



Erken-Orta Miyosen Yaşlı Kömürlü Tortulların Paleoeolojisi: Uşak-Güre ve Soma Havzalarından Örnekler

*Palaeoecology of the Early-Middle Miocene Coal-Bearing Sediments:
Examples From the Uşak-Güre and Soma Basins*

Mehmet Serkan AKKİRAZ^{1*}, Funda AKGÜN², Torsten UTESCHER³,
Volker WILDE⁴, Angela BRUCH⁵, Volker MOSBRUGGER⁶, Sariye Duygu ÜÇBAŞ-DURAK⁷

¹ Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43270, KÜTAHYA
(sakkiraz73@gmail.com; mserkan.akkiraz@dpu.edu.tr)

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160, Buca, İZMİR
(funda.akgun@deu.edu.tr)

³ Institute für Geologie, Nusalle 8, 53115 Bonn, FRG, Germany (utescher@geo.uni-bonn.de)

⁴ Senckenberg Research Institute and Natural Museum, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt am
Main, Germany, (volker.wilde@senckenberg.de)

⁵ Senckenberg Research Institute and Natural Museum, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt am
Main, Germany, (abruch@senckenberg.de)

⁶ Senckenberg Research Institute and Natural Museum, Senckenberganlage 25, D-60325 Frankfurt am
Main, Germany, (volker.mosbrugger@senckenberg.de)

⁷ Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43100, KÜTAHYA
(duygu.ucbas@dpu.edu.tr)

*Başvurulacak Yazar

*Corresponding Author

ÖZ

Bu çalışma, Soma ve Uşak-Güre havzalarındaki kömürlü Miyosen tortulların paleoekolojik özelliklerini ortaya koymaktadır. Soma Havzasındaki palinolojik örnekler Arabacıbozköy yakınındaki sondajdan elde edilmiştir. Sondaj karotunun kalınlığı 425 m olup, genellikle ince kırıntılı tortullar, linyit ve tüfitli seviyelerden oluşmaktadır. Kırıntılı ve linyitli seviyeler içeren bölüm Soma Formasyonuna, volkanik kırıntılı seviyeler içeren bölüm ise Deniz Formasyonuna karşılık gelmektedir. Soma Formasyonundan elde edilen palinolojik topluluk, ayırtlanmamış Pinaceae, Cupressaceae, herdem yeşil *Quercus*, *Quercus* spp. ve *Alnus* formlarını bol miktarda içermektedir. Toplulukta Poaceae ve *Ephedra* gibi otsul bitkiler düşük oranda gözlenmektedir.

Deniş Formasyonu da Soma Formasyonunda yüksek yüzdelerde kaydedilen sporomorfları içermektedir. Toplulukta, *Castanea* ve *Engelhardia* formları da bol miktardadır. Ancak Soma polen topluluğunda düşük yüzdelere kaydedilen otsul bitkiler burada hem çeşit olarak hem de yüzdece daha fazla miktarda temsil edilmektedir. Otsul bitkiler Poaceae, Asteraceae ve Amaranthaceae'den oluşmaktadır.

Uşak-Güre Havzasındaki Miyosen yaşlı tortullar Hacıbekir Grubu içerisinde bulunmaktadır. İlyaslı, Banaz ve Büyükturak lokasyonlarındaki linyitli istiflerden bölümsel kesitler alınmış ve palinolojik örnekler derlenmiştir. Herbir lokasyonun sporomorf toplulukları, Polypodiaceae/Telipteridaceae, ayrılmamış Pinaceae, herdem yeşil *Quercus*, *Quercus* spp. ve *Alnus* formlarının bol olduğunu göstermektedir. Ancak miktarlarda yersel farklılıklar bulunmaktadır. İlyaslı polen topluluğunda, spor çeşitliliği ve yüzdesi en yüksektir. Ayrıca diğer topluluklarda çok düşük oranlarda gözlenen Cupressaceae, burada çok yüksek miktarlardadır. Büyükturak polen topluluğunda, *Carya* ve Sparganiaceae formları baskındır. Poaceae, Asteraceae ve Amaranthaceae gibi otsul bitkiler Büyükturak ve Banaz polen topluluklarında yüksek miktarlarda gözlenmektedir. Polen konsantrasyonlarındaki bu değişimler yersel bitki örtüsündeki değişimle ilgili olmalıdır. Elde edilen paleoiklim verilerine göre Soma ve Uşak-Güre havzalarındaki kömürlü tortullarının çökelişi nemli ve sıcak koşullarda gerçekleşmiş olmalıdır.

Anahtar kelimeler: Arabacıbozköy, Miyosen, Palinoloji, Paleoiklim, Uşak-Güre Havzası

ABSTRACT

This study reveals paleoecological characteristics of the coal-bearing Miocene sediments in the Soma and Uşak-Güre basins. Palynological samples from the Soma Basin were obtained from a drilling near Arabacıbozköy. The thickness of drilling is around 425 m. The deposits are mainly made up of fine clastic sediments including lignite and tuffite levels. Levels with clastic and lignite correspond to the Soma Formation. The section containing the volcano-clastic levels corresponds to the Deniş Formation. Palynological assemblage from the Soma Formation includes abundant undifferentiated Pinaceae, Cupressaceae, evergreen Quercus, Quercus spp. and Alnus. In the assemblage herbaceous plants, such as Poaceae and Ephedra are observed in low quantities. The Deniş Formation also contains a high percentage of sporomorphs recorded in the Soma Formation. Castanea and Engelhardia are also abundant here. However, herbaceous plants recorded in the Soma pollen assemblage with low percentages are represented by both high percentages and varieties and consist of Poaceae, Asteraceae ve Amaranthaceae.

The Miocene sediments in the Uşak-Güre Basin occur in the Hacıbekir Group. Partial sections from the lignite-bearing sequences of İlyaslı, Banaz and Büyükturak locations were taken and palynological samples were collected. Sporomorph assemblages of the sediments on each locations indicate that Polypodiaceae/Telipteridaceae, undifferentiated Pinaceae, evergreen Quercus, Quercus spp. and Alnus were abundant. However, there are some local differences in quantities. Diversity and percentage of spore are the highest in the İlyaslı pollen assemblage. Also Cupressaceae encountered in other communities at low rates are in high quantities here. Carya and Sparganiaceae forms are predominant in the Büyükturak pollen assemblage. Herbaceous plants such as Poaceae, Asteraceae and Amaranthaceae in the Büyükturak and Banaz pollen communities are aboserved in high quantities. These changes in the pollen concentrations should be related with in local vegetational changes. According to palaeoclimate data obtained, deposition of coal-bearing deposits in the Soma and Uşak-Güre basins might have occurred in warm and humid conditions.

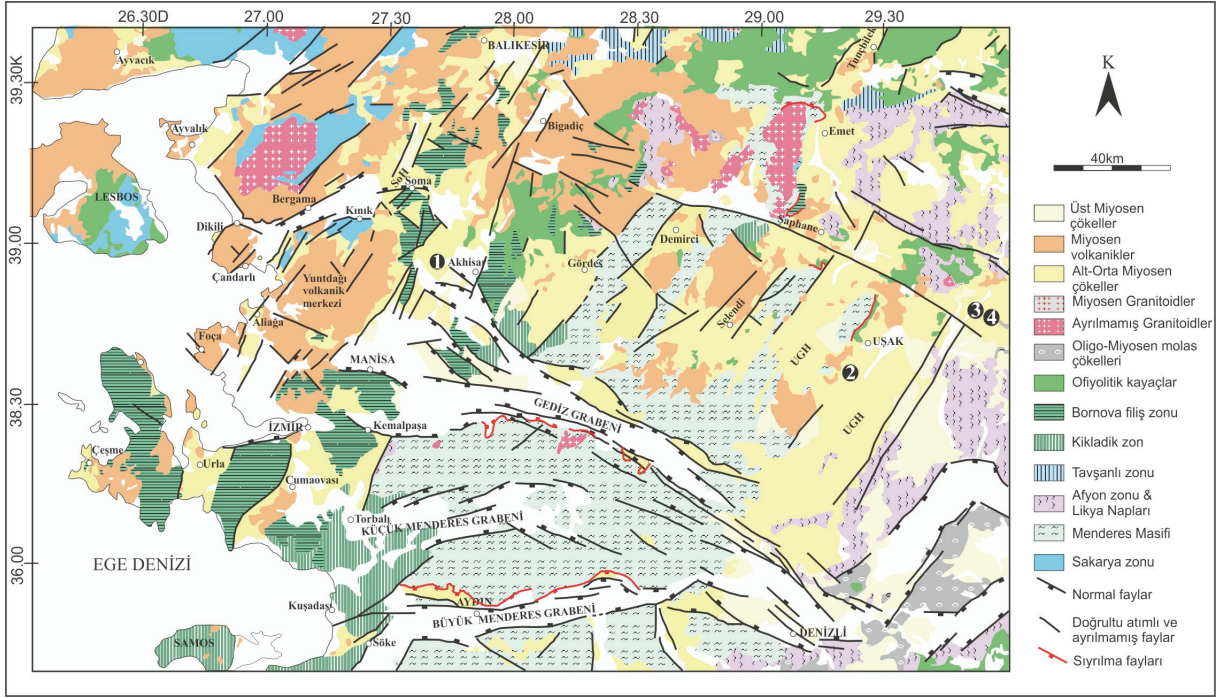
Key words: Arabacıbozköy, Miocene, Palaeoclimate, Palynology, Uşak-Güre Basin

