



## Çivril doğusu'nda (Denizli) yüzlek veren Rupeliyen–erken Şattiyen (Oligosen) yaşlı Tokça Formasyonu'nun Paleoekolojisi: Sayısal iklimsel karşılaştırmalar

*Palaeoecology of the Rupelian–early Chattian (Oligocene) aged Tokça Formation outcropping east of Çivril (Denizli): Quantitative climatic correlations*

**Mehmet Serkan AKKİRAZ<sup>1\*</sup> Funda AKGÜN<sup>2</sup> Sefer ÖRÇEN<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 43270, KÜTAHYA (e mail: serkanakkiraz@dpu.edu.tr)

<sup>2</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160, Buca, İZMİR (e mail: funda.akgun@deu.edu.tr)

<sup>3</sup>Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, jeoloji Mühendisliği Bölümü, VAN, (e mail: sorcen@yyu.edu.tr)

### ÖZ

Bu çalışmada, Çardak–Tokça havzasında yüzlek veren Tokça Formasyonu'nun palinolojik ve foraminifer içeriklerine dayalı paleoiklimsel, paleoortamsal ve paleoekolojik yorumlamalar yapılmıştır. Tokça Formasyonu içerisinde resifal karakterdeki kireçtaşları Üçtepeliler resif üyesi olarak bilinir. Tokça Formasyonu resmi olmayacak şekilde, resifin altı, resif ve resifin üstü olmak üzere üç bölüme ayrılabilir. Resifin altındaki istif genellikle çakıltaş, kumtaş, çamurtaş araldanmasından oluşmaktadır. İçerisinde yer yer bitki kırıntıları ve hematitli düzeyler bulunmaktadır. Resifin üzerindeki istif, genellikle kumtaş ve çamurtaş araldanmasından oluşmaktadır, hiç bir düzeyinde çakıltaş bulunmamaktadır ve çok sayıda ince kömür damarı içerir. Ayrıca alt bölümlerinde de işletilen kömür damarı mevcuttur. Palinolojik topluluk, hem resifin altındak, hem de üzerindeki istiflerden elde edilmiştir. Toplulukta, *Laevigatosporites haardti*, *Pityosporites microalatus*, *Momipites punctatus*, *Caryapollenites simplex*, *Tricolpopollenites liblarensis* ssp. *fallax*, *Tricolpopollenites retiformis* ve *Tricolpopollenites cingulum* ssp. *oviformis* formları baskındır. Ayrıca, sığ denizel ortamı simgeleyen dinoflagellatlar da ayırtlanmıştır. Üçtepeliler resif üyesinden ise zengin bir foraminifer topluluğu tanımlanmıştır. *Lepidocyclina (Eulepidina) dilatata* d'Archiac, *Miogypsinoides* sp. (İlkel formlar), *Austrotrillina* sp. ve *Cycloclypeus* sp. formlarına göre, tortulaşma Üst Oligosen'in alt bölümlerinde gerçekleşmiştir. Palinolojik ve foraminifer verileri birlikte değerlendirildiğinde, Tokça Formasyonu'nun çökeli mi denizel etki altında gerçekleşmiştir. Resifal kireçtaşlarının çökeli mi süresince deniz düzeyi en yüksek seviyesine ulaşmıştır. İstatiksel paleoiklimsel sonuçlar ise, Tokça Formasyonu'nun çökeli minin subtropikal iklim şartları altında, yoğun yağış aldığını göstermektedir. Rupeliyen–alt Şattiyen Tokça Formasyonu'nundan

elde edilen sayısal iklimsel sonuçlar, Avrupa'dan yaşıt havzalarla karşılaştırıldığında, o dönemdeki ısı değerlerinin Anadolu'da daha yüksek ısılara ulaştığını ortaya koymaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Türkiye; Denizli; Tokça Formasyonu; Oligosen; Palinomorf; Foraminifer; Paleoiklim

## ABSTRACT

*In this study, based on the palynological and foraminiferal the contents, palaeoclimatic, palaeoenvironmental and palaeoecological interpretations of the Tokça Formation outcropping on the Çardak–Tokça Basin have been made. Limestones at reefal character in the Tokça Formation is known as the Üçtepeler reef member. Tokça formation can informally be divided into three parts as the lower side of reef, reef and upper side of reef. Succession under the reef consists chiefly of conglomerate, sandstone, mudstone alternation. In some places, there are plant debris and hematite bearing levels. Suquence on the reef is generally made up of sandstone and mudstone alternation, not available conglomerate in any level and contains many thin coal seam. Besides, coal seam operated occurs at the lower sides of the sequence. Palynological assemblage has been obtained from both the sequences of the lower side and upper side of the reef. In the assemblage, Laevigatosporites haardti, Pityosporites microalatus, Momipites punctatus, Caryapollenites simplex, Tricolpopollenites liblarensis ssp. fallax, Tricolpopollenites retiformis and Tricolporopollenites cingulum ssp. oviformis are dominant. In addition, dinoflagellates representing shallow marine environment have been identified. The rich foraminifera community from the Üçtepeler reef member have been described. According to Lepidocyclina (Eulepidina) dilatata d'Archiac, Miogypsinoides sp. (primitivel forms), Austrotrillina sp. and Cycloclypeus sp., the age of the deposition has been determined as the lower sides of the Upper Oligocene. When palynological and foraminiferal data has been evaluated with together, deposition of the Tokça Formation took place under marine influence. Sea level during deposition reefal limestones has reached its highest level. The statistical palaeoclimatic results indicate that the Tokça Formation was deposited under subtropical conditions receiving the high rainfall. The quantitative climatic results obtained from the Rupelian–lower Chattian Oligocene Tokça Formation compared with coeval basins from Europe, the temperatures of that period in Anatolia suggests reaching a higher temperatures.*

**Key words:** Turkey; Denizli; Tokça Formation; Oligocene; Palynomorph; Foraminifera; Palaeoclimate

## GİRİŞ

Batı Anadolu'da yüzlek veren Oligo-Miyosen yaşlı tortul havzalar batıdan doğuya doğru, Kale-Tavas, Denizli, Çardak-Tokça, Burdur ve İncesu havzalarıdır (Şekil 1). Bu alanlarda stratigrafik ve tektonik amaçlı bir çok çalışma yapılmıştır (örn: Koçyiğit, 1984; Hakyemez, 1989; Göktaş vd., 1989; Akgün ve Sözbilir, 2001; Gürer ve Yılmaz, 2002; Akkiraz ve Akgün 2005; Sözbilir, 2005). Bu havzaların tektonik gelişimi, piggy-back havza (Akgün vd., 2000; Sözbilir, 2002; Gürer ve Yılmaz, 2002) yada molas havzası olarak yorumlanmıştır (Koçyiğit, 1984; Göktaş vd., 1989; Yağmurlu, 1994; Akgün ve Sözbilir, 2001; Sözbilir, 2005) Çardak-Tokça havzası, Denizli'nin kuzeydoğusundaki geniş bir alanda yüzlekler vermektedir. Havza güneyden Çardak, kuzeyden ise Tokça köyleri ile sınırlıdır. Çardak-Tokça havzası, ayrıntılı olarak ilk kez Göktaş vd., (1989) tarafından çalışılmıştır. Araştırmacılar, Oligosen yaşlı tortulları Acıgöl grubu olarak tanımlamış ve alttan üste Armutalanı, Çardak, Hayrettin, Tokça ve Bozdağ formasyonlarından oluştuğunu belirtmişlerdir. Göktaş vd., (1989) *Nummulites intermedius* d'Archiac, *Nummulites* cf. *vascus* Joly & Leymerie, *Lepidocyclina* cf. *dilatata* d'Archiac, *Lepidocyclina* sp., *Operculina* sp., *Pararotalia* sp., *Quinqueloculina* sp., *Ditrupea* sp., *Heterostegina* sp., ve *Gypsina* sp. gibi foraminiferlere dayanarak Tokça Formasyonu'nun yaşının Geç Oligosen olduğunu belirtmişlerdir. Benda (1971) ilk kez güneybatı Anadolu' da yüzlek veren Neojen tortulların palinolojisini incelemiş ve 7 adet palinolojik topluluk tanımlamıştır. Bunlar, Tokça, Kurbalık, Kale, Eskihisar, Yeni-Eskihisar, Kızılhisar ve Akça'dır. Yazara göre, Tokça sporomorf topluluğu Erken Oligosen yaşlıdır. Akkiraz ve

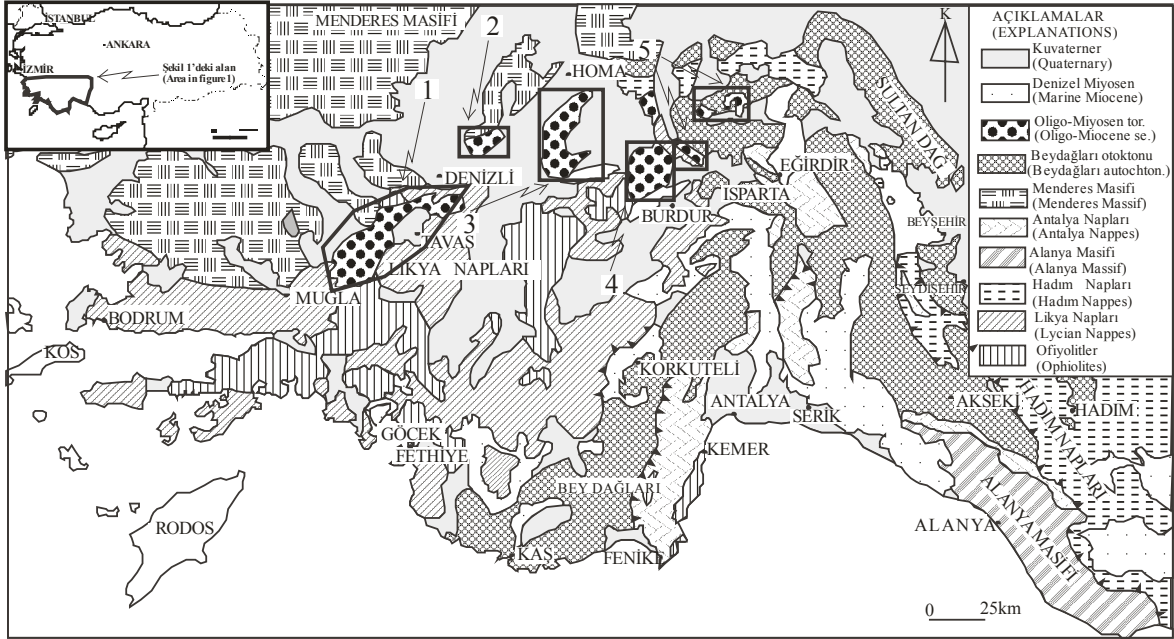
Akgün (2005), çalışma alanındaki Hayrettin ve Tokça formasyonlarının palinolojisini incelemişler ve bu formasyonların yaşının Erken-Geç Oligosen'in altı olduğunu belirtmişlerdir. Üç tepeler resif üyesi üzerine gelen kömürlü istiften elde edilen bu palinolojik topluluk, *Laevigatosporites haardti*, *Pityosporites microalatus*, *Monogemmites pseudosetarius*, *Momipites punctatus*, *Momipites quietus*, *Subtriporopollenites simplex* ve *Tricolporopollenites cingulum* türlerinin bolluğu ve biyostratigrafik önemi olan *Boehlensipollis hohli*, *Slowakipollis hippophaeoides*, *Aglaoreidia cyclops*, *Dicolpopollis kalewensis*, *Compositoipollenites rhizophorus* ssp. *burghasungensis*, *Mediocolpopollis compactus* ssp. *ellenhausensis*, *Pentapollenites pentangulus*, *Subtriporopollenites simplex* ve *Intratiporopollenites instructus* gibi türlerin varlığı ile simgelenmiştir. Sözbilir (2005) Çardak-Dazkırı alanında yüzlek veren tortullarının yaşını Oligosen olarak kabul etmektedir.

Tersiyer palaeoklim parametrelerini tanımlamada, sporlar ve polenler, bu alanda kullanılan en yararlı fosillerdir. Özellikle Avrupalı araştırmacılar uzun yıllar süresince fosil spor ve polenlere dayalı sayısal paleoklimsel sonuçlar elde etmeye çalışmışlardır. Tersiyer iklimindeki değişimi anlamak için çok uzun süreli araştırmalar yapılmıştır. Ülkemizde yapılan Senozoyik sayısal paleoklimsel değişimlerin incelenmesine yönelik çalışmaların sayısı oldukça azdır (Akkiraz. vd., 2006; Sancay vd., 2006; Akgün vd., 2007; Yavuz-Işık, 2007, 2008; Kayseri ve Akgün, 2008). Akgün vd. (2007), ilk kez Geç Oligosen-Miyosen zamanında sayısal

iklimsel değişimleri ayrıntılı olarak çalışılmışlardır.

Bu çalışmada, Çardak–Tokça alanında yüzlek veren Tokça Formasyonu'nun ayrıntılı paleoekolojisi ve paleoklimi tanımlanmış ve ilk kez bu dönemdeki sayısal iklimsel değerler

ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen paleoiklimsel sonuçlar, ülkemizdeki diğer Erken Oligosen yaşlı havzaların iklimsel değerleri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca Avrupa'dan elde edilen sonuçlarla da tartışılmıştır.



