*, *Cyrillaceae-Clethraceae* and *Myrica* confirms this result.

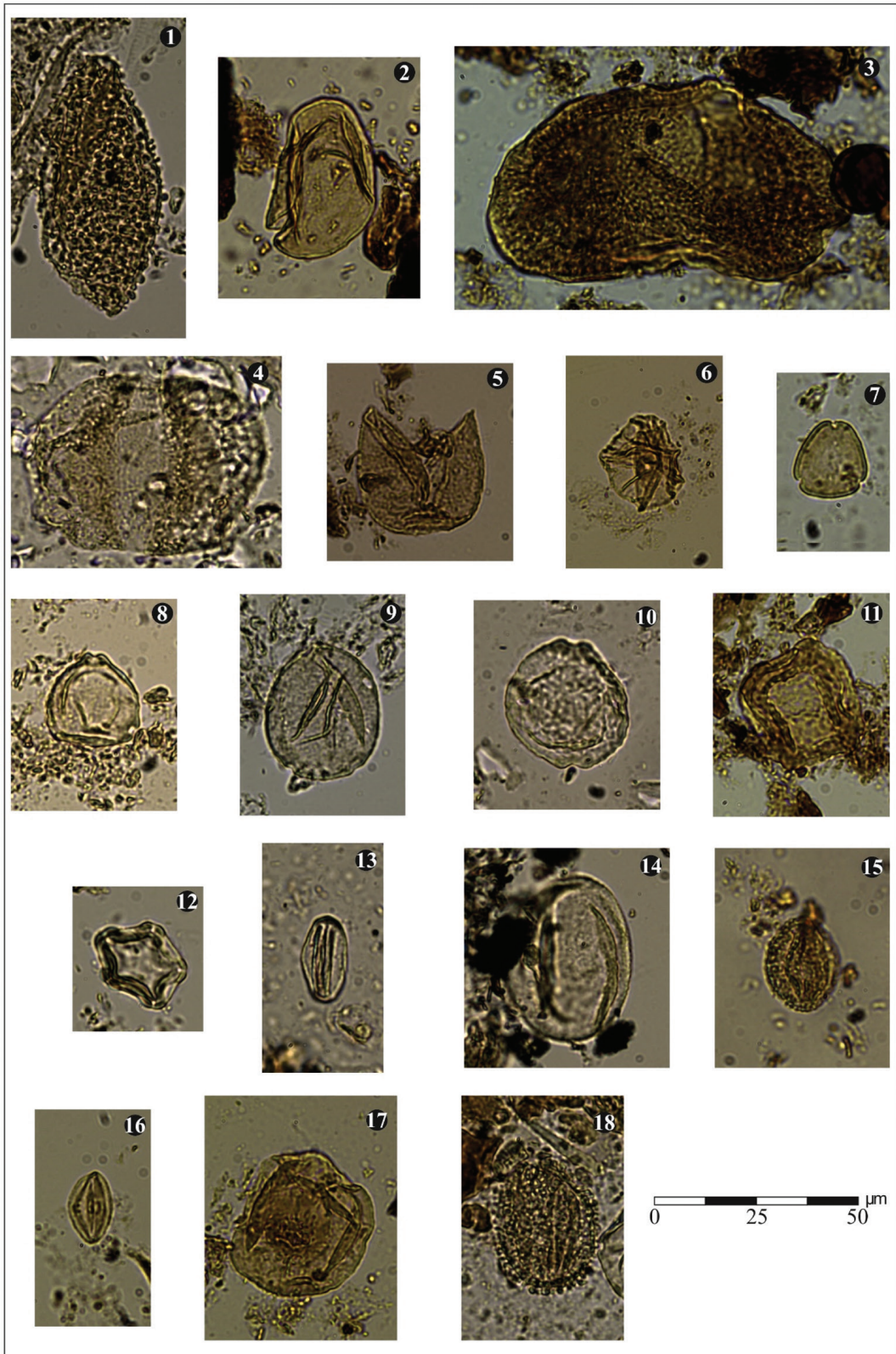
DEĞİNİLEN BELGELER

- Akçay, E., Dönmez, M., Ilgar, A., Duru, M. ve Pehlivan, Ş., 2008. 1:100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları-Bandırma-H19 paftası, MTA yayın no: 103, 26.
- Akgün, F., Alişan, C. ve Akyol, E., 1986. Soma Neojen stratigrafisine palinolojik bir yaklaşım, Bulletin of the Geological Society of Turkey, V. 29, 13-25.
- Akgün, F., Kayseri, M.S. and Akkiraz, M.S., 2007. Paleoclimatic evolution and vegetational changes from the Oligocene to Miocene in Turkey, NECLIME Annual Meeting, Palaeogeography, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 253, 56-90.
- Akgün, F., Akkiraz, M. S., Üçbaş., S. D., Bozcu, M., Kapan-Yeşilyurt, S. and Bozcu, A., 2013. Oligocene Vegetation and Climate Characteristics in North-west Turkey: data from the South-western part of the Thrace basin, Turkish Journal of Earth Sciences, 22, 277-303.
- Batı, Z., 1996. Palynostratigraphy and coal petrography of the Upper Oligocene lignites of the Northern Thrace Basin, NW Turkey. PhD Thesis, Middle East Technical University, Ankara, Turkey [unpublished].
- Benda, L., 1971. Grundzuge einer pollenanalytischen Gliederung des Türkischen Jungtertiars (Kanozoikum und Braunkohle der Türkei) 4. Beihefte zum Geologischen Jahrbuch 113, 1-46.
- Bozcu, M., Akgün, F., Gürdal, G., Bozcu, A., Kapan Yeşilyurt, S., Karaca, Ö. and Akkiraz, M.S., 2015. Evolution of Çan-Etili (Çanakkale-NW Turkey) Lignite Basin: Sedimentology, Petrology, Palynology and Lignite Characterization. International Journal of Sediment Research, 30, 3, 197-203.
- Demirtaş, F., Bozcu, M., Koşun, E. and Akkiraz, M. S., 2015. Petrography and palynology of Late Oligocene and Middle Miocene coals in the Gelibolu peninsula, NW Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 24, 383-397.
- Duru, M., Pehlivan, Ş., Ilgar, A., Dönmez, M. ve Akçay, A. E., 2007. 1:100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları-Ayvalık-İ17 paftası. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi, 98, 1-36.
- Ediger, V. S., 1990. Paleopalynology of coal bearing Miocene sedimentary rocks associate with volcanics

- of the Biga Peninsula (NW Turkey) and the effect of volcanism on vegetation. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhand*, 180, 259-277.
- Ercan, T., Ergül, E., Akçören, F., Çetin, A., Granit, S. ve Asutay, J., 1990. Balıkesir-Bandırma jeolojisi, Tersiyer volkanizmasının petrolojisi ve bölgesel yayılımı. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, 110, 113-130.
- Ersoy, E.Y., Çemen, İ., Helvacı, C. and Billor, Z., 2014. Tectono-stratigraphy of the Neogene basins in Western Turkey: Implications for tectonic evolution of the Aegean Extended Region. *Tectonophysics*, 635, 33-58.
- Gemici, Y., Akyol, E., Akgün, F. ve Seçmen, Ö., 1991. Soma kömür havzası fosil makro ve mikroflorası. *Maden Tetkik Arama Dergisi*, 112, 161-178.
