



**Türkiye’de Geç Burdigaliyen–Langiyen Periyodu ve Avrupa ile Paleortamsal ve Paleoklimsel Karşılaştırma: Muğla–Milas (Kultak) Geç Burdigaliyen-Langiyen Palinoflorası ve Paleoklimsel Özellikleri**

*The Late Burdigalian–Langhian Time Interval in Turkey and the Palaeoenvironment and Palaeoclimatic Implications and Correlation of Europe and Turkey: Late Burdigalian-Langhian Palynofloras and Palaeoclimatic properties of the Muğla–Milas (Kultak)*

**Mine Sezgül KAYSERİ ve Funda AKGÜN**

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, Buca–İzmir, 35160, Türkiye (E-posta: [sezgul.kayseri@ogr.deu.edu.tr](mailto:sezgul.kayseri@ogr.deu.edu.tr))*

**ÖZ**

Bu çalışmada Polypodiaceae, Osmundaceae, *Ulmus*, *Pinus* (*haploxyylon*-tip), *Picea*–Pinaceae, *Cupressaceae*, Castaneae, Cyrillaceae, Oleaceae, Poaceae, *Carya*, *Engelhardia*, *Quercus*, Taxodiaceae, *Salix* ve Myricaceae formları ile temsil edilen ve Neojen memeli zonlarından MN 5-6 sınırına karşılık gelen Burdigaliyen-Langiyen palinoflorası Muğla-Milas-Ören (Kultak) yöresi için ilk kez tanımlanmıştır. Tanımlanan palinoflora Türkiye (Ankara–Çayırhan, Balıkesir–Bigadiç ve Gönen, Samsun–Havza, Çanakkale–Çan, Çanakkale–Etili ve Aydın–Başçayır ve Kuloğulları) ve Yunanistan’da ait (Kolivata, Evia ve Spanokhorion) daha önce tanımlanmış olan palinofloralar ile karşılaştırılmıştır. Türkiye ve Yunanistan’a ait Geç Burdigaliyen–Langiyen palinofloraları “Coexistence Approach” analiz yöntemi kullanılarak, sayısal iklimsel parametreler (yıllık ortalama sıcaklık “MAT”, en soğuk ayın ortalama sıcaklığı “CMT”, en sıcak ayın ortalama sıcaklığı “WMT” ve yıllık sıcaklık amplitüdü “MART”) açısından değerlendirilmiştir. Geç Burdigaliyen–Langiyen zaman aralığında Orta Avrupa’da tanımlanmış “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi”nin, Türkiye ve Yunanistan’da aynı döneme ait paleocoğrafyalar üzerindeki etkileri tartışılmış ve bu sıcak iklim döneminin, genelde CMT değerlerinin yükselmesine neden olduğu gözlenmiştir. Çalışmada paleoklim ve paleotopoğrafik değişimlerin paleovejetasyon üzerine etkileri yorumlanmış ve özellikle Orta Avrupa ve Türkiye palinofloralarında sıcak iklim koşullarında (Örneğin; Schizaceae, *Engelhardia*, Sapotaceae ve Cyrillaceae) gelişebilen

bitkilerin çoğaldığı belirlenmiştir. Milas-Kultak alanından elde edilen bulgulara dayanarak, Miyosen’de gözlenen vejetasyonel farklılaşmanın, palaeocoğrafya ya bağlı bölgesel palaeotopoğrafik özelliklerin ve dünya ölçeğinde gözlenen palaeoiklimsel değişimlerin etkisinde geliştiği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Milas–Kultak, geç Burdigaliyen, Langiyen, Palinoloji, Paleoiklim, Paleovejetasyon, Paleocoğrafya

### **ABSTRACT**

*In this study, the Kultak palynoflora of the Muğla–Milas–Ören (Kultak) region, which is characterized by Ulmus, Pinus (haploxylon-type), Picea–Pinaceae, Cupressaceae, Castaneae, Cyrillaceae, Oleaceae, Poaceae, Carya, Engelhardia, Taxodiaceae, Quercus, Salix, and Myricaceae taxa, are firstly defined and this palynoflora is seen to correspond with the MN5–6 boundary. The Kultak palynoflora is compared with previously defined palynofloras of Turkey (Ankara–Çayırhan, Balıkesir–Bigadiç; Gönen, Samsun–Havza, Çanakkale–Çan, Çanakkale–Etili and Aydın–Başçayır; Kuloğulları) and Greece (Kolivata, Evia ve Spanokhorion). Numerical climatic parameters (the mean annual temperature “MAT”, the mean annual coldest month “CMT”, the mean annual warmest month “WMT”, and the mean annual range of temperature “MART”) for all late Burdigalian–Langhian palynofloras of both countries are obtained using the “Coexistence Approach” analysis method. The effects of the Middle Miocene climatic optimum period on Turkey and Greece, which is recorded in the late Burdigalian–Langhian time interval in Europe, are discussed. This warm climatic period generally caused an increase in the CMT values. Influences of the palaeoclimatic and palaeotopographic changes on the palaeovegetation are interpreted, and especially their influences on thermophilous plants (i.e. Schizaceae, Engelhardia, Sapotaceae and Cyrillaceae) grown in the palaeoflora of Europe and Turkey. Palaeovegetational differences during the Miocene time could be related to the palaeotopographic changes involved in the palaeogeography and palaeoclimatic changing which is observed on a global scale, based on the data obtained in the Milas-Kultak area.*

**Key words:** Milas–Kultak, Palynology, late Burdigalian, Langhian Palaeoclimatology, Palaeovegetation, Palaeogeography

## **GİRİŞ**

Son yıllarda, Neojen döneminde çökelmiş denizel ve karasal tortul istiflerin depolanması sırasındaki paleoiklimsel özelliklerinin belirlenmesine yönelik, paleontolojik ve oksijen–karbon izotop analizlerini temel alan birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Denizel tortul istiflerdeki karbonat kayalardan elde edilen oksijen ve karbon izotop analizleri sonuçlara göre, Tersiyer boyunca okyanus suyu sıcaklığı değişimi hesaplanmıştır. Böylece Tersiyer boyunca gözlenen paleoiklimsel değişimlerin belirlenmesi sağlanmıştır (Zachos vd., 2001). Okyanus suyu sıcaklığında Geç–Orta Miyosen geçişi boyunca (geç Burdigaliyen–Langiyen zaman aralığında) belirgin bir artış tanımlanmış ve dünya ölçeğinde tanımlanan bu sıcaklık artışı “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi” olarak adlandırılmıştır (Mosbrugger vd., 2005 ve Zachos vd., 2001). Mosbrugger vd. (2005) tarafından, karasal istiflere ait makro ve mikrofloral verilerin Coexistence Approach analizi yöntemiyle değerlendirilmesine dayanan sayısal ısı değerleri ile karasal ısı değişim değerleri (MAT, CMT, WMT ve MART) oluşturulmuştur. Aynı çalışmada, özellikle CMT eğrisindeki ısı değerlerinin, okyanus suyu ısı eğrisindeki (Zachos vd., 2001) değişimlere büyük benzerlik sunduğu, okyanus sularında gözlenen Orta Miyosen ısı artışının, aynı dönemde Orta Avrupa karasal CMT değerlerinde de kendini gösterdiği vurgulanmıştır.

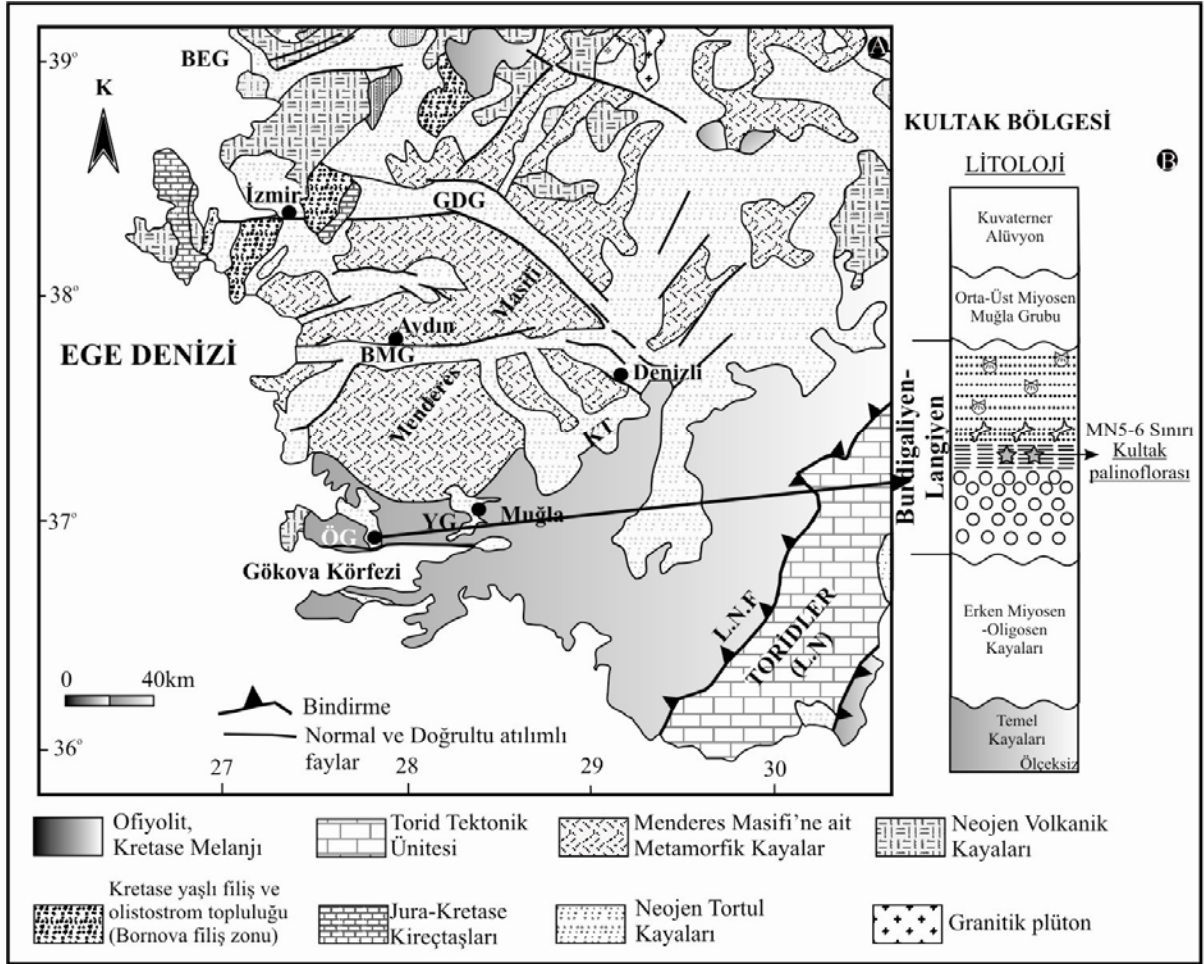
Batı Anadolu’da tektonik ve stratigrafik amaçlı pek çok çalışma yapılmış ve bu çalışmalarda Batı Anadolu için tektonik modeller önerilmiştir (Örneğin; Nebert, 1957; Seyitoğlu ve Scott, 1992; Görür vd., 1994, 1995; Hetzel vd., 1995; Genç, 1998; Yılmaz ve

Polat, 1998; Querol vd., 1999; Yılmaz vd., 2000; Bozkurt, 2000, 2001, 2003; Gürer ve Yılmaz, 2002; Özerdem vd., 2002; Kaya vd., 2007;). Yılmaz vd. (2000) ve Gürer ve Yılmaz (2002), Kale–Tavas havzasının güneybatı Anadolu’da Likya naplarının üzerinde taşınan ilk havza olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, Gökova Körfezi kuzeyi Ören çevresinde yayılım sunan Ören havzasının, Kale–Tavas havzasıyla eş zamanda oluştuğunu ileri sürmüşlerdir (Şekil 1). Bu çalışmada elde edilen arazi gözlemlerine göre, Ören–Kultak çevresinde, Likya naplarına ait Mesozoyik kireçtaşlarının üzerine, birbiriyle yanal–düşey geçişli olan Oligosen–Erken Miyosen karasal ve denizel tortullar gelmektedir. Bu tortulların üzerinde Langiyen, tabanda bloklu kaba çakıltaşı ile başlamakta ve üste doğru kaba kumtaşı ile devam etmektedir (Şekil 1 ve 2a, 2b ve 2c). Kaba kırıntılı bu istifin üst seviyelerinden (Kaya vd., 2001 ve Kayseri vd., 2007) tarafından tanımlanan Neojen memeli zonlarından MN5–6 sınırına karşılık gelen memeli fosilleri tanımlanmış ve istifin üst seviyelerinin geç Langiyen yaşlı olduğu belirlenmiştir. Memeli fosillerinin derlendiği düzeyin hemen altında, yaklaşık yarım metre kalınlığındaki grimsi yeşil renkli kilitaşı düzeyinden derlenen örnekler, bu çalışmada palinolojik olarak incelemiş ve Kultak palinoflorası tanımlanmıştır (Şekil 2a, 2b ve 2c). İstif denizel kumtaşları, mercan, bivalvia ve gastropod fosilli killi kireçtaşları ile son bulunmaktadır. Ören ve çevresinde Langiyen istifi oldukça sınırlı yayılım göstermektedir. Langiyen yaşlı istifin üzerine, Orta Miyosen yaşlı, Muğla grubu olarak adlandırılan, kömürlü tortul istif uyumsuz olarak gelmekte ve tüm birimleri alüvyon uyumsuz olarak örtmektedir.

MN5–6 sınırına ait memeli faunasını içeren kırıntılı tortul istifin, palinolojik bulgulara

dayalı olarak tanımlanan paleovejetasyonel ve paleoklimsel özelliklerinin belirlenmesi ve günümüze ait iklimsel koşullar ile karşılaştırılması, bu çalışmanın başlıca amacını oluşturmaktadır. Bu çalışmanın bir diğer amacını ise, Orta Avrupa’da geç Burdigaliyen–Langiyen zaman aralığında varlığı belirlenen “Orta

Miyosen sıcak iklim dönemi”nin ısı değerleri ile Türkiye ve Yunanistan’da bu zaman aralığında belirlenen ısı değerlerinin karşılaştırılması ve ulaşılan paleoklimsel ve paleovejetasyonel bulgulara dayalı paleocoğrafik yaklaşımda bulunmaktadır.



Şekil 1. A) Batı Anadolu'nun Jeoloji Haritası (Gürer ve Yılmaz, 2002'den alınmıştır). BEG Bergama grabeni; GDG Gediz grabeni; BMG Büyük Menderes grabeni; KT Kale-Tavas havzası; LN Likya Napları; LNF Likya Nap önü; ÖG Ören grabeni; YG Yatağan grabeni ve çalışmanın yeri. B) Kultak bölgesine ait genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti.

Figure 1. A) Geological map of western Anatolia (from Gürer and Yılmaz, 2002). BEG Bergama graben; GDG Gediz graben; BMG Büyük Menderes graben; KT Kale-Tavas basin; LN Lycian Nappes; LNF Lycian Nappes Front; ÖG Ören graben; YG Yatağan graben and location of the study area. B) Generalized stratigraphic column section of Kultak region.

## MATERYAL ve YÖNTEMLER

Bu çalışmada, Milas-Ören doğusunda yer alan Kultak Köyü çevresinde stratigrafik kesit ölçümü gerçekleştirilmiştir (Şekil 2a, 2b ve 2c). Yaklaşık yetmişsekiz metre ölçülen kesitin yirmibeşinci metresinden derlenen memeli fosillerinin tanımlanması ve yaşlandırılması Kaya vd., (2001) ve Kayseri vd., (2007) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yazarlar Kultak faunasında, *Brachypotherium brachypus* (Lartet), *Anchitherium aurelianense hippoides* (Lartet), *Ancylotherium* (Metaschizotherium) *fraasi* (Koenigswald), *Tethyragus koehlerae* (Azanza ve Morales) ve *Gomphotherium angustidens* (Cuvier) ve *Gomphotherium* sp. tanımlamışlar ve bu faunanın standart memeli zonlarından MN 5 ve 6 zonlarının sınırına karşılık geldiğini belirtmişlerdir. Memeli fosillerinin derlendiği düzeyin altında yer alan organik maddece zengin yeşilimsi gri renkli kiltaşlarından, palinolojik çalışma amacıyla 10 adet örnek alınmıştır. Bu örnekler standart palinolojik örnek hazırlama yöntemi kullanılarak incelemeye hazırlanmıştır. Sırasıyla HCl, HF ve KOH aşamalarından geçirilen örnekler, her aşamadan sonra su ve santrifüj yardımıyla yıkanmıştır. Daha sonra örneklere uygulanan ağır sıvı ( $ZnCl_2$ ) yöntemi ile organik ve inorganik maddelerin birbirinden ayrılması sağlanmıştır. Sporomorfa zengin olan her örnekten 200 birey sayımı gerçekleştirilmiştir. Tanımlanan sporomorfların bağlı bollukları, ait oldukları bitkiler dikkate alınarak Tilia (2.0.2) programa aktarılmıştır (Şekil 3).