**Şekil 1.** Güneybatı Türkiye'nin basitleştirilmiş jeoloji haritası ve başlıca Oligo-Miyosen havzalar (Gutnic, 1977; Akgün ve Sözbilir, 2001'den değiştirilerek).

**Figure 1.** Simplified geological map of southwest Turkey and the main Oligo–Miocene basins 1) Kale-Tavas, 2) Denizli, 3) Çardak-Tokça, 4) Burdur, 5) İncesu (modified from Gutnic, 1977; Akgün and Sözbilir, 2001).

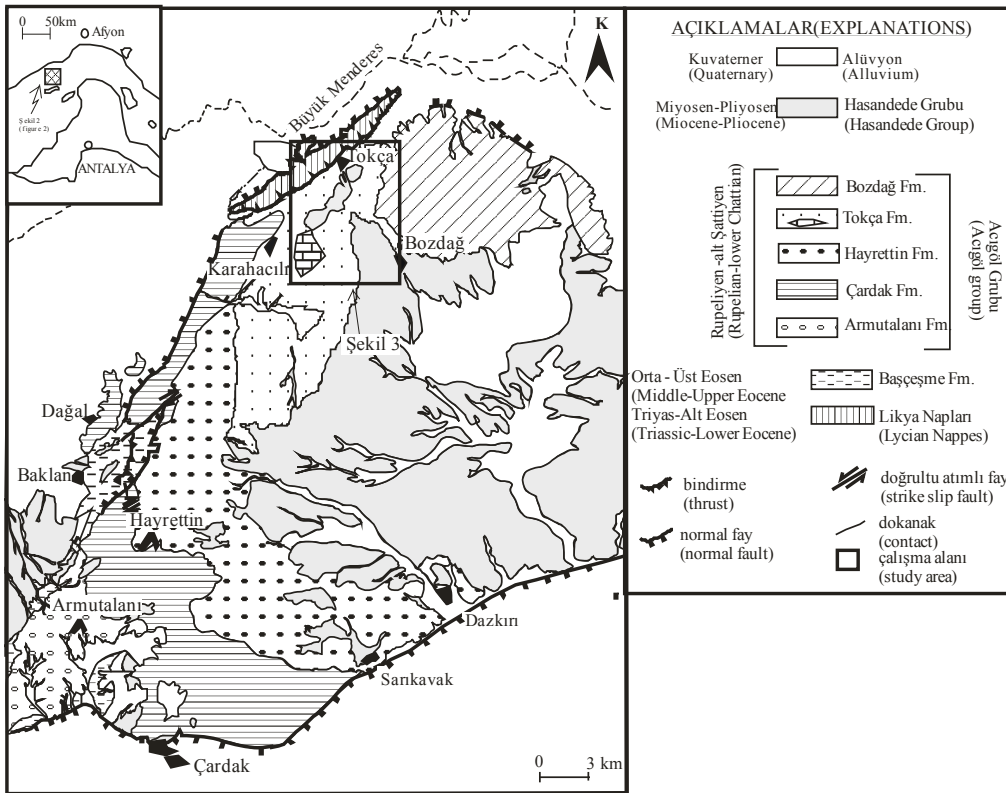
## ÇALIŞMA ALANI

Denizli'nin kuzeydoğusundaki geniş bir alanda yüzlek veren Oligosen yaşlı tortullar, Acıgöl grubu olarak bilinir ve alttan üste 5 formasyondan oluşur (Şekil 2). Bunlar Armutalanı, Çardak, Hayrettin, Tokça ve Bozdağ formasyonlarıdır. Tokça Formasyonu ilk kez Göktaş vd. (1989) tarafından Tokça Köyü çevresinde yüzlek veren tortullar için

kullanılmıştır. Tokça Köyü çevresinde yüzlek veren tortullar, gelgitarası kuşağın ürünü olan karasal ve sığ denizel tortullar olarak tanımlanmıştır. Formasyon içinde yer alan resifal karakterdeki, bol mercan ve bentik foraminiferli kireçtaşları Üçtepeler resif üyesi olarak bilinir (Şekil 3, 4) ve genellikle krem, pembemsi renklere orta, kalın katmanlı kireçtaşlarından oluşur (Şekil 4). Üçtepeler resif

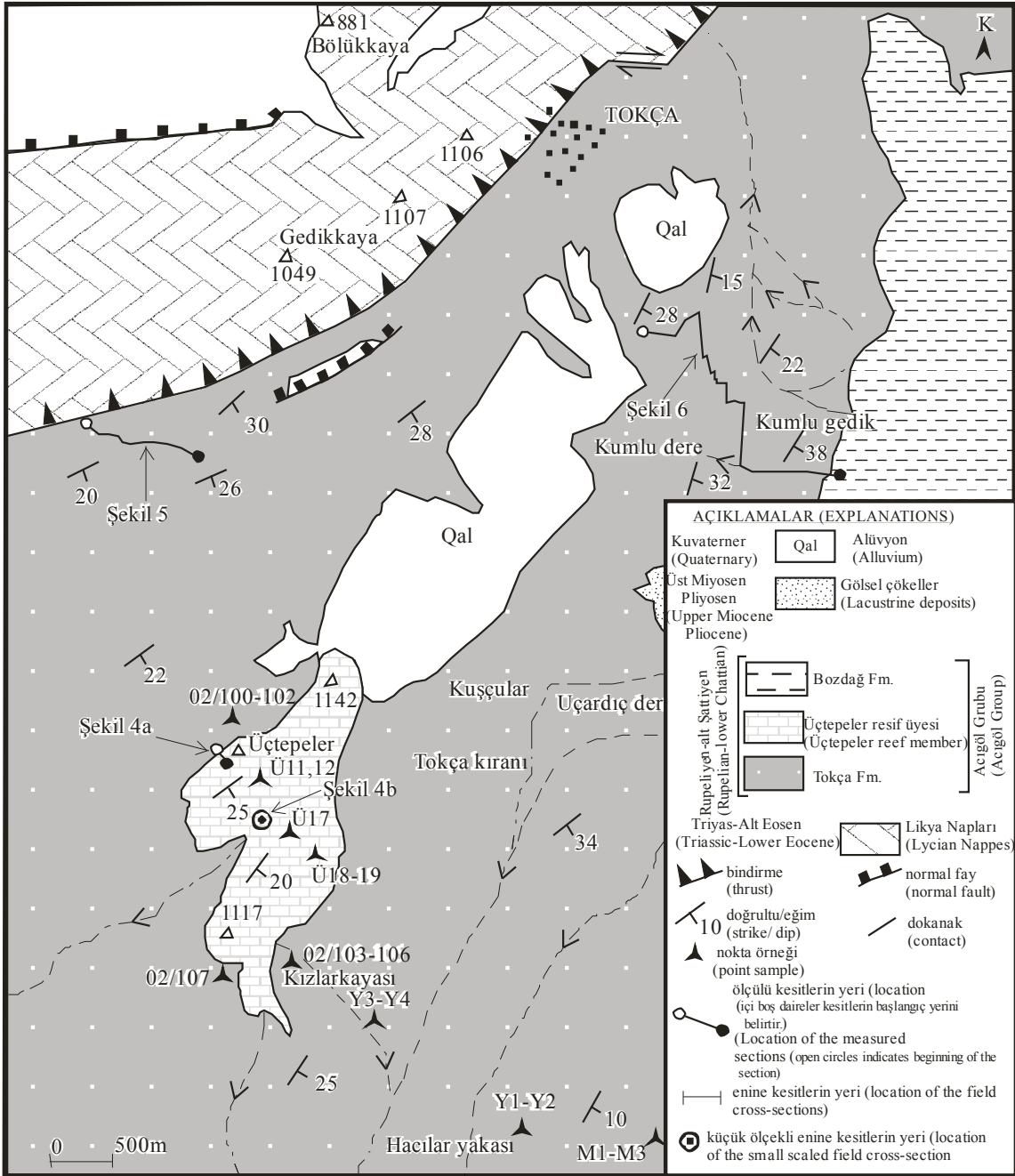
üyesinin altındaki ve üstündeki istifler birbirinden farklı özellikler sunmaktadır. Altta istif, çakıltaş, kumtaş, çamurtaş ardanmasından oluşur (Şekil 5) ve yer yer bitki kırıntıları gözlenmektedir. Yanısıra, çok ince santimetre ölçüğünde linyit düzeyleri de bulunur. Kumtaşları içerisinde çapraz tabakalanmalar ve yer yer hematitli bölümler gözlenir (Şekil 5). İstif içerisinde laminalı çamurtaşlarının varlığının yanısıra kumtaşlarında kanal dolguları tanımlanmıştır. Resif üzerindeki istifte ise, resifin altındaki istife göre gözlenen en önemli fark, hiç bir seviyesinde çakıltaşlarının bulunmamasıdır (Şekil 6). Tokça Formasyonu'nun 1350m kalınlığa ulaşan asıl bölümünü, resifin üstündeki

istif oluşur (Göktaş vd., 1989). İstif egemen olarak kumtaş ve çamurtaş ardanmasından oluşur. Üçtepeliler resif üyesinin hemen üzerinde ise, ekonomik olarak işletilen yaklaşık 1,5m kalınlığında linyit damarı bulunmaktadır. Kumtaşları, hematit konkresyonlu, büyük ölçekli çapraz katmanlı, kanal dolgulu ve üstte doğru tane boyutunda kabalaşma ve incelmeler içerir (Şekil 6). Çamurtaşları ise yer yer biyoklastlı, gastropodlu, yaprak fosilli, irili ufaklı çok sayıda ince linyit seviyeleri de içerir (Şekil 6). Tokça Formasyonu, egemen olarak çakıltaşlarından oluşan Bozdağ Formasyonu tarafından örtülmektedir (Şekil 3).



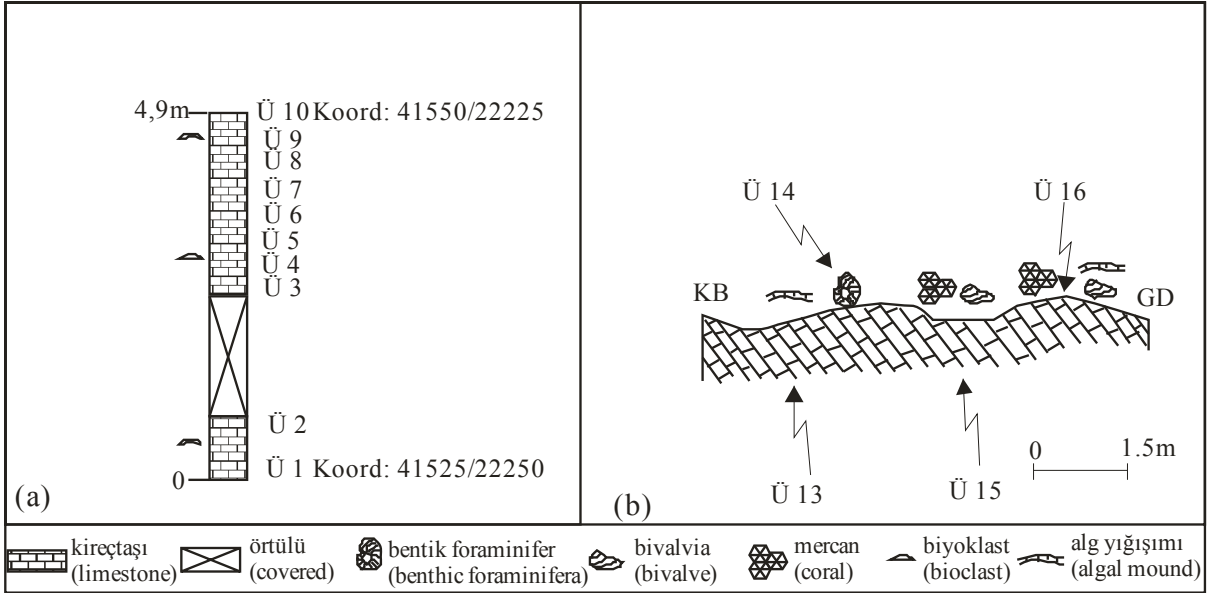
Şekil 2. Çardak-Tokça havzasının basitleştirilmiş haritası (Göktaş vd. 1989'dan değiştirilerek). Lokasyon için şekil 1'e bakınız.

**Figure 2.** Simplified geological map of the Çardak-Tokça Basin (modified from Göktaş et al. 1989). See figure 1 for location.