GİRİŞ

Afrika ve Avrasya Levhaları arasındaki yakınlaşma sonucu, genleşme tektoniğine maruz kalan Batı Anadolu bölgesinde, çok sayıda graben havzaları gelişmiştir. Bu grabenler ~D-B ve ~K-G olup, ikinci kategori Çapraz Grabenler olarak adlandırılmıştır (Şengör 1987). Bu havzalar Miyosen'den günümüze kadar, gölSEL ve bataklık alanlarda kıvrıntılı oluşumuna sahne olmuş ve bunlarla ilişkili linyit-içeren tortullar biriktirmişlerdir. (örn. Soma, Seyitömer, Tunçbilek, Çan havzaları). Havzaların jeolojisi ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır (örn. Nebert 1978; Gemici vd. 1991; Akgün 1993; Akgün ve Akyol, 1999; Seyitoğlu ve Scott 1991, 1994; Takahashi ve Jux 1991; Karayiğit ve Whateley (1997); İnci 1998, 2002; Yavuz-Işık, 2007; Akgün vd. 2007; Akkiraz vd. 2011; Ersoy vd. 2012). Benda (1971) ilk kez güneybatı Anadolu'da yüzlek veren Neojen tortulların palinolojisini incelemiş ve 7 adet palinolojik topluluk tanımlamıştır. Bunlar, Tokça, Kurbalık, Kale, Eskihisar, Yeni-Eskihisar, Kızılhisar ve Akça'dır. Ayırtılan bu sporomof toplulukları birçok çalışmada biyostratigrafik veri olarak kullanılmıştır (Seyitoğlu vd. 1994; Seyitoğlu & Scott 1991, 1994, 1996; Seyitoğlu, 1997). Erken-Orta Miyosen polen topluluğu Eskihisar sporomorf topluluğu ile karakterize edilmektedir. Palinostratigrafik çalışmalar sonraki yıllarda da farklı araştırmacılar tarafından devam etmiştir (Akgün vd., 1986; Benda ve Meulenkamp, 1990; Takahashi

ve Jux 1991; Akgün ve Akyol, 1999). Son yıllarda yapılan çalışmalar genellikle Miyosen süresince değişim gösteren paleokolojik (paleoklim, paleoortam) sorunların çözümüne yöneliktir (Akgün vd. 2007, 2013; Akkiraz vd. 2011; Akkiraz 2011; Akkiraz vd. 2012; Kayseri, 2014). Ayrıca Miyosen devri Paleosen-Eosen'deki tropikal koşullarla, Kuvaterner'deki buzullaşma dönemleri arasında kaldığı için ayrı bir öneme sahiptir. Senozoyik sayısal iklimini ortaya çıkarabilmek için, sporomorf bu alanda kullanılan en yararlı fosillerdir. Özellikle Avrupalı araştırmacılar uzun yıllar süresince fosil spor ve polenlere dayalı sayısal paleoklim sonuçları elde etmeye çalışmışlardır (Mosbrugger ve Utescher, 1997; Bruch ve Zhilin, 2007; Utescher vd. 2000; 2007, Bruch vd. 2002). Türkiye'de ise Akgün vd. (2007), ilk kez Geç Oligosen-Miyosen zamanında nicel iklimsel değişimlerini ayrıntılı olarak ortaya çıkarmışlardır. Sonraki çalışmalarda da palinostratigrafiye ilaveten paleokolojik değişimlere yoğunlaşmıştır (Akgün vd., 2013; Kayseri ve Akgün 2008; Akkiraz vd., 2011; Akgün vd., 2013; Kayseri, 2014).

Bu çalışmada paleokolojik verilere katkı sağlamak amacıyla, Soma Havzasının güneyinde yeralan Arabacıbozkoy çevresindeki bir sondaj ile Uşak-Güre Havzasının kömür içerikli tortulları incelenmiştir (Şekil 1). Paleokolojik ve paleoklim özellikleri tanımlanmış ve Miyosen devri boyunca sayısal iklim değerleri ve paleoortam özellikleri ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 1. Neojen havzalarını içeren Batı Anadolu'nun jeoloji haritası (MTA'nın 1/500.000'lik jeolojik haritasından).
1) Arabacıbozköy 2) İlyaslı 3) Banaz d) Büyükoturak

Figure 1. Geological map of Western Anatolia indicating Neogene basins (from 1/500.000 scaled geological map of MTA). 1) Arabacıbozköy 2) İlyaslı 3) Banaz d) Büyükoturak

ÇALIŞMA ALANI

Soma Havzası

Soma Havzası, KD-GB uzanımlı olup, temelde Üst Kretase-Alt Paleosen'e ait türbiditler, olistostromlar ve ofiyolitik kayalar bulunmaktadır (İnci, 1998, 2002). Havza alttan üste kömürlü Soma ve Deniz formasyonlarından oluşmaktadır (Nebert, 1978) (Şekil 2). Soma Formasyonu, ince kırıntılı tortul kayalar, çamurtaşları, marn ve kireçtaşlarından oluşmaktadır. İçerisinde iki farklı düzeyde alt ve orta linyit damarları bulunmaktadır. Deniz Formasyonu ise volkano-kırıntılı ve kimyasal tortul kayalardan oluşmaktadır ve içerisinde ince seviyeler halinde üst linyit damarları bulunmaktadır (Nebert, 1978). Havzanın yaşlandırılmasına yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Nebert 1978; Gemici vd. 1991; Seyitoğlu ve Scott 1991; Takahashi ve Jux 1991; Akgün, 1993; Akgün vd. 2007; Kaya vd. 2007; Ersoy vd. 2014; Seghedi

vd. 2015). Şimdiye kadar yapılmış palinolojik çalışmalar Soma Formasyonunun çökelinin Erken-Orta Miyosen'de gerçekleştiğini göstermektedir (Gemici vd. 1991; Akgün, 1993; Seghedi vd. 2015). Diğer yandan Kaya vd. (2007) *Cricetodon* sp., *Eumyarion* sp., *Galerix* sp., *Glirulus* sp., *Glirudinus* sp., *Megacricetodon* sp., *Tamias* sp., *Lagomorpha*, *Democricetodon* sp. ve *Castoridae* formlarını tanımlamışlar ve Soma Formasyonunun yaşını geç Erken Miyosen (MN3 ve MN4 zonları) olarak belirtmişlerdir (Şekil 2). Deniz Formasyonunun yaşı ilk kez Pliyosen olarak belirtilmiştir (Nebert, 1978). Son zamanlarda yapılan çalışmalarda ise formasyon için farklı yaşlar önerilmektedir. Sporomorflar ve mollusk faunasına göre Orta Miyosen (Akgün 1993; Karayığit ve Whateley 1997; Kaya vd. 2007), radyometrik verilere göre ise Erken Miyosen'dir (Ersoy vd. 2014) (Şekil 2). Sonuç olarak Soma Formasyonundan farklı yaşlar elde edilmesine

karşılık genel anlamda çökelişin Erken-?Orta Miyosen süresince gerçekleştiğini göstermektedir. Benzer şekilde Deniz Formasyonu'nun yaşı için de farklı öneriler bulunmasına karşın bu çalışmada ?Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir. Palinolojik sonuçlar da bunu desteklemektedir (Gemici vd. 1992; Akgün vd. 2007). Sonuç olarak bu çalışmada Arabacıbozkoy sondajından elde edilen tortullarının yaşı Erken-Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir.

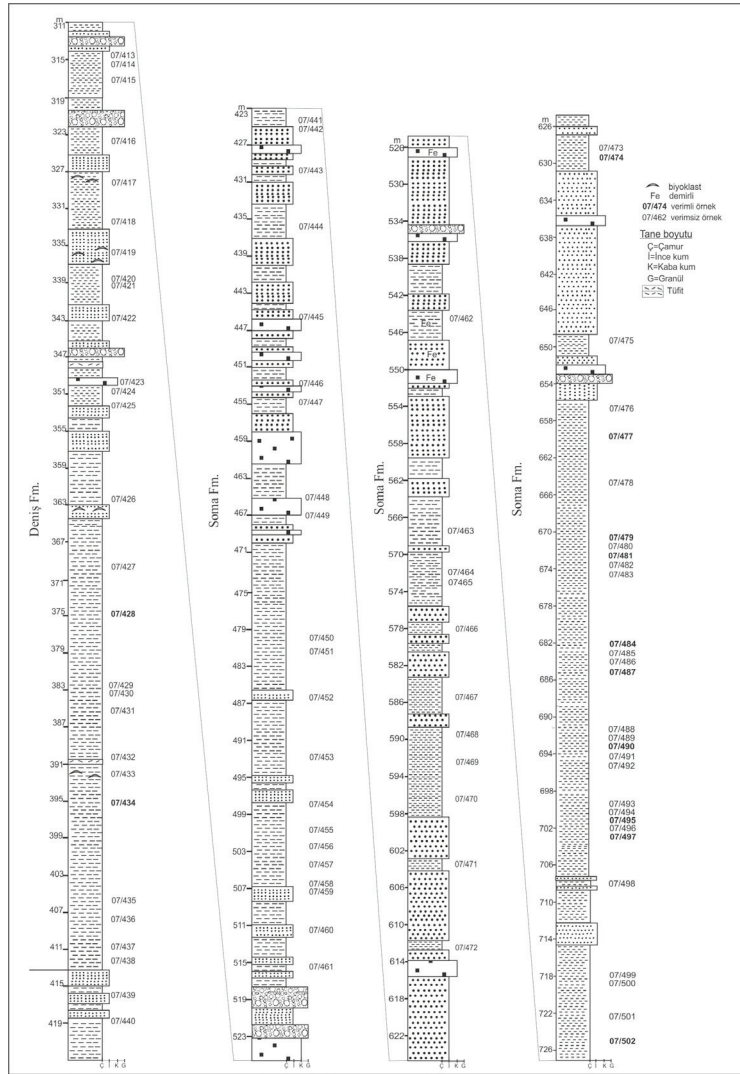
Çalışma alanı Soma Havzasının yaklaşık 40 km güney güneybatısında, Akhisar'ın 37 km batısında yer alan Arabacıbozköy çevresinde bulunmaktadır (Şekil 1). Burada yaklaşık 425 m'lik bir sondaj yapılmıştır (Şekil 3). Sondaj boyunca kırıntılı tortul oluşumları gözlenmektedir

ve genellikle kumtaşı, çakıltası ve kıltaşı ardalanmasından oluşmaktadır (Şekil 3). Yer yer demirli seviyeler ve biyoklastlar da mevcuttur. Üst bölümlere doğru farklı seviyelerde bir kaç tüftü bölümler gözlenmektedir. Önceki çalışmalar da gözönünde bulundurulduğunda, sondaj karotundaki 726-413m' ler arasındaki tortul özellikleri, Soma Havzasındaki Soma Formasyonu ile karşılaştırılabilecek niteliktedir (İnci, 1998, 2002). Karotun bu seviyeler arasında gözlenen tortulları olasılıkla Soma Formasyonu'nun kırıntılı bölümlerine karşılık gelmektedir. 413-311 m arasındaki bölümde ise tüftü seviyeler gözlenmektedir. Böyle volkano-kırıntılı seviyeler Deniz Formasyonunda bulunmaktadır (İnci 1998; 2002).

