

TÜRKİYE JEOLojİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Nisan 2009 Cilt 52 Sayı 1
April 2009 Volume 52 Number 1

ISSN 1016-9164



TMMOB JEOLojİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Chamber of Geological Engineers of Turkey

TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Chamber of Geological Engineers of Turkey

YÖNETİM KURULU / EXECUTIVE BOARD

ÇAĞLAN Dündar	Başkan / <i>President</i>
ATIL Hakkı	İkinci Başkan / <i>Vice President</i>
ERCAN Sami	Yazman / <i>Secretary</i>
KURTOĞLU Çetin	Sayman / <i>Treasurer</i>
ALAN Hüseyin	Mesleki Uygulamalar Üyesi / <i>Member of Professional Activities</i>
ULUŞAHİN Adem	Yayın Üyesi / <i>Member of Publication</i>
YENER Ali Burak	Sosyal İlişkiler Üyesi / <i>Member of Social Affairs</i>

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ
Geological Bulletin of Turkey

Yayın Kurulu / Publication Board

Editörler / Editors

Cemal TUNOĞLU, Hacettepe Üniversitesi
tunay@hacettepe.edu.tr
Kadir DİRİK, Hacettepe Üniversitesi
kdirik@hacettepe.edu.tr

Yardımcı Editör / Assistant Editor

İbrahim Kadri ERTEKİN, Hacettepe Üniversitesi
iertekin@hacettepe.edu.tr
İngilizce Editörü / English Editor
Margaret SÖNMEZ

Yazı İnceleme Kurulu / Editorial Board

ALTINER Demir (Ankara, Türkiye)	OKAY Aral (İstanbul, Türkiye)
BAYHAN Hasan (Ankara, Türkiye)	PAKTUNÇ Doğan (Ontario, Kanada)
BESBELLİ Berk (Ankara, Türkiye)	ROBERTSON Alastair (Edinburg, UK)
BOZKURT Erdin (Ankara, Türkiye)	SAKINÇ Mehmet (İstanbul, Türkiye)
DEMİREL İsmail Hakkı (Ankara, Türkiye)	SATIR Muharrem (Tübingen, Almanya)
GENÇ Yurdal (Ankara, Türkiye)	ŞEN Şevket (Paris, Fransa)
GÖKÇE Ahmet (Sivas, Türkiye)	TATAR Orhan (Sivas, Türkiye)
GÖKTEN Ergun (Ankara, Türkiye)	TEKİN U. Kağan (Ankara, Türkiye)
GÖNCÜOĞLU M. Cemal (Ankara, Türkiye)	TEMEL Abidin (Ankara, Türkiye)
GÜLEÇ Nilgün (Ankara, Türkiye)	TÜYSÜZ Okan (İstanbul, Türkiye)
HELVACI Cahit (İzmir, Türkiye)	ÜNLÜ Taner (Ankara, Türkiye)
KARAKAYA Muazzez Çelik (Konya, Türkiye)	ÜNLÜGENÇ Ulvi Can (Adana, Türkiye)
KARAYİĞİT Ali İhsan (Ankara, Türkiye)	USTAÖMER Timur (İstanbul, Türkiye)
KELLING Gilbert (Staffordshire, UK)	VASELLI Orlando (Florans, İtalya)
MAMEDOV Musa (Baku, Azerbaycan)	WALASZCZYK Ireneusz (Warszawa, Polonya)
NOKAMAN M. Eran (İzmir, Türkiye)	YALÇIN Hüseyin (Sivas, Türkiye)
NAZİK Atike (Adana, Türkiye)	YAVUZ Fuat (İstanbul, Türkiye)
ÖZER Sacit (İzmir, Türkiye)	YILMAZ İsmail Ömer (Ankara, Türkiye)
PIPIK Radovan Kyska (B. Bystrica, Slovakia)	YİĞİTBAŞ Erdinç (Çanakkale, Türkiye)
	YÜRÜR M. Tekin (Ankara, Türkiye)