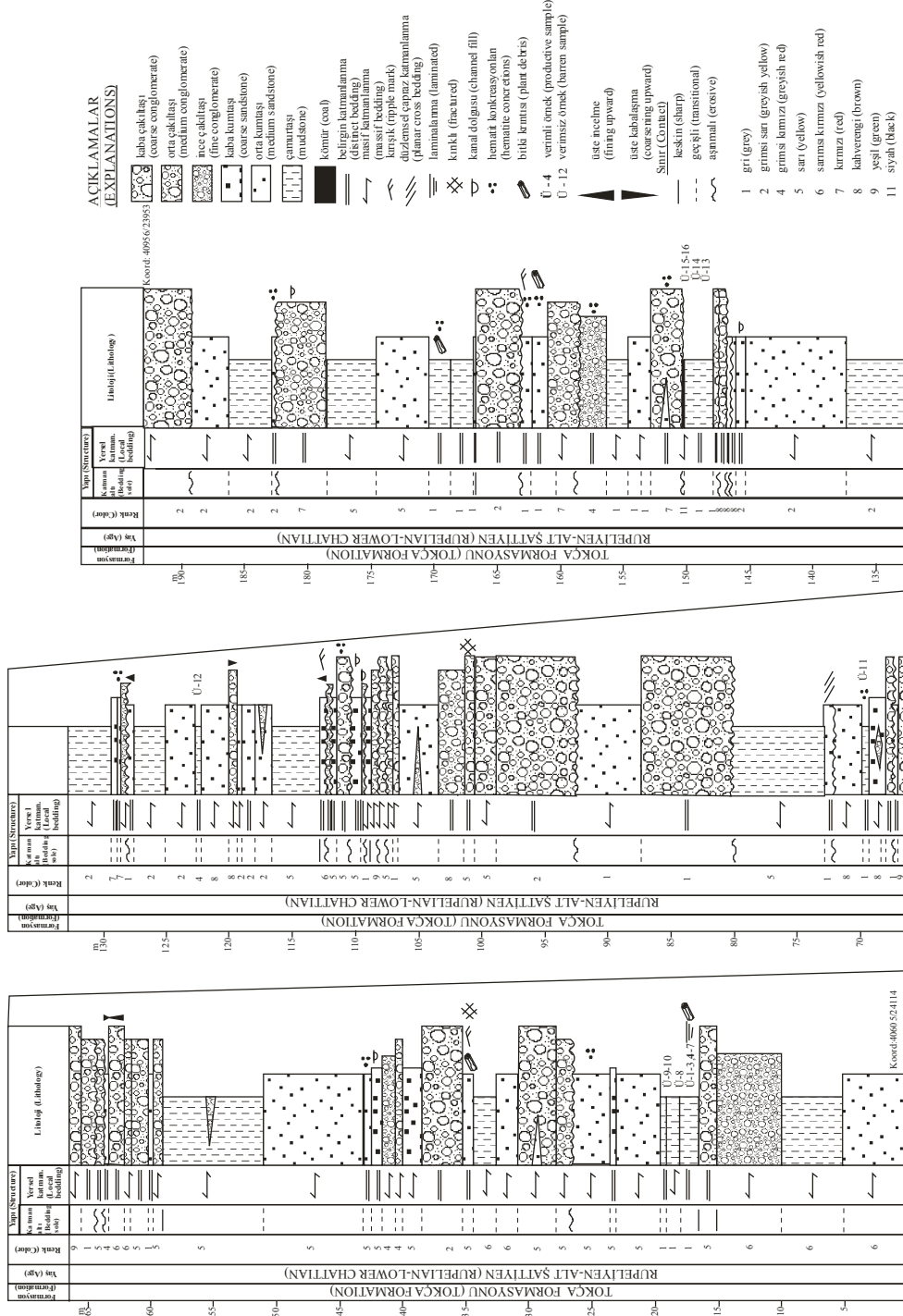
**Şekil 3.** Tokça köyü çevresinin ayrıntılı jeoloji haritası. Lokasyon için şekil 2'ye bakınız. Ölçülü kesitlerin, enine kesitlerin ve nokta örneklerinin yerleri belirtilmiştir.

**Figure 3.** Detailed geological map of the surroundings of Tokça village. See figure 2 for location. Locations of measured sections, field cross-sections and point samples are indicated.



Şekil 4. (a) Üçtepelers resif üyesinden ölçülü kesit, (b) Üçtepelers resif üyesinden jeolojik enine kesit (Koordinatlar: 41850/21625). Şekil 4a'nın koordinatları belirtilmiştir. Lokasyon için şekil 3'e bakınız.

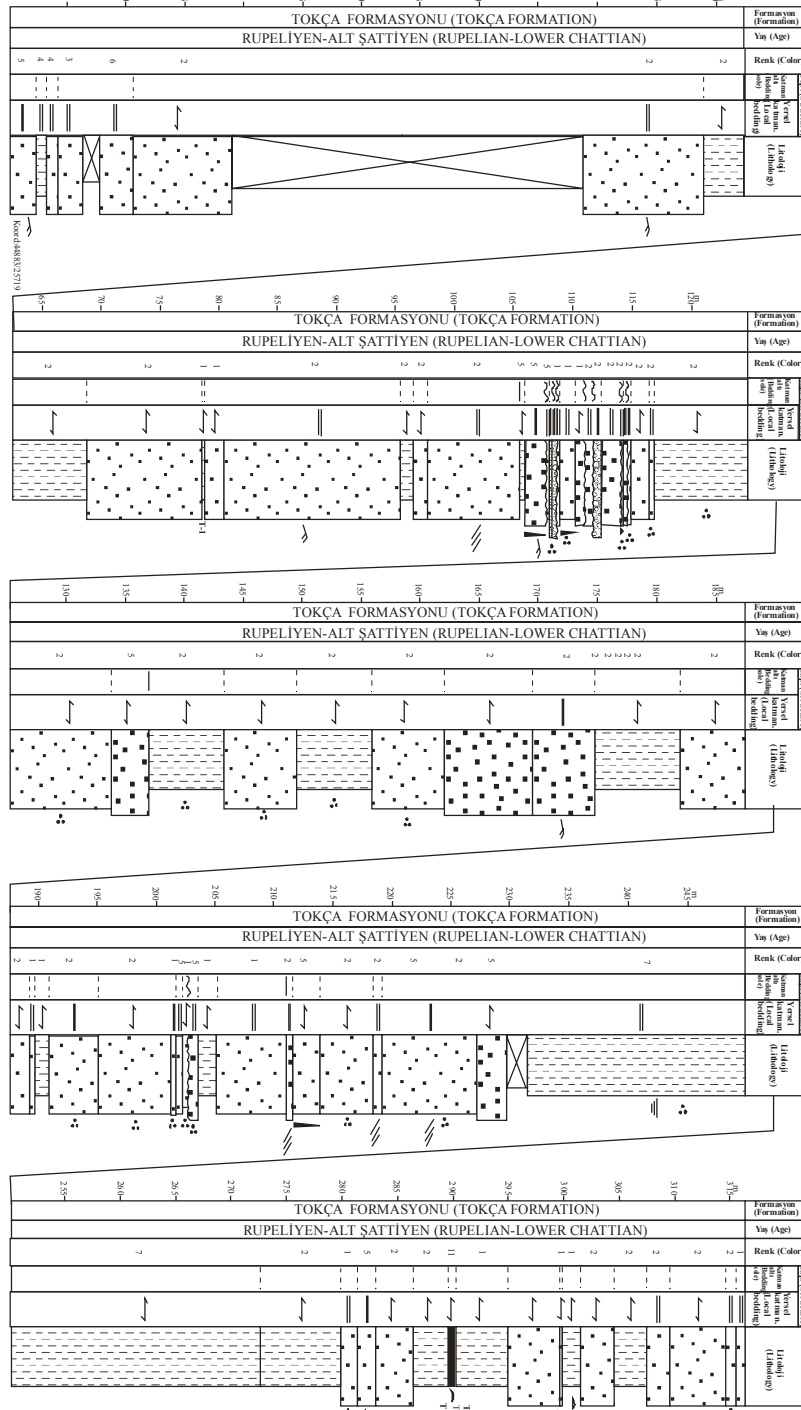
**Figure 4.** (a) Measured section from the Üçtepelers reef member, (b) Geological-cross section from the Üçtepelers reef member (Coordinates: 41850/21625). The coordinates of figure 4a are indicated. See figure 3 for location.



Şekil 5. Tokça köyü güneybatısında Üçtepeler resif üyesinin alt bölümünde bulunan Tokça Formasyonu'ndan alınan ölçülü kesit. Lokasyon için şekil 3'e bakınız.

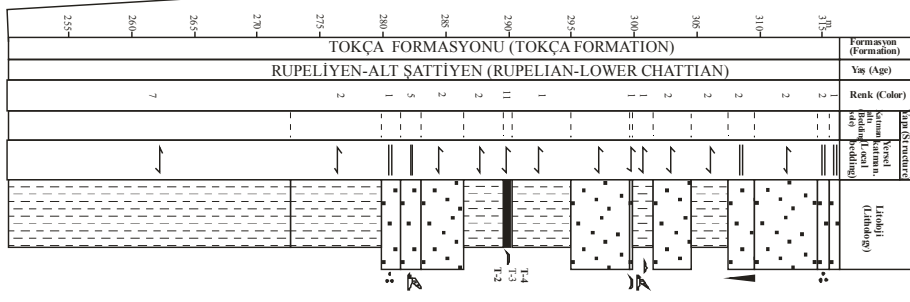
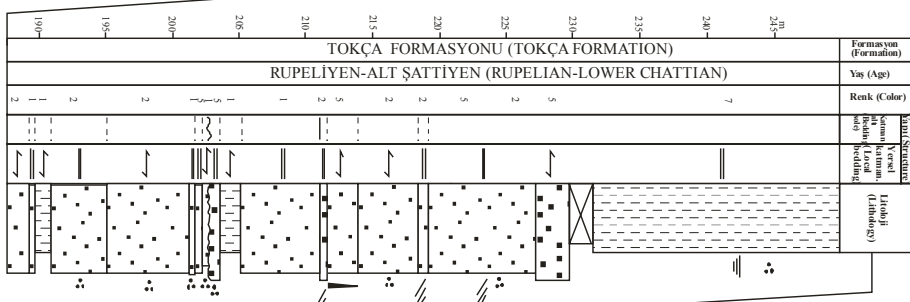
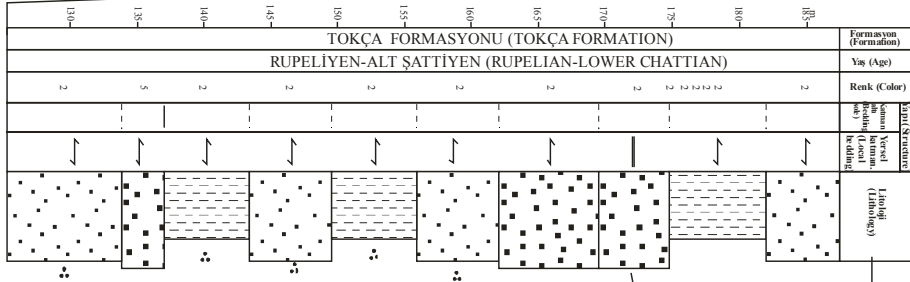
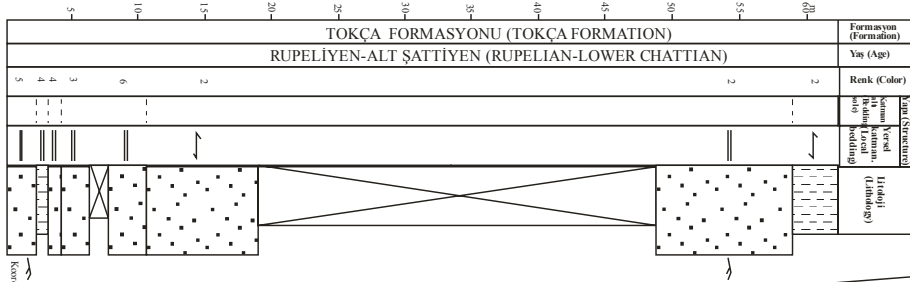
Figure 5. Measured section taken from the Tokça Formation located on the lower part of the Üçtepeler reef member southwest of Tokça village. See figure 3 for location.





**Şekil 6.** Tokça köyü güneydoğusunda Üçtepelers resif üyesinin üst bölümünde bulunan Tokça Formasyonu'ndan alınan ölçülü kesit. Lokasyon için şekil 3'e bakınız.

**Figure 6.** Measured section taken from the Tokça Formation located on the upper part of the Üçtepelers reef member southeast of Tokça village. See figure 3 for location.





## Materyal

Bu çalışmada, Üçtepeler resif üyesinin altındaki istiftenden yaklaşık 195m toplam kalınlığa sahip ölçülü kesit alınmıştır (Şekil 5). Kesit hattı boyunca toplam 16 adet palinolojik amaçlı örnek derlenmiştir. Resifte iki küçük ölçekli kesit alınmış ve toplam 19 adet foraminifer içerikli örnek derlenmiştir. (Şekil 3, 4). Resifin üstündeki bölümden de toplam kalınlığı yaklaşık 915m civarında ölçülü kesit alınmıştır (Şekil 6). Kesit hattı boyunca toplam 21 adet palinolojik amaçlı örnek toplanmıştır.

## Örnek Hazırlama Yöntemi

Palinolojik inceleme için, örnekler öncelikle kurutulup öğütüldükten sonra yaklaşık 10 gr.'lık miktarlarda plastik kutular içerisine yerleştirilmiştir. Palinolojik örnek hazırlamadaki standart tekniklere göre: öncelikle HCl (Hidroklorik asit) ve HF (Hidroflorik asit) asit aşamasından geçirildikten sonra, organik materyali temizlemek için Schulze çözeltisi ( $\text{HNO}_3 + \text{KClO}_3$ ) ve KOH (Potasyum Hidroksit) kullanılmıştır. Mikroskop altında incelenebilecek hale gelen örnekler, şişeler içerisine alınmış ve 4-5 damla alkol ilave edilmiştir. Örneklerden fosil zenginliğine göre ortalama 1 ila 6 lam hazırlanmıştır. Her örnekten 98 ila 356 arasında birey sayılmıştır ve yüzdeleri istatistiksel bir program olan TILIA programına uygulanmıştır (Şekil 7). Foraminifer çalışmaları için

örneklerden ince kesitler hazırlanmıştır. Elde edilen foraminiferler Levha 1 ve 2 gösterilmektedir.