ÇALIŞMA ALANI			UŞAK-GÜRE HAVZASI				SOMA HAVZASI						
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR													
Yar (My)	DEVRE	YAŞ	BÖLGESEL YAŞ	Ercan vd. (1978)	Seyitoğlu (1997)	Karaoğlu ve Helvacı (2012)	Ersoy vd. (2014)	Nebert (1978)	İnci (1998; 2002)	Kaya vd. (2007)	Ersoy vd. (2014)		
MİYÖSEN	BÖLÜMÜN PLİSTOSEN	0-13		Kula Vol.	Kula Vol.	Alüvyon	Alüvyon	Andezit, Bazalt ve alüvyon	Siliklastik ve karbonat kayalar				
		1-80		Asarteppe Fm. Payanteppe Vol. Ulubey Fm. Beydağ Vol.	Asarteppe Fm.								
	OLİGOSEN	Orta	5-33	Ponsiyen								Üst Miyosen/Günel tortulları	
			7-25	Messiniyen	Karaboldere Vol.	Asarteppe Fm.	Asarteppe Fm.	Deniz Formasyonu	Andezitik ve Bazaltik kayalar				
		Erken	11-60	Tortoniyen	Kaçıldırherbet Fm. Dikendere Vol.								
			13-65	Serravaliyen	Sarmasiyen	Yeniköy Fm.	Ulubey Fm. Uluçay Fm.	Ulubey Fm.					
	OLİGOSEN Önceki	Erken	15-97	Langiyen	Badeniyen	Kürtüköy Fm. İnay Grubu	İnay Grubu	İnay Grubu	Almeller Fm.				
			20-43	Akitaniyen	Karpatiyen	Yeniköy Fm.	Yeniköy Fm.						
		Erken	23-03	Egenburgiyen	Otnangiyen	Hacibekir Grubu	Hacibekir Grubu						
			28-45	Egeriyen		Kürtüköy Fm.	Kürtüköy Fm.						
Orta			33-90	Şattiyen									
				Rüpeliyen (=Stampiyen)	Kisceliyen	Temel Kayalar	Temel Kayalar	Temel Kayalar	Hacibekir Moloz				
Önceki													

Şekil 2. Soma ve Deniz formasyonlarını gösteren Arabacıbozköy (Soma Havzası) sondajının incelenen bölümü (Koord: 41121/12727).

Figure 2. Investigated part of the Arabacıbozköy (Soma Basin) core showing the Soma and Deniz formations (Coord: 41121/12727).



Şekil 3. Uşak-Güre Havzasında önceden yapılmış olan çalışmaların korelasyon tablosu.

Figure 3. Correlation table of previous studies carried out in the Uşak-Güre Basin.

Uşak-Güre Havzası

Uşak ve çevresindeki geniş bir alanda, Miyosen yaşlı tortullar yüzlek vermektedir. Birbirinden uyumsuzlukla ayrılan sırasıyla alttan üste Hacıbekir ve İnay guruplarından oluşmaktadır (Ercan ve diğ. 1978; Seyitoğlu, 1997; Çemen vd. 2006; Ersoy vd. 2010, 2011, 2014; Karaoğlu vd. 2010; Karaoğlu ve Helvacı, 2012, 2014). Ercan vd., (1978) bölgede yapmış oldukları çalışmada, linyit içerikli istifi İnay Grubu içinde yer alan Yeniköy ve Küçükderbent formasyonları olarak

adlandırmışlardır (Şekil 2). Yeniköy Formasyonu, çakıltası, kumtaşı, kiltası, tüfit ve killi kireçtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Yer yer ince kömürlü düzeyler gözlenmektedir. Kömürlü düzeylerden elde edilen polen bulguları ve ostrakod faunasına göre Orta-Geç Miyosen olarak yaşlandırmışlardır. Uyumlu olarak Küçükderbent Formasyonu üstlemektedir ve kumtaşı, kiltası, tüfit ve killi kireçtaşlarından oluşmaktadır ve işletilebilir kalınlıkta linyit damarları gözlenmektedir. Araştırmacılar balık, ostrakod, yaprak ve sporomorf

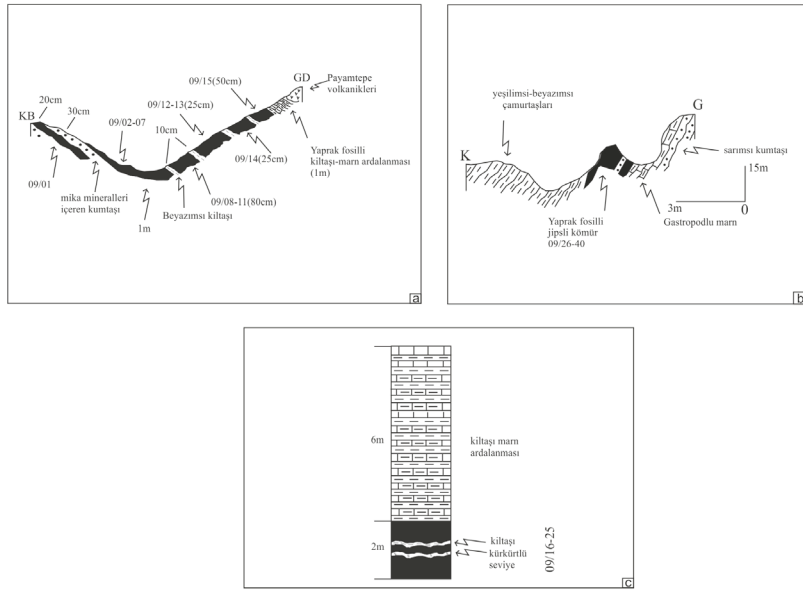
fosillerine göre linyitli tortuların Geç Miyosen’de çökeldiğini belirtmektedir. Sonraki çalışmalar ise, volkanik düzeylerden elde edilen yaşların 20-18.9 my arasında değiştiğini göstermektedir (Seyitoğlu, 1997). Ayrıca linyit içerikli bu tortulardan elde edilen palinostratigrafik veriler “Eskihisar Sporomorf Topluluğu” (Benda, 1971; Benda ve Meulenkamp, 1990) ile korele edilebileceğini ve bu tortuların Burdigaliyen (Erken Miyosen)’de oluştuğunu belirtmektedirler (Seyitoğlu 1997). Son yıllarda yapılmış çalışmalar da Hacibekir Grubu kayalarının Erken Miyosen’de oluştuğunu belirtmektedirler (Karaoğlu ve Helvacı, 2012; Ersoy vd. 2011) (Şekil 2). Araştırmacılar Ercan vd. (1978)’in ayırtlamış oldukları kömürlü Küçükderbent Formasyonu’nu Hacibekir grubu içerisinde belirtmektedirler. Havzada İnay Gurubuna ait kayalar, Ahmetler ve Ulubey formasyonları ile Payamlı volkaniklerinden oluşmaktadır (Şekil 2). Ercan vd. (1978) çalışmasında tüm bu formasyonlar, Pliyosen yaşlı kabul edilmesine karşılık, son zamanlarda yapılan radyometrik yaş

tayinlerine göre İnay Gurubu kayaları geç Erken Miyosen-Orta Miyosen yaşlıdır (Seyitoğlu, 1997; Karaoğlu ve Helvacı, 2012; Ersoy vd. 2011, 2014). Bunların üzerine ise Asartepe Formasyonu ve alüvyon uyumsuz olarak gelmektedir Bu çalışmada, havzadaki kömürlü Erken Miyosen istifinden (Hacıbekir Grubu) bölümsel kesitler alınmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada, Arabacıbozköy (Soma Havzası) sondaj karotunun 425 m lik bölümünden (Soma ve Deniz formasyonları) toplam 90 adet palinolojik örnek derlenmiştir (Şekil 3). Uşak-Güre havzasındaki çalışmalar 3 farklı noktada gerçekleştirilmiştir. Bunlar, batıdan doğuya, İlyaslı, Banaz ve Büyükoturak lokasyonlarıdır (Şekil 1). Bu noktalardan bölümsel kesitler alınmış ve palinolojik amaçlı örnekler derlenmiştir (Şekil 4). Toplam 40 adet palinolojik örnek derlenmiştir.



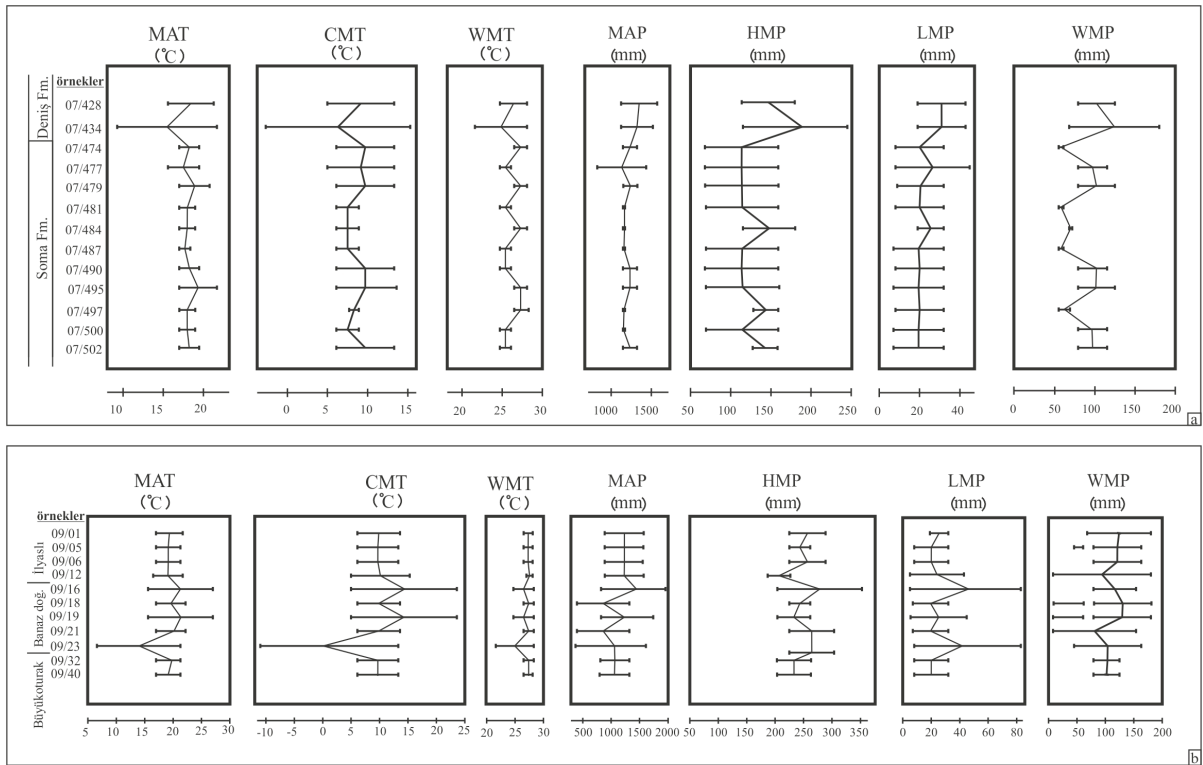
Şekil 4. (a) İlyaslı güneydoğusundan alınan jeolojik enine kesit (Koord: 93758/73803), (b) Büyükoturak güneydoğusundan alınan jeolojik enine kesit (Koord: 55166/00168) (c) Banaz güneyinden alınan ölçülü kesit (Koord: 36570/73906). Lokasyon için şekil 1’e bakınız.