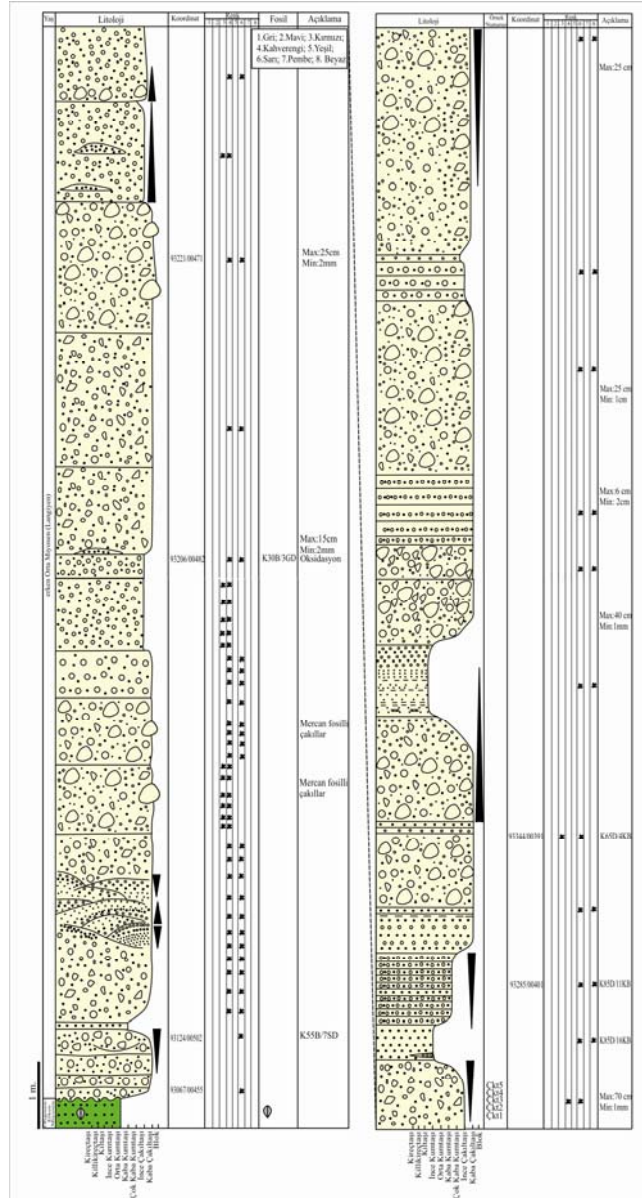
Spor ve polen tanımlamaları Avrupa ve Türkiye’de gerçekleştirilmiş palinolojik çalışmalar ile karşılaştırılarak gerçekleştirilmiştir (Örneğin; Thomson ve Pflug, 1953; Benda, 1971a, b; Hochuli, 1978; Thiele-Pfeiffer, 1980;

Akgün, 1986; Akgün ve Akyol, 1987, 1992, 1999; Benda vd., 1990; Ediger, 1990; Gemici vd., 1991; Planderová, 1991; Akgün, 1993; Karayığit vd., 1999, Akgün ve Kayseri, 2004; Akgün vd., 1995, 2000 a,b, 2002, 2004; Ioakim vd., 2005; Kayseri vd., 2006; Kayseri ve Akgün, 2008 ve Ashraf ve Mosbrugger, 1995, 1996). Ortamsal ve iklimsel yorumlamalar, tanımlanmış olan her spor ve polenin ait olduğu bitkinin günümüzde hangi vejetasyon tipi ve iklim koşullarında yaşadığı göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, palinoflorayı temel alan sayısal iklimsel değerlendirmeler, Mosbrugger ve Utescher (1997) tarafından geliştirilen CoA yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntemin özelliği “Yaşayan en yakın akraba” yaklaşımı ile tanımlanır ve Tersiyer’de yaşamış olan bitkilerin iklimsel gereksinimleri, onların günümüzde yaşayan en yakın akrabalarının iklimsel gereksinimlerine benzerdir fikrine dayanmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye ve Yunanistan’da yer alan geç Burdigaliyen–Langiyen zaman aralığında oluşmuş kömür havzalarından (Ankara–Beypazarı (Güngör, 1991), Çanakkale–Çan ve Balıkesir–Gönen (Ediger, 1990); Yunanistan–Spanokhorion ve Evia, Yunanistan–Kolivata (Benda vd., 1982)) tanımlanan palinofloraların CoA yöntemi ile elde edilen sayısal iklimsel değerleri (MAT, CMT ve WMT) karşılaştırılmıştır (Çizelge 1). Ayrıca, MART hesaplanarak ortamsal yorumlamalarda kullanılmıştır. MART değerinin, bir istasyonun en sıcak ayının ortalama sıcaklık değeri ile en soğuk ayın ortalama sıcaklık değeri arasındaki farkı tanımlamaktadır (WMT–CMT). Sıcaklık amplitüdü ile karasallık derecesi arasında çok yakın bir ilişkinin olduğu kavramından hareketle, MART değeri, i) ekvator dan kutuplara, kıyı bölgelerden iç kesimlere, ii) alçak topoğrafik

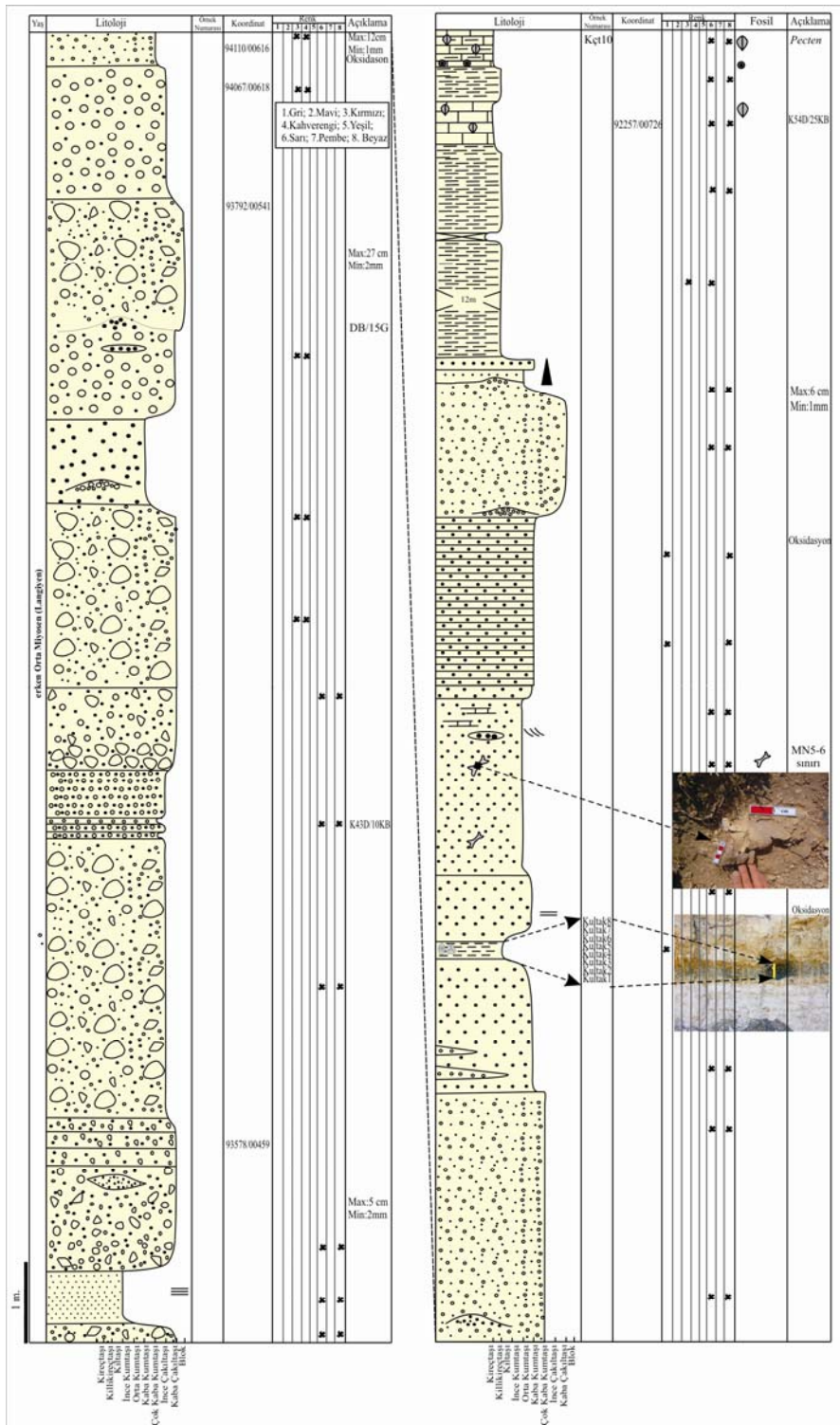
alanlardan yüksek topoğrafik alanlara, iii) yoğun bitki örtüsü ile kaplı alanlardan çıplak alanlara, iv) mutlak nemce zengin bölgelerden havadaki nem miktarı az alanlara doğru, karasallık değerine paralel olarak artış gösterdiği, okyanus akıntılarının etkisinde olan bölgelerde düşük

değerlere ulaştığı belirlenmiştir (Örneğin; Okyanus kenarı bölgelerde MART değeri 0°C'ye kadar düşer). Bu nedenle yukarıda saydığımız faktörlere bağlı olarak, aynı enlem üzerinde yer alan bölgelerde bile yıllık sıcaklık amplitüdü çok farklı değerler alabilmektedir (Bruch vd., 2004).



Şekil 2a. Geç Burdigaliyen-Langiyen tortul istifinin ölçülü stratigrafik kesiti.

Figure 2a. Measured stratigraphic section of the late Burdigalian-Langhian sedimentary sequence.



**Şekil 2b.** Geç Burdigaliyen-Langiyen tortul istifinin ölçütlü stratigrafik kesiti (devam ediyor).  
**Figure 2b.** Measured stratigraphic section of the late Burdigalian-Langhian sedimentary sequence (continued).





bitki örtüsünün dağılımı göz önüne alınmış ve bu sınıflamada bir bölgenin yıllık ve aylık sıcaklık ortalamaları ile yağış miktarı hesaplanarak iklim bölgelerinin sınırı çizilebilmiştir. Köppen iklim sınıflamasında 5 iklim bölgesi tanımlanmıştır. Bu iklim bölgeleri, *A grubu iklim bölgeleri (Tropikal iklim bölgesi)*: i) Tropikal yağmur ormanı iklimi (Örneğin; Kongo), ii) Tropikal muson iklimi (Örneğin; Hindistan), iii) Tropikal nemli iklim ve savan iklimi (Örneğin; Sudan); *B grubu iklim bölgeleri (Kurak iklim bölgesi)*: i) Step iklimi (Örneğin; Güneydoğu Türkiye), ii) Çöl iklimi (Örneğin; Arabistan); *C grubu iklim bölgeleri (Astropikal iklim bölgesi)*: ii) Akdeniz iklimi

(Örneğin; Batı ve güney Türkiye, Yunanistan), ii) Her mevsim yağışlı tropikal iklim (Örneğin; Japonya); *D grubu iklim bölgeleri (Karasal iklim bölgesi)*: i) Denizel orta iklim (Örneğin; İngiltere); ii) Karasal orta iklim (Örneğin; Rusya); *E grubu iklim bölgeleri (Soğuk iklim bölgesi)*: i) Tundra iklimi (Örneğin; Kuzey Sibirya), ii) Kutup iklimi (Örneğin; Antarktika) olarak verilmiştir. Miyosen dönemine ait paleoiklimsel özellikler ile Köppen iklim sınıflaması karşılaştırılarak, günümüze ait iklimsel özellikler ile Miyosen dönemine ait iklimsel özellikler arasındaki farklılıklar belirlenmeye çalışılmıştır.

**Çizelge 1.** İklimsel parametrelerin listesi.

**Table 1.** List of the palaeoclimstological parameter.

<b>İKLİMSEL PARAMETRE</b>	<b>SİMGE</b>
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)	LMO
En Sıcak Ayın Yağış Miktarı (mm)	WMP
Yıllık Sıcaklık Amplitüdü (En Sıcak Ayın Ortalama Sıcaklığı (°C) – En Soğuk Ayın Ortalama Sıcaklığı (°C))	MART (WMT–CMT)

## MİLAS-KULTAK PALİNOFLORASI ve YAŞ DEĞERLENDİRMESİ

İncelenen örneklerden toplam 39 cins ve 27 tür tanımlanmıştır. Tanımlanan bu spor ve polen formlarından, dört cins ve beş tür sporlara ve diğerleri ise polenlere aittir (Şekil 3). Kultak yöresine ait palinospektra içinde, Polypodiaceae ve *Pinus (haploxylon-tip)* yüksek yüzdeli olarak tanımlanmıştır (%15–43). Cupressaceae, *Engelhardtia*, *Ulmus*, *Carya*, *Quercus* evergreen-tip, *Castanea* ve Cyrillaceae formları bol olarak yer almaktadır (%5–14). Osmundaceae, Taxodiaceae, Cycadaceae, *Picea*, *Pinus-diploxylon* tip, Poaceae, Pterocarya, Myricaceae, *Salix*, Simarubaceae ve Oleaceae formları ise düşük yüzdeli olarak diğer spor ve polenlere eşlik etmektedir (%1–4). Kultak sporomorf topluluğunda, Schizaceae, *Abies*, *Calamus*, Sphagnaceae, *Sequoia*, Juglandaceae, *Quercus* deciduous-type, Umbelliferae, Fagaceae, Sapotaceae ve *Avicennia* nadiren ve sporodik (%1–(<1)) olarak varlıkları belirlenmiştir (Şekil 4 ve 5).

Türkiye ve Avrupa'daki Tersiyer havzalarından tanımlanmış palinofloralar incelendiğinde (Krutzsch, 1957, 1958, 1959, 1961; Nagy, 1963, 1969, 1985, 1990; Krutzsch ve Vanhoorne, 1977; Hochuli, 1978; Boulter ve Craig, 1979; Chateaufneuf, 1980; Thiele-Pfeiffer, 1980; Mohr, 1984; Frederiksen, 1985; Akgün, 1986; Akgün ve Akyol, 1987, 1992, 1999; Ashraf ve Mosbrugger, 1995, 1996; Karayiğit vd., 1999; Planderová, 1991; Kayseri vd., 2006; Sancay vd. 2006; Batı ve Sancay, 2007; Kayseri ve Akgün, 2008, Akgün ve Sözbilir, 2001; Ivanov vd., 2002), Oligosen ve Miyosen dönemlerine ait palinostratigrafik özellikler aşağıdaki gibi özetlenebilir.

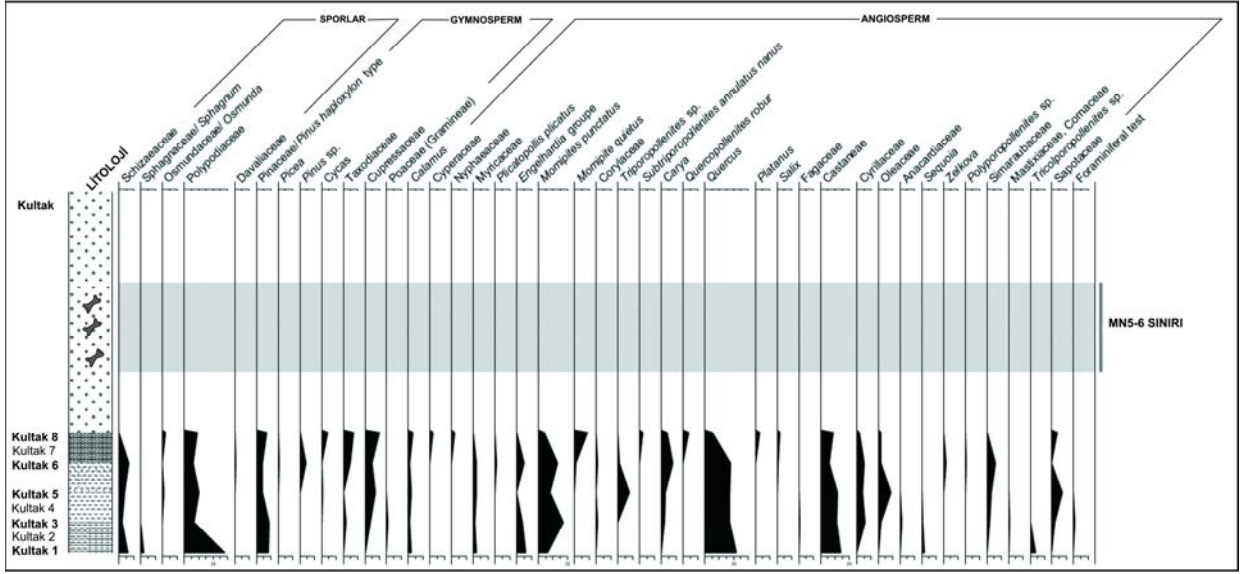
– *Boehlensipollis hohli*, *Slowakipollis hippophaëoides*, *Aglaoreidia cyclops*, *Pentapollenites pentangulus*, *Mediocolpopollis*

*compactus* ssp. *ellenhausensis*, *Dicolpopollis kalewensis*, *Leiotriletes adriennis*, *L. microadriennis*, *L. maxoides maxoides* ve *L. maxoides maximus* formları, Erken Oligosen (Rüpeliyen) döneminde yaygın ve çok yüksek yüzdeli olarak gözlenirken, bu formların yüzde bolluğu Geç Oligosen dönemine (Şattiyen) doğru azalma eğilimindedir. Oligosen döneminin temel tiplerini oluşturan bu formlara, özellikle Eosen döneminde yaygın ve yüksek yüzdeli olarak tanımlanan *Monocolpopollenites tranquillus*, *Compositoipollenites rhizophorus* ssp. *burghasungensis*, *Plicatopollis plicatus*, *Plicapollis pseudoexcelsus*, *Subtriporopollenites annulatus nanus*, *S. annulatus notus* ve *Triatriopollenites excelsus* formları zaman zaman eşlik etmektedir. Oligosen ve Erken Miyosen periyodunda *Engelhardtia* ailesine ait *Momipites punctatus* ve *M. quietus* formlarının yüksek yüzdeli varlıkları dikkat çekmektedir. Miyosen döneminde yaygın ve zaman zaman yüksek yüzdeli olarak tanımlanan *Subtriporopollenites simplex* ve *Intratriporopollenites instructus* formlarının Oligosen döneminde düşük yüzdeli varlıkları belirlenmiştir.

– Erken, Orta ve Geç Miyosen dönemleri için farklı palinofloralar tanımlamak mümkündür. Eosen–Oligosen döneminde yaygın ve yüksek yüzdeli olarak tanımlanan spor ve polenlerin (*Leiotriletes adriennis*, *L. microadriennis*, *L. maxoides maxoides*, *L. maxoides maximus*, *Plicapollis plicatus* ve *Subtriporopollenites annulatus nanus*) Erken Miyosen'de düşük yüzdeli varlıkları belirlenmiş, Orta Miyosen'de ise gözlenmemiştir. Ayrıca Oligosen dönemi için karakteristik olan bazı formlar Erken Miyosen döneminde nadir ve/veya sporodik olarak tanımlanmıştır. Miyosen periyodu boyunca, *Subtriporopollenites simplex*, *Intratriporopollenites instructus* ve *Castanea*, *Quercus*, Cyrillaceae ve Fagaceae ailelerine ait polenlerin yüzde bolluğu ve çeşitliliği artmıştır. *Momipites quietus* formu yüzde bolluğu Erken

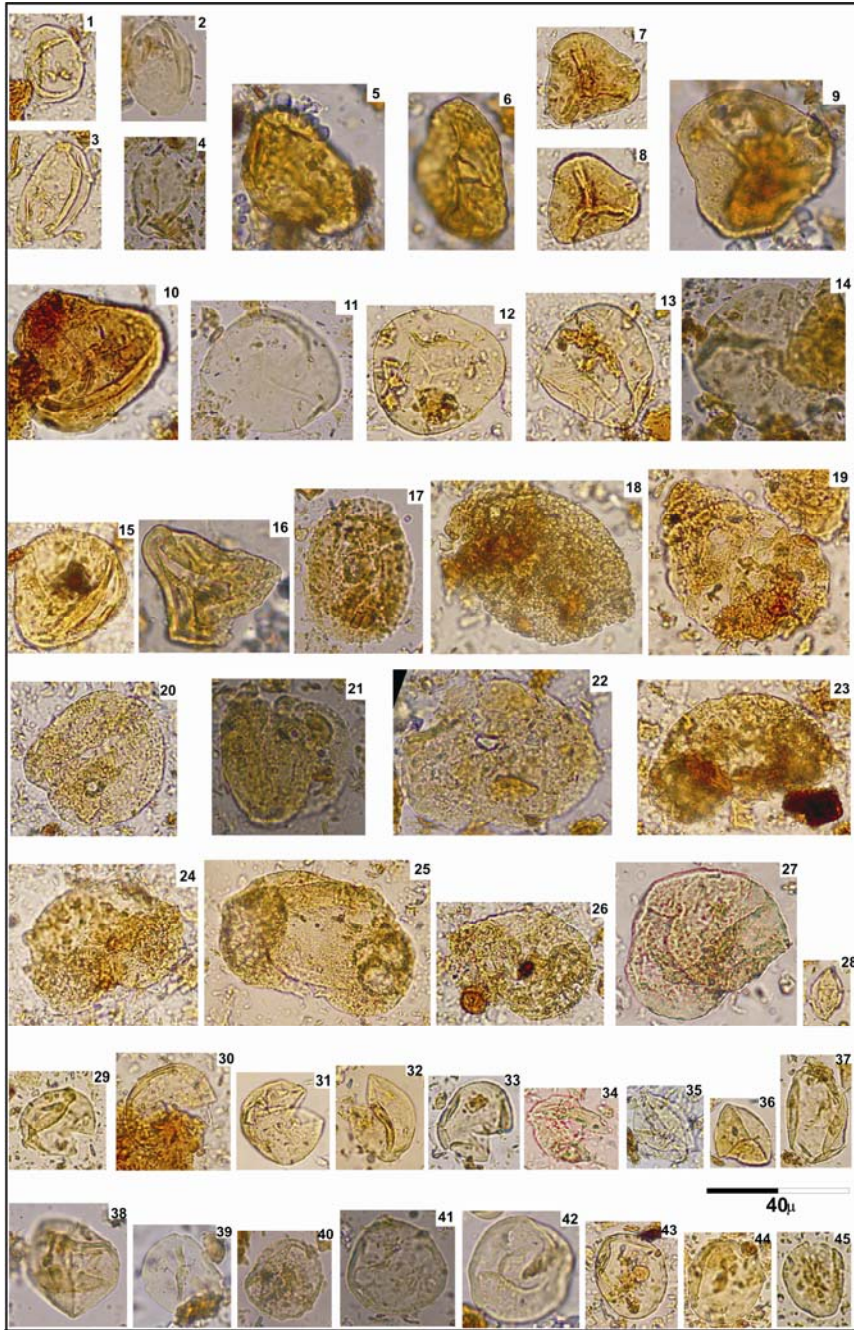
Miyosen’den Orta Miyosen’e doğru azalmakta ve Geç Miyosen döneminde palinospektra içinde gözlenmemektedir. Ancak diğer angiosperm polenlerin yüzde bolluğunda artış ve çeşitlilik dikkat çekmektedir. Özellikle Batı ve İç Anadolu havzalarında, Orta Miyosen palinoflorasında

yaygın olarak gözlenmeyen otsul angiosperm polenler (Poaceae, Umbelliferae, Ephedraceae, Compositae ve *Artemisia*), Geç Miyosen dönemine ait palinofloraya artan bir yüzde ile eşlik etmektedir.