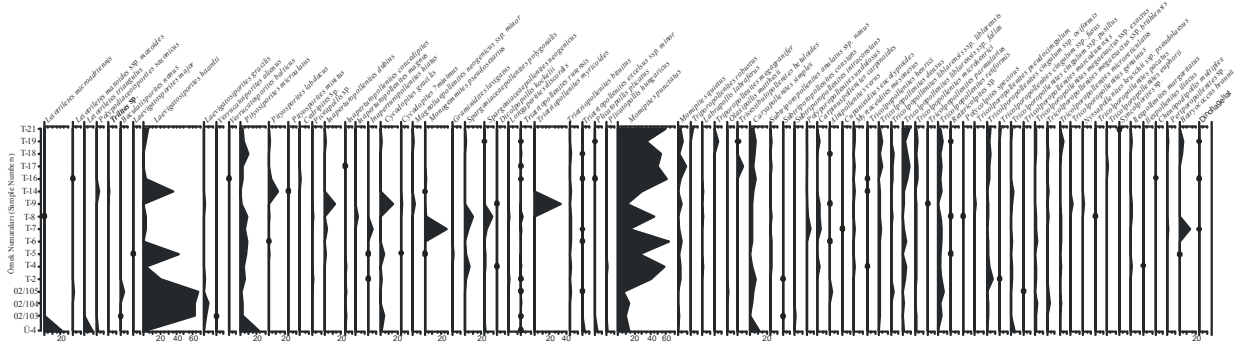
## Vejetasyon Tiplerini ve Paleoortamı Kurmak İçin Kullanılan Yöntem

İstatistiksel yöntemler, palinolojik verilere dayalı sonuçları tanımlama ve yorumlamada oldukça yararlıdır. Özellikle farklı yöntemler kullanılarak elde edilen sonuçlar araştırmacıları daha doğru sonuçlara götürmektedir. Elde edilen palinoflora, cluster analizine ve Multi Dimensional Scaling (MDS) yöntemleriyle değerlendirilmiştir (Şekil 9-11). Cluster analizi için, elde edilen palinofloradaki spor ve polenlerin botanik bağlılıkları kullanılmıştır. Botanik bağlılıklarına göre, bitkilerin yaşam ortamları ortaya tanımlanmıştır (alçak alan-ırmak kenarı; bataklık, tatlı su gibi). Yaşam ortamlarına göre gruplanan bitkilerin yüzde bollukları, örnek numaraları dikkate alınarak cluster analizine uygulanmıştır (Çizelge 1; Şekil 9). Sonuçta ekolojik yorumlamaların yapılabileceği diyagram elde edilmiştir. Cluster analizi uygulanırken ise Correlation matrix istatistiksel yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca, cluster analizi ile karşılaştırma yapabilmek için örnekler ve ekolojik gruplar da Multi Dimensional Scaling (MDS) analizinde değerlendirilmiştir (Şekil 10, 11).

## Çizelge 1. Tokça Formasyonu'ndaki ekolojik grupların ortalama yüzdeleri

**Table 1.** Average percentages of the ecological groups in the Tokça Formation.

Ekolojik gruplar (Ecological groups)	Bataklık- tatlısu Swamp- freshwater)	Dağ (Montane)	Alçak alan – ırmak kenarı (Lowland- riparian)	Acı su (mangrov gerisi) Brackishwater (Back Mangrove)	Dinoflagellat (Dinoflagellate)	Bilinmeyen (Unknown)
Yüzdeler (percentages)	25.784	14.95	53.93	0.06	0.07	5.206



**Şekil 7.** Tokça Formasyonu'nun ayrıntılı polen diyagramı.  
**Figure 7.** Detailed pollen diagram of the Tokça Formation.

## **Paleoklimsel Yorumlamalar İçin Kullanılan Yöntem**

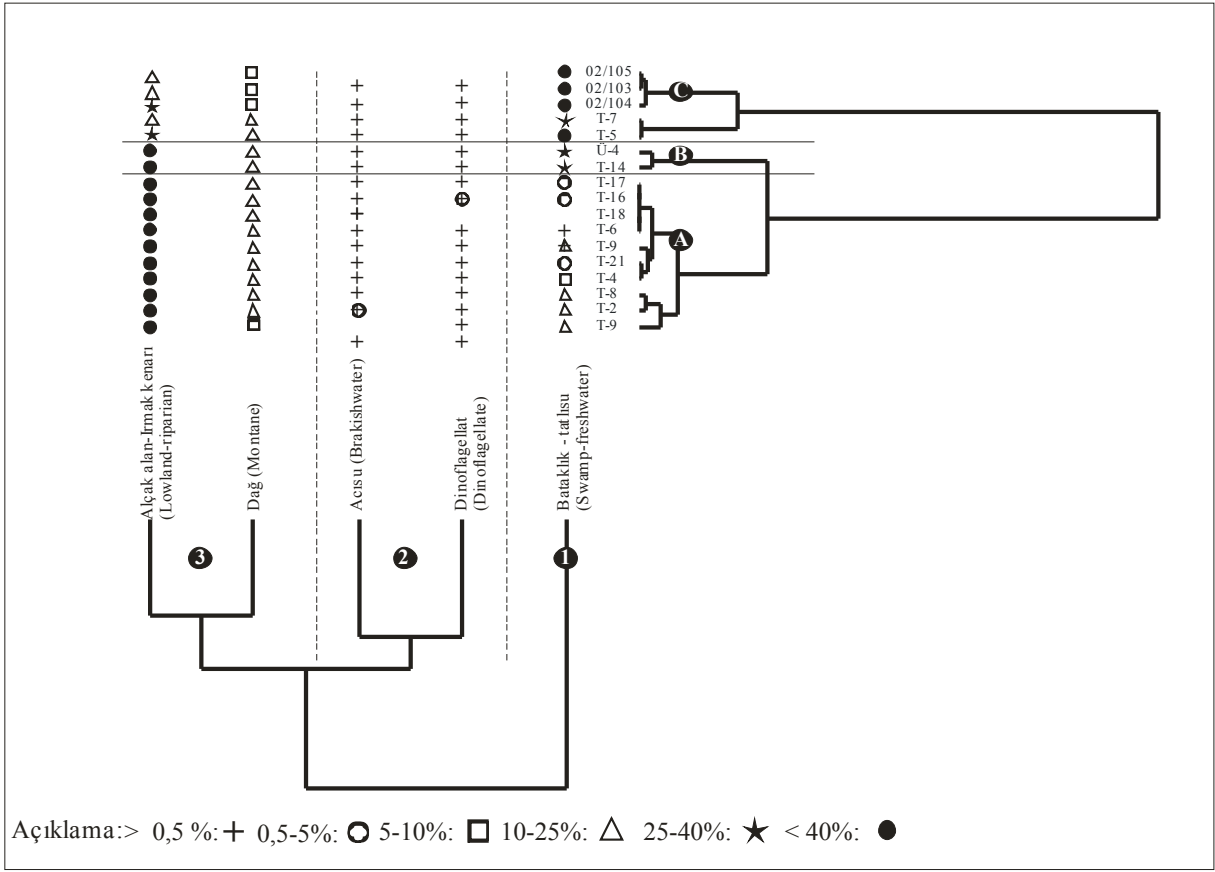
Palaeoklimsel sonuçlar, Mosbrugger ve Utescher (1997) tarafından ortaya atılan Coexistence Approach yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Yöntem, Tersiyer bitki fosillerini kullanarak, bilgisayar programı yardımıyla sayısal iklimsel değerleri bulma temeline dayanmaktadır. Coexistence Approach yönteminin uygulaması, ClimStat adlı bilgisayar programı ve 3000den fazla Tersiyer 'de yaşamış olan bitkilerin yaşayan en yakın akrabaları ve bunların meteoroloji istasyonlarından elde edilmiş iklimsel değerleri sayesinde gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada elde edilen palinoflora 4 ayrı iklimsel parametre açısından değerlendirilmiştir. Bunlar “Yıllık Ortalama Sıcaklık”, “En Soğuk Ayın Yağış Miktarı”, “En Sıcak Ayın Yağış Miktarı” ve Yıllık Yağış Miktarı'dır. Coexistence Approach yönteminde, sağlıklı sonuç alabilmek için, floranın çok çeşitli olması gerekmektedir. Çünkü yöntemin temeli, floradaki bitkilerin hangisinin bol olduğundan çok, floranın ne kadar zengin bir çeşitlilik sunduğuna dayanmaktadır.

## **SONUÇLAR**

### **Palinolojik Veriler**

Tokça Formasyonu'ndan derlenen palinolojik örneklerden 17 tanesi palinolojik sayım için uygun bulunmuştur (Şekil 7). Üçtepeliler resif üyesinin üzerindeki ve altındaki istiftenden derlenen palinolojik amaçlı örneklerden sadece Ü-4 numaralı örnek, resif altındaki istiftenden elde edilmiştir (Şekil 5). Geri kalan 16 örnek ise resif üstündeki bölüme aittir. Palinolojik topluluk, *Laevigatosporites haardti*, *Pityosporites microalatus*, *Momipites punctatus*, *Caryapollenites simplex*, *Tricolpopollenites liblarensis* ssp. *fallax*, *Tricolpopollenites retiformis* ve *Tricolporopollenites cingulum* ssp. *oviformis* formlarının baskınlığı ile temsil edilmektedir (Şekil 7, 8). Spor çeşitliliği ve yüzdeleri genellikle düşüktür ve *Leiotriletes*, *Polypodiaceoisorites*, *Baculatisporites*, *Laevigatosporites* ve *Verrucatosporites* formlarının farklı türlerinden oluşmaktadır. Toplulukta, *Triatriopollenites rurensis*, *Triatriopollenites myricoides*, *Monogemmites*



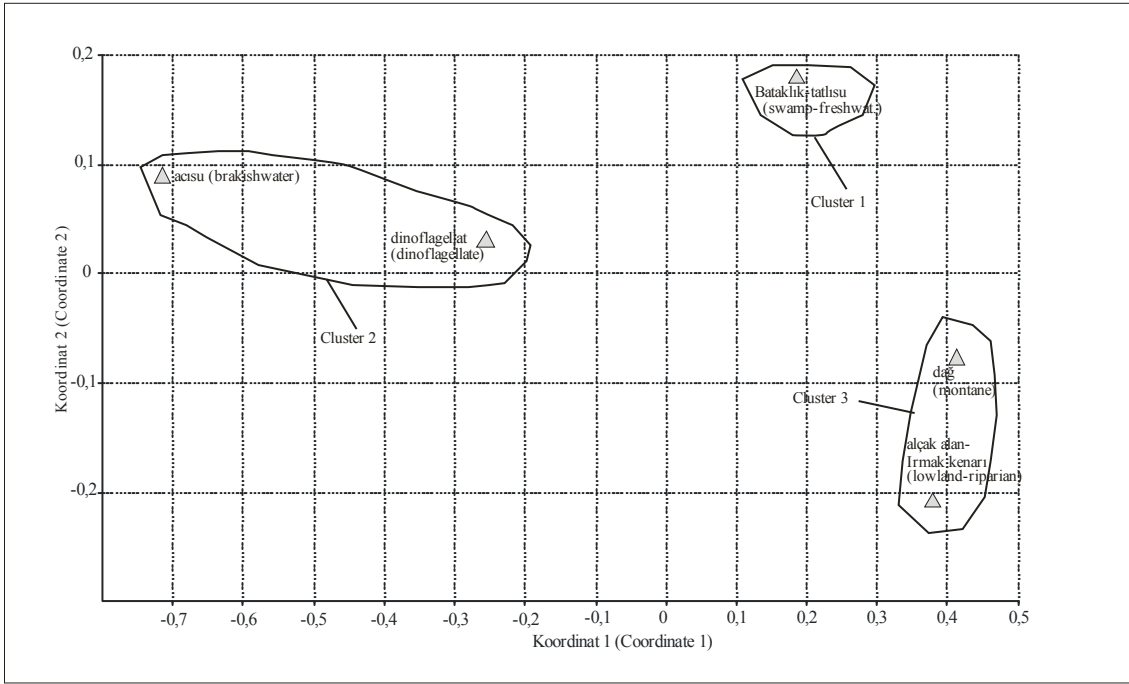


**Şekil 9.** Paleotopluluklar (altta) ve örneklerin (yanda), Correlation matrix kullanılarak UPGMA cluster analizindeki dendogramları. Örnek yerleri için şekil 3, 5 ve 6'ya, türlerin göreceli yüzdeleri için çizelge 1'e bakınız.

**Figure 9.** Dendrograms for UPGMA cluster analysis of palaeocommunities (bottom) and samples (side), using a Correlation matrix. See figures 3, 5 and 6 for the locations of the samples and table 1 for the relative percentages of species.