Figure 4. (a) Geological cross-section from southeast of İlyaslı (Coord: 93758/73803), (b) Geological cross-section from southeast of Büyükoturak (Coord: 55166/00168), (c) Measured section from south of Banaz (Coord: 36570/73906). See figure 1 for location.

Paleoiklim Yorumlamaları İçin Yöntem

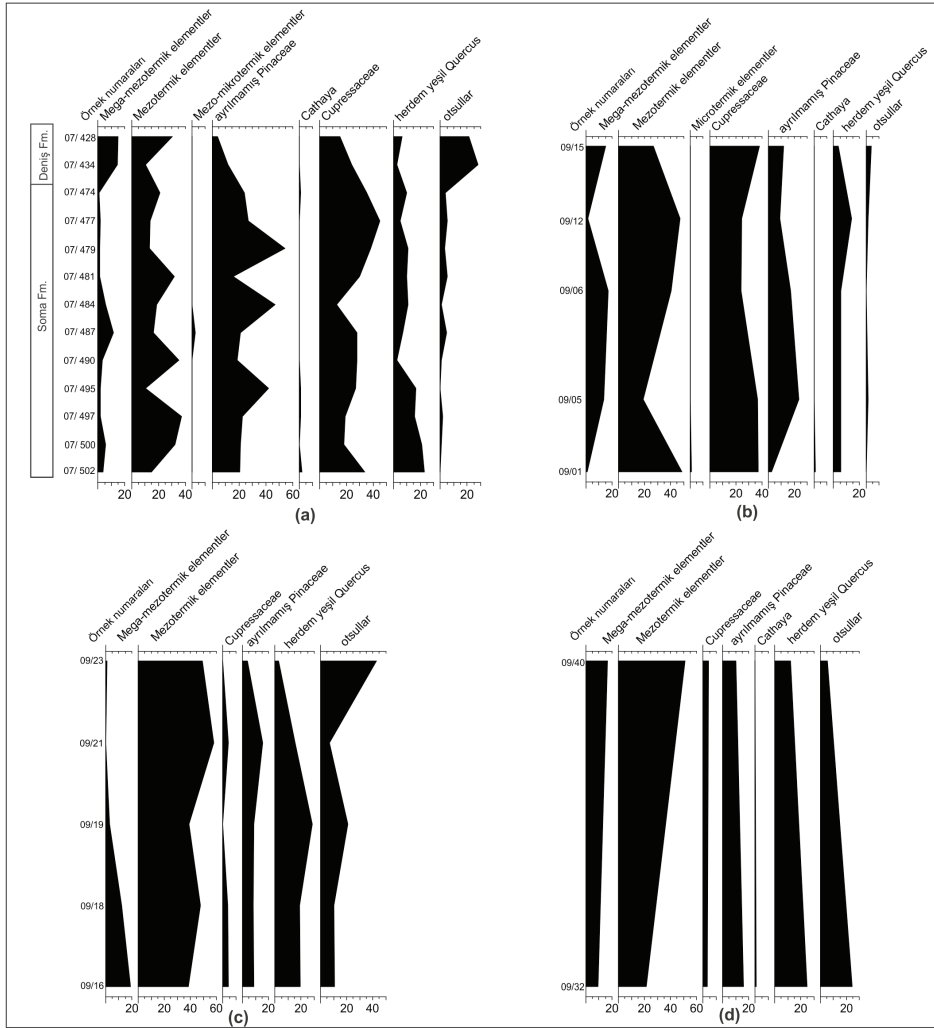
Sporomorflar kullanılarak palaeoiklim verileri, Mosbrugger ve Utescher (1997) tarafından ortaya atılan Coexistence Approach yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Coexistence Approach yönteminin uygulaması, ClimStat adlı bilgisayar programı ve 3000den fazla Tersiyer 'de yaşamış olan bitkinin yaşayan en yakın akrabaları ve bunların meteoroloji istasyonlarından elde edilmiş iklimsel verileri sayesinde gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada elde edilen palinoflora 7 ayrı iklim parametresi açısından değerlendirilmiştir. Bunlar

“Yıllık Ortalama Sıcaklık” (MAT), Kış Sıcaklığı (CMT), “Yaz Sıcaklığı” (WMT) “Yıllık Yağış Miktarı” (MAP), “En Nemli Ayın Yağış Miktarı” (HMP), “En Kurak Ayın Yağış Miktarı” (LMP) ve “En Sıcak Ayın Yağış Miktarı” (WMP) dir (Şekil 6). Ayrıca bitkiler ekolojik özelliklerine göre gruplandırılmış, mega-mezotermik, mezotermik, mezo-mikrotermik elementler, ayrılmamış Pinaceae, *Cathaya*, Cupressaceae, herdem yeşil *Quercus* ve otsullar olmak üzere 9 ayrı grup oluşturulmuştur (Suc 1984, Jiménez-Moreno vd., 2005; Ivanov vd., 2012 (Şekil 7).



Şekil 6. Soma (Arabacıbozköy) (a) ve Uşak-Güre havzalarındaki (b) örneklerden, Coexistence Approach yöntemine dayalı elde edilen paleoiklim sonuçları. MAT–yıllık ortalama sıcaklık; CMT–kış sıcaklığı; WMT–yaz sıcaklığı; MAP–yıllık yağış miktarı; HMP–nemli ay yağış miktarı; LMP–kurak ay yağış miktarı; WMP–sıcak ay yağış miktarı.

Figure 6. The palaeoclimate results on the basis of Coexistence Approach Method from the samples of the Soma (Arabacıbozköy) (a), and Uşak-Güre basins (b). MAT– mean annual temperature; CMT– mean temperature of the coldest month; WMT– mean temperature of the warmest month; MAP– mean annual precipitation; HMP– precipitation of the wettest month; LMP– precipitation of the driest month; WMP– precipitation of the warmest month.



Şekil 7. Ekolojik özelliklerine göre gruplandırılmış sporomorfların yüzdesi (Suc, 1984; Jimenez-Moreno vd., 2005; Ivanov vd., 2012). Mega-mezotermik elementler (subtropikal): *Arecaceae*, *Castanea* type, *Clethraceae-Cyrrillaceae*, *Engelhardia*, *Myrica* type, *Reevesia*, *Sapotaceae*, *Taxodium*; Mezotermik elementler (ılık sıcak): *Alnus*, *Betula*, *Carya*, *Carpinus*, *Corylus*, *Fagus*, *Hamamelidaceae*, *Ilex*, *Nyssa*, *Oleaceae*, *Ostrya*, *Platanus*, *Pterocarya*, yaprak dökün *Quercus*, *Salix*, *Tilia*, *Ulmus*, *Zelkova*; Mezo-mikrotermik elementler (orta yükselti ağaçları): *Cedrus*; Mikrotermik elementler (yüksek yükselti ağaçları): *Picea*, *Tsuga*; Herdem yeşil *Quercus*; Ayrılmamış Pinaceae: *Pinus haploxylon* tip; *Pinus diploxylon* tip; *Cathaya*; Cupressaceae; Otsullar: Asteraceae, Amaranthaceae, *Ephedra*, Nymphaeaceae, Liliaceae, Poaceae, Potamogetonaceae, Sparganiaceae

Figure 7. Percentages of sporomorphs grouped under their ecological requirements (Suc, 1984; Jimenez-Moreno vd., 2005; Ivanov vd., 2012). Mega-mesothermic elements (subtropical): *Arecaceae*, *Castanea* type, *Clethraceae-Cyrrillaceae*, *Engelhardia*, *Myrica* type, *Reevesia*, *Sapotaceae*, *Taxodium*; Mesothermic elements (warm temperate): *Alnus*, *Betula*, *Carya*, *Carpinus*, *Corylus*, *Fagus*, *Hamamelidaceae*, *Ilex*, *Nyssa*, *Oleaceae*, *Ostrya*, *Platanus*, *Pterocarya*, yaprak dökün *Quercus*, *Salix*, *Tilia*, *Ulmus*, *Zelkova*; Mezo-microthermic element (mid- altitude tree): *Cedrus*; Microthermic elements (high altitude trees): *Picea*, *Tsuga*; Evergreen *Quercus*; Undifferentiated Pinaceae: *Pinus haploxylon* type *Pinus diploxylon* type; *Cathaya*; Cupressaceae; Herbs: Asteraceae, Amaranthaceae, *Ephedra*, Nymphaeaceae, Liliaceae, Poaceae, Potamogetonaceae, Sparganiaceae

PALİNOLOJİK SONUÇLAR

Soma Havzası

Arabacıbozköy karotu

Arabacıbozköy lokasyonunda sondaj karotundan (Soma ve Deniz formasyonları) derlenen palinolojik örneklerden 09/502-474 arasındaki 11 tanesi Soma Formasyonu'ndan 09/428 ve 09/434 numaralı 2 örnek ise Deniz Formasyonu'ndan derlenmiş ve sayıma uygun bulunmuştur (Şekil 5a). Gerek Soma gerekse Deniz polen topluluklarında spor çeşitliliği ve yüzdesi düşüktür. Çeşitlilik ve yüzdenin Oligosen süresince fazla olduğu bazı çalışmalarda vurgulanmaktadır (Akyol, 1971; Akgün ve Akyol, 1999; Akgün ve Sözbilir 2001; Akkiraz ve Akgün, 2005). Aksine, Soma ve Deniz polen topluluklarında olduğu gibi, spor çeşitliliği Miyosen'de daha düşüktür (Akgün ve Akyol, 1999). Her iki formasyonda tanımlanan formların büyük bir çoğunluğu Miyosen'de Batı Anadolu'da yaygın olarak gözlenen formlardan oluşmaktadır. Soma Formasyonu'ndan elde edilen palinolojik topluluk, ayrılmamış Pinaceae, Cupressaceae, herdem yeşil *Quercus*, *Alnus* ve *Quercus* spp., formları yüksek yüzdelerle temsil edilirler (Şekil 5a). Toplulukta, *Picea*, *Pinus diploxylon* tip, *Larix*, *Engelhardia*, *Ulmus*, *Carya* ve *Ephedra* daha düşük yüzdelerle temsil edilmektedir. Sporlar sadece *Lygodium*, Polypodiaceae/Telipteridaceae ve *Polypodiaceoisporites* sp. formlarından oluşmaktadır. Deniz Formasyonu'nundan elde edilen palinolojik toplulukta ise spor çeşitliliği az ancak yüzdeleri daha yüksek olan *Lygodium* ve *Puncatatisporites* sp. formlarından oluşmaktadır. Polenlerden ise Soma Formasyonu'nda baskın olanlardan ayrılmamış Pinaceae, Cupressaceae, *Alnus* ve herdem yeşil *Quercus* daha düşük yüzdelerde temsil edilmektedirler (Şekil 5a). Ancak Soma topluluğunda düşük yüzdelerde gözlenen, *Castanea*, *Engelhardia*, *Carya*, Nymphaceae, Sparganiaceae, Poaceae, Asteraceae ve Amaranthaceae formları Deniz topluluğunda yüksek yüzdelerdir (Şekil 5a). Buradaki otsul formlardan Asteraceae, Poaceae ve Amaranthaceae

yüzdelerinin Geç Miyosen'de (Tortoniyen) arttığı bilinmektedir (Akgün ve Akyol 1999; Akgün vd., 2000, 2007; Akkiraz, 2011 Akkiraz vd., 2011; 2012; Yavuz-Işık vd., 2011; Şengüler & Akkiraz, 2014). Deniz polen topluluğu bu otsul pollenlerin ve Nymphaceae gibi sucul bitkilerin yüzdesinin fazla olması ile Soma polen topluluğundan ayrılmaktadır.