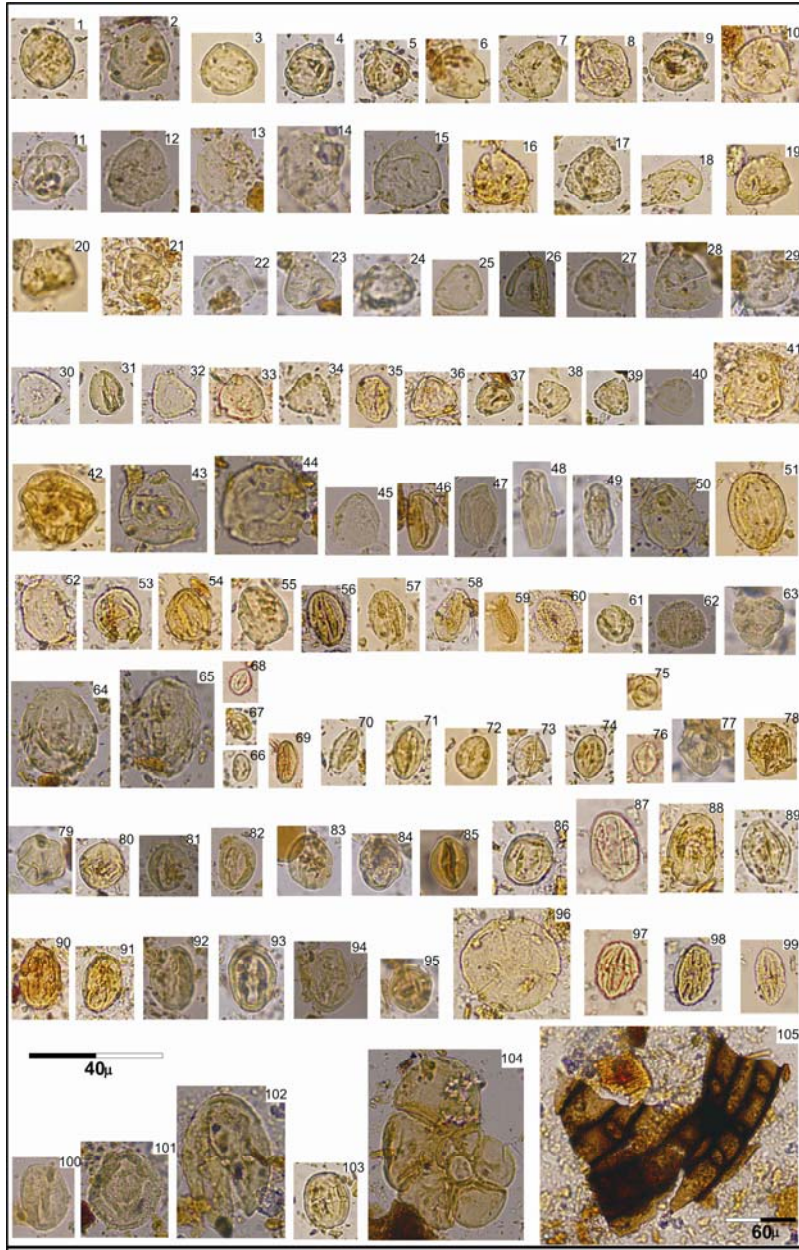
Şekil 3. Kultak palinoflorasına ait spor ve polenlerin bağıl bollukları.

Figure 3. Relative abundance of spores and pollen in the Kultak palynoflora.



**Şekil 4.** Milas–Kultak bölgesine ait Geç Burdigaliyen-Langiyen palinoflorası (1–4. Polypodiaceae; 5,6. Davaliaceae; 7–16. Schizaceae; 17. Osmundaceae; 18–27. Pinaceae; 28. Cycadaceae; 29–38 Taxodiaceae; 39. Pterocarya; 40. *Zelkova*; 41–45. *Carya*)

**Figure 4.** late Burdigalian-Langhian Palynoflora of the Milas–Kultak area (1–4. Polypodiaceae; 5,6 Davaliaceae; 7–16. Schizaceae; 17. Osmundaceae; 18–27. Pinaceae; 28. Cycadaceae; 29–38 Taxodiaceae; 39. Pterocarya; 40. *Zelkova*; 41–45. *Carya*)



**Şekil 5.** Geç Burdigaliyen–Langiyen dönemi için Milas–Kulatak bölgesine ait palinoflora (1. *Carya*; 2. Myricaceae; 3–40 *Engelhardia*; 41–44. Myricaceae; 45. *Calamus*; 46–49. Fagaceae; 50–55. *Quercus*; 56–59. *Platanus*; 60–63. *Salix*; 64,65. *Acer*; 68–76. Castaneae; 77–80. Cyrillaceae; 81–102. *Tricolporopollenites* spp.; 103. Sapotaceae; 104. Foraminiferal astar; 105. Odun parçası)

**Figure 5.** Palynoflora of the Milas–Kultak area for the late Burdigalian–Langhian time (1. *Carya*; 2. ; Myricaceae; 3–40 *Engelhardia*; 41–44. Myricaceae; 45. *Calamus*; 46–49. Fagaceae; 50–55. *Quercus*; 56–59. *Platanus*; 60–63. *Salix*; 64,65. *Acer*; 68–76. Castaneae; 77–80. Cyrillaceae; 81–102. *Tricolporopollenites* spp.; 103. Sapotaceae; 104. Foraminiferal test; 105. Odun parçası)

Milas–Kultak palinoflorasında, palinostratigrafik olarak önemli olan *Leiotriletes maxoides minoris* (Schizaceae), *L. maxoides maxoides* (Schizaceae), *Momipites punctatus* (*Engelhardia*), *M. quietus* (*Engelhardia*), *Plicatopollis plicatus* (Juglandaceae), *Tetracolporopollenites* sp. (Sapotaceae), *Dicolpopollis kalewensis* (*Calamus*), *Tricolporopollenites cingulum* (Castaneae), *Tricolpopollenites densus* (*Quercus*), *T. microhenrici* (*Quercus*), Taxodiaceae ailesine ait polenler tanımlanmıştır. Türkiye ( ve Avrupa’da gerçekleştirilen palinolojik çalışmalar ile karşılaştırıldığında, Milas–Kultak palinoflorasının geç Erken-erkenOrta Miyosen yaşlı palinofloralar ile benzerliği belirlenmiştir (Çizelge 2). Bu çalışmada, palinolojik olarak elde edilen yaş bulgusu, aynı stratigrafik istif içinden derlenmiş memeli fosillerinden elde edilen yaş bulgusuyla (MN5–6 sınırı) bütünlük sağlamaktadır (Kaya vd., 2001 ve Kayseri vd., 2007).

Türkiye ve Avrupa’da Tersiyer linyitlerinin palinolojik incelemelerini konu alan çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiş olmasına karşın (Hochuli, 1978; Thiele–Pfeiffer, 1980; Akgün, 1986; Akgün ve Akyol, 1987, 1992, 1999; Planderová, 1991; Kayseri vd., 2006; Ashraf ve Mosbrugger, 1995, 1996), geç Burdigaliyen ve Langiyen dönemlerine ait sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır (Kayseri ve Akgün, 2008; Akgün vd., 2008; Güngör, 1991; Syabryaj vd., 2007; Utesher vd., 2007; Benda vd., 1982; Reigel vd., 1989;

Ivanov vd., 2007; Jimémez–Moreno, 2006, Jimémez–Moreno ve Suc, 2007). Bu çalışmada tanımlanan Milas–Kultak palinoflorasını, Türkiye’de yayılım gösteren kömür havzalarından tanımlanmış palinofloralar ve bu palinofloralara ait spor ve polenlerin palinostratigrafik özellikleri karşılaştırıldığında, Kultak palinoflorasının, Aydın–Kuloğulları ve Başçayır, Çanakkale–Çan ve Etili, Balıkesir–Gönen, Ankara–Beypazarı (Çayırhan) bölgesi, Bigadiç havzası ve Samsun bölgesinde (Çankırı–Çorum havzası) depolanmış olan kömür içerikli Neojen tortullarından tanımlanan palinofloralar benzer olduğu gözlenmiştir (Çizelge 2). Avrupa geç Burdigaliyen Langiyen döneminin palinostratigrafik özellikleri ile Milas–Kultak palinoflorasının palinostratigrafik özellikleri karşılaştırıldığında, hemen hemen her palinoflorada *Engelhardia* (*Momipites punctatus* ve *M. quietus*), *Quercus* (*Tricolpopollenites densus* ve *T. microhenrici*), Sapotaceae (*Tetracolporopollenites* spp.), Cyrillaceae (*Tricolporopollenites megaexactus*) ve Oleaceae (*Tricolporopollenites microreticulatus*), *Carya* (*Subtriporopollenites simplex*) bitkilerine ait polenlerin yüksek yüzdeli varlıkları dikkat çekmektedir. Her ülkeye ait palinospektroda, paleotopografya ve kara–deniz çizgisinin konumuna göre bazı spor ve polenlerin gözlenmemiş olmasına karşın (Örneğin; Mangrov formları), geç Burdigaliyen–Langiyen döneminde Türkiye ve Avrupa’da benzer bitki topluluklarının var olduğu söylenebilir.

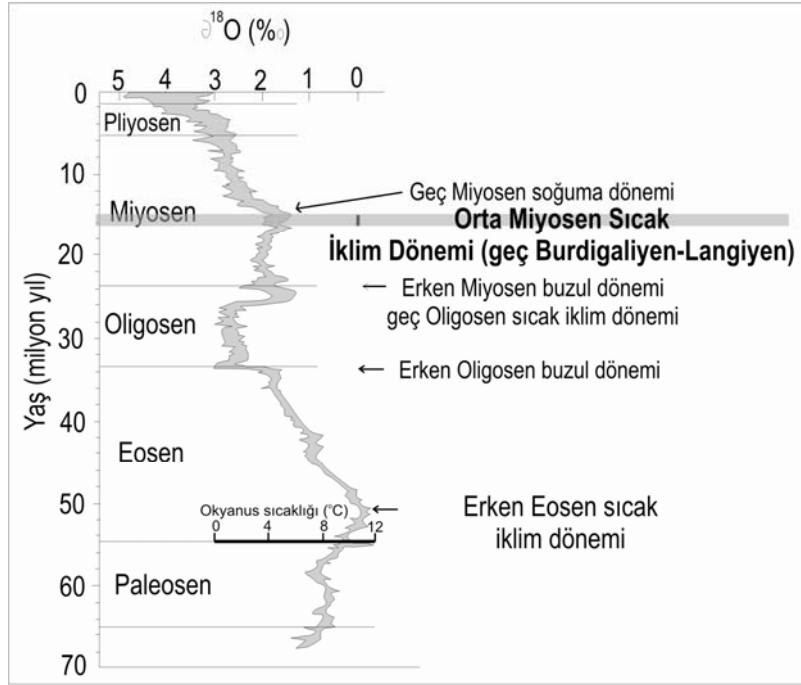


## PALEOİKLİM, PALEOVEJETASYON ve PALEOCOĞRAFYA

Tersiyer boyunca paleoiklimdeki değişimlerin belirlenmesi ve paleocoğrafik yaklaşımlarla bu iklimsel değişimlerin ilişkilendirilmesi son yıllarda birçok çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Zachos vd. (2001) Tersiyer boyunca denizel kireçtaşlarına uygulanan oksijen izotop analizi değerlerini kullanarak Eosen, Oligosen ve Miyosen boyunca, iklimde belirgin değişimlerin olduğunu belirlemişlerdir (Şekil 6). Erken Eosen, Geç Oligosen ve erken Orta Miyosen (geç Burdigaliyen–Langiyen) dönemlerinde ısı değerlerinde ani bir artış gözlenirken, Erken Oligosen, Erken Miyosen (Akıtanıyen) ve Serravaliyen döneminde ısı değerlerinde belirgin düşüşler işaretlenmiştir (Zachos vd., 2001). “Erken Eosen sıcak iklim dönemi” olarak adlandırılan ve dünya ölçeğinde gözlenen bu ısı artışı, Orta ve Geç Eosen’e doğru azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 6). Isı değerlerinde gözlenen bu azalış, Erken Oligosen döneminde en düşük değerine ulaşmıştır ve bu dönem “Erken Oligosen buzul dönemi” olarak adlandırılmıştır. Oligosen boyunca ısı değerlerinde bir değişim gözlenmemiştir. Ancak, Geç Oligosen’de ısı değerlerinde artış gözlenirken (Geç Oligosen sıcak iklim dönemi), Erken Miyosen’de ısı değerlerinde belirgin bir düşüş tanımlanmıştır (Erken Miyosen buzul dönemi). Erken Miyosen’den Orta Miyosen’e doğru, ısı değerlerinde düzenli bir artış gözlenmiş ve bu artış Orta Miyosen’de (geç Burdigaliyen–Langiyen) maksimum değerine ulaşmıştır. Bu dönem “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi” olarak adlandırılmıştır. Bu sıcak iklim koşullarının ısı değerlerinde, Geç Miyosen’den Pliyosen’e doğru düzenli bir şekilde düşüş belirlenmiştir. Yazarlar okyanus suyu sıcaklığında gözledikleri ısı artışının, buzulların

erimesi ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, son yıllarda okyanus ısısında gözlenen bu değişimlerin, karasal iklim koşulları üzerine etkilerinin ortaya çıkarılmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir (örneğin; Mosbrugger vd., 2005; Akgün ve Kayseri, 2008; Burch vd., 2004). Bu çalışmalarda, yaprak fosillerine uygulanan “CLAMP”, “LMA” ve palinolojik–paleobotanik bulguları temel alan CoA analiz yöntemleri kullanılarak, sayısal iklimsel değerler elde edilmiştir. Bu çalışmada, CoA analiz yöntemi kullanılmıştır. “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi”nin gözlendiği geç Burdigaliyen–Langiyen periyodunda oluşmuş kömür içerikli havzalardan önceki çalışmalarda hesaplanmış olan sayısal ısı değerleri (İzmir-Sabuncubeli “geç Burdigaliyen” Kayseri vd. (2007), Samsun–Havza “en geç Burdigaliyen” (Kayseri, 2002; Kayseri ve Akgün, 2008), Aydın–Başçayır ve Kuloğulları “Langiyen” (Akgün ve Akyol, 1999; Akgün vd., 2008)) ve bu çalışmada hesaplanan ısı değerleri (Ankara–Beypazarı “en geç Burdigaliyen” (Güngör, 1991), Çanakkale–Çan ve Balıkesir–Gönen “en geç Burdigaliyen–?Serravaliyen” (Ediger, 1990); Çanakkale–Etili “geç Erken Miyosen–erken Orta Miyosen=geç Burdigaliyen–Langiyen” (Akgün vd., 2008); Milas–Kultak “Milas–Kultak “geç Burdigaliyen–Langhian”; Yunanistan–Spanokhorion ve Evia “en geç Burdigaliyen”, Yunanistan–Kolivata “Langiyen” (Benda vd., 1982)) bir arada yorumlanmıştır (Şekil 7 ve 8). Yorumlama, esas olarak CMT ve WMT değerleri göz önünde bulundurularak gerçekleştirilmiştir. Türkiye ve Avrupa’ya ait sayısal ısı değerleri temel alınarak, paleocoğrafyanın iklim üzerine etkilerinin tartışılması sağlanmıştır. Ayrıca, Türkiye’deki bölgeler için, bu çalışmada hesaplanan ısı değerleri ile günümüze ait ısı değerleri karşılaştırılmıştır.





**Şekil 6.** Oksijen izotopu analizi temel alınarak Paleosen-Güncel aralığı boyunca gözlenen palaeoiklimsel değişim (Zachos vd., 2001).

Figure 6. Palaeoclimatic changes observed during the Paleocene-Recent interval based on the oxygen isotopic results (Zachos et al., 2001).

### Türkiye ve Yunanistan’ın geç Burdigaliyen–Langiyen’de Paleoklim ve Paleovejetasyon Özellikleri ve Paleocoğrafya

Türkiye ve Yunanistan’da geç Burdigaliyen–Langiyen döneminde depolanmış birçok kömür içerikli havza olmasına karşın, bu döneme ait palinolojik çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmada yalnızca beş bölgeden elde edilen sayısal değerler iklim yorumlaması için kullanılmıştır. Türkiye için bölgeler Ankara–Beypazarı (Çayırhan), Çanakkale–Çan, Çanakkale–Etili, Balıkesir–Gönen, Balıkesir–Bigadiç, İzmir–Sabuncubeli ve Samsun–Havza, Yunanistan için ise Evia bölgesidir. Ayrıca, bu bölgelere ait ısı değerlerinin bitki toplulukları üzerine etkisi bu bölümde tartışılmıştır.