*pseudosetarius* ve *Trivestibulopollenites betuloides* gibi türler bazı örneklerde yüksek yüzdelerde gözlenirken diğer örneklerde hiç bulunmamaktadır (Şekil 7). Ayrıca, *Pityosporites labdacus*, *Magnoliaepollenites neogenicus* ssp. *minor* ve *Botryococcus braunii* gibi formlar istifin alt bölümlerinde gözlenmemesine karşılık, üste doğru düşük yüzdelerle temsil edilmektedir. Resifin altındaki Ü-4 numaralı örnekte ise, yüksek yüzdeli *Leiotriletes microadriennis*,

*Leiotriletes triangulus*, *Pityosporites microalatus*, *Caryapollenites simplex* ve *Tricolporopollenites cingulum* ssp. *oviformis* türleri yer almaktadır (Şekil 7). Ayrıca Erken Tersiyer'den kalıtsal olan *Triatriopollenites excelsus* ssp. *minor*, *Plicatopollis plicatus* ve *Plicatopollis hungaricus* formları yine Ü-4 numaralı örnekte bulunmaktadır. Örneklerde ayrıca, sığ denizel dinoflagellatlar da bulunmaktadır (Şekil 7, 8).



**Şekil 10.** Euclidean distance kullanılarak, çift boyutlu MDS'nin sonuçladığı, ekolojik grupların saçılım diyagramı. Yük değeri= 0.5096. Cluster analizinde tanımlanan gruplar, daire içine alınmış ekolojik gruplar olarak belirtilmektedir.

**Figure 10.** Scattergram of ecological groups ordination, from a two - dimensional MDS using Euclidean distance. Stress = 0.5096. Groups identified on the cluster analysis are indicated as circled ecological groups.

### Foraminifer Verileri

Üç tepeler resif üyesi çökellerinden derlenmiş Ü1-Ü19 seri örnek paketinin yaşı *Lepidocyclina* (*Eulepidina*) *dilatata* d'Archiac, *Miogypsinoides* sp. (İlkel formlar), *Austrotrillina* sp., *Cycloclpeus* sp. temel bentik foraminiferleri esas alınarak tortulaşmanın yaşı Geç Oligosen'in alt bölümleri olarak belirlenmiştir (Şekil 8). Ortam olarak yer yer sığlaşmaların görüldüğü (Hauerinid'li biyofasiyesler) ve *Lepidocyclina* ve *Heterostegina* topluluklarla temsil edilen resif önü biyofasiyesleri ve de yer yer görülen mercanlı biyofasiyesler ile de yama resifleri özelliğinde değerlendirilebilecek ortamsal göstergeler bulunmaktadır.

### Paleovejetasyon

Tokça Formasyonu'ndan elde edilen palinolojik topluluktaki türler, botanik bağlılıklarına göre gruplandırılmıştır (örn: Dağ elemanları; *Pityosprites microalatus*, *P. labdacus* ve *Cedripites* sp., Bataklık-tatlısu elemanları; Polypodiaceae, Osmundaceae, Taxodiaceae ve Chenopodiaceae). Elde edilen toplulukların göreceli yüzdeleri hesaplanmıştır (Çizelge 1). Buna göre toplulukta alçak alan-ırmak kenarı bitkilerin yüzdeleri en fazladır (~%54) (Çizelge 1). Toplulukta aynı zamanda bataklık-tatlısu ve dağ bitkileri de baskındır (Çizelge 1). Buna karşılık acısü elemanları ve sığ denizel dinoflagellatlar düşük yüzdelerde bulunmaktadır. Alçak alan - ırmak kenarı elemanları yüksek yüzdeli *Momipites punctatus* (~%78),



*Caryapollenites simplex* (%7) ve *Tricolporopollenites cingulum* (~%7) türlerinin baskınlığı ile temsil edilir (Şekil 7). Dağ bitkileri, yüksek yüzdeli *Pityosporites microalatus* (~%13) ve *Tricolporopollenites liblarensis* (~%4)'den oluşmaktadır. Buna karşılık bataklık-tatlısu bitkileri içinde en yüksek yüzdeli form *Laevigatosporites haardti* (37%) dir (Şekil 7).

Tokça Formasyonu'nun paleoortamını ortaya çıkarmak için, palinolojik örnekler ve yukarıda bahsedilen paleotoplulukların yüzdeleri (alçak alan-ırmak kenarı; bataklık tatlısu vb.) Cluster analiziyle değerlendirilmiştir (Şekil 9).

Paleotopluluk dendogramında, topluluk 1 bataklık-tatlısu elemanlarından oluşmaktadır (Şekil 9). Topluluk 2, acısu (mangrove gerisi ortam) ve denizel dinoflagellatlardan meydana gelir (Şekil 9). Topluluk 3 ise alçak alan- ırmak kenarı ve dağ bitkileriyle temsil edilmektedir.

Örnek dendogramında ise, cluster A'daki örnekler alçak alan-ırmak kenarı ve dağ bitkilerinin baskınlığı ve düşük yüzdeli denizel dinoflagellatlarla, bataklık-tatlısu elemanlarıyla tanımlanır (Şekil 9). Cluster A, paleotopluluk dendogramındaki topluluk 2'ye karşılık gelmektedir. Kötu korunmuş dinoflagellatların varlığı denizel ortamın yakınlığına işaret etmektedir (Şekil 9). Cluster B'de ise, bataklık-tatlı su ve alçak alan - ırmak kenarı bitkilerin baskınlığı ve düşük yüzdeli dağ bitkilerinin varlığı ile simgelenir. Cluster B ise paleotopluluktaki topluluk 1'e karşılık gelmektedir. Cluster B' deki bataklık-tatlısu bitkilerinin yüzdesi, cluster A'daki yüzdelerden daha fazladır (Şekil 9).

Ayrıca, örnekler ve paleotopluluklar, non-metric multidimensional scaling (MDS) adı verilen istatistiksel bir programla değerlendirilmiştir. (Şekil 10, 11). MDS' analizi

ile değerlendirilen paleotopluluklar (Şekil 10) ve örneklerde (Şekil 11), cluster analizinde tanımlanan grupların aynısı MDS analizinde de saptanmıştır.

MDS'ye uygulanan paleotopluluklarda, koordinat 1'in negatif bölümünde bulunan paleotopluluk, denize yakın koşulları belirten acısu elemanları ve dinoflagellatların varlığı ile tanımlanır. Bu da cluster analizindeki cluster 2'ye karşılık gelmektedir (Şekil 9, 10). Koordinat 1'in pozitif bölümünde bulunan topluluklar ise göreceli olarak karasal ortamı simgelemektedir. (Cluster 1 ve 3) (Şekil 10).

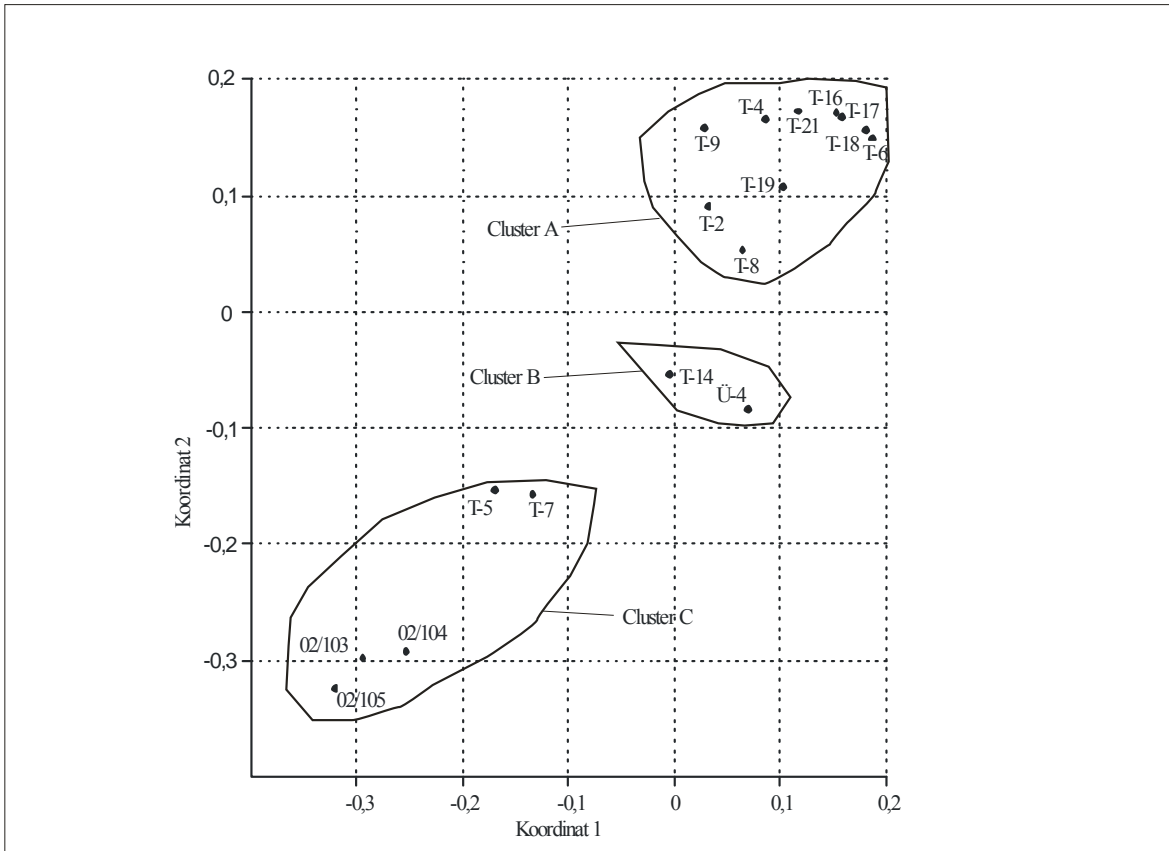
MDS'ye uygulanan örneklerde ise, yine cluster analizinden tanımlanan gruplar elde edilmiştir (Şekil 9, 11). Koordinat 2'nin pozitif bölümündeki örnekler denizel ortama daha yakın bir çökelmeyi yansıtırken (Cluster A), koordinat 2'nin negatif bölümündeki örnekler ise daha karasal koşulları belirtmektedir (Cluster C) (Şekil 11).

Elde edilen palinoflora, hem karasal hem de denizel flora içermesine rağmen, Tokça Formasyonu'nun çökelim sürecinin bir transgresyon ve /veya regresyon etkisinde gelişmiş olabileceğini söylemek için yeterli değildir.

Öneğin, T-2 örneği, resifin üzerindeki istifin alt bölümlerine karşılık gelmektedir, acısu elemanları içermektedir ve denize yakın koşullardaki tortulaşmayı simgelemektedir. Diğer taraftan, T-16 örneği, Tokça Formasyonu'nun en üst bölümlerine karşılık gelen örnektir ve denizel dinoflagellatlar içermektedir ve T-16 örneğinin çökeli mi süresince de denizel etkiden söz etmek olasıdır. Buna karşılık,

T-5 ve T-7 örnekleri, T-2 örneğinin üzerinde ve T-16 örneğinin altındadır ve denizel etkiyi gösteren palinomorf içermemektedir ve tamamıyla kara içindeki bir tortulaşmayı simgelemektedir. Bu değerlendirmelere dayanarak, tortulaşma süresince deniz düzeyinde salınımların gerçekleştiğini söylemek olasıdır.

Ayrıca, foraminifer ve palinolojik veriler bir bütün olarak değerlendirildiğinde, tüm istif boyunca denizel etkinin baskın olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca Üçtepeler resif üyesinin çökelişi süresince maksimum deniz seviyesine ulaşılmış olmalıdır. (Şekil 12).



**Şekil 11.** Euclidean distance kullanılarak, çift boyutlu MDS'nin sonuçladığı, örneklerin sınıfladığı saçılım diyagramı. Yük değeri= 0.005. Cluster analizinde tanımlanan gruplar, daire içine alınmış örnekler olarak belirtilmektedir.

**Figure 11.** Scattergram of samples ordination, from a two-dimensional MDS using Euclidean distance. Stress = 0.005. Groups identified on the cluster analysis are indicated as circled samples.