Uşak-Güre Havzası

Havzadaki İlyaslı, Banaz ve Büyükoturak lokasyonlarından derlenen 40 adet palinolojik örneğin toplam 12 tanesinden sayım yapılabilmıştır (Şekil 4, 5b). Bunlardan 5 tanesi İlyaslı, 5 tanesi Banaz ve 2 tanesi de Büyükoturak lokasyonlarına aittir (Şekil 5b). Arazi çalışmaları süresince bu lokasyonlardan alınan bölümsel kesitlerin stratigrafik ilişkisi bilinmediği için, bu lokasyonlardan elde edilen polen toplulukları rastgele diyagrama aktarılmıştır (Şekil 5b).

Her üç lokasyonda spor çeşitliliği azdır. İlyaslı'da sporlardan *Osmunda*, Polypodiaceae/Telipteridaceae, *Echinosporis microechinatus*, *Extrapunctatisporites* sp., yüksek yüzdelerle temsil edilmektedirler. Polenlerden, ayrılmamış Pinaceae, Cupressaceae, herdem yeşil *Quercus*, *Quercus* spp. ve *Alnus* baskın formlardır. Cyrillaceae-Clethraceae, *Castanea*, *Engelhardia*, *Platanus*, *Carya* ve *Ulmus* ise daha düşük yüzdelerle temsil edilirler (Şekil 5b).

Banaz'dan elde edilen sporomorf topluluğunda sporlardan Polypodiaceae/Telipteridaceae (morfolojik tür *Laevigatosporites haardtii*) yüzdesi çok yüksektir. Bunun dışında sporlar çok düşük yüzdelerle temsil edilir. Toplulukta ayrılmamış Pinaceae, herdem yeşil *Quercus*, *Quercus* spp. ve *Alnus* en fazla yüzdeye sahip formlardır. Ayrıca, *Platanus*, Myricaceae, Sparganiaceae, Poaceae ve Chenopodiaceae düşük yüzdelerle toplulukta gözlenmektedir.

Büyükoturak köyündeki açık işletmeden alınan örneklerin sporomorf içerikleri Banaz topluluğu ile benzer özellikler göstermektedir.

Sporlardan Polypodiaceae/ Telipteridaceae yine çok yüksek yüzdelerdir. Topluluk ayrılmamış Pinaceae, herdem yeşil *Quercus*, *Alnus*, *Carya* ve Sparganiaceae formlarının yüksek yüzdeleri ile karakterize edilmektedir. Ayrıca *Quercus* spp., *Corylus*, Poaceae ve Chenopodiaceae daha düşük oranlardadır. Uşak-Güre havzasındaki farklı lokasyonlardan elde edilen sporomorf topluluklarının içerikleri küçük farklılıklar dışında birbirleri ile karşılaştırılabilecek yüzdelerle sahip formlardan oluşmaktadır. Belirgin bir farklılık olarak, Cupressaceae formu İlyaslı polen topluluğunda çok yüksek yüzdelerde gözlenirken, Banaz ve Büyükoturak örneklerinde daha düşük yüzdelerdir (Şekil 5b). Ayrıca form, Banaz ve Büyükoturak topluluklarında benzer yüzdelerle temsil edilir. Bunun sebebi, çoğunlukla turba bataklığında yaşayan Cupressaceae (servi) formunun, İlyaslı tortulları çökeli süresince gelişmiş bir bataklığın varlığına işaret etmesidir. Diğer yandan Banaz ve Büyükoturak tortullarının çökeli, belirgin bir bataklıkta, *Alnus*, *Carya*, Myricaceae formlarının baskın olduğu bir ortamda gelişmiştir.

PALEOVEJETASYON

Soma Havzası

Arabacıbozköy alanı

Elde edilen polen bulgularına göre, Soma ve Deniz formasyonlarının çökeli süresince birikim alanı çevresindeki yükseltilerdeki bitkileri ayırt etmek mümkündür. Soma Formasyonu'nun çökeli süresince, çevredeki yükseltilerde belirgin bir orman örtüsü bulunmaktadır. Bu orman içerisinde ayrılmamış Pinaceae (çam), *Picea* (ladin) ve *Pinus diploxylon* tip (çam) gibi konifer ormanı bitkileri ile karışık orman topluluğunun elemanları olan herdem yeşil *Quercus* (meşe), yaprak dökken *Quercus* ve *Quercus* spp. bitkileri yoğun olarak bulunmaktaydı. Bu veriler yoğun bir kozalaklı meşe ormanının varlığını gösterir. İrmak kenarı bitki örtüsünün baskın bitkisi *Alnus*

(kızılağaç)'tur. Bu ortamda *Ulmus/Zelkova* (karaağaç) bitkileri de bulunmaktadır. Linyit oluşumunu denetleyen turbalık alandaki bataklıkta ise Cupressaceae (servi), *Nyssa* (sakız ağacı), *Taxodium* (selvi) ve Myricaceae (mersin ağacı) bulunmaktadır. Su içerisinde yaşayan bitkiler ise Sparganiaceae (su kamışı), Nymphaeaceae (nilüfer) ve Potamogetonaceae (su sümbülü) bitkileri mevcuttur.

Deniz Formasyonu'nun çökeli süresince benzer bir bitki topluluğu çevredeki alanları kaplamaktadır. Kozalaklı meşe ormanı içerisinde, yüksek oranda *Castanea* (kestane), *Engelhardia* (cevizgiller) bitkileri de gözlenmektedir. Ancak çökeli süresince açık alanlar (bugünkü step alanlarına benzer) da oluşmaya başlamış olmalıdır. Çünkü Poaceae (buğdaygiller), Asteraceae (papatyagiller), Amaranthaceae (ıspanakgiller) gibi otsul bitkilerin yüzdesi artmaya başlamıştır.

Uşak-Güre Havzası

Çalışılan yerlerden elde edilen polen bulguları birbirlerine benzer özellik gösterdiği için, burada her bir polen topluluğu ayrı ayrı anlatılmayıp tümünün bir özeti açıklanacaktır. Havzanın bu linyit içerikli tortuların çökeli süresince, Soma Havzasının çökeli süresince benzer bir bitki örtüsü bulunmaktadır. Beslenme alanındaki bitkiler genellikle odunsu karakterde olup genellikle kozalaklı meşe ormanı hakimdir. Bu orman içerisinde Cyrillaceae-Clethraceae (karabuğday), *Castanea* (kestane) ve *Olea* (zeytin) bitkileri de az oranda bulunmaktadır. Açık alanları belirten otsullar Poaceae (Buğdaygiller), Asteraceae (Papatyagiller) ve Amaranthaceae (ıspanakgiller) bitkileri çok düşüktür ve gerçek açık alanlar bulunmamaktadır. Bataklığı Cupressaceae, *Nyssa* ve Myricaceae bitkileri oluşturmaktadır. Bataklık alanında baskın olan Cupressaceae bitkileri İlyaslı alanında çok yüksek miktarda gözlenmektedir. Buna karşın Banaz ve Büyükoturakta ise daha düşük yüzdelerle temsil edilmektedir. Su içerisinde yaşayan Sparganiaceae Banaz ve Büyükoturak alanlarındaki çökeli süresince yoğun olarak

bulunmaktadır. Ancak aynı bitkiler İlyaslı alanında gözlenmemektedir. Formların yüzdelerindeki bu değişim olasılıkla kısa mesafelerdeki bitki örtüsündeki değişimle ilgili olmalıdır.

PALEOKLİM

Sayısal iklim değerleri elde edebilmek için, polenlerden yararlanarak bitkiler ortaya çıkarılmış ve "Coexistence Approach" yöntemiyle değerlendirilmiştir (Mosbrugger ve Utescher, 1997).

Soma Havzası

Arabacıbozköy Alanı

Bu bölümde Arabacıbozköy alanındaki Soma ve Deniz formasyonlarından elde edilen sayısal iklim sonuçları sunulmaktadır. Soma Formasyonundan elde edilen yıllık ortalama sıcaklık değeri geniş aralık vermektedir ve 15.6 ve 20.8 °C (alt sınır *Engelhardia*; üst sınır *Tilia*) arasındadır. En soğuk ayın sıcaklığı, 5.0 ve 13.3 °C (alt sınır *Engelhardia*; üst sınır *Carya*) arasındadır (Şekil 6a). Yaz sıcaklığı 24.7 ve 28.1 °C (alt sınır *Engelhardia*; üst sınır *Tilia*) arasındadır. Yıllık yağış miktarı, 1146 ve 1179 mm (alt sınır *Cathaya*; üst sınır *Quercus*) arasında değişmektedir. En nemli ayın yağış miktarı 128 ve 159 mm (alt sınır *Arecoideae*; üst sınır *Quercus*) arasında, kurak ay yağış miktarı 19 ve 32 mm (alt sınır *Lygodium*; üst sınır *Carya*) arasında değişir. En sıcak ayın yağış miktarı ise farklı değerler göstermekte ve 79 ve 116 mm (alt sınır *Engelhardia*; üst sınır *Quercus*) ile 68 ve 71 mm (alt sınır *Lygodium*; üst sınır *Ephedra*) arasındadır. Yağış miktarındaki bu değişim çeşitli nedenlere bağlı olarak değişebilir. Bu nedenler paleocoğrafyadaki değişimler, farklı ortamlarda yaşayan birbirinden farklı bitki toplulukları, taksonomik etkiler (eksik tanımlama veya fosilleşme koşulları) olabilir. Deniz Formasyonuna ait iki örnekten elde edilen sayısal iklim sonuçları, MAT= 15.6-21.7 °C (alt sınır *Engelhardia*; üst sınır *Cupressaceae*), CMT= 5-13.3 °C (alt sınır *Engelhardia*; üst sınır *Carya*), WMT= 24.7-28.1 °C (alt sınır *Engelhardia*; üst