Ankara–Beypazarı (Çayırhan) bölgesinde, geç Burdigaliyen yaşlı alt ve üst

linyit damarının oluşumu sırasında ılık yarı-tropikal iklim koşullarının varlığı (yüksek ısıda gelişen ve yayılım gösterebilen *Palmae*, *Schizaceae*, *Engelhardia*, *Sapotaceae* ve *Cyrillaceae* polenlerin bolluğu) gözlenmiştir (Güngör, 1991; Whateley ve Tuncalı, 1995). Whateley ve Tuncalı (1995), Ankara–Beypazarı’nda gözlenen alt linyit damarından tanımlanan spor ve polenlerin bağlı oldukları bitki taksonlarının, göl kıyısı ve çevresinde yüksek paleotopoğrafyalı alanların varlığına işaret ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, bu vejetasyonun gelişebilmesi için yağış miktarının yüksek olması gerektiğini ve mevsimselliğin bu bölgede etkili olduğunu vurgulamışlardır. Güngör (1991) palinofloraya bağlı olarak, üst linyit damarının oluşumu sırasında Çayırhan bölgesi ve çevresinde gölsel ortamın varlığını tanımlamıştır. Yazar, gölün çevresinde bataklık alanların





Miyosen sıcak iklim dönemi”ne ait sıcak iklim koşullarının Balıkesir–Gönen ve Çanakkale–Çan bölgelerinde de etkili olduğunu düşündürmektedir. Popov vd., (2004) geç Burdigaliyen ve Langiyen zaman aralığında, Çanakkale ve çevresinde bataklık alanların yayılım gösterdiğini ve bu bölge için, volkanik aktivitelerin etkili olduğunu belirtmiştir (Şekil 7 ve 8). Çanakkale–Çan ve Balıkesir–Gönen bölgelerine ait MART (14°C) değeri, Popov vd., (2004) tarafından tanımlanan düşük paleotopoğrafik koşulların varlığı görüşünü güçlendirmektedir. Günümüzde Çanakkale ve çevresinde tipik Akdeniz iklimi gözlenmektedir (CMT 3.3–5.1°C ve WMT 27.7–30.1°C) ve Köppen iklim sınıflamasında grup C’ye karşılık gelmektedir (Ek 1). Geç Burdigaliyen–Serravaliyen dönemine ait ısı değerleri, günümüze ait ısı değerlerinden daha yüksektir ve bu farklılığın geç Burdigaliyen–Langiyen boyunca gözlenen sıcak iklim koşullarının etkisi sonucunda gerçekleştiği düşünülmektedir.

Çanakkale–Çan–Etili çevresinde geç Erken Miyosen–erken Orta Miyosen zaman aralığına ait sayısal paleoklimsel değerler sırasıyla MAT 17.2–18.4°C, CMT 6.2–7.4°C (6.8°C), WMT 27.3–27.9°C ve MART 20.8°C’dir (Akgün vd., 2008). Yazarlar sayısal ısı bulgularına göre Çanakkale–Çan–Etili çevresinde sıcak ve nemli ılıman iklim koşullarının varlığını belirlemiştir. Ayrıca bu sıcak iklim koşullarının “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi” ile karşılaştırılabileceğini vurgulamışlardır. Bu çalışmada Ediger (1990)’ın Çanakkale–Çan palinoflorası temel alınarak hesaplanan ısı değerleri ile Akgün vd. (2008) tarafından hesaplanan ısı değerlerinin birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Çanakkale–Çan ve Etili bölgelerine ait MART değerleri arasındaki farkın, benzer iklim koşulları altında gelişmiş bu

kömürleşme alanlarının, farklı ortamsal özelliklere sahip olması ile açıklanabileceği sonucuna ulaşılmaktadır. Yüksek MART değeri, Etili bölgesinin Çan alanından daha yüksek paleotopoğrafik koşullara sahip olabileceğini, Çan alanına göre daha düşük CMT değerinde böyle bir topoğrafik konumu desteklediği söylenebilir.

Akgün vd. (2008), Balıkesir–Bigadiç bölgesine ait sayısal ısı değerleri MAT 17.2–21.3°C, CMT 6.2–13.3°C (9.75°C), WMT 26.5–27.9°C ve MART 17.45°C olarak hesaplanmıştır. Yazarlar, *Engelhardia*, *Cyrtaceae* ve *Sapotaceae* bitkilerine ait polenlerin palinospektra içinde yüksek yüzdeli varlığına işaret ederek, Balıkesir–Bigadiç bölgesi için ılık yarı–tropikal iklim koşullarının varlığını tanımlamışlardır. Bigadiç ve çevresinde, özellikle bataklık (*Nyssa*, *Taxodiaceae–Taxodium* ve *Myricaceae*) ve karışık orman topluluklarının (*Quercus*, *Ulmus* ve *Carya*) yayılım gösterdiği ve acı su koşullarında gelişen otsul bitkilerin (*Chenopodiaceae*) var olduğu belirlenmiştir. Helvacı (1995) çalışmasında, Balıkesir–Bigadiç ve çevresinde gözlenen borat oluşumunun yüksek evaporasyon sonucunda geliştiğini belirtmiştir. Ayrıca, Helvacı ve Yağmurlu (1995), bölgede borat oluşumunun olabilmesi için kurak ve yarı kurak iklim koşullarının olması gerektiğini vurgulamıştır. Geç Burdigaliyen döneminde gözlenen yüksek ısı artışının (“Orta Miyosen sıcak iklim dönemi”nin), Balıkesir–Bigadiç bölgesindeki (CMT değerinin yüksek olması) borat oluşumunda etkili olduğunu düşündürmektedir. Geç Burdigaliyen’de Balıkesir–Bigadiç bölgesi, Popov vd., (2004) tarafından Menderes yükseltisi içinde gösterilmiştir. Ancak, Balıkesir–Bigadiç bölgesi için hesaplanan MART değeri çok yüksek olmayan paleotopoğrafik koşullarını göstermektedir

(Şekil 7 ve 8). Palinolojik bulgular bu düşük paleotopoğrafik koşulların varlığını desteklemektedir. Balıkesir–Gönen bölgesine ait MART değeri ile Balıkesir–Bigadiç bölgesine ait MART değerini karşılaştırdığımızda, Bigadiç bölgesinin Gönen bölgesine göre biraz daha yüksek paleotopoğrafyaya sahip olduğu söylenebilir. Günümüzde Balıkesir ve çevresinde Akdeniz iklimi gözlenmektedir (CMT 1.4–3.2°C ve WMT 29.0–30.4°C) ve Köppen iklim sınıflamasında grup C ile simgelenmektedir (Ek 1). Balıkesir bölgesi için hesaplanmış olan geç Burdigaliyen dönemine ait WMT ısı değerleri günümüze benzer olmasına karşın, CMT ısı değerleri, günümüz ısı değerlerine oranla belirgin olarak yüksektir. Bu yüksek CMT ısı değerlerinin, geç Burdigaliyen–Langiyen zaman aralığı boyunca Türkiye ve Avrupa’da etkisini göstermiş olan “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi” ile ilgili olduğu düşünülmektedir.

İzmir–Sabuncubeli yöresine ait geç Burdigaliyen yaşlı palinoflora ve sayısal iklimsel değerleri Kayseri vd. (2007) tarafından elde edilmiştir. Yazarlar, Sabuncubeli ve çevresinde özellikle Sparganiaceae ve Myricaceae bitkilerinin geniş yayılım sunduğunu, ova ve bataklık ortamının iyi geliştiğini göstermişlerdir. Ayrıca, bölgede, *Engelhardia*, Schizaceae ve Cyrillaceae bitkilerinin yayılım gösterdiği ılık yarı–tropikal iklim koşullarının varlığını tanımlamışlardır. Hesaplanan 9.75°C CMT değeri Sabuncubeli bölgesinde sıcak iklim koşullarının varlığını güçlendirmektedir.

Kayseri (2002) ve Kayseri ve Akgün (2008), Samsun–Havza bölgesinden tanımlanan en geç Burdigaliyen yaşlı Samsun–Havza palinoflorasını temel alarak, sayısal ısı değerlerini CoA analizi yardımıyla hesaplamışlardır (MAT 17.2–20.8°C, CMT 6.2–

13.3°C (9.75°C), WMT 27.3–27.9°C ve MART 17.45 °C). Yazarlar, Samsun–Havza bölgesine ait palinospektra içinde sıcak seven bitkilerin (Sapotaceae, Cyrillaceae, *Reevesia*, *Engelhardia* ve Myrtaceae) yüksek yüzdeye sahip olduğunu ve bölgede ılık yarı–tropikal iklim koşullarının egemenliğini tanımlamışlardır. Hesaplanan 9.75°C CMT değeri, Samsun–Havza bölgesinde “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi”nin etkisini düşündürmektedir. Bu çalışmada, en geç Burdigaliyen döneminde Samsun–Havza ve çevresinde geniş bataklık alanların varlığı (*Nyssa*, Myricaceae, Taxodiaceae, Polypodiaceae, Osmundaceae ve Schizaceae) ve bu alanlarını çevreleyen düşük paleotopoğrafya içinde konifer (*Pinus*, *Picea* ve *Podocarpus*) ve karışık orman topluluğuna (*Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Carpinus* ve Juglandaceae–*Carya*) ait bitkilerin varlığı belirlenmiştir. Palinolojik bulgulara dayalı bu ortamsal yorumlamalar ve hesaplanan 17.45°C MART değeri, Orta Anadolu’da, batı ve doğu Pontitlerde, Popov vd. (2004) tarafından işaret edilen ova, tatlı su gölü ve bataklık alanlarının varlığını desteklemektedir (Şekil 7 ve 8). Günümüzde Samsun ve çevresinde, genel olarak ısı değerleri CMT 3.4–6.0 °C ve WMT 23.3–26.9°C’dir ve Köppen iklim sınıflamasında grup D ile tanımlanmaktadır (Ek 1). Ancak bu bölgede topoğrafyaya bağlı olarak iklim koşulları değişmektedir. Kıyı kuşağında denizin etkisine bağlı olarak nemli ve ılıman yarı–tropikal iklim koşulları gözlenirken, iç kesimlere doğru karasal iklim koşulları gözlenmektedir. En geç Burdigaliyen dönemine ait ısı değerleri günümüze ait CMT ısı değerlerine göre biraz daha yüksektir ve WMT değerleri ise birbirine benzerdir. Tüm bu bulguların ışığında, en geç Burdigaliyen döneminde Samsun–Havza yöresinde gözlenen iklim koşullarının, günümüzde Samsun bölgesinin kıyı kuşağı

boyunca gözlenen yarı–tropikal iklim koşullarına benzer olduğu söylenebilir.

Yunanistan’da geç Burdigaliyen (foraminifer N8 zonunun alt bölümü) yaşlı Spanokhorion palinoflorası içinde, sıcak seven bitkilerin (Cyrillaceae ve *Engelhardia*) varlığı dikkat çekmektedir (Benda vd., 1982) ve palinofloraya bağlı olarak yarı–tropikal iklim koşullarının varlığı söylenebilir. Benda vd. (1982)’nin tanımladığı spor ve polenler, bu çalışmada CoA analizi ile değerlendirilmiş ve analiz sonucunda MAT, CMT ve MART değerlerinin her birinde iki ısı aralığı elde edilmiştir (MAT 9.1–10.8°C ve 15.6–21.3°C, CMT (–2.7)–1.1°C (–0.8°C) ve 5.0–13.3°C (9.15°C), WMT 24.7–43.0°C (33.85°C) ve MART 34.65°C ve 24.7°C). İki farklı MART değeri Spanokhorion bölgesinde iki farklı paleotopoğrafyanın varlığını düşündürmektedir. Yüksek MART değerleri (24.7°C ve 34.65°C) bölgede oldukça yüksek topoğrafik alanların varlığına işaret etmektedir ve bölgede Pindos yükseliminin varlığı bu bulguyu güçlendirmektedir (Popov vd, 2004) (Şekil 7 ve 8). Ayrıca, CMT değerleri incelendiğinde (–0.8°C ve 9.15°C) düşük olan değer bölgede, yüksek paleotopoğrafik alanın varlığı görüşünü desteklemektedir. Yüksek olan CMT değeri ise, Spanokhorion bölgesinde sıcak iklim koşullarına işaret etmektedir. Geç Burdigaliyen’de Spanokhorion bölgesinde karışık orman topluluğu ve konifer ormanlarının bölgede orta ve yüksek paleotopoğrafyalı alanları kapladığı söylenebilir (*Pinus* spp. *Pinus haploxylon*–grup, nadiren *Pinus silversteris*–grup, *Quercus* ve *Castaneae*). Ayrıca, bataklık ortamının varlığını gösteren *Taxodiaceae*, *Nyssa* ve *Myricaceae* bitkilerinin yüzde bolluğunun fazla olduğu belirlenmiştir. Palinospektroda, otsul ve çalı formlarının (*Poaceae*, *Compositae*, *Cyperaceae*

ve *Chenopodiaceae*) düşük yüzdeli varlığı, Spanokhorion bölgesinde açık alanların varlığını tanımlamaktadır. Yunanistan’da Evia bölgesine (Yunanistan’ın doğusu) ait geç Burdigaliyen yaşlı (=MN4a memeli zonu) palinoflorada sıcak iklim koşullarında gelişebilen (*Engelhardia*, *Sapotaceae*, *Platycarya* ve *Palmae*) bitkilerin varlığı dikkat çekmektedir. Ayrıca, palinoflorada özellikle bataklık ormanına ait polen ve sporların (*Ovoidites*, *Taxodiaceae*, *Sequoia*, *Glyptostrobus* ve *Nymphaeaceae*) varlığı belirlenmiştir (Reigel vd., 1989). Bu çalışmada hesaplanan, Evia bölgesine ait CoA analiz sonuçları MAT 17.0–18.4°C, CMT 6.2–12.5°C (9.35°C), WMT 26.5–32.0°C ve MART 19.9°C’dir (Şekil 7 ve 8) (Reigel vd., 1989). Yüksek olan CMT değeri, geç Burdigaliyen döneminde Yunanistan’ın doğusunda olduğu gibi batısında da “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi”nin etkili olduğunu düşündürmektedir. Hesaplanan MART değeri (19.9°C), geç Burdigaliyen döneminde havzada yüksek paleotopoğrafyaya sahip alanların varlığını ve bu alanların arasında bataklık ortamlarının geliştiğini göstermektedir (Şekil 7 ve 8). Popov vd. (2004) geç Burdigaliyen’de batı Yunanistan (Spanokhorion alanı) için Pindos yükseliminin, doğu Yunanistan (Evia alanı) için ise ova ve yüksek paleotopoğrafyalı alanların varlığını belirlemiştir. Yunanistan’ın doğusu ve batısına ait hesaplanan farklı MART değerleri, Yunanistan’da geç Burdigaliyen döneminde bu bölgelere ait farklı paleotopoğrafik koşulların varlığını desteklemektedir.

Bu çalışmada tanımlanan geç Burdigaliyen–Langiyen yaşlı Milas–Kultak palinoflorasında, sıcak iklim koşullarında gelişim gösterebilen *Engelhardia*, *Schizaceae*, *Sapotaceae* ve *Cyrillaceae* ailelerine ait spor ve polenlerin yüksek yüzdeli olduğu belirlenmiştir. Palinoflora temel alınarak, Milas–Kultak ve çevresinde geç

Burdigaliyen-Langiyen boyunca, yarı-tropikal iklim koşullarının varlığından söz edilebilir. Milas–Kultak palinoflorasının CoA analizi ile sayısal ısı değerleri hesaplanmıştır ve CoA sonuçları sırasıyla MAT için 16.5–21.3°C, CMT için 5.5–13.3°C (9.4°C), WMT için 27.3–28.1°C (27.7°C) ve MART için 18.3°C’dir. Milas ve çevresinde, günümüzde gözlenen ısı değerleri MAT 18–20°C, CMT 8–10°C ve WMT 28–30°C ve Köppen iklim sınıflamasında grup C olarak tanımlanan iklim koşulları ile temsil edilmektedir (Ek 1). Günümüzde bölgedeki iklim koşulları, yaz aylarında sıcak ve kurak, kış aylarında ise yağışlı olarak geçmektedir. Kultak ve çevresinde günümüzde, Myrtaceae, Lauraceae, Ericaceae, Oleaceae, Apocynaceae ve Fabaceae bitkileri ile temsil edilen fundalıklar yayılım göstermekte ve yüksek topoğrafyalı alanlarda ise açık tohumlu bitki grubuna ait *Pinus*’lar bulunmaktadır. Günümüze ait ısı değerleri ile geç Burdigaliyen-Langiyen dönemine ait ısı değerlerinin birbirine benzer olduğu gözlenmektedir. Günümüzde bölgede, Akdeniz ve Ege denizinin etkisi nedeniyle yüksek ısı değerleri gözlenirken, geç Burdigaliyen-Langiyen dönemi için kayıt edilen yüksek ısı değerleri bölgenin o dönemde de, günümüzde olduğu gibi deniz (Akdeniz) etkisine açık olması ve “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi”nin etkisiyle açıklanabilir. geç Burdigaliyen-Langiyen döneminde bataklık ve karışık orman topluluğuna (*Pinus*, *Quercus*, *Castaneae* ve *Fagaceae*) ait bitkilerin yayılım gösterdiği belirlenmiştir. Hesaplanan MART değeri (18.3°C), geç Burdigaliyen-Langiyen periyodunda Milas–Kultak ve çevresinde düşük ve yüksek paleotopoğrafyanın varlığını göstermektedir ve bu bulgu spor ve polenlere bağlı olarak tanımlanan paleovejetasyonel bulguları doğrulanmaktadır. Bu bulgular, Popov vd. (2004)’nin Milas-Kultak bölgesi için

gösterdikleri Menderes Masifi yükseltisi ve geniş bataklık alanlarının varlığını desteklemektedir (Şekil 7 ve 8).

Geç Burdigaliyen-Langiyen dönemine ait bir diğer palinolojik bulgu Aydın–Kuloğulları ve Başçayır bölgelerinden elde edilmiştir (Akgün ve Akyol, 1999). Bu bölgelere ait sporomorf içeriği Akgün vd. (2008) tarafından CoA analizi ile değerlendirilmiştir. Aydın–Kuloğulları (Aydın’ın güneydoğusu) bölgesine ait sayısal ısı değeri MAT için 13.5–21.3°C, CMT için 1.8–13.3°C (7.55°C), WMT için 25.4–28.1°C (26.75°C) ve MART için 19.2°C olarak hesaplanmıştır. Aydın–Başçayır (Aydın’ın kuzeydoğusu) bölgesine ait sayısal ısı değerleri ise, MAT 12.9–21.7°C, CMT 0.9–15.6°C (8.25°C), WMT 23.6–28.1°C (25.85°C) ve MART 17.6°C’dir (Şekil 7 ve 8). Akgün vd. (2008), Kuloğulları ve Başçayır bölgelerine ait palinospektrada yüksek ısı koşullarında gelişebilen *Cyrillaceae*, *Sapotaceae*, *Engelhardia* ve *Schizaceae* bitkilerine ait polen ve sporların varlığını vurgulamıştır ve geç Burdigaliyen-Langiyen dönemi boyunca, ılık yarı-tropikal iklim koşullarının hakim olduğunu belirtmişlerdir. Başçayır bölgesine ait paleovejetasyonda, özellikle bataklık orman topluluğu (Örneğin; *Taxodiaceae*, *Myricaceae*), karışık orman topluluğu (Örneğin; *Quercus*, *Castaneae* ve *Fagaceae*) ve dağ bitki örtüsünün (*Pinus*) varlığı tanımlanmıştır. Ayrıca, Başçayır bölgesinde küçük otsul alanların varlığını gösteren polenler (Örneğin; *Compositae*, *Chenopodiaceae*, *Poaceae*) elde edilmiştir. Aydın–Kuloğulları bölgesine ait paleovejetasyon özellikle akarsu kenarı bitki topluluğu (*Alnus* ve *Simaroubaceae*), dağ ve karışık orman topluluğu ile Başçayır bölgesinden farklılık göstermektedir. Bu iki bölgeden hesaplanan MART değerleri karşılaştırıldığında, Kuloğulları’ndan tanımlanan

MART değerinin (19.2°C), Başçayır bölgesine ait olan değerden (17.6°C) daha yüksek olması, Kuloğulları bölgesinin daha yüksek bir topoğrafyaya sahip olması gerektiğini düşündürmektedir. Bu sayısal bulgu, palinofloraya dayanılarak elde edilen ortamsal yorumlamayı desteklemektedir. Günümüzde Muğla–Aydın bölgesi ve çevresinde Akdeniz iklimi gözlenmektedir (Köppen iklim sınıflaması grup C) ve CMT 4.2–5.5°C (4.85°C) ve WMT 33.5–35.3°C (34.4°C) olarak hesaplanmıştır (Ek 1). geç Burdigaliyen–Langiyen dönemine ait ısı değerleri ile günümüze ait ısı değerlerinin birbirine yakın olmasına karşın, günümüze ait CMT değeri daha düşük ve WMT değeri ise daha yüksektir. Bu değerlerdeki farklılık topoğrafyanın geç Burdigaliyen–Langiyen döneminden günümüze kadar değişmesi ve Langiyen’de tanımlanmış “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi”nin etkisi ile açıklanabilir.