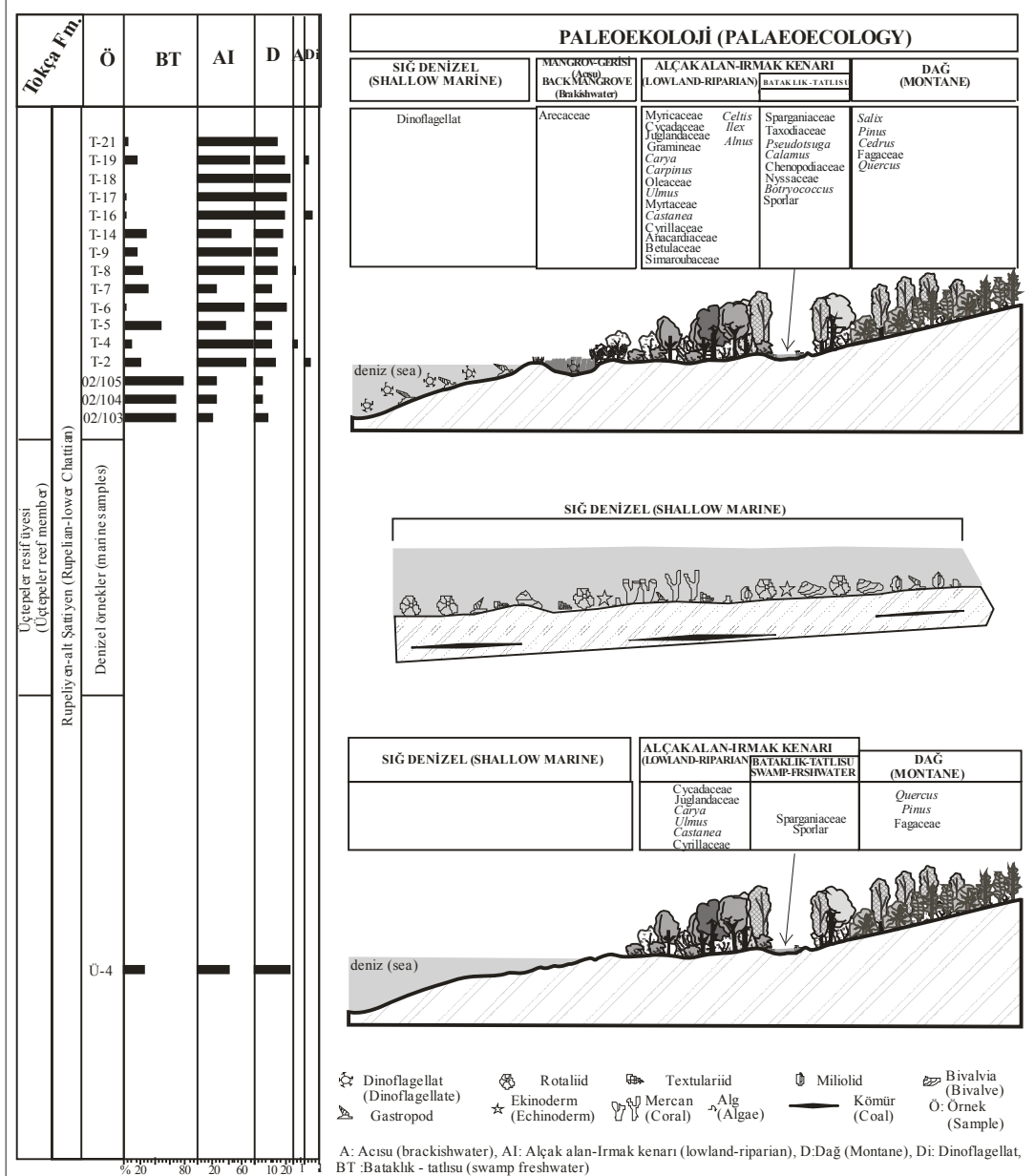
### Paleoiklim

Bu çalışmada elde edilen palinolojik topluluk ve Akkiraz ve Akgün (2005)'in palinolojik verileri

birlikte "Coexistence Approach" yönteminde değerlendirilmiştir. ClimStat programı sayısal iklimsel değerlerini elde etmek için 35 tür kullanmıştır (Şekil 13). Yıllık ortalama sıcaklık

değeri, 17.2 ve 17.4 °C arasındadır. En soğuk ayın sıcaklığı, 5.5 ve 8.3 °C arasındadır (Şekil 13). Yaz sıcaklığı ise ortalama 27.3 ve 27.9 °C arasında değişmektedir. Yıllık yağış miktarı, Tokça Formasyonu'nun çökeliş süresince yoğun

yağış altında olduğunu ve yağış değerlerinin 1217 ve 1355mm olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu değerler yoğun yağış altındaki subtropikal iklim değerlerini yansıtmaktadır.



Şekil 12. Linyit içerkli Erken –“orta” Oligosen Tokça Formasyonu'nun eskiortamını yeniden canlandırması, Çardak–Tokça Havzası (Batı Anadolu).

**Figure 12.** Palaeoenvironmental reconstruction of lignite-bearing Early-“middle” Oligocene Tokça Formation, Çardak-Tokça Basin (Western Anatolia).

Tokça palinolojik topluluğunda, bir palmiye olan ve mangrove gerisi ortamı simgeleyen *Longaperties discordis* (Lepidocaryoidae)'in varlığı sıcak koşulları temsil etmektedir. Şekil 13'den de görülebileceği bu formun günümüzdeki en yakın akrabasının 20°C üzerindeki bir ısıda yaşadığı bilinmektedir. Bizim elde ettiğimiz yıllık ortalama sıcaklık değeri ise bu değer altındadır. Bu durumda, Lepidocaryoidae polenlerinin varlığı kıyı koşullarındaki ısının 20°C ve üzerine çıkabileceğini göstermektedir. Diğer yandan, *Pityosporites labdacus* (*Pinus sylvestris* tip) poleninin günümüzdeki en yakın akrabası 10°C ve altındaki sıcaklık değerlerinde yaşamaktadır (Şekil 13). Bu formun varlığı ise dağ ortamındaki koşullarda ısının düştüğünü göstermektedir.

Sonuç olarak, elde edilen iklimsel değerler, kıyı koşullarından dağ ortamına ısı farklılığını yansıtıyor olmalıdır. Kıyı koşullarında Lepidocaryoidae'nin varlığı ile 20°C'nin üzerinde bir ortam, daha geri planda egemen 17.2 ve 17.4 °C ısı değerleri, ve dağ koşullarında ise daha soğuk koşullar hakim olmalıdır.

Tokça Formasyonu'ndan elde edilen palinofloraya ek olarak, Erken Oligosen yaşlı Türkiye'nin diğer alanlarında saptanan palinofloralar da bu çalışmada değerlendirilmiştir. Akyol (1971), İstanbul-Şile kömürlerinin ayrıntılı palinolojisini incelemiş ve Erken Oligosen yaşlı olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı, Şile kömürlerinin palinoflorasında 30 adet form tanımlamıştır. İklimsel parametreleri elde etmede toplam 14 form kullanılmıştır (Şekil 14). Yıllık ortalama sıcaklık 13.6 ve 21.3 °C arasındadır. Kış sıcaklığının aralığı geniş olup 1.8 ve 13.1°C arasındadır, yaz sıcaklığı ise 23.6 ile 28.1°C arasındadır ve yıllık yağış miktarı ise 1122 ve 1520mm arasında değişmektedir. (Şekil 14).

Çankırı-Çorum havzasından incelenen mikroflora Osmanoğlu Formasyonu'ndan elde

edilmiş ve palinolojik bulgulara göre Erken Oligosen olarak yaşlandırılmıştır (Akgün, 2002). Batı ve Sancay (2007), Muş havzasının ayrıntılı paleontolojik özelliklerini incelemişlerdir. Muş havzasında, Ebulbahar ve Keleşdere kesitlerinin, palinomorf, kalkerli nannoplankton, planktonik ve bentonik foraminifer içeriklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar Rupelien palinoflorasını tanımlamışlardır. Akgün (2002) ve Batı ve Sancay (2007)'nin tanımlamış oldukları Erken Oligosen palinofloraları da Coexistence Approach yöntemiyle değerlendirilmiştir. Ancak iklimsel parametreler geniş aralık verdiği için yorum yapılamamıştır.

Akkiraz vd. (2009), Isparta kuzeyinde yapmış oldukları çalışmada, Delikarkası ve İncesu formasyonlarının ayrıntılı palinolojik ve foraminifer içeriklerini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar, inceledikleri birimlerin Alt Oligosen-Üst Oligosen'in altında çökeltiğini belirtmektedirler. İncesu palinoflorasında toplam 107 adet form tanımlamıştır. İklimsel parametreleri elde etmede toplam 34 form kullanılmıştır. Araştırmacılar, İncesu Formasyonu'nun çökeliminin yoğun yağış altında, subtropical koşullarda gerçekleştiğini belirtmektedirler. Elde edilen sayısal iklimsel sonuçlar yıllık ortalama sıcaklık değeri, 17.2 ve 17.4 °C, kış sıcaklığı, 9.6 ve 13.1°C, yaz sıcaklığı, 27.3 ve 28.1°C ve yıllık yağış miktarı ise 1217 ve 1355 mm arasında olduğunu belirtmektedirler (Çizelge 2). Ayrıca, Erken Oligosen süresince iklimsel değerler, Avrupa'daki yaşıt iklimsel sonuçlarla karşılaştırıldığında, Türkiye'den elde edilen sıcaklık değerlerinin ve yağış miktarlarının daha yüksek olduğu gözlenmektedir (Çizelge 2). Erken Oligosen süresince Türkiye'nin daha sıcak olmasının nedeni, günümüzde olduğu gibi, Türkiye'nin daha güney enlemlerde bulunmasından kaynaklanmış olabilir (Şekil 15).

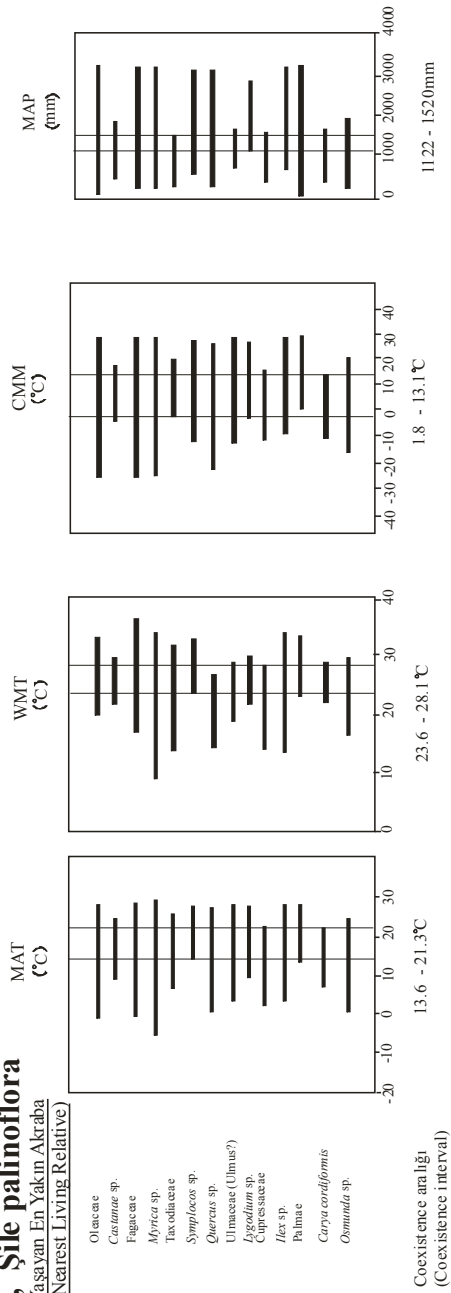


## İstanbul-Şile kömürleri, Şile palinoflora

Yaşayan En Yakın Akrabâ  
(Nearest Living Relative)

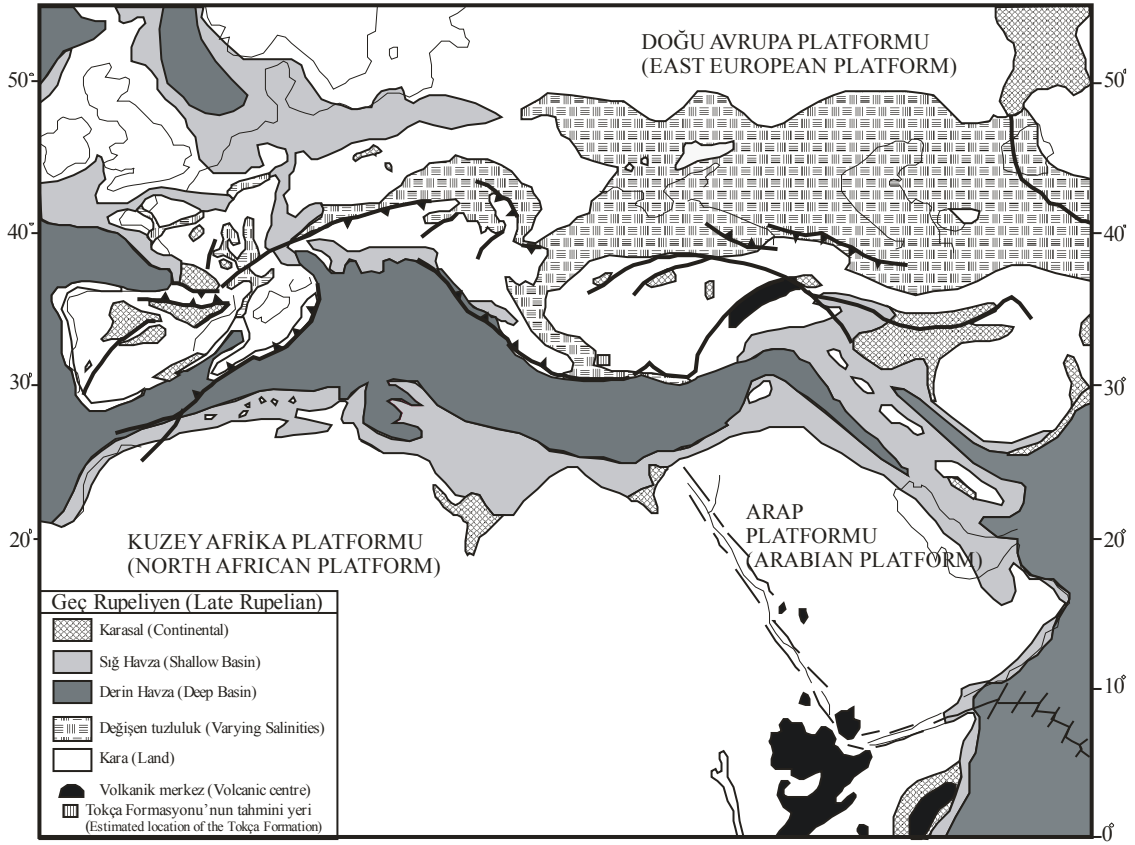
Fossil Taxa (Fossil Taxa)

*Tricolporopollenites microreticulatus*  
*Tricolporopollenites cingulum*  
*Tricolporopollenites thibetensis*  
*Triangulopollenites rurensis*  
*Inaperturopollenites dubius*  
*Poecolpoidipollites westbali*  
*Tricolporopollenites microhenrici*  
*Polypropolentites undulosus*  
*Leontitides microdactylus*  
*Inaperturopollenites dubius*  
*Acaulopollenites margaritatus*  
*Discolpoidipollites koecklii*  
*Caryapollenites simplex*  
*Baculatisporites primarius*



**Şekil 14.** İstanbul-Şile linyitlerinden elde edilen palinofloranın Coexistence Approach yöntemine uygulanması. Siyah kutular taksaların iklimsel gereksinimlerini, dikey çizgiler coexistence aralığının genişliklerini sınırlar (MAT: Yıllık Ortalama Sıcaklık, CMT: En soğuk ayın sıcaklığı, WMT: En sıcak ayın sıcaklığı, MAP: Yıllık Yağış Miktarı).