sınır *Cupressaceae*), MAP=1122-1574 mm (alt sınır *Lygodium*; üst sınır *Taxodiaceae*), HMP= 115-180 mm (alt sınır *Lygodium*; üst sınır *Carya*), LMP= 19-43 mm (alt sınır *Lygodium*; üst sınır *Cupressaceae*), WMP=79-125 (alt sınır *Engelhardia*; üst sınır *Pinus diploxylon* tip) şeklinde sıralanabilir. Soma ve Deniz formasyonlarından elde edilen sayısal iklim sonuçları birbirleri ile karşılaştırılabilecek niteliktedir. Çökelim süresince belirgin bir değişim gözlenmemektedir. Ayrıca bitki grupları ekolojik kriterlerine göre guruplandırıldığında, Soma Formasyonu'nun çökeli mi süresince mezotermik (ılıman sıcak) bitkilerin yüksek değerlerde olduğu gözlenmektedir (Şekil 7a). Ancak mega-mezotermik (subtropikal) bitkilerin yoğunluğu daha düşük yüzdelerde dir. Kesit boyunca herdem yeşil *Quercus*'un gözlenmesi iklimin sıcak olduğunu desteklemektedir (Şekil 7a). *Cupressaceae* bitkileri yüksek yüzdelere temsil edilmektedir ve turba bataklığının varlığını çökelim süresince koruduğunu göstermektedir. Açık alanları belirten otsullar çok düşük yüzdelere gözlenmektedir. Deniz Formasyonu'nun çökeli mi süresince mega-mezotermik ve otsul bitkilerin oranı daha da artmaktadır. Bu artış, sayısal iklim değerlerinde belirgin farklılıklar yaratmamaktadır. Ayrıca mezotermik, herdem yeşil *Quercus* ve *Cupressaceae* yüzdelerinde önemli bir değişim olmamaktadır. Sayısal iklim sonuçları, farklılık göstermemesine karşılık Deniz Formasyonu'nun çökeli mi de subtropikal iklim şartlarında çökeli mi olmalıdır.

Uşak-Güre Havzası

İlyaslı

Arazi çalışmaları süresince, derlenen 15 örneğin sadece 5 tanesi sayısal iklim sonuçlarını ortaya çıkarabilecek polen yüzdesine sahip olduğu görülmüştür (Şekil 6b). Elde edilen iklim değerleri aşağıdaki şekilde sıralabilir: MAT=16.5-21.3 °C (alt sınır *Cycadaceae*; üst sınır *Carya*); CMT= 5.5-13.3 °C (alt sınır *Cycadaceae*; üst sınır *Carya*); WMT= 27.3-28.1°C (alt sınır *Cycadaceae*; üst sınır *Cupressaceae*); MAP= 887-1574 mm

(alt sınır Cycadaceae; üst sınır Cupressaceae); HMP= 225-227 mm (alt sınır *Cathaya*; üst sınır *Pinus diploxylon* tip); LMP= 19-43 mm (alt sınır *Lygodium*; üst sınır *Cathaya*); WMP= 79-163 (alt sınır *Engelhardia*; üst sınır *Carya*). Ayrıca ikinci bir WMP değeri de elde edilmiştir. Bu da 45-61 mm (alt sınır *Carya*; üst sınır *Ephedra*) arasında değişmektedir. Ayrıca İlyaslı topluluğunda, mega-mezotermik (subtropikal) ve mezotermik (ılıman sıcak) elementlerin baskın olması da iklimin sıcak olduğunu göstermektedir (Şekil 7b). Subtropik elementler içinde en fazla gözlenenler, *Castanea*, Cyrillaceae-Clethraceae ve *Engelhardia* formlarıdır. Mezotermik elementlerden en yüksek yüzdeyi *Alnus* formu oluşturmaktadır.

Banaz

Banaz alanından, arazi çalışmaları süresince toplam 10 örnek derlenmiştir. Bunlardan ancak 5 tanesinden paleoiklim sonuçları elde edilmiştir (Şekil 6b). *Engelhardia* ve *Carya* formları kullanılarak, yıllık ortalama sıcaklık (MAT) değerleri 15. 6-21.3°C arasında, kış sıcaklığı (CMT) 5-13.3 °C arasında değişmektedir. *Engelhardia* ve *Quercus* formları sınır taksalarına göre yaz sıcaklık (WMT) değerleri 24.7-28.3°C arasındadır. *Engelhardia* ve *Cathaya* polenlerine göre, yıllık yağış miktarı 823-1322 mm arasındadır. Nemli ay yağış miktarı (HMP) 204-262 mm arasındadır (alt sınır *Engelhardia*; üst sınır *Ephedra*). *Carya* ve *Cathaya* polenlerine kullanılarak kurak ay yağış miktarı (LMP), 8-32 mm dir. Coexistence approach yöntemi sıcak ay yağış miktarları için farklı 2 aralık sağlamaktadır. Bunlar, 79-154 mm (alt sınır *Engelhardia*; üst sınır Betulaceae) ve 8-61 mm (alt sınır *Alnus*; üst sınır *Ephedra*). Bu farklılık paleocoğrafyadaki değişimle ilgili olmalıdır. Ayrıca, kesit boyunca mezotermik elementler baskındır. Mega-mezotermik elementler ise 09/16 ve 09/18 numaralı örneklerde fazla, diğer örneklerde ise yüzdeleri düşmektedir (Şekil 7c). Toplulukta herdem yeşil *Quercus* ve otsullar da baskındır. İlyaslı polen topluluğunda olduğu gibi, mezotermik elementlerin içinde en yüksek yüzdeyi *Alnus* formu oluşturmaktadır.

Büyükoturak

Palinolojik sayımı yapılan 2 örneğin sayısal iklim sonuçları İlyaslı ve Banaz'dan elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir. Buna göre MAT= 17-21.3 °C, CMT= 6.2-13.3 °C (alt sınır *Cathaya*; üst sınır *Carya*), WMT= 26.5-28.1°C (alt sınır *Cathaya*; üst sınır Cupressaceae), MAP= 823-1322 mm (alt sınır *Engelhardia*; üst sınır *Cathaya*), HMP= 204-262 mm (alt sınır *Engelhardia*; üst sınır *Ephedra*), LMP= 8-32 mm (alt sınır *Engelhardia*; üst sınır *Cathaya*) WMP= 79-125 mm (alt sınır *Engelhardia*; üst sınır *Pinus diploxylon* tip) arasında değişir (Şekil 6b). Benzer şekilde mezotermik elementler baskındır ve egemen olarak *Alnus* ve *Carya* formlarından oluşmaktadır. Mega-mezotermik elementler göreceli olarak daha az yüzdeyle temsil edilirler ve genellikle Cyrillaceae-Clethraceae ve *Castanea*'dan oluşmaktadır.

Elde edilen sayısal iklim sonuçları ve bitkilerin ekolojik gereksinimleri gözönünde bulundurulduğunda, Soma (Arabacıbozköy alanı) ve Uşak-Güre Havzalarının çökeli mi sıcak iklim ve yağışlı koşullar altındaki çökelmeleri yansıtmaktadır (Şekil 7d). Bu sonuç batı Anadolu'dan elde edilen iklim sonuçları ile karşılaştırılabilecek niteliktedir (Ediger vd. 1990; Gemici vd. 1991; Akgün ve Akyol, 1999; Akgün vd. 2007; Akkiraz 2011; Akkiraz vd. 2011, 2012)

SONUÇLAR

Bu çalışma Soma (Arabacıbozköy) ve Uşak-Güre havzalarındaki paleoekolojik sonuçları göstermektedir. Elde edilen palinolojik topluluklar zengin bir bitki örtüsünün varlığını göstermektedir. Miyosen süresince heriki havzadaki tortulların çökeli mi yoğun bir orman örtüsü ile kaplanmış bir beslenme alanının varlığına işaret etmektedir. Arabacıbozköy alanındaki Soma ve Deniz formasyonlarına ait palinolojik topluluklar genellikle, ayırtılmamış Pinaceae, Cupressaceae, herdem yeşil *Quercus*, *Quercus* spp. ve *Alnus* formlarından oluşmaktadır. Soma

polen topluluğunda Poaceae, Amaranthaceae ve Asteraceae gibi otsul formlar düşük oranlarda gözlenirken, Deniş topluluğunda ise yüksek yüzdelerdedir. Otsul form yüzdesinin artmasına karşılık, sayısal iklim sonuçları benzerlik göstermektedir. Ayrıca bitkiler ekolojik özelliklerine göre gruplandırıldığında, formasyonların çökelişi süresince megamezotermik, mezotermik, ayrılmamış Pinaceae, Cupressaceae ve hedem yeşil *Quercus* yüzdeleri karot boyunca değişim göstermemektedir. Sonuç olarak heriki formasyonun çökelişi, yağışlı ve sıcak iklim şartlarında gerçekleşmiştir.

Uşak-Güre Havzasındaki çalışmalar İlyaslı, Banaz ve Büyükoturak çevrelerinde gerçekleştirilmiştir. Bu alanlardan elde edilen palinolojik topluluklarda, Polypodiaceae/Telipteridaceae, ayrılmamış Pinaceae, herdem yeşil *Quercus* ve *Alnus* formları baskındır. Ancak Soma Havzasında olduğu gibi, her alanın polen içeriğinde değişiklikler gözlenmektedir. Polypodiaceae/Telipteridaceae, Büyükoturak ve Banaz polen topluluklarında yüksek yüzdelerde gözlenirken, İlyaslı polen topluluğunda ise daha düşük miktarlardadır. Cupressaceae İlyaslı polen topluluğunda bol, ancak diğer topluluklarda ise daha düşük yüzdelerde gözlenmektedir. Otsul formlar tüm topluluklarda düşük oranlardadır. Sucul bitkilerden Sparganiaceae Büyükoturak ve Banaz topluluklarında bol miktarda, İlyaslı topluluğunda ise gözlenmemektedir. Elde edilen iklim sonuçları, Soma Havzasından elde edilen sonuçlarla karşılaştırılabilecek niteliktedir. Ayrıca her üç alandan elde edilen paleoekolojik bitki gruplarının yüzdeleri de birbirine benzerdir. Mezotermik, ayrılmamış Pinaceae, Cupressaceae, herdem yeşil *Quercus* baskındır ve bu formlar Soma Havzası'nda da baskın olan formlardır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, 106Y104 nolu TÜBİTAK projesi ve BMBF (Almanya) tarafından desteklenmiştir.