Benda vd. (1982) Langiyen yaşlı (=nannoflora NN5 zonu) Kolivata–Levkas palinoflorasında sıcak iklim koşullarında gelişebilen Cyrillaceae ve *Engelhardia* bitkilerine ait polenlerin varlıklarını belirlemiş ve Langiyen dönemi boyunca Kolivata alanında yarı–tropikal iklim koşullarının etkin olduğunu belirtmişlerdir. Şimdiye kadar Yunanistan–Kolivata–Levkas (Yunanistan’ın batısı) ait sayısal ısı değerleri hesaplanmamıştır ve bu çalışmada, Benda vd. (1982)’nin Langiyen dönemine ait sporomorf topluluğu CoA analizi ile değerlendirilmiştir. Hesaplanan sonuçlar sırasıyla, MAT 15.6–21.7°C, CMT 5.0–15.6°C (10.3°C), WMT 24.7–27.9°C (26.3°C) ve MART 16°C’dir (Şekil 7 ve 8). CMT değerinin oldukça yüksek olduğu dikkat çekmektedir ve bu yüksek ısı değeri, Langiyen döneminde, Türkiye’de olduğu gibi Yunanistan’da da “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi”nin etkili olduğunu göstermektedir.

Benda vd. (1982)’inin tanımladığı palinofloraya göre, Yunanistan–Kolivata bölgesine ait paleovejetasyon özellikle karışık orman topluluğu (Örneğin; *Pinus*, *Quercus*, *Castaneae*) ve bataklık bitki topluluğu (Örneğin; *Taxodiaceae*, *Myricaceae*) ile simgelenmektedir. Ayrıca, palinospektra içinde çalı ve otsul alanların varlığını gösteren *Poaceae*, *Cyperaceae* ve *Chenopodiaceae* polenleri düşük oranda yazarlar tarafından tanımlanmıştır. Kolivata–Levkas bölgesine ait MART değerinin (16°C) düşük olması, orta ve düşük paleotopoğrafyalı alanların varlığına işaret etmekte ve bu bölgede palinofloraya bağlı olarak tanımlanan bataklık ve orman topluluğuna ait vejetasyon tiplerini açıklamaktadır. Yunanistan’ın batısında, geç Burdigaliyen’den Langiyen dönemine doğru MART değerleri (34.65°C ve 24.7°C)’den (16°C)’ye değişmiştir. Bu hesaplanan sayısal değişim, söz konusu süreçte Yunanistan’ın batısında, topoğrafyada önemli bir değişim olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca, geç Burdigaliyen dönemi için MART değerlerine bağlı olarak Yunanistan’ın doğu (MART 19.9°C) ve batısını (34.65°C ve 24.7°C) karşılaştırdığımızda, doğu bölgesinde paleotopoğrafyanın daha düşük olduğu söylenebilir.

### **Avrupa’ya ait geç Burdigaliyen–Langiyen’de Paleoklim ve Paleovejetasyon Özellikleri ve Paleocoğrafya**

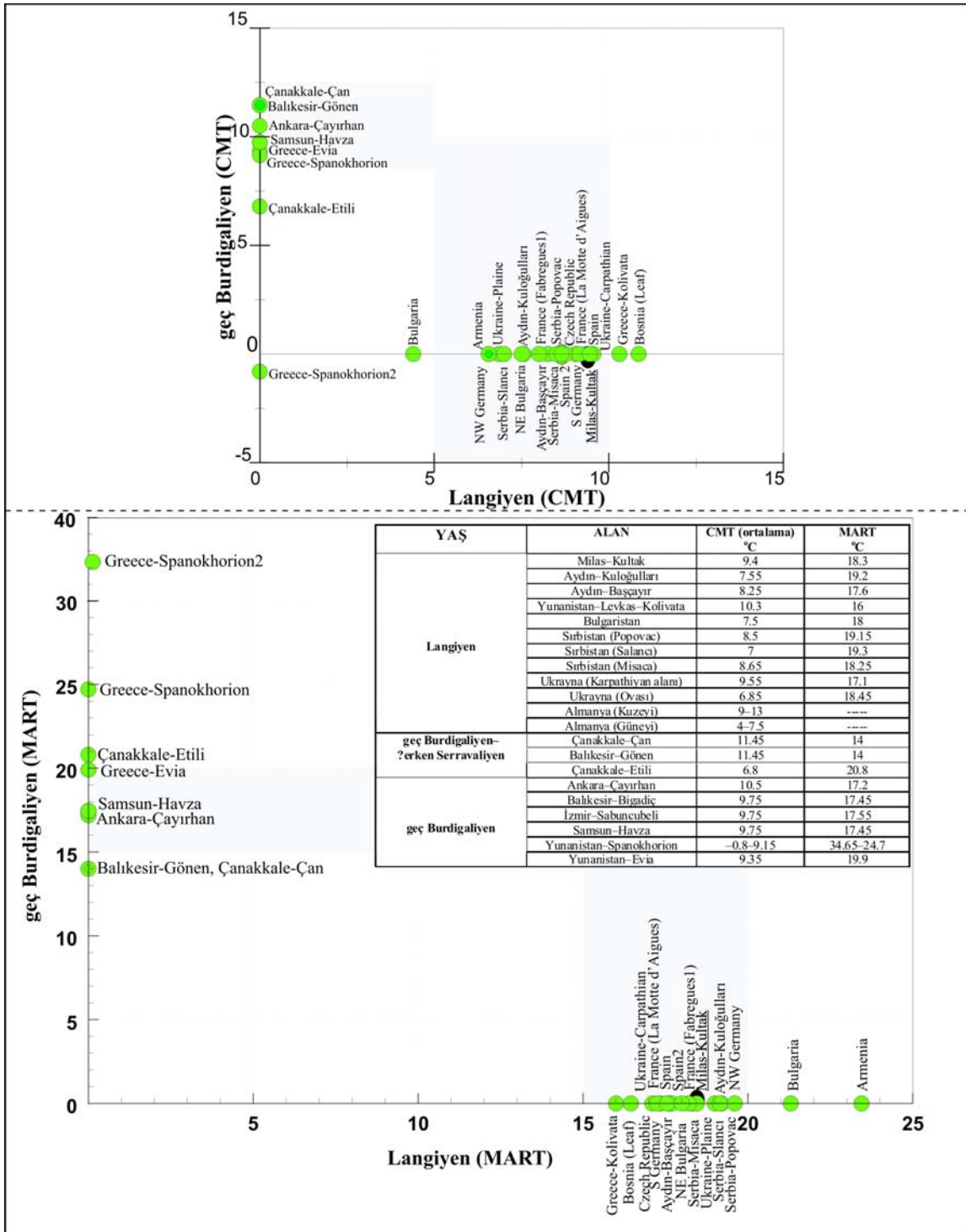
Papp ve Steininger (1978), Badeniye katını Viyana havzasında Baden–Sooss bölgesinden tanımlamıştır ve bu kata ait tortul kayalar grimsi mavi renkli, bentik foraminifer topluluklarını ve moluska türlerini içeren kilttaşlarıyla temsil edilmektedir (Harzhauser ve Piller, 2007). Badeniye dönemi çalışmacılar tarafından, erken



Badeniyen (Burdigaliyen–Langiyen sınırı), orta Badeniyen (Langiyen) ve geç Badeniyen (Langiyen–Serravaliyen sınırı) olmak üzere üç alt kata bölümlendirilmiştir. Avrupa’da erken Badeniyen (Burdigaliyen–Langiyen sınırı) boyunca deniz düzeyinde belirgin bir düşüş tanımlanmış (Haq vd., 1988; Hardenbol vd., 1998) ve gelişen bu denizel olayın Doğu Antarktik buz tabakasının genişlemesi sonucunda olduğu belirtilmiştir (Flower ve Kennett, 1993; Shevenell vd., 2004; Harzhauser ve Piller, 2007). Orta Badeniyen (Langiyen) boyunca Viyana havzasında iyi gelişmiş bir transgresyon varlığı tanımlanmış (Kreutzer, 1986) ve Karpathiyan havzalarının evaporitik çökeller, Transilvanya havzalarının ile Orta Paratetis’in batı bölümünün kireçtaşları ile karakterize edildiği belirlenmiştir (Dullo, 1983; Schmid vd., 2001). Geç Badeniyen (Langiyen–Serravaliyen sınırı) denizel tortul kayalarla temsil edilmektedir ve bu zamanda özellikle resif alanlarının varlığı tanımlanmıştır. Ancak Harzhauser ve Piller (2007), bu resifal alanların yapısının Langiyen–Serravaliyen sınırı aralığında değiştiğini vurgulamış ve bu değişiminin Orta Miyosen’de gözlenen iklim değişiminin sonucunda geliştiğini belirtmişlerdir (Shevenell vd., 2004).

Langiyen (=orta Badeniyen) boyunca Akdeniz havzalarında paleocoğrafya ve paleoortam yeniden oluşmuştur. Büyük ölçekli Langiyen transgresyonu Paratetis ve Akdeniz havzalarında gözlenmiştir. Bu transgresyona neden olan yarı-tropikal ve tropikal denizel

koşullar Paratetis havzasında ve Polonya’nın kuzeyine kadar etkisini göstermiştir. Polonya’da tropikal koşullar iri foraminifer ve pelesipod fosilli tortul istifin oluşmasını sonuçlamıştır. Dünya ölçeğinde gözlenen bu transgresyon sonucunda Batı Akdeniz havzalarında da okyanus etkileri belirlenmiştir (Jiménez–Moreno ve Suc, 2007). Ayrıca, Doğu Akdeniz havzalarında Arabistan ve Güney Türkiye arasında bir deniz yolu açılmış ve Van Gölü çevresinde bu deniz yolunun varlığı nedeniyle denizel tortul istifler oluşmuştur (Gelati, 1975). Rögh ve Steininger (1984), Langiyen yaşlı denizel istiflerin Ege bölgesinde tanımlanmadığını, ancak yine de stratigrafik gözlemlerine göre Ege bölgesinde bir teorik deniz yolunun olması gerektiğini belirtmişlerdir (Pollak, 1979; Rögl, 1999; Rögl F. ve Steininger F.F., 1984). Bu çalışmada Kultak ve çevresinde ölçülen kesit boyunca istifin alt seviyelerinden üst seviyelerine doğru, karasal koşullardan denizel koşullara bir geçiş gözlenmiştir (Kayseri vd., 2007). Bu bulgu Langiyen’de, Avrupa’da tanımlanmış olan büyük ölçekteki denizel transgresyonun, Milas–Kultak bölgesinde de etkili olduğunu düşündürmekte ve Rögh (1999)’un teorik deniz yolu önerisini güçlendirmektedir. Bu bölümde, Milas–Kultak yöresi için hesaplanan ısı değerleri ve vejetasyon koşulları, Avrupa’dan elde edilmiş bulgular ile karşılaştırılmış ve iklimsel koşulların paleocoğrafyaya bağlı olarak gösterdiği değişimler belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Türkiye ve Avrupa için geç Burdigaliyen ve Langiyen zamanlarına ait CMT ve MART değerlerinin karşılaştırması

Figure 9. Correlation of the CMT and MART values of the late Burdigalian and Langhian times for Turkey and Europe.

Şekil

Ivanov vd. (2007) Panoniyen havzasında (Kuzeydoğu Bulgaristan’da), Tarkhaniyen (Langiyen=erken Badeniyen) boyunca, sıcak iklim koşullarında ova ve karışık orman topluluklarına ait bitkilerin (*Quercus*, *Ulmus*, *Castanea*, *Carya*, *Pterocarya*, *Juglans*, *Ilex*, *Eucommia*, *Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Platycarya*, *Engelhardia*, *Symplocos*, *Reevesia*, Sapotaceae, Araliaceae ve Arecaceae) orta ve yüksek paleotopoğrafyalı alanları kapladığını belirtmişlerdir. Yazarlar, CoA analizi ile Tarkhaniyen zamanına ait sayısal ısı değerlerini MAT 9–21°C (15°C), CMT 2–13°C (7,5°C), WMT 22–29°C (25,5°C) ve MART 18°C olarak hesaplamışlardır (Şekil 9). Doğu Paratetis havzasında (Batı Karadeniz’de), geç Erken Miyosen–erken Orta Miyosen zaman aralığında bir transgresyonun varlığı belirlenmiştir (Meulenkaamp ve Sissingh, 2003; Ivanov vd., 2007). Transgresyon etkisine bağlı olarak sıcak denizel koşulların, Bulgaristan’da yer alan karasal bölgelerin iklimi üzerinde etkili olduğu ve bu koşulların sıcak seven bitkilerin varlığı ve bolluğuna neden olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Ayrıca, kuzey Bulgaristan’da yüksek paleotopoğrafyalı alanlarda (Balkan Yarımadası’nda) karışık orman topluluğunun yayılım gösterdiği tanımlanmıştır. Yazarlar, Miyosen boyunca Balkan Yarımadası’nın Akdeniz paleovejetasyonunun evrimi ve göçünde önemli bir rol oynadığını belirlemişlerdir (Palamarev, 1989; Rögl, 1998; Ivanov vd., 2007).

Utesher vd. (2007) Sırbistan’ın 30 my’lık süreçteki paleoiklimsel ve vejetasyonel değişimlerini tartıştıkları çalışmalarında, erken Badeniyen (Langiyen) yaşlı Popovac palinoflorasını ve Popovac palinoflorasından biraz daha genç olduğunu belirttikleri geç

Badeniyen yaşlı Slancı ve Misaca palinofloralarını tanımlamışlardır. Yazarlar, “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi” ile Geç Miyosen serinleme dönemine ait paleoiklimsel bulguları Sırbistan’da tanımlamışlardır. Çalışmalara göre, ılık iklim koşulları Badeniyen boyunca Sırbistan’da yaprak dökmeyen geniş yapraklı bitkilerin (laurophyllous) geniş yayılım sunmasına neden olmuştur. Popovac palinoflorasında yaprak döken bitkilere ait polenlerin (Örneğin; *Acer* veya *Rhamnus*) varlığı, dağlık alanların varlığı ile açıklanmıştır. Popovac palinoflorasına ait sayısal ısı değerleri sırasıyla MAT 14.4–21.3°C, CMT 3.7–13.3°C (8,5°C), WMT 27.2–28.1°C (27,65°C) ve MART 19.15°C olarak hesaplanmıştır. Slancı palinoflorasında, Lauraceae ailesine (özellikle *Daphnogene*) ait bireyler çok yüksek yüzdede tanımlanmış ve tipik ılıman iklim koşullarını karakterize eden *Salix*, *Alnus*, *Populus*, *Acer*, *Engelhardia*, *Zelkova* ve koniferler düşük yüzdeli olarak gözlenmiştir. Spor formlarının çeşitliliği, iyi gelişmiş orman altı bitki örtüsünün varlığı olarak yorumlanmıştır (Utesher vd., 2007). Slancı palinoflorası temel alınarak elde edilen sayısal ısı değerleri sırasıyla MAT 15.6–16.5°C, CMT 7–7°C (7 °C), WMT 25.6–27°C (26.3 °C) ve MART 19.3°C. Misaca florasında, arctotersiyer elementlerin (ılıman iklim koşullarına uyum sağlayan bitkiler) önemli bir yüzdeye sahip olduğu ve bu elementlerin *Acer*, *Ulmus* ve *Carpinus* ile temsil edildiği vurgulanmıştır. Yazarlar Misaca palinoflorasında yer alan arctotersiyer elementlerin varlığını, Badeniyen boyunca Sırbistan’da yükselmeye devam eden Karpathiyen dağlarında yayılım gösteren bitki örtüsünden taşınma sonucunda gerçekleştiği belirtilmiştir. Misaca palinoflorasına ait CoA analiz sonuçları sırasıyla MAT 14.4–16.6°C, CMT 5.6–11.7°C (8.65 °C),

WMT 25.7–28.1°C (26.9°C) ve MART 18.25°C. Yazarlar Popovac, Salancı ve Misaca palinoflorından hesaplanan sayısal ısı değerlerinin, Egenburgiyen (=erken Burdigaliyen) zamanından daha yüksek olduğunu belirterek bu ısı değişiminin “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi”nin etkisi sonucunda gerçekleştiğini vurgulamışlardır (Zachos vd., 2001 ve Utesher vd., 2007).

Ukrayna’da Miyosen tortul istifi Orta ve Doğu Paratetis havzası içerisinde yer almaktadır ve Syabryaj vd. (2007) bu tortul istifin paleoiklimsel ve vejetasyonel özelliklerini tanımlamıştır. Ukrayna’nın batısı Orta Paratetis havzası içinde yer almaktadır ve Ukrayna Karpathiyen alanı “Ukrainian Carpathians” olarak adlandırılmıştır. Ukrayna’nın güneyi Doğu Paratetis havzası içinde yer almaktadır ve Ukrayna ovası “Ukrainian Plain” olarak adlandırılmıştır (Syabryaj vd., 2007). Ukrayna Karpatiyen alanı Badeniye’de bir transgresyon istifi ile temsil edilmektedir (Venglinsky, 1975). Yazarlar, Orta Paratetis havzası ile Tetis arasında bir deniz yolunun varlığını ve sıcak okyanus sularını içeren bu deniz bağlantısının sıcak seven eğrelti otlarının “thermophilous ferns” gelişmesine neden olduğunu vurgulamıştır. Bu havzada geniş yapraklı bitkilerden (*Ulmus*, *Castanea* ve *Engelhardia*) oluşan ormanın geniş yayılım sunduğu belirtilmiştir (Syabryaj vd., 2007). Ukrayna Karpatiyen dağlarının yamaçlarının *Picea* ve *Ulmus* bitkileri ile örtülü olduğu ve bu bitki topluluğunun iç zona ait bitki topluluğu (*Fagus* ve *Liquidambar*) ile karşılaştırıldığında, havzanın dağlık alanlarında daha soğuk iklim koşullarının varlığını vurgulanmıştır. Ukrayna Karpatiyen alanı CoA analiz sonuçları sırasıyla MAT 15.6–18.4°C, CMT 6.6–12.5°C (9.55 °C), WMT 25.4–27.9°C ve MART 17.1°C’dir (Syabryaj vd., 2007).

Ukrayna ovasında çok nemli karasal alanlarda ve Kırım Yarımadasındaki bataklık alanlarda Taxodiaceae geniş yayılım göstermiştir (Syabryaj vd., 2007). Ukrayna ovasının genel vejetasyon tipi yarı–tropikal iklim koşulları altında gelişen geniş yapraklı bitkilerden (*Quercus*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Castanea*, *Liquidambar*, *Fagus*, *Pterocarya*, *Juglans*, *Carpinus* ve *Betula*) oluşan ormanlar ve bu ormanda ağaç altında gelişen bitki topluluklarından (*Corylus*, *Erica*, *Lauraceae*, *Buxus*, *Ilex*, *Palmae* ve *Theaceae*) oluşmaktadır. Ayrıca *Salix* ve *Alnus* vadi ve göl çevrelerini örterken, karasal alanların konifer ormanları (*Keteleeria*, *Tusuga*, *Cedrus*, *Picea*, *Podocarpus*, *Cupressaceae* ve çok düşük yüzdeli olarak *Ginkgo*) ile kaplanmıştır. (Syabryaj vd., 2007) . Ukrayna ovasına ait sayısal ısı değerleri sırasıyla MAT 17–17.1°C, CMT 6.6–7.1°C (6.85°C), WMT 24.7–25.9°C ve MART 18.45°C’dir (Syabryaj vd., 2007).