Yazışma Adresi

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası
PK. 464 Yenışehir, 06410 Ankara
Tel: (312) 434 36 01
Faks: (312) 434 23 88
E-posta: jmo@jmo.org.tr
URL: www.jmo.org.tr

Correspondence Address

UCTEA Chamber of Geological Engineers of TURKEY
PO Box 464 Yenışehir, TR-06410 Ankara
Phone: +90 312 434 36 01
Fax: +90 312 434 23 88
E-mail: jmo@jmo.org.tr
URL: www.jmo.org.tr

Yayın Türü	: Yerel Süreli Yayın
Baskı (Printed by)	: Mattek Matbaacılık Bas.Yay.Tan.San.Tic.Ltd.Şti. G.M.K. Bulvarı 83/23 Maltepe/Ankara Tel: 0.312 229 15 02
Baskı Tarih	: 10.06.2009
Baskı Adedi	: 3000

TÜRKİYE JEOLojİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Nisan 2009 Cilt 52 Sayı 1
April 2009 Volume 52 Number 1

ISSN 1016-9164

Yavuz OKAN and İzzet HOŞGÖR

Early Eocene (middle-late Cuisian) Molluscs Assemblage from the Harpactocarinid Beds, in the Yoncalı Formation of the Çankırı Basin, Central Anatolia, and Implications for Tethys Paleogeography
Çankırı Havzası Yoncalı Formasyonu (Orta Anadolu) Harpactocarinid Yatağında Erken Eosen (orta-geç Küviziyen) Mollusk Birlikteliği ve Tetis Paleocoğrafyasındaki Yeri.....1

Engin MERİÇ , Niyazi AVŞAR , Figen MEKİK , Baki YOKEŞ, İpek F. BARUT, Özcan DORA , Fikret SUNER, Fulya YÜCESOY-ERYILMAZ , Mustafa ERYILMAZ, Feyza DİNÇER ve Erol KAM
Alibey ve Maden Adaları (Ayvalık-Balıkesir) Çevresi Genç Çökellerinde Gözlenen Bentik Foraminifer Kavkılarındaki Anormal Oluşumlar ve Nedenleri

Abnormal Test Formations Observed in the Benthic Foraminifers from Recent Sediments of Alibey and Maden Islands (Ayvalık-Balıkesir)31

Nazan YEŞİLYURT , Cemal TUNOĞLU and İbrahim K. ERTEKİN

Ostracoda Assemblage and Environmental Interpretation of the Bartonian-Priabonian Seydiler Formation (Kastamonu-Northern Turkey)

Bartoniyen-Priaboniyen Yaşlı Seydiler Formasyonu'nun (Kastamonu-Kuzey Türkiye) Ostrakod Topluluğu ve Ortamsal Yorumu.....85

Gürol SEYİTOĞLU, Bahadır AKTUĞ, Levent KARADENİZLİ, Bülent KAYPAK, Şevket ŞEN, Nizamettin KAZANCI, Veynel İŞİK, Korhan ESAT, Oktay PARLAK, Baki VAROL, Gerçek SARAÇ, İlker İLERİ
A Late Pliocene - Quaternary Pinched Crustal Wedge in NW Central Anatolia, Turkey: A neotectonic Structure Accommodating the Internal Deformation of the Anatolian Plate

KB Orta Anadolu'da Geç Pliyosen – Kuvaterner Kıstırılmış Kabuksal Tektonik Kama: Anadolu Levhasının iç Deformasyonunu Üstlenen bir Neotektonik Yapı.....121

Türkiye Jeoloji Bülteni makale dizin ve özleri:

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS ve ULAKBİM Veri tabanlarında yer almaktadır.

Geological Bulletin of Turkey is indexed and abstracted in:

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS and ULAKBİM Database

TÜRKİYE JEOLojİ MÜHENDİSLERİ ODASI

Chamber of Geological Engineers of Turkey

Türkiye Jeoloji Bülteni'ne 2008 Yılında sunularak sonuçlandırılan makalelerin değerlendirilmesine Yazı İnceleme Kurulu dışında katkıda bulunanlar.