Yazarlar, TÜBİTAK ve BMBF yetkililerine maddi katkılarından dolayı teşekkür eder. Araştırmacılar, arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Rıza Görkem Ozkay ve Alican Diyarbakırlı'ya teşekkürü borç bilirler. Yazarlar, makaleye yapıcı eleştirilerle katkı sağlayan hakemler Prof. Dr. Faruk Ocakoğlu'na ve Prof. Dr. Nazire Özgen Erdem'e teşekkür eder.

EXTENDED SUMMARY

*There are many Miocene coal-bearing continental basins in western Anatolia. Some of these basins such as, Çan, Soma, Kütahta (Tunçbilek and Seyitömer) and Yatağan are formed as deposited in the north-south trending graben systems. Since the Miocene epoch includes coal-bearing deposits and as a result of warm climate cycles, it forms the subject of many studies. This study shows palaeoecological results from the Soma and Uşak-Güre basins in Western Anatolia. The first of the studied area is near the Arabacıbozköy village located south of the Soma Basin. Here a private company drilled a core reaching its thickness around 425 m. The sequence obtained contains sedimentary formations which were previously distinguished as Soma and Deniş formations in the Soma Basin. The sequence corresponding to the Soma Formation consists of fine-grained sediments such as granule, sandstone and mudstone with thin lignite seams and lenses. The overlying Deniş Formation comprises volcano-clastic deposits together with fine-grained sediments. However thick lignite seams which were previously distinguished in the Soma Basin as lower, medium and upper lignite successions were not recognized here (Nebert, 1978). Palynological contents of the Soma and Deniş formations are similar, and consist mainly of undifferentiated Pinaceae, Cupressaceae, evergreen *Quercus*, *Quercus* spp. and *Alnus*. It means that there were oaks and coniferous forest at elevations around the accumulation area. Within this forest lower percentages of other coniferous forest elements such *Cedrus*, *Picea*, *Cathaya*, *Sequoia**

and *Larix* also occur. Except for *Quercus*, the other elements of mixed mezophytic forest association are *Cyrillaceae-Clethracea*, *Castanea*, *Oleaceae*, *Fagaceae* and *Cycas*. The swamp was dominated by *Cupressaceae* plants. In that swamp *Taxodium*, *Nyssa* and *Myrica* plants occurred in low quantities. Herbaceous plants such as *Poaceae*, *Asteraceae* and *Amaranthaceae* represented by low quantities in the Soma Formation increased their percentages in the *Deniş* Formation. Previous studies point out that diversities and percentages of herbs are linked with a global cooling, increased during the Late Miocene (Tortonian) (Akgün et al. 2000, 2007; Akkiraz et al. 2011; Kayseri, 2014). However, the basic types of the Soma and *Deniş* formations do not change during the deposition. Quantitative palaeoclimate data and the percentages of plants groups according to their ecological criteria do not indicate a cooling. These results indicate that the depositions of the Soma and *Deniş* formations took place under warm and highly wet conditions.

Lignite-bearing deposits of the *Uşak-Güre Basin* occur in the *Hacıbekir Group*. During the field studies, partial sections were taken from the *İlyaslı*, *Banaz* and *Büyükturak* locations. Sediments in these sections consist of lignite, sandstone and marl alternations. Results of palynological counting from each location show that there is no clear differentiation on plant cover between the Soma and *Uşak-Güre* basins. Palynological assemblages are characterized by dominance of *Polypodiaceae/Telipteridaceae* undifferentiated *Pinaceae*, *Cupressaceae*, evergreen *Quercus*, *Quercus* spp. and *Alnus*. The percentages of some plants such *Cupressaceae*, *Sparganiceae*, *Carya* and *Osmunda* vary from one locality to another. These changes might be concerned with changes on local vegetation. Quantitative palaeoclimate data and the percentages of plant groups according to their ecological requirements do not show a climate change, and are capable of comparison with the Soma Basin. Particularly, high quantities of

Alnus, which is the basic element of the riparian environment, indicate high rainfall resulted in a large swamp environment. Also accumulation area was covered by a dense forest consisting of coniferous forest elements and mixed mesophytic forest elements. The main element of the undergrowth is *Polypodiaceae/Telipteridaceae*. The percentage of the herbaceous plants derived from each locations are similar to each other, and comparable values with the Soma basin. .

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akgün, F., 1993. Palynological age revision of the Neogene Soma coal basin. Bulletin Geological Society, 28, 151-170.
- Akgün, F., Alişan, C. ve Akyol, E., 1986. Soma Neojen stratigrafisine palinolojik bir yaklaşım Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 29, 13-25.
- Akgün, F. and Akyol, E., 1999. Palynostratigraphy of the coal-bearing Neogene deposits Graben in Büyük Menderes Western Anatolia. Geobios, 32(3), 367-383.
- Akgün, F. and Sözbilir, H., 2001. A palynostratigraphic approach to the SW Anatolian molasse basin: Kale-Tavas molasse and Denizli molasses, Geodinamica Acta, 14, 71-93.
- Akgün, F., Kaya, T., Forsten, A. and Atalay, Z., 2000. Biostratigraphic data (Mammalia and Palynology) from the Upper Miocene İncesu Formation at Düzyayla (Hafik Sivas, Central Anatolia). Turkish Journal of Earth Sciences, 9, 57-67.
- Akgün, F., Kayseri, M. S. and Akkiraz, M. S., 2007. Palaeoclimatic evolution and vegetational changes during the Late Oligocene-Miocene period in Western and Central Anatolia (Turkey). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 253, 56-90.
- Akgün, F., Akkiraz, M. S., Üçbaş, S. D., Bozcu, M., Sevinç Kapan-Yeşilyurt, S. and Bozcu, A., 2013. Vegetation and Climate Characteristics of the Oligocene in Northwest Turkey: Data

- from the Southwestern Part of the Thrace Basin, Northwest Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 22, 277-303
- Akkiraz, M. S. and Akgün, F., 2005. Palynology and age of the Early Oligocene units in Çardak-Tokça basin, southwest Anatolia: paleoecological implications. Geobios 38, 283-299.
- Akkiraz, M.S., 2011. Vegetation and climate in the Miocene deposits of southern side of the Büyük Menderes Graben, Şahinali-2 core, SW Turkey. Bulletin of Geosciences, 86(4), 859-878.
- Akkiraz, M. S., Akgün, F., Utescher, T., Bruch, A.A. and Mosbrugger, V., 2011. Precipitation gradients during the Miocene in Western and Central Turkey as quantified from pollen data. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 304, (3-4), 276-290.
- Akkiraz, M. S., Akgün, F., Utescher, T., Wilde, V., Bruch, A. A., Mosbrugger, V. and Üçbaş, S. D., 2012. Palaeoflora and Climate of Lignite-bearing Lower-Middle Miocene Sediments in the Seyitömer and Tunçbilek Sub-basins, Kütahya Province, Northwest Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 21, 213-235.
- Akyol, E., 1971. Microflore de l'Oligocene inférieur récoltée dans un sondage pres d' Avcıkoru, Şile-İstanbul. Pollen et Spores 13 (1), 117-133.
- Benda, L., 1971. Grundzüge einer pollenanalytischen Gliederung des türkischen Jungtertiärs (Känozoikum und Braunkohle der türkei. 4.). Beihefte zum Geologischen Jahrbuch 113, 1-46.
- Benda, L. and Meunlenkamp, J. E., 1990. Biostratigraphic correlations in the Eastern Mediterranean Neogene 9. Sporomorph associations and event stratigraphy the Eastern Mediterranean. Newsletter Stratigraphy, 23, 1-10.
- Bruch A., Fauquette S. and Bertini A., 2002. Two quantitative approaches for climate reconstructions on Neogene palynofloras – an application on a Late Miocene profile from the Velona Basin (Tuscany, Italy). Acta Universitatis Carolinae, *Geologica*, 46 (4), 27-37.
- Bruch, A., and Zhilin, S.G., 2007. Early Miocene climate of Central Eurasia—evidence from Aquitanian floras of Kazakhstan. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 248,32-48.
- Çemen, İ., Catlos, E.J., Göğüş, O. and Özerdem, C., 2006. Postcollisional extensional tectonics and exhumation of the Menderes Massif in Western Anatolia extended terrane, Turkey. Geological Society of America Special Paper, 409, 353-379.
- Ediger, V. Ş., Batı, Z. and Alişan, C., 1990. Paleopalynology and Paleoecology of *Calamus* like Disulcate Pollen Grains. Review of Paleobotany and Palynology, 62, 97-105.
- Ercan, E., Dinçel, A., Metin, S., Türkecan, A. ve Günay, A., 1978. Uşak yöresindeki Neojen havzalarının jeolojisi (Geology of the Neogene basins in Uşak region). Bulletin of the Geological Society of Turkey, 21, 97-106.
- Ersoy, E.Y., Helvacı, C. ve Sözbilir, H., 2010. Tectono-stratigraphic evolution of the NE-SW- trending superimposed Selendi basin: Implications for late Cenozoic crustal extension in Western Anatolia, Turkey. Tectonophysics, 488, 210-232.
- Ersoy, Y.E., Helvacı, C. and Palmer, M.R., 2011. Stratigraphic, structural and geochemical features of the NE-SW trending Neogene volcano-sedimentary basins in western Anatolia: implications for associations of supradetachment and transtensional strike-slip basin formation in extensional tectonic setting. Journal of Asian Earth Sciences, 41, 159-183.
- Ersoy, Y., Helvacı, C. ve Palmer, M.R., 2012. Petrogenesis of the Neogene volcanic units in the NE-SW-trending basins in western Anatolia, Turkey. Contributions to Mineralogy and Petrology, 163, 379-401.
- Ersoy, Y.E., 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.
- Gemici, Y., Akgün, F. and Yılmaz, Ç., 1992. Akçaşehir (Tire-İzmir) Neojen Havzası fosil makro ve mikroflorası. *Doğa Türk Botanik Dergisi*, 16/3, S. 383-393
- Ivanov, D., Utescher, T., Ashraf, A. R., Mosbrugger, V., Bozukov, V., Djorgova, N. and Slavomirova, E., 2012. Late Miocene Palaeoclimate and Ecosystem Dynamics in Southwestern Bulgaria – A Study Based on Pollen Data from the Gotse-Delchev Basin. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 21, 187-211.
- İnci, U., 1998. Miocene synvolcanic alluvial sedimentation in lignite-bearing Soma Basin, Western Turkey. *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.
- Jimenez-Moreno, G., Rodriguez-Tovar, F.J., Pardo-Iguzquiza, E., Fauquette, S., Suc, J.-P. and Muller, 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.
- Karaoğlu, Ö., Helvacı, C. and Ersoy, E.Y., 2010. Petrogenesis and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ Geochronology of the Volcanic Rocks of the Uşak and Güre basins, western Türkiye. *Lithos*, 119, 193-210.
- Karaoğlu, Ö., and Helvacı, C., 2012. Growth, destruction and volcanic facies architecture of three volcanic centers in the Miocene Uşak-Güre basin, western Turkey: subaqueous-subaerial volcanism in a lacustrine setting. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 245-246: 1-20.
- Karaoğlu Ö., and Helvacı C., 2014. Isotopic Evidences to the Transition from Subduction to Slab Tearing-related Volcanism: the case of Western Anatolia, Turkey. *Lithos*, 192-195: 226-239.
- Karayiğit, A.İ. and Whateley, M.K.G., 1997. Properties of a lacustrine subbituminous (k1) seam, with special reference to the contact metamorphism, Soma-Turkey. *International Journal Of Coal Geology*, 34,131-155.
- Kaya, O., Ünay, E., Göktaş, 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, 85-109.
- Kayseri-Özer, M. S., 2014. Spatial distribution of climatic conditions from the Middle Eocene to Late Miocene based on palynoflora in Central, Eastern and Western Anatolia. *Geodinamica Acta*, 28, 1-36.
- Kayseri, M. S. and Akgün, F., 2008. Palynostratigraphic, Palaeovegetational and Palaeoclimatic Investigations on the Miocene Deposits in Central Anatolia (Çorum Region and Sivas Basin). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17, 361-403.
- Mosbrugger, V. and Utescher, T., 1997. The coexistence approach-a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial paleoclimate data using plant fossils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 134, 61-86.
- Nebert, K., 1978. Linyit içeren Soma Neojen Bölgesi, Batı Anadolu : Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi, 90, 20-69.
- Seghedi, I., Helvacı, C. and Pécskay, Z., 2015. Composite volcanoes in the south-eastern part of İzmir– Balıkesir Transfer Zone, Western Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 291, 72-85.
- Seyitoğlu, G., 1997. Late Cenozoic tectono-sedimentary development of the Selendi and Uşak- Güre basins: a contribution to the discussion on the development of east-west and north trending basins in western Turkey. *Geological Magazine*, 134(2), 163-175.