Mosbrugger vd. (2005), Erken Miyosen’de dünyanın hemen her yerinde ısı değerlerinde bir artışın olduğunu ve bu artışın erken Orta Miyosen’e kadar devam ettiğini belirtmişlerdir. Ancak bu ısı değişiminin bazı bölgelerde farklılıklar gösterebileceğini vurgulamış ve Almanya’da Weissenster havzasında Akitaniyen döneminde kısa süreli bu soğuma döneminin varlığını tanımlamışlardır. Geç Burdigaliyen döneminde ısı artışının erken Serravaliyen’e kadar devam ettiğini ve bu dönemin “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi” ile karşılaştırılabileceğini vurgulamışlardır. Mosbrugger vd. (2005) Almanya’da Senozoyik havzalarından Lower Rhine, Weissenster ve Molas havzalarının “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi”nden etkilendiğini belirtmişlerdir. Yazarlar, bu havzalara ait MAT ve WMT değerlerinin benzer olduğunu, ancak CMT değerlerinin ise bölgesel olarak farklılık

gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Almanya’nın güneyinde yer alan Molas havzasına ait CMT değerlerinin (9–13°C), kuzeyde yer alan Lower Rhine ve Weissenster/Lausitz havzalarına ait CMT değerlerinden (4–7.5°C) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yazarlar, bu ısı değişiminde paleocoğrafyanın önemli bir rol aldığını ve CMT değerlerinin düşük olduğu havzaların Senozoyik Kuzey denizi kıyısında yer aldığını belirtmişlerdir. Miyosen serinleme döneminin başlangıcında ise Molas havzası ısı değerlerindeki azalışın, Lower Rhine ve Weissenster havzalarından tanımlanan ısı değeri düşüşlerine oranla, çok daha belirgin olduğunu gözlemlemişlerdir (CMT değeri 4 °C’nin altına düşmüştür).

Jiménez–Moreno ve Suc (2007), geç Erken Miyosen’den–Orta Miyosen’e kadar Fransa ve İspanya’da genellikle yarı–tropikal iklim koşullarının gözlendiğini vurgulamışlardır (Bessedik, 1985; Woodruff ve Savin, 1989; Flower ve Kennett, 1993; Lécuyer vd., 1996; Utescher vd., 2000; Zachos vd., 2001; Agustí ve Antón, 2002; Böhme, 2003) ve ayrıca çalışmalarında bu koşulların etkisinin, farklı fosil gruplarına dayanılarak desteklendiğini belirtmişlerdir (Bessedik ve Cabrera, 1985; Sanz de Siria Catalan, 1993; Braga vd., 1996; Saint–Martin vd., 2000; Ivanov vd., 2002 ve Harzhauser vd., 2003). Çalışmalar incelendiğinde, Fransa ve İspanya’yı içine alan bölgede dört iklim zonu ve bu iklim zonlarında gelişmiş vejetasyon tipleri tanımlanmıştır. Zon A “güney ve merkezi İspanya”, Zon B “kuzeydoğu İspanya”, Zon C “güney Fransa” ve Zon D “Merkezi ve doğu Fransa ve İsviçre”dir. Zon A, otsul ve çalı formların (Poaceae, Amaranthaceae–Chenopodiaceae, Plumbaginaceae ve Caryophyllaceae) bolluğu ile karakterize edilmektedir. Özellikle yarıçalımsı taksonlar

(*Nitraria*, *Lygeum*, *Prosopis*, *Neurada* ve *Calligonum*) ile temsil edilmektedir. Bu bölgede, yarı–tropikal iklim koşullarının hakim olduğu, ancak mevsimselliğe bağlı olarak kurak koşulların gözlendiği belirtilmiştir. Bu iklim koşullarında sıcak seven bitkiler (örneğin; tropikal ve yarı–tropikal) (*Taxodium*, *Engelhardia*, Sapotaceae, *Myrica*, *Alchornea*, *Mussaenda*, Melastomataceae, Rutaceae, düşük yüzdeli *Avicennia* ve *Sindora*) ve ılıman iklimi seven bitkiler (örneğin; *Quercus deciduous* tip, *Carya*, *Zelkova*, vd.) hakimdir. Zon B, bu zona ait vejetasyonda, Zon A ya benzer olarak, otsul ve çalı paleovejetasyonunu temsil eden taksa (Poaceae, Asteraceae, Amaranthaceae–Chenopodiaceae ve Plumbaginaceae) yüksek yüzdeli tanımlanmış, ancak bu zonda yarıçalımsı takson gözlenmemiştir. Caesalpiniaceae ve *Acacia* (Mimosaceae) taksonlarının varlığı mevsimselliğin yüksek olduğu şeklinde yorumlanmıştır. *Avicennia* palinoflora içinde yüksek yüzdeli olarak gözlenmiştir. Bu bölgede yaz dönemi boyunca gözlenen nemli ve/veya serin iklim koşullarının, yarıkurak taksonun gelişmesini engellediği şeklinde yorumlanmıştır. Zon C’de oldukça az yarıkurak takson gözlenmiş olmasına karşın (Bessedik, 1984; Bessedik, M. ve Cabrera, L., 1985), sıcak seven bitkilerin yaygın (Sapotaceae, *Myrica*, *Engelhardia*, *Taxodium* tip, Hamamelidaceae, Simarubaceae, Chloranthaceae ve *Avicennia* vd.) olduğu belirlenmiştir. Sıcak seven bitkilerin (*Engelhardia*, *Platycarya*, *Taxodium* tip ve *Myrica*) yaygınlığı nemliliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Zaman zaman çalı ve otsul vejetasyonu karakterize eden taksa (Poaceae, Amaranthaceae–Chenopodiaceae, Plumbaginaceae, Geraniaceae ve Ericaceae) düşük yüzdeli olarak tanımlanmıştır. Zon D’ye ait palinoflora yağış miktarının yüksek olduğu iklim koşuluyla karakterize edilmektedir. Bu

zona ait palinoflorada sıcak seven bitkiler (*Taxodium* tip ve *Engelhardia*) oldukça yüksek yüzdeldir ve *Avicennia* bu bölgede gözlenmemiştir. Ayrıca yazarlar Zon D'ye ait palinofloranın, Pannoniyen havzası ve Merkezi Avrupa'ya ait Orta Miyosen palinofloralarına çok benzer olduğu belirtmişlerdir (Gregor, 1983; Ashraf ve Mosbrugger, 1996; Jiménez–Moreno vd., 2005).

Polonya'da Langiyen zamanını kapsayan birçok palinolojik çalışma gerçekleştirilmiştir (Nagy, 1963, 1969, 1985, 1990; Planderová, 1991; Ważyńska, 1998). Bu çalışmalarda, Langiyen yaşlı palinofloralarda *Tricolpopollenites henrici* (*Quercus*) ve *Tricolporopollenites pseudocingulum* formlarının yüksek yüzdeli varlığı belirlenmiştir. Yarı-tropikal element olan (P2) bu iki tür ve diğer taksonlar yüksek yüzdeli olarak, tropikal elementlere (P1) ve palmiyegil taksonlara eşlik etmektedir (Ważyńska, 1998). Langiyen boyunca, Polonya palinoflorası içinde sıcak ılıman (A2) ve serin ılıman (A1) elementler düşük yüzdeli olarak tanımlanmıştır. Bu dönem Polonya'da bataklık ortamlarının gelişimi ile temsil edilmektedir ve bu ortamda özellikle *Nyssa* ve *Taxodiaceae* taksonlarının baskınlığı belirlenmiştir. Ayrıca, çalılık ortamının varlığına işaret eden *Cyrillaceae*, *Myricaceae* ve *Clethraceae* taksonları tanımlanmıştır. Ważyńska (1998) Polonya'da erken Orta Miyosen boyunca oldukça sıcak ılıman iklim koşullarının hakim olduğunu ve kurak alanların varlığını belirlemiştir. Yazar, bu kurak alanların karışık orman topluluğu ile çevrili olduğunu tanımlamıştır. Jiménez–Moreno (2006) Macaristan'da tarafından, Pannoniyen havzasının Orta Miyosen'de gözlenen iklimsel soğuma dönemini araştırmış ve bu iklimsel değişimin bitki örtüsü üzerine etkilerini tartışmıştır. Yazar

çalışmasında, Karpatiyen–Badeniyen (geç Burdigaliyen–Langiyen) ve geç Badeniyen–Sarmasiyen (Serravaliyen) dönemlerine ait palinofloralar ile bu dönemlerde gelişmiş vejetasyonu tanımlamıştır. Aynı çalışmada, Langiyen'de Panoniyen havzası ve Orta Paratetis'in tropikal ve yarı-tropikal denizel ortam ile çevrili olduğu belirtilmiştir (Müller, 1984). Bu denizel koşulların güney Polonya ve Macaristan'da, mercan resiflerinin oluşmasına neden olduğu ve bu bölgelere ait palinoflora içinde, mangrov bataklığının varlığını gösteren *Avicennia* bitkisine ait polenlerin bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca yazar, geç Burdigaliyen–Langiyen zaman aralığında sıcak seven bitkilerden olan, yaprak dökmeyen *Engelhardia* formunun bolluğunu vurgulamıştır. Jiménez–Moreno (2006) sıcak bir dönem olan “Orta Miyosen sıcak iklim dönemi”nin Paratetis havzasında etkisini gösterdiğini belirtmiştir. Pannoniyen havzasında, bu dönemde ova ve yüksek topoğrafyalı alanlarda gözlenen bitki topluluğunun *Rhus*, *Theaceae*, *Cyrillaceae*, *Buxus*, *Rubiaceae*, *Euphorbiaceae*, *Castaneae*, *Sapotaceae*, *Rutaceae*, *Ilex*, *Hedera*, *Hamamelidaceae*, *Engelhardia* ile temsil edildiğini gözlemiştir. Yazar, bataklık ve akarsu kenarı bitki topluluklarının *Taxodium*, *Nyssa*, *Myrica*, *Platanus*, *Liquidambar*, *Zelkova*, *Carya*, *Pterocarya* ve *Salix* ile temsil edildiğini tanımlamıştır. Geç Badeniyen–Sarmasiyen (Serravaliyen) döneminde ise, bir önceki dönemden farklı olarak, *Engelhardia* bitkisine ait polen yüzde bolluğunun azalmasına karşın, *Quercus*, *Fagus*, *Alnus*, *Acer*, *Betula*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Zelkova* ve *Tilia* bitkilerine ait polenlerin yüzde bolluğunun arttığı belirtilmiştir. Gözlenen bu vejetasyonel değişimin iklim ile ilgili olduğunu ve artan sıcaklık değerlerinin, geç Badeniyen–Sarmasiyen (Serravaliyen)

döneminde doğu Antarktika buzul levhasının genişlemesine bağlı olarak düştüğünü tanımlamıştır.

Tüm bu çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, Burdigaliyen–Langiyen zaman aralığında Türkiye’ye ait CMT ısı değerlerinin Avrupa’ya ait ısı değerlerinden birkaç derece daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu ısı farklılığına, geç Burdigaliyen–Langiyen zaman aralığında Türkiye’nin Avrupa’ya göre daha güney enlemlerinde yer almasının neden olduğu söylenebilir. Ancak, Burdigaliyen’den (9.75 ile 10°C) Langiyen’e (7.55 ile 9.4°C) doğru Türkiye’ye ait ısı değerlerini incelediğimizde, ısı değerlerinde belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Bu ısı azalması, dünya ölçeğinde gözlenen erken Serravaliyen’de etkisini göstermeye başlayan Orta Miyosen soğuma dönemine geçişin sonucunda geliştiği düşünülmektedir. Langiyen dönemi için Avrupa’ya ait ısı değerleri Türkiye’ye ait ısı değerlerinden azda olsa daha yüksektir. Bu döneme ait paleocoğrafik koşulları incelediğimizde, Langiyen’de Batı Akdeniz, Panoniyen ve Doğu Paratetis havzalarında denizel etkinin arttığı gözlenirken, Batı ve Orta Anadolu’da ise tektonik aktivitelere bağlı olarak karasallığın arttığı gözlenmektedir (Popov vd., 2004). Bu paleocoğrafik koşullar göz önünde bulundurulduğunda, Avrupa’nın Türkiye’ye göre daha kuzeyde yer almasına karşın, denizel etkinin bölgedeki ısı değerlerinin yükselmesine neden olduğu sonucuna varılabilir.

## SONUÇLAR

1. Türkiye ve Avrupa’da yapılan palinolojik çalışmalar ve sayısal iklimsel değerlendirmeler, benzer zaman aralığı içinde, paleoiklim ve paleovejetasyonun özellikle paleocoğrafya ve

paleotopoğrafya koşullarından etkilendiğini ortaya koymaktadır.

2. Milas–Kultak bölgesinde ölçülen kesit boyunca MN5–6 sınırı memeli zonuna karşılık gelen düzeyin hemen altından derlenen kiltaş örneklerinden tanımlanan palinoflorada, *Leiotriletes maxoides minoris* (Schizaceae), *L. maxoides maxoides* (Schizaceae), *Momipites punctatus* (*Engelhardia*), *M. quietus* (*Engelhardia*), *Plicatopollis plicatus* (Juglandaceae), *Tetracolporopollenites* sp. (Sapotaceae), *Dicolpopollis kalewensis* (*Calamus*), *Tricolporopollenites cingulum* (Castaneae), *Tricolporopollenites densus* (*Quercus*) ve *T. microhenrici* (*Quercus*) formlarının varlığına dayanılarak örneklerin geç Burdigaliyen–Langiyen (Geç Erken = Erken Orta Miyosen) yaşlı olduğu belirlenmiştir. Ölçülen kesitin üst seviyelerine doğru, kırıntılı tortul istifin foraminifer ve mercan fosilli kireçtaşlarına geçtiği gözlenmiştir (Kayseri vd., 2007). geç Burdigaliyen–Langiyen palinoflorasında genelde ısı seven bitkiler (*Engelhardia*, Schizaceae, Sapotaceae ve Cyrillaceae) yüksek yüzdeli olarak tanımlanmış ve Kultak çevresinde geç Burdigaliyen–Langiyen boyunca yarı–tropikal iklim koşullarının vejetasyon üzerinde etkili olduğu düşünülmüştür. Ayrıca, palinoflorada karışık orman topluluğuna ait taksanın (*Quercus*, *Carya*, Castaneae, vd.) ısı seven bitkilere düşük yüzde ile eşlik ettiği belirlenmiştir. Kultak palinoflorasında kitinli mikroforaminifer içzarları ve Schizaceae ailesine ait sporlar tanımlanmış ve bu formların varlığına ve istifin üst seviyelerde denizel kireçtaşlarına geçiş göstermesine dayanılarak, Kultak çevresinde geç Burdigaliyen–Langiyen kiltaşlarının çökelişi sırasında acı su koşullarının egemen olduğu belirlenmiştir. Kultak palinoflorası CoA analizinde değerlendirilerek, Milas–Kultak çevresinde

Langiyen zamanı için sayısal ısı değerleri elde edilmiştir. Geç Burdigaliyen-Langiyen'de gözlenen yarı-tropikal iklim koşullarına ait sayısal ısı değerleri sırasıyla MAT 16.5–21.3°C, CMT 5.5–13.3°C (9.4°C), WMT 27.3–28.1°C (27.7°C) ve MART için 18.3°C'dir. Bu değerlerin, Zachos vd. (2001) tarafından denizel tortul kayalarda oksijen ve karbon analizleri ile belirlenen ve Mosbrugger vd. (2005) tarafından, CoA analiz verilerine dayanılarak oluşturulan karasal CMT değerlerine ait iklim eğrisinin geç Burdigaliyen-Langiyen dönemi ile uyumlu olduğu gözlenmiştir.

3. Bu çalışmada, Yunanistan geç Burdigaliyen'i için iki farklı bölgeden ısı değerleri hesaplanmıştır. Sponkhorion bölgesi için MAT 9.1–10.8°C, CMT (–2.7)–1.1°C (–0.8°C) ve 5.0–13.3°C (9.15°C), WMT 24.7–43.0°C (33.85°C) ve MART için 34.65 ve 24.7°C ve Evia bölgesi için MAT 17.0–18.4°C, CMT 6.2–12.5°C (9.35°C), WMT 26.5–32.0°C ve MART 19.9°C olarak elde edilmiştir. Geç Burdigaliyen'de Yunanistan'ın doğu ve batı bölgelerine ait ısı değerleri karşılaştırıldığında, batı bölgesinin doğu bölgesine göre daha yüksek paleotopografik koşullara sahip olduğu söylenebilir. Bu ortamsal farklılık hesaplanan MART değerleri ile desteklenmektedir. Geç Burdigaliyen'de Yunanistan'a ait CMT ısı değerleri Türkiye'ye ait ısı değerleri ile benzerlik sunmaktadır. Yunanistan Langiyen'i için hesaplanan ısı değerleri MAT 15.6–21.7°C, CMT 5.0–15.6°C (9.35°C), WMT 24.7–27.9°C ve MART 16°C'dir. Yunanistan'ın batı bölgesi için geç Burdigaliyen'den Langiyen'e doğru CMT ısı değerinin değişmemesine karşın, MART değerinde belirgin bir farklılık olması paleotopografik farklılaşmanın sonucu olarak değerlendirilebilir. Bölgenin, geç Burdigaliyen'den Langiyen'e doğru daha düşük

paleotopografik koşullara geçtiği düşünülmektedir. Langiyen döneminde Yunanistan'a ait CMT ısı değerlerinin Türkiye'ye ait ısı değerlerinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Yaklaşık aynı enlem üzerinde olmalarına karşın, CMT değerinin daha yüksek ve MART değerinin Türkiye'ye ait ısı değerlerinden daha düşük olması, paleotopografik farklılığı düşündürmektedir. Popov vd. (2004)'ün Langiyen paleocoğrafik haritasında, Yunanistan'da denizel koşullar gözlenirken, Batı ve Orta Anadolu'da ise karasallığın arttığı işaret edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen paleortamsal koşullar, Popov vd. (2004)'ün haritaladığı paleocoğrafik koşulları desteklemektedir.

4. Türkiye'de geç Burdigaliyen sürecinde oluşmuş havzalara ait ((Samsun–Havza (Kayseri ve Akgün, 2008), Ankara–Beypazarı (Güngör, 1991), Çanakkale–Çan ve Balıkesir–Gönen (Ediger, 1990), Çanakkale–Etili (Akgün vd., 2008) ve Langiyen zamanında oluşmuş havzalar Aydın–Başçayır ve Kuloğulları (Akgün ve Akyol, 1999; Akgün vd., 2008), Milas–Kultak (bu çalışma)), CoA analizi sonuçları hesaplanmıştır. Geç Burdigaliyen'de CMT ve MART ısı değerlerinin havzalar arasında benzer olduğu gözlenirken, yalnızca Ankara–Çayırhan bölgesi için CMT ısı değerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu belirgin ısı farkı, Ankara bölgesinde palinolojik bulgulara göre varlığı vurgulanan bataklık ortamı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Langiyen'e doğru ise, CMT ısı değerlerinde azalma saptanmıştır. Bu ısı azalışı, Langiyen döneminde gözlenen karasal koşulların etkisinin artışı ve/veya erken Serravaliyen'de Avrupa'da gözlenen serinleme dönemine geçişin etkisi ile açıklanabilir. Türkiye'de Çanakkale–Etili, Çanakkale–Çan ve Balıkesir–Gönen bölgelerine ait ısı değerleri diğer bölgelere göre



farklılık göstermektedir. Bu farklılığın, CoA analizi sonuçları ve palinolojik bulgulara göre, Çanakkale–Etili bölgesinde yüksek paleotopoğrafik koşulların ve Çanakkale–Çan ve Balıkesir–Gönen bölgelerinde ise bataklık koşullarının egemenliğinden kaynaklandığı sözü edilebilir (Şekil 9).