Followings are the names of the contributors in addition to the Editorial Board for reviewing of the papers submitted to the Geological Bulletin of Turkey and evaluated in 2008

BAYARI Serdar (Ankara, Türkiye)

BAYHAN Emel (Ankara, Türkiye)

ÇELİK Mehmet (Ankara, Türkiye)

KAÇAROĞLU Fikret (Sivas, Türkiye)

KILIÇ Recep (Ankara, Türkiye)

KÜLKÖYLÜOĞLU Okan (Bolu, Türkiye)

OCAKOĞLU Faruk (Eskişehir, Türkiye)



Early Eocene (middle-late Cuisian) Molluscs Assemblage from the Harpactocarinid Beds, in the Yoncalı Formation of the Çankırı Basin, Central Anatolia, and Implications for Tethys Paleogeography

Çankırı Havzası Yoncalı Formasyonu (Orta Anadolu) Harpactocarinid Yatağında Erken Eosen (orta-geç Küviziyen) Mollusk Birlikteliği ve Tetis Paleocoğrafyasındaki Yeri

Yavuz OKAN¹ and İzzet HOŞGÖR²

¹ *Ankara University, Faculty of Engineering, Dept. of Geological Engineering, Tandoğan, 06100, Ankara, Turkey*

² *Transatlantic Petroleum (Turkey) corp., Ankara, Turkey*

ABSTRACT

A diverse and abundant Early Eocene (middle-late Cuisian) molluscs assemblage from the Yoncalı Formation of the Çankırı Basin in central Anatolia is documented for the first time in this study. Six species of bivalves, four species of gastropods, and one species of scaphopod are described from the formation. The central part of the Yoncalı Formation consists mostly of sandstones, pelagic mudstone and limestones with harpactocarinids and the molluscs found were derived from this part. Associated fauna found here included benthic foraminiferans, serpulids, undetermined echinoids and shark teeth, and dating was mainly based on the benthic foraminiferans. The distribution of bivalve, gastropod and scaphopod species suggest that this area has affinities with the East European Province of Turkey. The cosmopolitan distribution of the recorded species is useful for paleobiogeographic reconstruction. This reveals that there was a direct connection throughout the Tethyan realm and a connection between the Tethyan central Anatolia and Indo-Pacific realms, at least until the end of the Paleocene to Early Eocene (Early Tertiary), and this allowed the migration of benthic organisms.

Key words: Çankırı Basin, Early Eocene, Molluscs, Paleogeography, Turkey

ÖZ

Orta Anadolu'da Çankırı Havzası'nda ilk defa Erken Eosen (orta-geç Küviziyen) mollusk birlikteliği tanımlanmıştır. Yoncalı Formasyonu'nun orta kesimlerinden alınan mollusklardan, altı bivalv türü, dört gastropod türü ve bir skapod türü tanımlanmıştır. Çalışılan birim harpactocarcinidler ile birlikte kumtaşı, pelajik çamurtaşı ve kireçtaşından oluşmuştur. Birimin yaşı bentik foraminiferlere dayanarak verilmiştir. Molluskların birlikte bulunduğu diğer fosil toplulukları ise bentik foraminiferler, serpulidler, tanımlanamamış ekinitler ve köpekbalığı dişleridir. Bivalv, gastropod ve skapodların dağılımları incelendiğinde, çalışma alanının paleocoğrafik yapılanmada Doğu Avrupa bölgesinin bir parçası olduğunu gösterir. Tetis Bölgesi ele alındığında Paleosen sonundan Erken Eosen'e kadar Tetis'in orta Anadolu ve Hint-Pasifik bölgesiyle bağlantılı olduğu bentik organizmaların yayılımıyla ortaya çıkmaktadır.