- Seyitoğlu, G., Benda, L. and Scott, B.C., 1994. Neogene Palynological and isotopic data from Gördes basin, West Turkey. *Newsletters on Stratigraphy* 31, 133–42.
- Seyitoğlu, G. and Scott, B.C., 1991. Late Cenozoic crustal extension basin formation in west Turkey. *Geological Magazine*, 128, 155-166.
- Seyitoğlu, G. and Scott, B.C., 1994. Late Cenozoic basin development in west Turkey, Gördes basin: tectonics and sedimentation. *Geological Magazine* 131, 631–7
- Seyitoğlu, G. and Scott, B.C., 1996. The age of Alaşehir graben (west Turkey) and its tectonic implications. *Geological Journal*, 31, 1-11.
- Suc, J.-P., 1984. Origin and Evolution of the Mediterranean vegetation and climate in Europe. *Nature*, 307, 429-432.
- Şengör, A.M.C., 1987. Cross-faults and differential stretching of hangingwalls in regions of low-angle normal faulting: examples from western Turkey, *Geological Society, London*, 1987, pp. 575-589.
- Şengüler, İ ve Akkiraz, M. S., 2014. Eskişehir Havzasındaki Miyosen Yaşlı Çökellerin Palinolojisi ve Paleoekolojisi. *Türkiye TPJD Bülteni*, 26(1), 7-17.
- Takahashi, E. and Jux, U., 1991. Miocene palynomorphs from lignites of the Soma Basin. *Bull. Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University. Natural Science*, 31(1), 7-165.
- Utescher, T., Mosbrugger, V. and Ashraf, A.R., 2000. Terrestrial Climate Evolution in Northwest Germany over the Last 25 Million Years, *Palaios*. 15, 430-449.
- Utescher, T., Djordjevic-Milutinovic, D., Bruch, A. and Mosbrugger, V., 2007. Palaeoclimate and vegetation change in Serbia during the last 30 Ma. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 253, 141-152.
- Yavuz-Işık, N., 2007. Pollen analysis of coalbearing Miocene sedimentary rocks from the Seyitömer Basin (Kütahya), Western Anatolia. *Geobios*, 40, 701-708
- Yavuz-Işık, N., Saraç, G., Ünay, E., and Bruijn H., 2011. Palynological Analysis of Neogene Mammal Sites of Turkey – Vegetational and Climatic Implications. *Yerbilimleri*, 32(2), 105- 20.
-
- Makale Geliş Tarihi : 28 Mart 2015
Kabul Tarihi : 13 Temmuz 2015
- Received* : 28 March 2015
Accepted : 13 July 2015

LEVHA 1

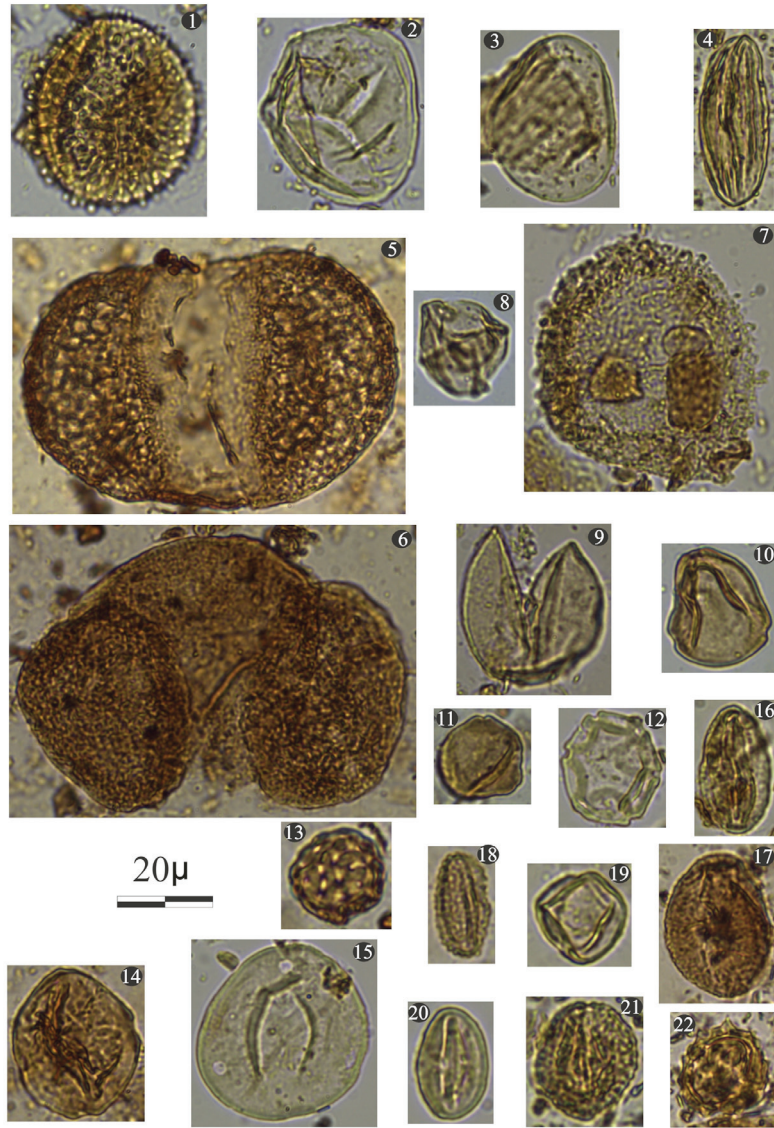
(Tüm örnekler Uşak-Güre Havzasına aittir. ler için ölçek 20µm)

1. *Osmunda*, 2. *Lygodium*, 3. Polypodiaceae/ Telipteridaceae, 4. *Ephedra*, 5. *Picea*, 6. *Pinus diploxylon* tip, 7. *Tsuga*, 8. Poaceae, 9. Cupressaceae, 10. *Corylus*, 11. *Myrica*, 12. *Alnus*, 13. Amaranthaceae, 14. *Zelkova*, 15. *Carya*, 16. *Quercus* sp., 17. Evergreen *Quercus*, 18. *Salix*, 19. Cyrillaceae-Clethraceae, 20. *Castanea*, 21. Oleaceae, 22. Asteraceae

PLATE 1

(All of the samples from the Uşak-Güre basin. Scale is 20µm for the s).

1. *Osmunda*, 2. *Lygodium*, 3. Polypodiaceae/ Telipteridaceae, 4. *Ephedra*, 5. *Picea*, 6. *Pinus diploxylon* tip, 7. *Tsuga*, 8. Poaceae, 9. Cupressaceae, 10. *Corylus*, 11. *Myrica*, 12. *Alnus*, 13. Amaranthaceae, 14. *Zelkova*, 15. *Carya*, 16. *Quercus* sp., 17. Evergreen *Quercus*, 18. *Salix*, 19. Cyrillaceae-Clethraceae, 20. *Castanea*, 21. Oleaceae, 22. Asteraceae



LEVHA 2

(Tüm örnekler Arabacıbozköy lokasyonuna aittir. ler için ölçek 20µm)

1. *Lygodium*, 2. *Polypodiaceoisporites* sp., 3. *Picea*, 4. *Pinus diploxylon* tip, 5. *Cupressaceae*, 6. *Cycas*, 7. *Ephedra*, 8. Sparganiaceae, 9. Poaceae, 10. *Carya*, 11. *Engelhardia*, 12. *Alnus*, 13. *Quercus* sp., 14. Evergreen *Quercus*, 15. *Salix*, 16. Oleaceae, 17. Cyrillaceae-Clethraceae, 18. *Castanea*, 19. Amaranthaceae, 20. *Fagus*

PLATE 2

(All of the samples from Arabacıbozköy location. Scale is 20µm for the s).

1. *Lygodium*, 2. *Polypodiaceoisporites* sp., 3. *Picea*, 4. *Pinus diploxylon* tip, 5. *Cupressaceae*, 6. *Cycas*, 7. *Ephedra*, 8. Sparganiaceae, 9. Poaceae, 10. *Carya*, 11. *Engelhardia*, 12. *Alnus*, 13. *Quercus* sp., 14. Evergreen *Quercus*, 15. *Salix*, 16. Oleaceae, 17. Cyrillaceae-Clethraceae, 18. *Castanea*, 19. Amaranthaceae, 20. *Fagus*