- Genç, Y., 1998. Başçatak-Akdağmadeni (Yozgat) Zn-Pb-Cu sulfide deposit: an example of metamorphosed sulfide deposit in the Akdağmadeni massif. *Third International Turkish Geology Symposium Abstracts book*, 69, Ankara.
- Grimm, E., 1994. Tilia and Tiliagraph Pollen Diagramming Program. Illinois State Museum, Springfield, IL.
- İnci, U., 1984. Demirci ve Burhaniye bitümlü şeyllerinin stratigrafisi ve organik özellikleri: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 5, 27-40.
- İnci, U., 1998. Miocene synvolcanic alluvial sedimentation in lignite-bearing Soma Basin, Western Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 7(2), 63-78.
- İnci, U., 2002. Depositional evolution of Miocene coal successions in the Soma coalfield, western Turkey *International Journal of Coal Geology* 51, 1-29.
- İslamoğlu, Y., Harzhauser, M., Gross, M., Jiménez-Moreno, G., Coric, S., Kroh, A., Rögl, F. and Made, J.V.D., 2010. From Tethys to Eastern Paratethys: Oligocene depositional environments, paleoecology and paleobiogeography of the Thrace Basin (NW Turkey). *International Journal of Earth Sciences (IJES)*, 99(1), 183-200.
- Jiménez-Moreno, G., Rodriguez-Tovar, F.J., Pardo-Iguzquiza, E., Fauquette, S., Suc, J.-P. & Müller, P. (2005). High-resolution palynological analysis in late early-middle Miocene core from the Pannonian Basin, Hungary: climatic changes, astronomical forcing and eustatic fluctuations in the Central Paratethys. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 216(1), 73-97.
- Kaya, O., Ünay, E., Gökteş, F. and Saraç, G. 2007. Early Miocene stratigraphy of central west Anatolia, Turkey: implications for the tectonic evolution of the eastern Aegean area. *Geological Journal*, 42(1), 85-109.
- Mosbrugger, V. and Utescher, T., 1997. The Coexistence Approach-a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial paleoclimate data using the plant fossils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 134, 61-86.
- Nebert, K., 1978. Linyit içeren Soma Neojen Bölgesi, Batı Anadolu. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, 90, 20-69.
- Okay, A. I., Siyako, M., & Bürkan, K. A. (1990). Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 2(1), 83-121.
- Pehlivan, Ş., Duru, M., Dönmez, M., Ilgar, A., Akçay, E., Erdoğan, K. ve Özer, D., 2007. 1:100.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları-Bandırma-H19 paftası. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi*, 96,1-40.
- Selim, H. H., Tüysüz, O. ve Barka A. A., 2006. Güney Marmara Bölümünün Neotektoniği. *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi*, 5, (1) 151-160.
- Siyako, M., Bürkan, K. A. ve Okay, A., 1989. Biga ve Gelibolu Yarımadaı'nın Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 1/3, 183-200.
- Suc, J.P. (1984). Origin and Evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature*, 307, 429-432.
- Üçbaş Durak, S. D. ve Akkiraz, M. S., (2016). Late Oligocene- Early Miocene palaeoecology based on pollen data from the Kalkım-Gönen Basin (Northwest Turkey). *Geodinamica Acta*.