**Figure 14.** Application of the Coexistence Approach to palynoflora obtained from the İstanbul-Şile lignites. The shaded boxes mark the climatic requirements of the taxa, the vertical lines delimit the widths of the coexistence intervals (MAT: mean annual temperature, CMT: mean temperature of the coldest month, WMT: mean temperature of warmest month, MAP: mean annual precipitation).



**Şekil 15.** Karasal, sığ ve derin denizel havzaları gösteren Geç Rupelien için şematik paleocoğrafik harita (Meulenkamp ve Sissingh, 2003'den değiştirilerek). Kalın çizgiler fay zonlarını, içi dolu üçgenler sırasıyla bindirme ve okyanusal dalma batmayı temsil etmektedir.

**Figure 15.** Schematic palaeogeographic map for the late Rupelian, showing position of continental basins, shallow and deep marine basins and shallow and deep basins with salinities deviating from normal (modified from Meulenkamp et al., 2000; Meulenkamp & Sissingh, 2003). Heavy lines indicate important fault zones, filled triangles represent, respectively, thrusting and oceanic subduction.

**Çizelge 2.** Değerlendirilmiş floralar için hesaplanmış iklimsel parametrelerin coexistence aralıkları ve Avrupa'nın yaşıtlı havzalarından iklimsel sonuçlarla karşılaştırma

**Table 2.** Coexistence intervals of the calculated climatic parameters for the evaluated floras, and compared with climatic results from coeval basins in Europe.

	Taxa sayısı	MAT ( °C)	CMT ( °C)	WMT ( °C)	MAP(mm)
Çardak - Tokça Havzası, Tokça palinoflora (Bu çalışma)	42	17.2 - 17.4	7.7 - 8.3	27.3 - 27.8	1300 - 1322
İncesu havzası, İncesu palinoflora (Akkiraz vd. 2009)	34	17.2 - 17.4	9.6 - 13.3	27.3 - 28.1	1217 - 1355
İstanbul-Şile, (Akyol, 1971)	14	13.2 - 21.3	1.8 - 13.1	23.6 - 28.1	1122 - 1520
Mainz Havzası Bodenheim palinoflora (Pross et al. 2001)	30	15.7 - 17.1	6.2 - 7.5	25.6 - 26.8	1096 - 1298
Mainz Havzası Flörsheim megafflora (Pross et al. 2001)	8	15.6 - 18.8	7.1 - 10.2	25.7 - 28.1	1003 - 1250
Sava Bölgesi, Novi Dol palinoflora (Pross et al. 2001)	16	15.7 - 17.2	6.2 - 7.0	22.8 - 26.8	975 - 1322
Avusturya Molası, palinoflora (Hochuli, 1978)	20	15.7 - 17.1	6.2 - 7.5	25.8 - 26.8	1122 - 1322
Weiselter Havzası, megafflora (Kunzmann, 1995)	13	15.9 - 17.4	7.4 - 12.3	25.7 - 26.8	1096 - 1198

## SONUÇLAR

Bu çalışmayla aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1) Çardak-Tokça havzası'nın Tokça Formasyonu karasal ve sığ denizel ortamda çökelmiş tortullardan oluşmaktadır. Zengin palinolojik verileri, kıyı koşullarından geri plandaki dağ ortamına kadar bitki çeşitliliğini ortaya koymaktadır. Paleovejetasyon baskın olarak alçak alan- ırmak kenarı bitkilerinin bolluğu ile temsil edilmektedir. Bunlara daha düşük yüzdeli bataklık, tatlısu ve dağ elemanları eşlik etmektedir. Ayrıca denizel etkinin varlığını yansıtan dinoflagellatlar da tanımlanmıştır.

2) Zengin foraminifer içeriği Üçtepeler resif üyesinden elde edilmiştir. *Lepidocyclina (Eulepidina) dilatata* d'Archiac, *Miogypsinoides* sp., *Austrotrillina* sp., *Cycloclypeus* sp. temel

bentik foraminiferleri, Geç Oligosen'in alt bölümlerini tanımlamaktadır. Haurinidli bölümler tortulaşma süresince sığlaşmalara işaret etmektedir. Ayrıca mercanlı biyofasiyeler yama resifleri özelliğindedir.

3) Tokça Formasyonu'nun çökeli mi subtropikal iklim şartları altında, yıllık ortalama sıcaklık 17.2 ve 17.4 °C arasında, kış sıcaklığının, 5.5 ve 8.3 °C arasında olduğunu göstermektedir. En sıcak ayın sıcaklığı ortalama 27.3 ve 27.9 °C arasında değişmektedir. Yıl boyunca ortalama yağış miktarı ise 1122 ve 1520 mm arasındadır.

4) Paleovejetasyona paralel olarak, kıyı koşullarında sıcaklık değerleri *Lepidocaryoidae*'li ortamda 20°C'nin üzerindedir. Geri plandaki dağ ortamında ise sıcaklık değerleri *Pinus sylvestris*'li ortamda ise daha serin koşullar hakimdir.



5) Elde edilen iklimsel değerler, Türkiye'den elde edilen sıcaklık değerleri ile karşılaştırılabilecek niteliktedir. Ancak Avrupa'dan yaşıt iklimsel sonuçlarla karşılaştırıldığında, Türkiye'nin bulunduğu enlemler daha sıcak koşulları belirtmektedir.

### **EXTENDED SUMMARY**

*In southwest Turkey, the Oligo–Miocene basins can be ordered from west to east as the Kale–Tavas, Denizli, Çardak–Tokça, Burdur and İncesu basins. which have shallow marine and terrestrial deposits. To date, palaeontological and palaeoecological studies have mainly been focused on the Kale–Tavas and Denizli basins. The Oligocene sediments outcropping in the Çardak–Tokça Basin are called the Acıgöl group; this group includes five major formations from bottom to top, being the Armutalanı, Çardak, Hayrettin, Tokça and Bozdağ formations. The Oligocene sediments consists of ophiolite–derived conglomerates and mudstones at the base. Through the upper part, the sequence includes sandstone dominated lithologies with lenses of lignite and reefal limestones. A mudstone dominated succession, including several lenses of lignite and reefal carbonate, occurs in the upper part and grades to coarse–grained sediments at the top.*

*Since the Tokça Formation has both shallow marine and terrestrial deposits, it is easy to interpret the palaeoenvironment and palaeoecology at that time. Reefal limestone in the Tokça Formation is called the Üçtepelier reef member; it has rich larger foraminifera and corals. Lignite–bearing clastic sediments occur in both the lower part of the reef and the upper part of the reef. Palynological data has been obtained from these lignites, and is represented*

*by a high percentage of Laevigatosporites haardti, Pityosporites microalatus, Momipites punctatus, Caryapollenites simplex, Tricolpopollenites liblarensis ssp. fallax, Tricolpopollenites retiformis and Tricolporopollenites cingulum ssp. oviformis. Additionally, marine dinoflagellate cysts have also been described. According to the palaeoecological inferences of palynomorphs, the clastic parts of the Tokça Formation were deposited on a terrestrial environment under marine influence. The sea–level reached its maximum level during the deposition of the Üçtepelier reef member, since it has larger foraminifera that consist mainly of Lepidocyclina (Eulepidina) dilatata d'Archiac, Miogypsinoides sp. (primitive forms), Austrotrillina sp. and Cycloclypeus. From the palaeoenvironmental point of view, the presence of Lepidocyclina and Heterostegina in the assemblage indicates a forereef environment. Additionally, the existence of biofacies with corals determines the patch reef environment.*

*Spores and pollen are the most useful fossils in describing the Tertiary palaeoclimatic parameters. Especially, European researchers for many years have been trying to obtain climatic results on the basis of spore and pollen. In Turkey, up until now only restricted palaeoclimatic studies have been made. The Tokça Formation has also been evaluated as contributing to palaeoclimatic studies in Turkey. The calculated coexistence interval for the mean annual temperature ranges from 17.2 to 17.4 °C. The intervals for the winter and summer temperatures are determined as 5.5 to 8.3 °C and 27.3 to 27.9 °C, respectively. For the mean annual precipitation, a coexistence approach yields values that lie between 1122 and 1520 mm. The climatic results obtained are compared to*

*data derived from the application of the coexistence approach to other, already published, Turkish and central European floras of the same age. The climatic values obtained from different locations in Turkey are coherent with the climatic data from the Tokça Formation. On the other hand, the climatic values in Turkey are higher than European values; Turkey being located in lower latitudes should result in such higher temperatures.*

## **KATKI BELİRTME**

Bu çalışma, DEÜ-Bilimsel Araştırma Projeleri (02. KB.FEN.046) ve TÜBİTAK projesi (YDABAG-101Y133) kapsamında yürütülen çalışmalardan elde edilen bilgileri içermektedir. Araştırmacılar, DEÜ ve TÜBİTAK yetkililerine maddi katkılarından dolayı teşekkür eder. Yazarlar, arazi çalışmalarına katılan Aykut SAYGILI ve Ramazan SARI'ya teşekkür eder. Yazarlar, makaleye yapıcı eleştirilerle katkı sağlayan hakemler Prof. Dr. Nazire Özgen ERDEM ve Prof. Dr. Mehmet SAKINÇ'a teşekkür eder.

## LEVHA 1

(Tüm örnekler Üçtepeler resif üyesine aittir).

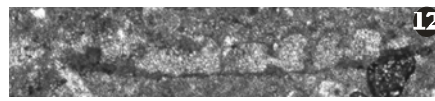
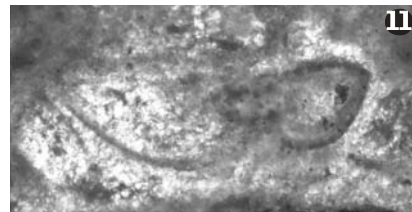
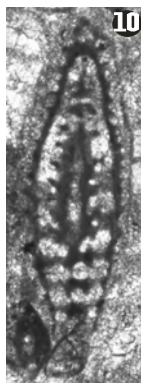
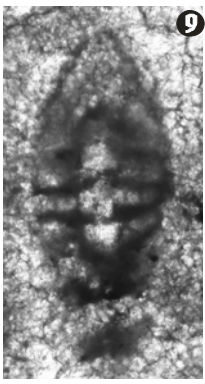
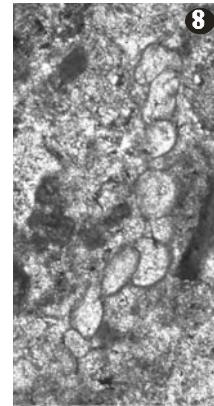
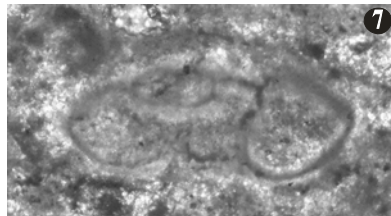
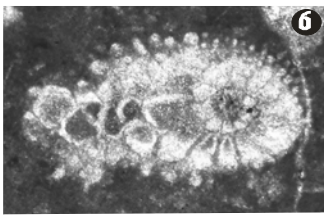
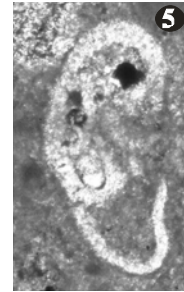
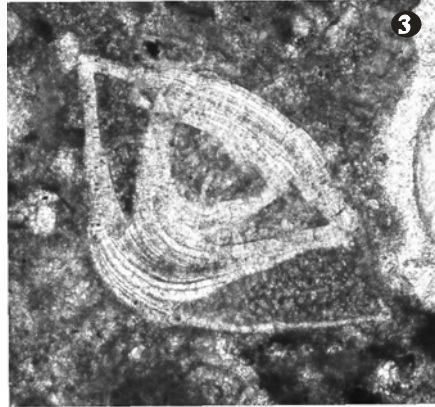
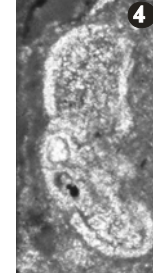
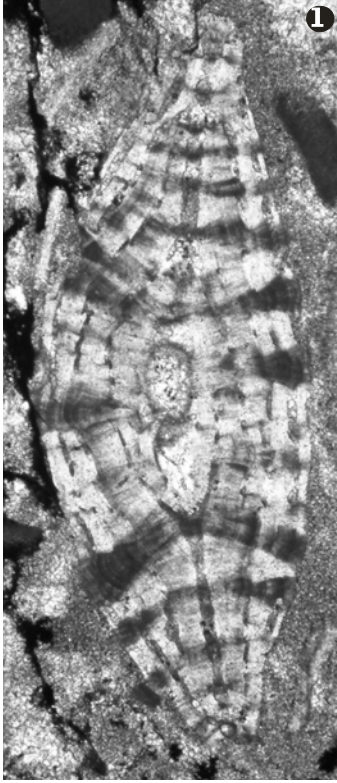
- Şekil 1. *Spiroclypeus* sp., örnek Ü-19  
Şekil 2-3. *Amphistegina* sp., örnek Ü-17  
Şekil 4-5. *Discorbis* sp., örnek Ü-16  
Şekil 6. *Miogypsinoides?* sp., örnek Ü-13  
Şekil 7. *Mississippina* sp., örnek Ü-6  
Şekil 8. *Planorbulina* sp., örnek Ü-4  
Şekil 9-10. *Archaias* sp., örnek Ü-18  
Şekil 11. *Anomalina* sp., örnek Ü-3  
Şekil 12. Nodosarinidae, örnek Ü-16

## PLATE 1

(All of the samples from Üçtepeler reef member).