Anahtar kelimeler: *Çankırı Havzası, Erken Eosen, Mollusk, Paleocoğrafya, Türkiye*

INTRODUCTION

Turkey is comprised of many tectonic belts separated by sutures. The tectonic belts were formed by the total closure of the Tethyan ocean and related basins. The palaeogeographic reconstruction of the study area (Figure 1) in Early Eocene, and in particular its latitudinal position at about 35 N, places the southeastern margin of the Çankırı Basin, so during the Early Eocene, Çankırı Basin was part of the East European Province. (Tüysüz and Dellaloğlu, 1992; Smith et al., 1994). The Tethyan evolution of Turkey may be divided into Paleotethyan and Neotethyan phases. The present tectonic framework of Turkey was formed mainly as a result of the closure of the multibranched Neotethyan Ocean during the Late Mesozoic and Cenozoic (Şengör and Yılmaz, 1981). The closure of the Neotethyan ocean in Late Cretaceous times is recorded by the emplacement of deep-water margin units, melange and ophiolites onto the former passive margins of microcontinents. Integral to the suture zone are large Early Tertiary sedimentary basins situated

around the central Anatolian block. Central Anatolia contains many intracontinental basins bordered by the Pontides to the north and the Taurides to the south (Figure 2). The central Anatolian basins developed in the Paleocene-Eocene, and include the Haymana, the Tuzgözü, the Kızılırmak, the Kırkkale, the Sivas and the Çankırı Basins (Görür et al., 1998; Çemen et al., 1999). Rich fossiliferous strata in Early Eocene Basins are widespread in Central Anatolia. Serpulids and decapods from these strata have been previously recorded in detail (Hoşgör and Okan, 2006; Okan and Hoşgör, 2007; Schweitzer et al., 2007), but research on molluscs is very limited. Previously only four species, from one genus of Late Paleocene-Early Eocene ampullinid gastropods, have been described from the Haymana Basin, and the southern Çankırı Basin (Okan and Hoşgör, 2008). In recent years, an increasing diversity of Early Eocene molluscs have been discovered as a result of detailed field work. The occurrence of bivalves, gastropods, scaphopods and other fossils in the Early Eocene part of the Yerköy region is documented here. All the fossils described are from the Yoncalı

formation (Figure 3), in the Çankırı Basin. The Yoncalı formation is a series of marine sedimentary sequences (Figure 4), with varied macrofossil assemblages dominated by decapods (*Harpactocarcinus yozgatensis* Schweitzer *et al.*,

2007) (Okan and Hoşgör, 2007; Schweitzer *et al.*, 2007) and serpulids (*Rotularia spirulaea* Lamarck, 1818) (Hoşgör and Okan, 2006).

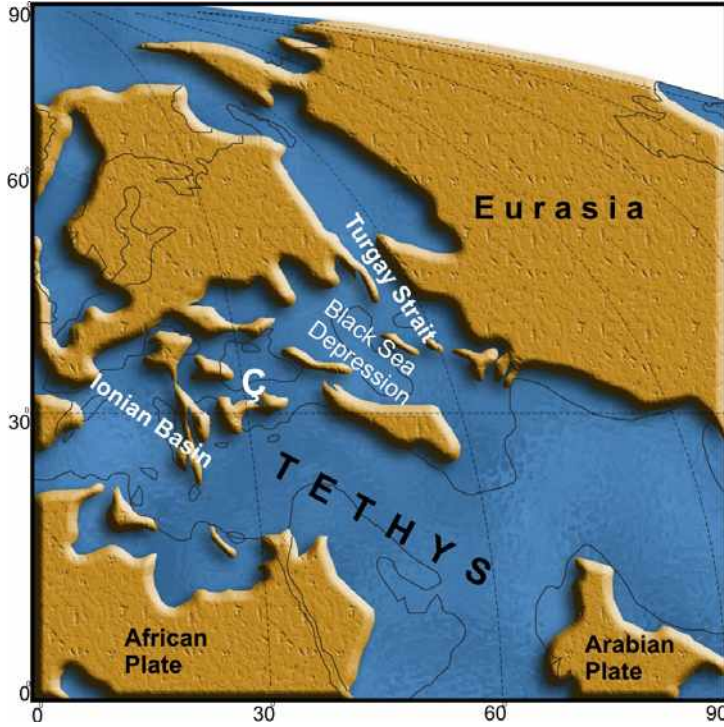


Figure 1. Location of Çankırı Basin (Ç) in the East European Province on a palaeogeographic map of the Early Eocene (after Smith *et al.*, 1994; Okan and Hoşgör, 2008).