Makale Geliş Tarihi : 4 Nisan 2016
Kabul Tarihi : 31 Mayıs 2016

Received : 4 April 2016
Accepted : 31 May 2016



LEVHA I

Kesitlerden seçilen sporomorf fotoğrafları. Her bir formun örnek numaraları ve bulunduğu zonlar belirtilmiştir. Şekiller için ölçek 25µm.

- 1 *Osmunda*, örnek 09/135; Ünsa toplulukları; Ü-3 zonu
- 2 Polypodiaceae/Thelypteridaceae, örnek 09/79; Metehan toplulukları; M-2 alt zonu
- 3 *Cedrus*, örnek 09/132; Ünsa toplulukları; Ü-3 zonu
- 4 *Pinus haploxyton* tip, örnek 09/146; Ünsa toplulukları; Ü-2 zonu
- 5 Cupressaceae, örnek 09/163; Ünsa toplulukları; Ü-1 zonu
- 6 Poaceae, örnek 09/103; Metehan toplulukları; M-1 alt zonu
- 7 *Engelhardia*, örnek 09/87; Metehan toplulukları; M-2 alt zonu
- 8 *Betula*, örnek 09/87; Metehan toplulukları; M-2 alt zonu
- 9 *Celtis*, örnek 09/155; Ünsa toplulukları; Ü-2 zonu
- 10 *Ulmus*, örnek 09/140; Ünsa toplulukları; Ü-3 zonu
- 11 *Zelkova*, örnek 09/143; Ünsa toplulukları; Ü-3 zonu
- 12 *Alnus*, örnek 09/145; Ünsa toplulukları; Ü-2 zonu
- 13 Fagaceae, örnek 09/100; Metehan toplulukları; M-1 alt zonu
- 14 yaprak dökken *Quercus*, örnek 09/100; Metehan toplulukları; M-1 alt zonu
- 15 *Platanus/Salix*, örnek 09/87; Metehan toplulukları; M-2 alt zonu
- 16 *Castanea-Castanopsis* örnek 09/158; Ünsa toplulukları; Ü-2 zonu
- 17 *Fagus*, örnek 09/162; Ünsa toplulukları; Ü-2 zonu
- 18 *Ilex*, örnek 09/133; Ünsa toplulukları; Ü-3 zonu

PLATE I

Sporomorph photos from all sections indicating sample numbers and local pollen zones. Scale is 25µm for the figures.

- 1 *Osmunda*, sample 09/135; Ünsa assemblages; Ü-3 zone
- 2 Polypodiaceae/Thelypteridaceae, sample 09/79; Metehan assemblages; M-2 sub zone
- 3 *Cedrus*, sample 09/132; Ünsa assemblages; Ü-3 zone
- 4 *Pinus haploxyton* tip, sample 09/146; Ünsa assemblages; Ü-2 zone
- 5 Cupressaceae, sample 09/163; Ünsa assemblages; Ü-1 zone
- 6 Poaceae, sample 09/103; Metehan assemblages; M-1 sub zone
- 7 *Engelhardia*, sample 09/87; Metehan assemblages; M-2 sub zone
- 8 *Betula*, sample 09/87; Metehan assemblages; M-2 sub zone
- 9 *Celtis*, sample 09/155; Ünsa assemblages; Ü-2 zone
- 10 *Ulmus*, sample 09/140; Ünsa assemblages; Ü-3 zone
- 11 *Zelkova*, sample 09/143; Ünsa assemblages; Ü-3 zone
- 12 *Alnus*, sample 09/145; Ünsa assemblages; Ü-2 zone
- 13 Fagaceae, sample 09/100; Metehan assemblages; M-1 sub zone
- 14 yaprak dökken *Quercus*, sample 09/100; Metehan assemblages; M-1 sub zone
- 15 *Platanus/Salix*, sample 09/87; Metehan assemblages; M-2 sub zone
- 16 *Castanea-Castanopsis* sample 09/158; Ünsa assemblages; Ü-2 zone
- 17 *Fagus*, sample 09/162; Ünsa assemblages; Ü-2 zone
- 18 *Ilex*, sample 09/133; Ünsa assemblages; Ü-3 zone