- Figure 1. *Spiroclypeus* sp., sample Ü-19  
Figures 2- 3. *Amphistegina* sp., sample Ü-17  
Figures 4-5. *Discorbis* sp., sample Ü-16  
Figure 6. *Miogypsinoides?* sp., sample Ü-13  
Figure 7. *Mississippina* sp., sample Ü-6  
Figure 8. *Planorbulina* sp., sample Ü-4  
Figures 9-10. *Archaias* sp., sample Ü-18  
Figure 11. *Anomalina* sp., sample Ü-3  
Figure 12. Nodosarinidae, sample Ü-16

LEVHA 1- Akkiraz vd.



## LEVHA 2

(Tüm örnekler Üçtepeler resif üyesine aittir).

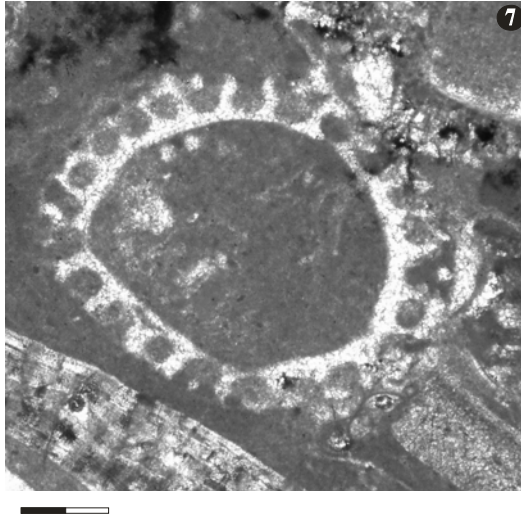
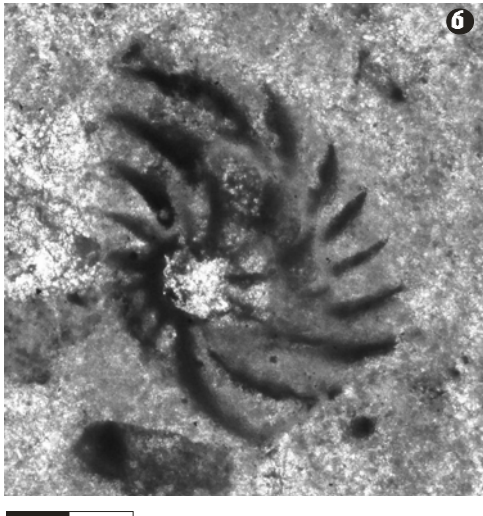
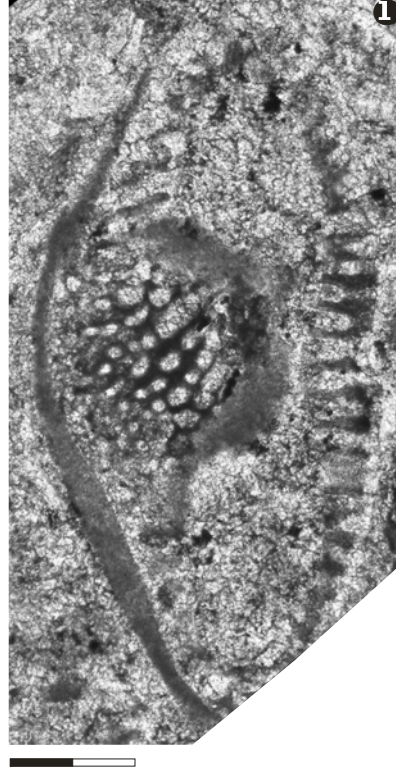
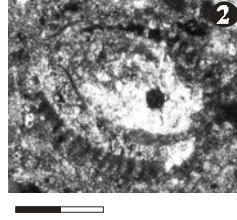
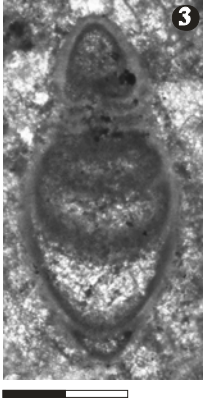
- Şekil 1-2. *Austrotrillina* sp., örnek Ü-17  
Şekil 3. Lagenidae, örnek Ü-17  
Şekil 4. Valvulinidae, örnek Ü-5  
Şekil 5. Hauerinidae, örnek Ü-18  
Şekil 6. Peneropliidae, örnek Ü-8  
Şekil 7. Dasycladacea, örnek Ü-15

## PLATE 2

(All of the samples from Üçtepeler reef member).

- Figures 1-2. *Austrotrillina* sp., sample Ü-17  
Figure 3. Lagenidae, sample Ü-17  
Figure. 4. Valvulinidae, sample Ü-5  
Figure 5. Hauerinidae, sample Ü-18  
Figure 6. Peneropliidae, sample Ü-8  
Figure 7. Dasycladacea, sample Ü-15

LEVHA 2- Akkiraz vd.



## DEĞİNİLEN BELGELER

- Akgün, F., 2002. Stratigraphic and paleoenvironmental significance of Eocene palynomorphs of the Çorum–Amasya area in the central Anatolia, Turkey. *Acta Palaeontologica Sinica*, 41, 576–591.
- Akgün, F. and Sözbilir, H., 2001, A palynostratigraphic approach to the SW Anatolian molasse basin: Kale-Tavas molasse and Denizli molasses, *Geodinamica Acta*, 14, 71–93.
- Akgün, F., Kaya, T., Forsten, A. and Atalay, Z., 2000. Biostratigraphic data (Mammalia and Palynology) from the Upper Miocene İncesu Formation at Düzyayla (Hafik Sivas, Central Anatolia). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 9, 57–67.
- Akgün, F., Kayseri, M. S. and Akkiraz, M. S., 2007. Palaeoclimatic evolution and vegetational changes during the Late Oligocene-Miocene period in Western and Central Anatolia (Turkey). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 253, 56–90.
- Akkiraz, M. S. and Akgün, F., 2005. Palynology and age of the Early Oligocene units in Çardak–Tokça basin, southwest Anatolia: paleoecological implications. *Geobios*, 38, 283–299.
- Akkiraz, M. S., Akgün, F., Örcen, S., Bruch, A. A. and Mosbrugger, V., 2006. Stratigraphic and Palaeoenvironmental Significance of Bartonian–Priabonian (Middle–Late Eocene) Microfossils from the Başçeşme Formation, Denizli Province, Western Anatolia. *Turkish Journal of Earth Science* 15, 155–180.
- Akkiraz, M. S., Akgün, F. and Örcen, S., 2009. Stratigraphic and palaeoenvironmental analysis of the Lower–“Middle” Oligocene units in the northern part of the Western Taurides (İncesu area, Isparta, Turkey) based on foraminifera and palynomorphs. *Journal of Asian Earth Sciences* (in press).
- Akyol, E., 1971. Microflore de l'Oligocene inférieur récoltée dans un sondage pres d'Avçıközü, Şile–İstanbul. *Pollen et Spores*, 13 (1), 117–133.
- Batı, Z. and Sancay, H., 2007. Palynostratigraphy of Rupelian sediments in the Muş Basin, Eastern Anatolia, Turkey. *Micropaleontology*, 53(4), 249–283.
- Benda, L., 1971. Grundzüge einer pollenanalytischen Gliederung des türkischen Jungtertiärs (Känozoikum und Braunkohle der türkei. 4.). *Beihefte zum Geologischen Jahrbuch* 113, 1–46.
- Göktaş, F., Çakmaköğlu, A., Tarı, E., Sütçü, Y. F. ve Sarıkaya, H., 1989. Çivril–Çardak Arasının Jeolojisi [Geology of Çivril–Çardak Region]. Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Report 8701, 107p (unpublished).
- Gutnic, M., 1977. Geologie du Taurus Pisidien au nord d'Isparta, Turquie. Principal resultats, extraits des notes de. M. Gutnic entre 1964 et 1971 par O. Monod, Université du Paris—sud Orsay, p. 130
- Gürer, Ö. F. and Yılmaz, F., 2002. Geology of the Ören and surrounding regions, SW

- Turkey, *Turkish Journal of Earth Science*, 11, 2–18.
- Hakyemez, H. Y., 1989. Geology and Stratigraphy of the Cainozoic sedimentary rocks in the Kale–Kurbalık area. *Bulletin Mineral Research Exploration Institute*, 109, 9–21.
- Hochuli, P. A., 1978. Palynologische untersuchungen im Oligosen der zentralen und westlichen Paratethys. *Beiträge Paläontologie, Österreich*, 4, 1-132.
- Kayseri, M. S. and Akgün, F., 2008. Palynostratigraphic, Palaeovegetational and Palaeoclimatic Investigations on the Miocene Deposits in Central Anatolia (Çorum Region and Sivas Basin). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17, 361–403.
- Koçyiğit, A., 1984. Tectono–stratigraphic characteristics of Hoyran Lake region (Isparta Bend). In: Tekeli, O., Göncüoğlu C. (Eds.), *Geology of the Taurus belt. Proceedings International Symposium*, pp. 53–67.
- Kunzmann, L., 1995. Rekonstruktion einer tertiären Flußlandschaft. Geologische und makropaläobotanische Untersuchungen am paläogenen Zwickau-Altenburger Flußsystem im Weißelsterbecken, NW-Sachsen. *Mehoden, Möglichkeiten, Grenzen. Anhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden*, 41, 73–95.
- Meulenkamp, J. E., and 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.
- Mosbrugger, V. and Utescher, T., 1997. The coexistence approach-a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial paleoclimate data using plant fossils. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 134, 61–86.
- Pross, J., Bruch, A.A., Mosbrugger, V. and Kvacek, Z., 2001. Paleogene pollen and spores as a tool for quantitative paleoclimate reconstructions: The Rupelian (Oligocene) of Central Europe. In: Goodman, D. K., and Clarke, R. T. (eds), *Proceedings of the IX international Palynological Congress, Houston, Texas, U.S.A., 1996; American Association of Stratigraphic Palynologists, Foundation*, 299–310.
- Sancay, R. H., Batı, Z., Işık, U., Kırıcı, S. and Akça N., 2006. Palynomorph, Foraminifera, and Calcareous Nanoplankton Biostratigraphy of Oligo–Miocene Sediments in the Muş basin, Eastern Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 15, 259–319.
- Sözbilir, H., 2002. Revised Stratigraphy and Facies Analysis of Palaeocene–Eocene Supra–allochthonous Sediments (Denizli, SW Turkey) and their Tectonic Significance. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 11, 87–112.



Sözbilir, H., 2005. Oligocene–Miocene extension in the Lycian orogen: evidence from the Lycian molasse basin, SW Turkey. *Geodinamica Acta*, 18, 255–282.

Yağmur, F., 1994. Isparta Kuzeyinde Yeralan Oligosen Yaşlı Molas Tipi Kırıntılı Tortulların Tektono–Sedimenter Özellikleri [Tectono–sedimentary characteristics of the molasse type clastic sediments (Oligocene) in the northern Isparta, Turkey]. *Çukurova Üniversitesi, 15. Yıl sempozyumu*, 241–252 (in Turkish with English abstract).

Yavuz–Işık, N., 2007. Pollen analysis of coal-bearing Miocene sedimentary rocks from

the Seyitömer Basin (Kütahya), Western Anatolia. *Geobios*, 40, 701–708.

Yavuz–Işık, N., 2008. Vegetational and climatic investigations in the Early Miocene lacustrine deposits of the Güvem Basin (Galatean Volcanic Province), NW Central Anatolia, Turkey. *Review of Paleobotany and Palynology*, 150, 130–139.

---

Makale Geliş Tarihi : 2 Aralık 2009

Kabul Tarihi : 21 Ocak 2010