Şekil 1. Erken Eosen'de paleocoğrafik haritada Doğu Avrupa Bölgesindeki Çankırı Havzasının konumu (Smith *vd.*, 1994; Okan ve Hoşgör, 2008).

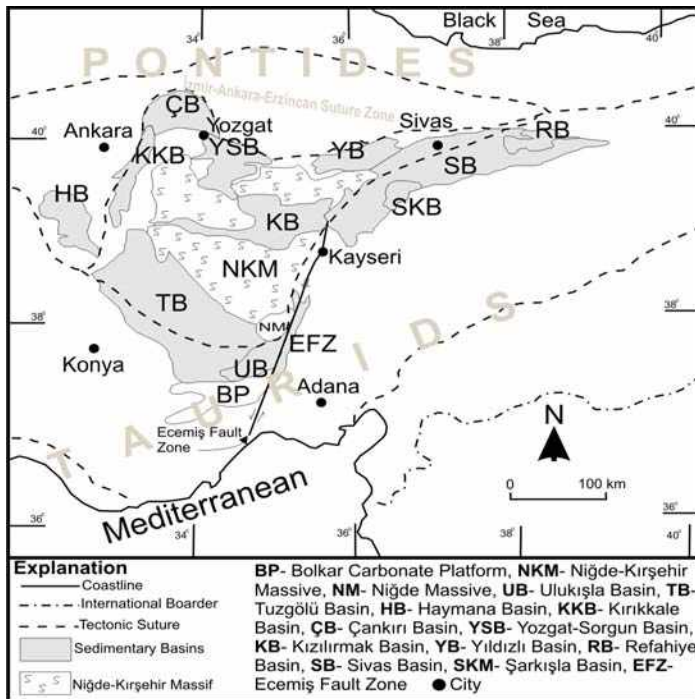


Figure 2. Major sedimentary basins and microcontinental units of Central Anatolia (adapted from Görür *et al.*, 1998).

Şekil 2. Orta Anadolu mikrokıtaları ve önemli sedimanter havzalar (Görür *vd.*, 1998'den değiştirilerek alınmıştır).