5. Burdigaliyen–Langiyen zaman aralığında Türkiye ve Avrupa’da Orta Miyosen sıcak iklim döneminin etkilerinin gözlenmesine karşın, Türkiye’ye ait ısı değerleri Avrupa’ya ait ısı değerlerinden birkaç derece daha yüksektir. Bu zaman aralığında, Türkiye’nin Avrupa’ya göre daha güney enlemlerinde yer almasının bu ısı değişimine neden olduğu düşünülmektedir. Türkiye’ye ait CMT ısı değerlerinde, geç Burdigaliyen’den (ortalama 10°C) Langiyen’e (ortalama 8.5°C) doğru azalma izlenmiştir. Bu azalmanın nedeni, erken Serravliyen’de etkisini göstermeye başlayan Orta Miyosen soğuma dönemine geçişin ve/veya Türkiye’de Burdigaliyen’den Langiyen’e doğru karasallığın artışının etkileriyle açıklanabilir. Langiyen dönemi için Avrupa’ya ait ısı değerleri Türkiye’ye ait ısı değerlerinden azda olsa daha yüksektir. Langiyen’de gözlenen paleocoğrafik koşullara göre, Batı Akdeniz, Panoniyen ve Doğu Paratetis havzalarında denizel etkinin arttığı belirlenmiştir. Türkiye’de ise tektonik aktivitelerin sonucunda karasallığın arttığı gözlenmektedir (Popov vd., 2004). Bu paleocoğrafik koşullar göz önünde bulundurulduğunda, Avrupa’nın Türkiye’ye göre kuzeyde yer almasına karşın, bölgedeki denizel etkinin ısı değerlerinin biraz daha yüksek olmasına neden olduğu sonucuna varılabilir.

6. Bu çalışmada Türkiye’ye ait geç Burdigaliyen–Langiyen zaman aralığı için hesaplanan CMT ve WMT ısı değerleri, günümüze ait ısı değerleri ve Köppen iklim sınıflaması ile karşılaştırılmıştır. Her iki karşılaştırmada da günümüze ait ısı değerlerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir ve bu düşük ısı değerlerinin Köppen iklim sınıflamasında genelde grup C (Akdeniz ve Karasal İklim koşulları) ile simgelenmektedir. Bu ısı farklılığı, geç Burdigaliyen–Langiyen zaman aralığında Türkiye’de etkisini gösteren Orta Miyosen sıcak iklim dönemi ile ilişkilendirilebilir (Ek 1).

## **KATKI BELİRTME**

Dokuz Eylül Üniversitesi BAP–04.KB.FEN.031 ve TÜBİTAK–104Y297 projeleri tarafından destelenen bu çalışma, Mine Sezgül KAYSERİ’nin doktora çalışmasının bir bölümünü içermektedir. Hazırlanan palinolojik örnekler, Shenkenberg Müzesi Paleobotany bölümünde DAAD bursu kapsamında çalışılmıştır ve palinolojik bulgulara katkısından dolayı Dr. Volker WİLDE’ye teşekkür ederiz. Jeolojik yorumlamalardaki katkılarından dolayı Dr. Ayhan ILGAR (MTA) ve Dr. Şükrü YURTSEVER’e (MTA), arazi çalışmaları sırasında yardımcı olan Bora SONUVAR ve Serkan ÖZER’e ve Milas–Ören Türkiye Kömür İşletmesi (TKİ) kurumuna yardımlarından dolayı teşekkür ederiz. Makalenin şekillendirilmesinde değerli katkı ve görüşlerinden esirgemeyen Dr. Cemal Tunoğlu, Dr. Fuzulu Yağmurlu ve Dr. Zühtü Batı’ya teşekkür ederiz.

**Ek 1.** Çanakkale, Balıkesir, Aydın, Muğla, Ankara ve Samsun bölgelerinin günümüze ait ısı değerleri.

*Appendix 1. Current temperature values of the Çanakkale, Balıkesir, Aydın, Muğla, Ankara and Samsun regions.*

CANAKKALE	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
<b>1975 ve 2006 yılları arasında ölçülmüş en fazla ısı değerleri</b>												
<b>MAT (°C)</b>	6.4	6.4	8.3	12.5	17.4	22.3	25.0	24.7	20.8	16.0	11.4	8.1
<b>WMT (°C)</b>	9.7	9.8	12.3	16.9	22.3	27.7	30.5	30.1	26.1	20.6	15.2	11.2
<b>CMT (°C)</b>	3.3	3.3	4.8	8.6	12.9	17.0	19.6	19.6	16.0	12.1	8.1	5.1

BALIKESİR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
<b>1975 ve 2006 yılları arasında ölçülmüş en fazla ısı değerleri</b>												
<b>MAT (°C)</b>	5.0	5.6	8.1	13.3	17.8	22.6	24.4	24.0	20.6	15.7	10.1	6.6
<b>WMT (°C)</b>	8.9	10.0	13.3	19.3	24.0	29.0	30.4	30.2	27.3	21.6	15.0	10.2
<b>CMT (°C)</b>	1.4	1.7	3.4	7.3	11.4	15.4	17.8	17.9	14.1	10.4	5.8	3.2

AYDIN	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
<b>1975 ve 2006 yılları arasında ölçülmüş en fazla ısı değerleri</b>												
<b>MAT (°C)</b>	8.2	8.9	11.7	15.7	20.9	25.9	28.4	27.2	23.2	18.4	12.9	9.4
<b>WMT (°C)</b>	13.4	14.5	18.0	22.4	28.2	33.5	36.1	35.3	32.0	26.6	19.5	14.5
<b>CMT (°C)</b>	4.2	4.4	6.4	9.9	14.0	17.9	20.2	19.8	16.3	12.5	8.2	5.5

MUGLA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
<b>1975 ve 2006 yılları arasında ölçülmüş en fazla ısı değerleri</b>												
<b>MAT (°C)</b>	5.5	5.8	8.5	12.4	17.6	22.8	26.2	25.8	21.6	16.1	10.2	6.8
<b>WMT (°C)</b>	10.1	10.8	14.3	18.4	24.3	29.7	33.3	33.2	29.2	23.3	16.1	11.2
<b>CMT (°C)</b>	1.6	1.6	3.4	6.9	11.4	16.1	19.7	19.5	15.0	10.2	5.4	3.0

ANKARA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
<b>1975 ve 2006 yılları arasında ölçülmüş en fazla ısı değerleri</b>												
<b>MAT (°C)</b>	0.4	1.9	6.0	11.2	15.9	19.9	23.4	22.9	18.5	12.9	6.6	2.3
<b>WMT (°C)</b>	4.3	6.5	11.6	17.0	22.0	26.3	30.0	29.8	25.9	19.7	12.3	6.1
<b>CMT (°C)</b>	-2.9	-2.2	0.8	5.7	9.6	12.9	16.0	15.8	11.7	7.3	2.2	-0.8

SAMSUN	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
<b>1975 ve 2006 yılları arasında ölçülmüş en fazla ısı değerleri</b>												
<b>MAT (°C)</b>	7.1	6.6	7.8	11.2	15.3	20.0	23.2	23.3	19.8	15.8	11.9	9.0
<b>WMT (°C)</b>	10.8	10.6	11.8	15.3	18.6	23.3	26.5	26.9	23.8	19.9	16.1	12.7
<b>CMT (°C)</b>	4.1	3.4	4.5	7.7	11.7	15.8	19.0	19.5	16.3	12.5	8.6	6.0

## EXTENDED SUMMARY

In this study, a stratigraphic section was measured in the Milas-Kultak area, and late Burdigalian-Langhian palynoflora (characterized by *Leiotriletes maxoides minoris* (Schizaceae), *L. maxoides maxoides* (Schizaceae), *Momipites punctatus* (Engelhardia), *M. quietus* (Engelhardia), *Plicatopollis plicatus* (Juglandaceae), *Tetracolporopollenites* sp. (Sapotaceae), *Dicolporopollis kalewensis* (Calamus), *Tricolporopollenites cingulum* (Castaneae),

*Tricolporopollenites densus* (*Quercus*) and *T. microhenrici* (*Quercus*) spores and pollen) were defined in some samples from the studied section. This palynoflora corresponds to the MN5-6 boundary mammalian zone (Kaya et al., 2001 and Kayseri et al., 2006). In the upper part of this section, limestones with foraminifers and coral fossils were observed (Kayseri et al., 2007). Generally, thermophilous plants (*Engelhardia*, Schizaceae, Sapotaceae and Cyrillaceae) have relatively higher percentages in the Kultak palynospectra, which includes subtropical palaeoclimatic conditions in the Milas-Kultak

area during the late Burdigalian-Langhian time. Additionally, taxa of the mixed mesophytic forest (i.e. *Quercus*, *Carya* and *Castaneae*) accompany these plants. The percentage of marine limestones found in the upper part of the Kultak section and the chitinous microforaminiferal lignings and species of the Schizaceae indicate brackish water conditions. Numerical temperature values of the Milas-Kultak area for the late Burdigalian-Langhian time were obtained using the Coexistence Approach analysis (CoA) method; the results of the CoA were: 16.5–21.3°C MAT, 5.5–13.3°C (9.4°C) CMT, 27.3–28.1°C (27.7°C) WMT and 18.3°C MART. Palaeoclimate curves were obtained by oxygen and carbon isotopic analysis (Zachos *et al.*, 2001) and the CoA results (Mosbrugger *et al.*, 2005). CMT and oxygen curves changed in the same time interval, for example in the late Burdigalian-Langhian time.

In Greece, numerical temperature values of the late Burdigalian time are calculated by the CoA. For the Sponokhorion area (western Greece) the results are 9.1–10.8°C MAT, (–2.7)–1.1°C CMT (–0.8°C) and 5.0–13.3°C (9.15°C), 24.7–43.0°C (33.85°C) WMT, 34.65 and 24.7°C MART. For the Evia area (eastern Greece) the results are 17.0–18.4°C MAT, 6.2–12.5°C (9.35°C) CMT, 26.5–32.0°C WMT and 19.9°C MART. According to these temperature values, the presence of high palaeotopographic conditions in western Greece during the late Burdigalian time could be suggested. These palaeoenvironmental differences supported the MART values. In the late Burdigalian time, the temperature values of Greece and Turkey resemble each other. The CoA analysis results for Greece for the Langhian time are 15.6–21.7°C MAT, 5.0–15.6°C (9.35°C) CMT, 24.7–27.9°C WMT and 16°C MART. In western Greece from the late Burdigalian to Langhian time, the CMT values remained unchanged but the MART values showed significant differences. These

temperature values could be interpreted as evidence of changes from high to low palaeotopographic conditions in this area. For the Langhian time, the CMT values for Turkey are higher than the values for Greece. Although Greece and Turkey in the Langhian were almost in the same geographic (latitude) position, different temperature values indicate diverse palaeotopographic conditions. In Popov *et al.* (2001)’s palaeogeographic map of the Langhian time, marine conditions were observed in Greece whereas terrestrial conditions were seen in western and central Turkey. The Palaeoenvironmental results obtained from this study support Popov *et al.* (2001)’s results.

In this study, the CoA results of the basins deposited in the late Burdigalian-Langhian time interval (Samsun–Havza (Kayseri and Akgün, 2008), Ankara–Beypazarı (Güngör, 1991), Çanakkale–Çan and Balıkesir–Gönen (Ediger, 1990), Çanakkale–Etili (Akgün *et al.*, 2008), Aydın–Başçayır and Kuloğulları (Akgün and Akyol, 1999; Akgün *et al.*, 2008), Milas–Kultak (this study)) are obtained. The CMT and MART values of the basins of late Burdigalian age were similar, but high CMT values were observed only in the Ankara–Çayırhan region. Based on the palynological data in the Ankara–Çayırhan region we can say that this significant temperature difference is related to the swamp palaeovegetation,. Besides, the temperature values of the Çanakkale-Etili, Çanakkale–Çan and Balıkesir-Gönen regions indicate changes connected with regional palaeotopographic differences. According to the CoA results and palynological data, the presence of high palaeotopographic conditions in the Çanakkale-Etili region and swamp areas in the Çanakkale–Çan and Balıkesir-Gönen regions should be mentioned.

The Middle Miocene climatic optimum period affected the temperature values of Europe

and Turkey during the late Burdigalian-Langhian time interval. The temperature values of Turkey are relatively higher than the values of Europe. This is because, during this time interval, Turkey was located in southern latitudes and this palaeogeographic position of Turkey caused the palaeoclimatic differences. Besides, the CMT values of Turkey decrease from the late Burdigalian (average 10°C) to the Langhian (average 8.5°C). The decreasing CMT values are defined toward the Langhian and this decline explains the terrestrial condition during the Langhian time in Turkey as due to palaeotectonic activity or to the observed cooling trend of the early Serravalian time in Europe. For the Langhian time, the temperature values of Europe are higher than the values of Turkey. According to the palaeogeographic conditions during the Langhian time, marine conditions are defined in the Western Black Sea, Pannonian and Eastern Paratethis basins (Popov et al., 2004). These marine conditions could be caused by the increases in the temperature values of the Europe.

In this study, the calculated temperature values of the late Burdigalian-Langhian time (CMT and WMT) correlate with the current temperature values and Köppen climatic classification. Recent temperature values which are defined for Group C (Mediterranean and terrestrial climatic conditions) are lower than those of the late Burdigalian-Langhian time. This temperature distinction could be related to the Middle Miocene Climatic optimum period observed during the late Burdigalian-Langhian time interval (Appendix 1).

## DEĞİNİLEN BELGELER

Agustí, J. ve Antón, M., 2002. Mammoths, Sabertooths, and Hominids. 65 Million Years of Mammalian Evolution in

Europe, Columbia University Pres, 313 pp.

- Akgün, F., 1986. A palynological approach to the Neogene stratigraphy of Soma area. *Bulletin of the Geological Society of Turkey* 29, 13–25.
- Akgün, F., 1993. Palynological age revision of the Neogene Soma coal basin. *Bulletin Geological Society* 28, 151–170.
- Akgün, F. ve Akyol, E., 1987. Palynology of coals around Akhisar (Çıtak). *Geological Bulletin of Turkey*, 30, 35–50.
- Akgün, F. ve Akyol, E., 1992. Comparative palynology and palaeology of Yukarıkaşıkara ve Yarıkaya (Isparta) coals. *The Bulletin of Turkish Association of Petroleum Geologists* 4, 10–20.
- Akgün, F. ve Akyol, E. 1999. Palynostratigraphy of the Coal-Bearing Neogene Deposits Graben in Büyük Menderes Western Anatolia. *Geobios*, 32, 367–383.
- Akgün, F. ve Kayseri, M.S., 2004. Climatic Evolution and Vegetational Changes during the Miocene Period in central Anatolia (Turkey). *NECLİME Annual Meeting, Island of Crete (Greece)*, p. 7.
- Akgün, F. ve Sözbilir, H., 2001. A Palynostratigraphic approach to the SW Anatolian Molasse Basin: Kale–Tavas and Denizli Molasse. *Geodinamica Acta*, 14, 71–93.
- Akgün, F., Akay, E. ve Erdoğan, B., 2002. Terrestrial to Shallow Marine Deposition in Central Anatolia: A Palynological Approach. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 11, 1–27.
- Akgün, F., Kayseri, M.S. ve Akkiraz, M.S., 2004. Paleoclimatic Evolution and Vegetational

- Changes from the Oligocene to Miocene in Turkey. NECLIME Annual Meeting, Island of Crete (Greece), p. 7.
- Akgün, F., Kayseri, M.S. ve Akkiraz, M.S., 2008. Paleoclimatic evolution and vegetational changes during the Late Oligocene–Miocene period in western and central Anatolia (Turkey). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 253, 56–106.
- Akgün, F., Kaya, T., Forsten, A. ve Atalay, Z., 2000a. 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., Özdemir, İ., Atalay, Z. ve Kayseri, M.S., 2000b. Palynostratigraphic correlation of the coal-bearing Eocene sediments between Çorum–Amasya (Çankırı–Çorum basin, central Anatolia–Turkey). 4<sup>th</sup> European Coal Conference (Poland), Programme and Abstracts, p 5.
- Akgün, F., Olgun, E., Kuşçu, İ., Toprak, V. ve Göncüoğlu, M.C., 1995. New evidence on the stratigraphy, depositional environment and age of ‘Oligo–Miocene’ cover rocks of the Central Anatolian Crystalline Complex. *The Bulletin of Turkish Association of Petroleum Geologists*, 6, 51–68.
- Ashraf, A.R. ve Mosbrugger, V., 1995. Palynologie und palynostratigraphie des Neogenes neiderrheinischen bucht tein 1: sporen. *Paleontographica B*, 241, 61–173.
- Ashraf, A.R. ve Mosbrugger, V., 1996. Palynologie und palynostratigraphie des Neogens Niederrheinischen bucht teil 2: pollen. *Paleontographica B*, 241, 1–98.
- Benda, L., 1971a. Grundzüge einer pollenanalytischen Gliederung des türkischen Jungtertiärs (Känozoikum und Braunkohle der Türkei. 4. Beihefte zum Geologischen Jahrbuch, 113, 1–46.
- Benda, L., 1971b. Principles of the palynologic subdivision of the Turkish (Kanozoikum und Braunkohlen der Türkei–3.). *Newsletter Stratigraphy*, 1, 23–26.
- Benda, L. ve Muelenkamp, J. E., 1990. Biostratigraphic Correlations in the Eastern Mediterranean Neogene 9. Sporomorph Associations and Event Stratigraphy of the Eastern Mediterranean Neogene. *Newsletter Stratigraphy*, 23 (1), 1–10.
- Benda, L., Meulenka, E. ve Schmid, R. R., 1982. Biostratigraphic correlations in the eastern Mediterranean Neogene 6. Correlation Between Sporomorph, Marine Microfossil and Mammal Associations from some Miocene Sections of the Jonian Islands and Crete (Greece). *Newsletter Stratigraphy*, 11 (2) 83–93.
- Bessedik, M., 1985. Reconstitution des environnements Miocenes des regions nord–ouest Mediterranennes à partir de la palynologie. Ph. D. Thesis. University Montpellier 2, France, 162 pp.
- Bessedik, M. ve Cabrera, L., 1985. Le couple récif–mangrove à Sant Paud’Ordal (Vallès–Pénées, Espagne), témoin du maximum transgressif en Méditerranée nord occidentale (Burdigalien supérieur–Langhien inférieur), *Newsletter Stratigraphy* 14 (1), 20–35.
- Bozkurt, E., 2000. Timing of extension on the Büyük Menderes Graben, western Turkey, and its tectonic implications. *In:*

- Tectonics and Magmatism in Turkey and The Surrounding Area (Ed. by E. Bozkurt, J.A. Winchester ve J.D.A. Piper). Geological Society, London, Special Publications, 173, 385–403.
- Bozkurt, E., 2001. Late Alpine evolution of the central Menderes Massif, western Anatolia, Turkey. *International Journal of Earth Sciences*, 89, 728–744.
- Bozkurt, E., 2003. Origin of NE-trending basins in western Turkey. *Geodinamica Acta*, 16, 61–81.
- Böhme, M., 2003. The Miocene Climatic Optimum: evidence from ectothermic vertebrates of Central Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 195, 389–401.
- Braga, J.C., Jiménez, A.P., Martín, J.M. ve Rivas, P., 1996. Middle Miocene coral–oyster reefs, Murchas, Granada, southern Spain. Models for Carbonate Stratigraphy from Miocene Reef Complexes of Mediterranean Regions. *SEPM Concepts in Sedimentology and Palaeontology*, 5, 131–139.
- Bruch, A.A., Utescher, T., Alcalde Olivares, C., Dolakova, N., Ivanov D. ve Mosbrugger, V., 2004. Middle and Late Miocene spatial temperature patterns and gradients in Europe —preliminary results based on palaeobotanical climate reconstructions, *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*. 249, 15–27.
- Boulter, M. C., ve Craig, D. L., 1979. A Middle Oligocene Pollen and Spore Assemblage from the Bristol Channel. *Review of Paleobotany and Palynology*, 28, 259–272.
- Chateaufeuf, J.J. 1980. *Palynostratigraphie et paleoclimatologie de l'Éocene superieur et de l'Oligocene du Bassin de Paris (France)*. Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 116.
- Dullo, W., 1983. Fossildiagenese im Miozinen Leithakalk Der Paratethys Yon Osterreich: Ein Beispiel Ffir Faunenverschiebungen Durch Diageneseunterschiede. *Facies*, 8, 1–112.
- Ediger, V. S., 1990. Paleopalynology of Coal-Bearing Miocene Sedimentary Rocks Associated with Volcanics of the Biga Peninsula (NW Turkey) and the Effect Volcanism on Vegetation. *Neues Jahrbuch Geologie Paläentologic Abhandlungen*, 180, 259–277.
- Frederiksen, N. O., 1985. Review of early Tertiary sporomorph palaeoecology. *American Association of Stratigraphical Palynologists Contribution Series*, 19, 1–92.
- Flower, B.P. ve Kennett, J.P., 1993. The middle Miocene climatic transition: East Antarctic ice sheet development, deep ocean circulation and global carbon cycling. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 108, 537–555.
- Genç, Ş.C., 1998. Evolution of the Bayramic, magmatic complex, northwestern Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 233–249.
- Gelati, R., 1975. Miocene Marine Sequence from Lake Van, Eastern Turkey, *Riv. Ital. Paleont. Stratigr.*, 81, 477–490.
- Gemici, Y., Akyol, E., Akgün, F. ve Seçmen, Ö., 1991. Soma Kömür Havzası Fosil Makro ve Mikroflorası. *Maden Tetkik Arama Dergisi*, 112, 161–178.