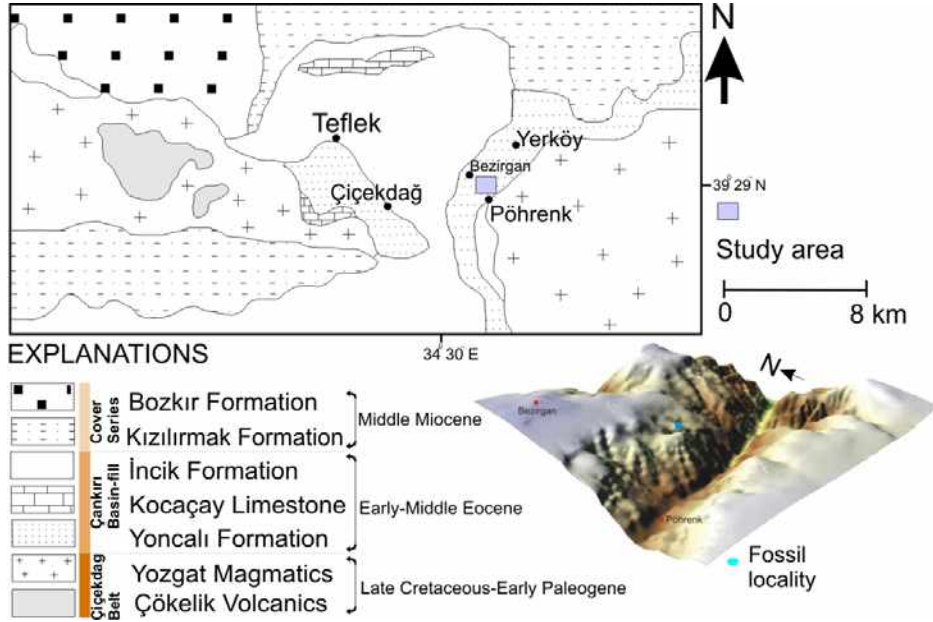


Figure 3. Schematic geological map and three dimensional construction of the study area showing the distribution of the main rock types (Akgün et al., 2002). Studied region is shown with square.

Şekil 3. Çalışma bölgesinin önemli birimleri (Akgün vd., 2002) ve jeolojik yapıyı gösteren sayısal modeli.

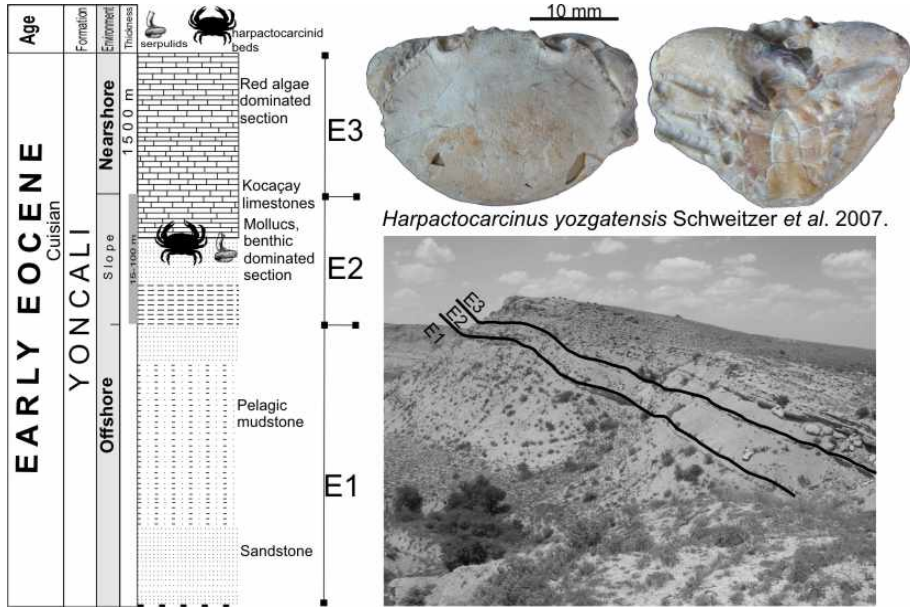


Figure 4. Generalized stratigraphic columnar section, showing the rock units in the study area of the Çankırı Basin (Schweitzer et al., 2007). Molluscs are collected from harpactocarcinid beds; crab specimen shown is in place from field image.

Şekil 4. Çankırı Havzasında çalışma alanının kaya birimlerini gösteren genel stratigrafik kolon (Schweitzer vd., 2007). Harpactocarcinid yatağında yengeç fosilleri ile birlikte bulunan Mollusk lokalitesinin arazi görüntüsü.

Dating the Paleocene-Eocene formations in central Turkey is commonly done using benthic foraminifera. However, in some cases molluscs are used as tool for dating Early Eocene shallow marine sequences. Biostratigraphic control for the neritic Lower Tertiary unity is provided by large foraminifera, such as *Laffiteina*, *Nummulites*, *Discocyclina* and *Assilina*, and also for pelagic units by *Globorotalia* and *Globigerina* species. For benthic Lower Tertiary biozones the stage names ‘Ilerdian’ and ‘Cuisian’ are commonly used in Turkey. The Ilerdian stage overlaps with the late Thanetian and early Ypresian (Early Eocene), and the Cuisian corresponds to the late Ypresian (Berggren et al., 1995; Serra-Kiel et al., 1998; Okay et al., 2001; Okan and Hoşgör, 2008).

A marine molluscan fauna has not previously been found in these sedimentary units. The objective of this paper is to describe the molluscs recovered from samples with decapods; and their taxonomic descriptions and paleobiogeographic affinities allow new insights into Tethys paleogeography at the beginning of the Cenozoic.

GEOLOGICAL SETTING, ASSOCIATED BIOTA AND FAUNAL COMPOSITION

The Çankırı Basin lies adjacent to the İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone along which the Pontides and the Taurides are thought to have collided and amalgamated (Şengör and Yılmaz, 1981; Tüysüz and Dellaloğlu, 1992) (Figure 2). The fill of the Çankırı Basin is more than 4 km thick and comprises accumulated sedimentation from different cycles (Kaymakçı et al., 2003). In the investigated area, the sedimentary fill of the

Çankırı Basin of Early to Late Eocene age unconformably overlies the Late Cretaceous Çiçekdağ Belt (Akgün et al., 2002). Generally, there are three composite stratigraphic units in this region: 1) the Çiçekdağ Belt forming the basement, 2) the Çankırı basin-fill, and 3) the cover series (Erdoğan et al., 1996). The Çiçekdağ Belt is represented by the Yozgat magmatics and Çökelik volcanics of the Campanian to Paleogene ages. The mafic volcanic rocks, the Çökelik volcanics of the Çiçekdağ Belt, are cross-cut by the Yozgat granitoids. The basin fill of the Çankırı Basin is mainly composed of three lithostratigraphic units, being the Bayat volcanics of Early Eocene age, and the Yoncalı and İncik Formations of the Middle Eocene age. The cover series is dominated by Miocene to Pleistocene red sandstone, and a conglomerate of the Bozkır, Kızılırmak and Değim formations overlies the lithological units of the Çankırı Basin-fill (Ketin, 1955; Erdoğan et al., 1996; Akgün et al., 2002; Karadenizli et al., 2003).

The Çankırı Basin-fill deposits have the characteristics of a continental and shallow-marine environment. The general composition of the Yoncalı Formation is sandstone, pelagic mudstone and limestone with a thickness of about 1500 m (Figure 4). The molluscs fossils, which are the main subject of this study, were collected from the central part of the Yoncalı Formation (Hoşgör and Okan, 2006). Beds containing the bivalves, gastropods, scaphopods and associated biota in the Kocaçay limestone, crop out as discontinuous bodies in the region and attain 15 to 100 m in thickness. The samples analysed come from sandstones and limestone beds with decapods (*Harpactocarcinus yozgatensis* Schweitzer et al., 2007) from the central Yoncalı

formation (Okan and Hoşgör, 2007; Schweitzer et al., 2007) (Figure 4). Specimens were collected from a single exposure in the Yoncalı Formation, on the Kırşehir J32-b2, quadrangle, at latitude 34° 68' N, longitude 39° 25' E.

The molluscs fossils are associated with *Nummulites distans* Deshayes (A and B forms), *Assilina laxispira* Dela Harpe (Sirel, personal commun., 2007); the serpulids are *Rotularia spirulaea* Lamarck, 1818 (Hoşgör and Okan 2006); there are also undetermined echinoids and shark teeth. According to Serra-Kiel *et al.* (1998), these foraminiferal species indicate SB-11-12 zones (middle-late Cuisian). Based on this, the Yoncalı formation is middle-late Cuisian in age. The decapods reported in Okan and Hoşgör (2007) and Schweitzer et al., (2007) are typical taxon for middle-late Cuisian (late Ypresian). The uppermost part of the Kocaçay limestone includes only algae fossils. Foraminiferal assemblage reveals the warm and shallow marine conditions for the middle-late Cuisian period. The sandstone and shale alternation points to cyclic high energy periods of transportation of coarse material from the coastal area. Towards the top of the sequence, the increments in the algae content suggest that warm, shallow and low energy conditions dominated in the region during the middle-late Cuisian time interval. A significant decrease in sedimentation had occurred by that time, due to a rapid change from shallower (nearshore) to deepwater (offshore) conditions in the depositional environment during the late Ypresian time (Figure 4) (Hoşgör and Okan, 2006; Schweitzer et al., 2007).