- Görür, N., Şengör, A.M.C., Sakıncı, M., Tüysüz, O., Akkök, R., Yiğitbaşı, E., Oktay, F.Y., Barka, A.A., Sarıca, N., Ecevitöđlü, B., Demirbaşı, E. ve Akyol, A. 1994. Cross-cutting rift systems of the Gökova Region, SW Anatolia: Implications for the formation of the aegean Sea. *Bull. Tech. Univ.*, 47 (1), 275–292.
- Görür, N., Şengör, A.M.C., Sakıncı, M., Tüysüz, O., Akkök, R., Yiğitbaşı, E., Oktay, F.Y., Barka, A.A., Sarıca, N., Ecevitöđlü, B., Demirbaşı, E., Ersoy, Ş., Algan, O., Güneysu, C. ve Akyol, A., 1995. Rift formation in the Gökova region, southwest Anatolia: implications for the opening of the Aegean Sea. *Geological Magazine*, 132, p. 637–650.
- Güngör, H.Y., 1991. Ankara (Beypazarı) Kömürlerinin Palinolojisi ve Paleoekolojisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Bitirme Tezi, 38 s. (yayınlanmamış).
- Gürer, Ö.F. ve Yılmaz, Y. 2002. Geology of the Ören and Surrounding Areas, SW Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 11, p.1–13.
- Gregor, H.J., 1983. Die miozäne Blatt und Frucht-Flora von Steinheim am Albuch (Schwäbische Alb), *Doc. Nat.* 10, pp. 1–45.
- Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M. B., Jacquin, T., Graciansky P.C. ve Vail, P. R., 1998. Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins, *in* Graciansky, P.C., Hardenbol, J., Jacquin, T. ve Vail, P. R., eds., *Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European basins: SEPM Special Publication 60*, p. 3–13.
- Harzhauser, M. ve Piller, W.E., 2007. Benchmark data of a changing sea–Palaeogeography, Palaeobiogeography and Events in the Central Paratethys during the Miocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 253, 8–31.
- Harzhauser, M., Mandic, O. ve Zuschin, M., 2003. Changes in Paratethyan marine molluscs at the Early/Middle Miocene transition: diversity, palaeogeography and palaeoclimate. *Acta Geologica Polonica*, 53, 323–339.
- Haq, B. U., Hardenbol, J. ve Vail, P. R., 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea–level change, *in* Wilgus, C. K., Ross, C. A., Posamentier, H. ve Kendall, C. G. St. C. eds., *Sea–level changes: an integrated Approach: SEPM Special Publication 42*, p. 71–108.
- Helvacı, C., 1995. Stratigraphy, mineralogy and genesis of the Bigadiç borate deposits, Western Turkey. *Economic Geol.*, 90, 1237–1260.
- Helvacı, C. ve Yağmurlu, F., 1995. Geological setting and economic potential of the lignite and evaporite–bearing Neogene basins of Western Anatolia. *Turkey. Isr. J. Earth Sci.*, 44, 91–105.
- Hetzl, R., Ring, U., Akal, C. ve Troesch, M., 1995. Miocene NNE–directed extensional unroofing in the Menderes Massif, southwestern Turkey. *Journal of the Geological Society, London*, 152, 639–654.
- Hochuli, P.A., 1978. Palynologische Untersuchungen im Oligozän und Untermiozän der Zentralen und Westlichen Paratethys. *Beiträge Paläontologie Österreich*, 4, 1–132.

- Ioakim, C., Rondoyanni, T. ve Mettos, A., 2005. The Miocene basins of Greece (eastern Mediterranean) from a palaeoclimatic perspective. *Revue de Paléobiologie*, 24, 735–748.
- Ivanov, D., Ashraf, A.R., Mosbrugger, V. ve Palamarev, E., 2002. Palynological evidence for Miocene climate change in the Forecarpathian basin (Central Paratethys, NW Bulgaria). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 178, 19–37.
- Ivanov, D., Ashraf, A.R. ve Mosbrugger, V., 2007. Late Oligocene and Miocene climate and vegetation in the Eastern Paratethys area (northeast Bulgaria), based on pollen data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 255, 34–360.
- Jiménez–Moreno, 2006. Progressive substitution of a subtropical forest for a temperate one during the middle Miocene climate cooling in Central Europe according to palynological data from cores Tengelic–2 and Hidas–53 (Pannonian Basin, Hungary). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 142, 1–14.
- Jiménez–Moreno, G. ve Suc, J–P., 2007. Middle Miocene latitudinal climatic gradient in Western Europe: Evidence from pollen records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 253, 208–225.
- Jiménez-Moreno, G., Rodríguez-Tovar, F.-J., Pardo-Igúzquiza, E., Fauquette, S., Suc ve 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, 73–97.
- Karayığit, A.İ., Akgün, F., Gayer, R.A. ve Temel, A., 1999. Quality, palynology, and palaeoenvironmental interpretation of the Ilgın lignite, Turkey. *International Journal of Coal Geology*, 38, 219–236.
- Kaya, T., Tuna, V. ve Geraads, D., 2001. A new Late Orlanian/early astaraccian Mammalian Fauna from Kultak (Milas–Muğla), Southwestern Turkey. *Geobios*, 34, 673–680.
- Kaya, O., Ünay, E., Göktaş, F. ve 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, M.S., 2002. Palynostratigraphic correlation of the Miocene sediments with lignites and their depositional environments in the Central Anatolia, Turkey. MS. C. Thesis Dokuz Eylül Univ. İzmir, Turkey.
- Kayseri, M.S. ve Akgün, F., 2008. Palynostratigraphic, Palaeovegetational and Palaeoclimatic Investigations on the Miocene Deposits in central Anatolia (Çorum Region and Sivas Basin). *Turkish Earth Science*, 17, p. 361–403.
- Kayseri, M.S., Akgün, F., Kaya, T. ve Mayda, S., 2006. Palynological And Faunal Inventions Of The Oligo–Miocene Period in The Muğla–Kultak Region, Western Anatolia (Turkey); Preliminary Results, 7th European Palaeobotany & Palynology Conference, (Prague), p., 63.
- Kayseri, M.S., Akgün, F. ve Örcen, S., 2007. Stratigraphy and microfaunal data of the



- Oligocene and Miocene ages in the Alakilise and Kultak regions (Gökova Region), NECLIME Annual Meeting (Slovakia), p. 15.
- Kreutzer, N., 1986. Die Ablagerungssequenzen der miozänen Badener Serie im Feld Matzen und im zentralen Wiener Becken. Erdöl–Erdgas–Kohle, 102, 492–503.
- Krutzsch, W., 1957. Sporen–und Pollengruppen aus der Oberkreide und dem Tertiär Mitteleuropas und ihre stratigraphische Verteilung, Zeitschrift für Angewandte Geologie, 3, 509–548.
- Krutzsch, W., 1958. Sporen und Pollengruppen aus der Oberkreide und dem Tertiär Mitteleuropas und ihre stratigraphische Verteilung, Zeitschrift für angewandte Geologie, 3(11/12), 519–548.
- Krutzsch, W., 1959. Mikropaläontologie (sporenpaläontologische) Untersuchungen in der Braunkohle des Geiseltales, I. Die Sporen und die sporenspezifischen sowie die ehemals zu Sporites gestellten Formeinheiten der Sporae dispersae der mitteleozänen Braunkohle des mittleren Geiseltales (Tagebau Neumark–West i. w. S.), unter Berücksichtigung und Revision weiterer Sporenformen aus der bisherigen Literatur. Geologie, 21/22, 1–425.
- Krutzsch, W., 1961. Beitrag zur Sporenpaläontologie der präoberoligozänen kontinentalen und marinen Tertiärablagerungen Brandenburgs. Ber. geol. Ges. DDR, 5 (4), 290–343.
- Krutzsch, W. ve Vanhoorne, R., 1977. Die Pollenflora von Epinois und Loksbergen in Belgien. Palaeontographica Abteilung B Ionnides, 163, 1–110.
- Lécuyer, C., Grandjean, P., Paris, F., Robardet, M. ve Robineau, D., 1996. Deciphering “temperature” and “salinity” from biogenic phosphates: the  $\delta^{18}\text{O}$  of coexisting fishes and mammals of the Middle Miocene sea of western France. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 126, 61–74.
- McKnight, T.L. ve Hess, D., 2000. “Climate Zones and Types: The Köppen System”. Physical Geography: A Landscape Appreciation, ISBN 0-13-020263-0
- Meulenkamp, J.E. ve Sissingh, W., 2003. Tertiary palaeogeography and tectonostratigraphic evolution of the Northern and Southern Peri–Tethys platforms and the intermediate domains of the African–Eurasian convergent plate boundary zone. Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology, 196, 209–228.
- Mohr, B. A. R., 1984. Die Mikroflora der Obermiozänen bis unterpliozänen Deckschichten der rheinischen Braunkohle. Palaeontographica Abteilung B Ioannides, 191, 29–133.
- Mosbrugger, V. ve Utescher, T., 1997. The coexistence Approach—a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial Palaeoclimate data using the plant fossils. Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology 134, 61–86.
- Mosbrugger, V., Utescher, T. ve Dilcher, D.L., 2005. Cenozoic Continental Climatic Evolution of Central Europe. Proceedings of the National Academy of Sciences, 102.

- Müller, P., 1984. Decapod Crustacea of the Badenian. *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica*, 42, 1–317.
- Nagy, E., 1963. Spores et pollens nouveaux d'une coupe de la briqueterie d'Eger (Hongrie). *Pollen et Spores*, 19, 361–389.
- Nagy, E., 1969. Palynological Elaborations of the Miocene Layers of the Mecsek Mountains. *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici*, 52, 237–650.
- Nagy, E., 1985. Sporomorphs of the Neogene in Hungary. *Geologica Hungarica Seria Palaeontologica*, 47, 1–470.
- Nagy, E., 1990. Palynological correlation of the Neogene of the Central Paratethys. *Geological Institute of Hungary*, 1–126.
- Nebert, K. 1957. Die braunkohlenvorkommen von Oeren. *Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Rapor no 3011*, 21p (yayınlanmamış).
- Özerdem, C., Çemen, İ. ve Işık, V., 2002. The conglomerate member of the Gökçeören formation, Ören basin, western Turkey: its age sedimentary, and tectonic significance. *Geological society of America, Abstracts with Programs*, 250.
- Palamarev, E., 1989. Palaeobotanical evidence of the Tertiary history and origin of the Mediterranean sclerophyll dendroflora. *Plant Systematics and Evolution* 162, 93–107.
- Papp, A., Steininger, F. (1978): *Holostratotypus des Badenien. Holostratotypus: Baden–Sooss (südlich von Wien), Niederösterreich, Österreich. Badener Tegel – Keferstein, 1828 Unterbaden; M4b; Obere Lagenidenzone*. – In: Papp A., Cicha I., Senes J. & Steininger F. (Eds.): *M4 Badenien (Moravien, Wielicien, Kosovien)*. – Chronostratigraphie und Neostratotypen, Miozän der Zentralen Paratethys, 6, 138–145, (VEDA – SAV) Bratislava.
- Planderová, E., 1991. Miocene Microflora of Slovak Central Paratethys and Its Biostratigraphical Significance. *Vydal Geologický ústav Dioýza Štura Roku*, 1–144.
- Pollak, W.H., 1979, Structural and lithological development of the Prinos–Kavala Basin, Sea of Thrace, Greece. *Annales Géologiques des Pays Helléniques, Tome Hors Série*, 2, 1002–1011.
- Popov, S.V., Rögl, F., Rozanov, A.Y., Steininger, F.F., Shcherba, I.G. ve Kovac, M., 2004. Lithological–Paleogeographic maps of Paratethys; 10 maps Late Eocene to Pliocene. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 250, 46.
- Querol, X., Alastuey, A., Plana, F., Lopez–Soler, A., Tuncali, E., Toprak, S., Ocakoğlu, F. ve Koker, A., 1999. Coal geology and coal quality of the Miocene Muğla basin, southwestern Anatolia, Turkey. *International Journal of Coal Geology*, 41, 311–332.
- Reigel, A., Wehmeyer, D., Meinke, K., Schwarz, G., Apostolikas, A., ve Velitzelos, E., 1989. Succession of depositional environments in the Neogene basin at Aliveri, Evia (Greece). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 70, 261–273.
- Rögl, F., 1998. Palaeogeographic considerations for Mediterranean and Paratethys Seaways (Oligocene to Miocene). *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 99, 279–310.
- Rögl, F., 1999. Short Note Mediterranean and Paratethys. *Facts and Hypotheses of An*

- Oligocene To Miocene Palaeogeography (Short Overview). *Geologica Carpathica*, 50, p 339–349.
- Rögl F. ve Steininger F.F., 1984. *Fossils and climate* 10, in Neogene Paratethys, Mediterranean and Indo–pacific Seaways, Brenchley, Vienna, 171–200
- Saint–Martin, J.–P., Müller, P., Moissette, P. ve Dulai, A., 2000. Coral microbialite environment in a Middle Miocene reef of Hungary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 160, 179–191.
- Sanz de Siria Catalan, A., 1993. Datos sobre la paleoclimatología paleoecología del Neógeno del Vallès–Penedès según las macrofloras halladas en la cuenca y zonas próximas. *Paleontologia Evolució*, 26–27, 281–289.
- Seyitoğlu, G. ve Scott, B.C., 1992. Late Cenozoic volcanic evolution of the northeastern Aegean region. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 54, 157–176.
- Schmid, H.P., Harzhauser M. ve Kroh, A., 2001. Hypoxic Events on a Middle Miocene Carbonate Platform of the Central Paratethys (Austria, Badenian, 14 Ma), *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 102 A, pp. 1–50.
- Shevenell, A. E., Kennett, J. P. ve Lea, D. W., 2004. Middle Miocene southern ocean cooling and Antarctic cryosphere expansion. *Science*, 305, 1766–1770.
- Slodkowska, B., 2004. Palynological studies of the Paleogene and Neogene deposits from the Pomerian Lakeland area (NW Poland). *Polish Geological Institute Special Papers*, 14: 1–73.
- Syabryaj, S., Utescher, T. ve Molchanov, S., 2007. Changes of climate and vegetation during the Miocene in the territory of Ukraine. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 253, 153–168
- Theile–Pfeiffer, H., 1980. Die Miozäne Mikroflora aus dem Braunkohlentagebau Ode bei Wackersdorf /Oberpfalz. *Paleontographica Abteilung B*, 174, 95–224.
- Thomson, P. W. ve Pflug, H., 1953. Pollen und sporen des mitteleurop.ischen Tertiärs. *Paleontographica Abteilung B Ioannides*, 94, 1–138.
- Utescher, T., Mosbrugger, V. ve Ashraf, A., 2000. Terrestrial climate evolution in Northwest Germany over the last 25 million years. *Palaïos*, 15, 430–449.
- Utescher, T., Erdei, B., Francois, L. ve Mosbrugger, V., 2007. Studies on diversity of plant functional types in the Miocene of Western Eurasia– spatial distribution patterns in the Langhian, Sarmatian and Tortonian, and their relation to palaeovegetation and palaeoclimate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 253, 226–250
- Ważyńska, H., 1998. Palynology and palaeogeography of the Neogene in the Polish Lowlands. *Polish Geological Institute*, p.1–45.
- Whateley, M.K.G. ve Tuncalı, E., 1995. Quality variations in the high–sulphur lignite of the Neogene Beypazari Basin, Central Anatolia, Turkey. *International Journal of Coal Geology*, 27, 131–151.

- Woodruff, F. ve Savin, S.M., 1989. Miocene deep water oceanography, Paleoceanography, 4 (1), 87–140.
- Venglinsky, I.V., 1975. Foraminifery biostratigrafiya miotsenovykh otlozheniy Zakarpatskovo progiba. Naukova Dumka, Kiev., 262 pp. *in Russian*.
- Yılmaz, Y. ve Polat, A. 1998. Geology and evolution of the Thrace volcanism, Turkey. Acta Vulcanologica, 10, 293–303.
- Yılmaz., Y., Genç, Ş.C., Gürer, Ö.F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş. ve Elmas, A. 2000. When did the Western Anatolia grabens begin to develop? İn: Bozkurt, E., Winchester, J.A., ve Piper, J.D.A., (eds) Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Society. London, Special Publication 173, 353–384.
- Zachos, J., Pagani, N., Sloan, L., Thomas, E. ve Billups, K., 2001. Trends, rhythms, and aberrations in the global climate 65 Ma to present. Science, 292, 689–693.
- 
- Makale Geliş Tarihi : 18 Haziran 2009
- Kabul Tarihi : 3 Aralık 2009
- Received* : June 18, 2009
- Accepted* :December 3, 2009