Exhaustive analysis of the samples studied allowed us to identify 11 mollusc species. The mollusc assemblage is abundant and

biostratigraphically useful. Six species of bivalves (*Atrina affinis* (Sowerby, 1821), *Chlamys solea* (Deshayes, 1824), *Cardita (Venericardia) aiziensis* Deshayes, 1860, *Chama fimbriata* DeFrance 1817, *Panopea gastaldii* Michelotti, 1861, *Corbula (Bicorbula) gallica* Lamarck, 1805), four species of gastropods (*Velates perversus* (Gmelin, 1789), *Rimella fissurella* (Linne, 1758), *Calyptraea (Trochita) aperta* (Solender, 1766), *Globularia vapincana* (d'Orbigny 1850)), and one species of scaphopod (*Dentalium montense* Briart and Cornet, 1889) are described from the Yoncalı Formation.

The material used in this study is housed in the Department of Geological Engineering, Ankara University (AU).

SYSTEMATIC PALEONTOLOGY

The classification of molluscs in this study follows that of Knight et al. (1960), Bieler and Mikkelsen (2006) and Waller (2006).

Class: Bivalvia Linne, 1758
 Subclass: Pteriomorphia Beurlen, 1944
 Order: Mytiloida Ferussac, 1822
 Superfamily: Pinnoidea Leach, 1819
 Family: Pinnidae Leach, 1819

Genus: *Atrina* Gray, 1842
 Type Species: *Pinna nigra* Dillwyn, 1817.

Atrina affinis (Sowerby, 1821)
 Pl.1, Fig. 1

1861 *Pinna affinis* Sowerby, Wood; p. 55, pl. 10, fig.1.

1965 *Pinna affinis* Sowerby, Glibert and Poel; p. 9.

1995 *Atrina affinis* (Sowerby), Marquet; p. 248, pl. 2, figs. 1-3; pl. 3, fig. 1.

Remarks. *Atrina affinis* from Belgium, originally described as a *Pinna*, was redescribed by Marquet (1995) and placed in *Atrina*. Most of the European Early Cenozoic pinnids have been assigned to *Pinna margaritacea* Lamarck, 1806 (Marquet 1995, p. 242, pl. 2, fig. 4) or *Atrina affinis* (Sowerby, 1821) (= *Pinna affinis* Sowerby, 1821). Particularly, the main distinguishing character between these species is the more elongated shape of *Atrina affinis* and its less distinctly curved ridges on the ventral part of the shell. On the other hand, their morphological differences are minor and have never been clearly defined. Moreover, most European Paleogene pinnids are poorly preserved and commonly deformed. The width of the shell is therefore not a useful tool to determine their taxonomic character.

Order: Pectinoidea H. and A. Adams, 1857
Superfamily: Pectinoidea Rafinesque, 1815
Family: Pectinidae Rafinesque, 1815

Genus: *Chlamys* Boltzen, 1798
Type Species: *Chlamys cinnabarina* Boltzen, 1798

Chlamys solea (Deshayes, 1824)
Pl. 1, Fig. 2

1824 *Pecten solea* Deshayes, p. 302, pl. 42, figs. 12-13.

1904-13 *Chlamys solea* (Deshayes), Cossmann and Pissarro; pl. 40, fig. 131-1; pl. 41, fig. 132-1952 *Chlamys solea* (Deshayes), Vasilenko; p. 70, pl. 4, fig. 1.

1957 *Chlamys (Chlamys) solea* (Deshayes), Meszaros; p. 25-26, 89 pl. 3, fig. 6; pl. 15, fig. 1.

Remarks. *Chlamys solea* resembles examples found in the Early to Late Eocene Paris Basin and Bulgarian Paleogene Basin *Chlamys (Chlamys) breviaurita* (Deshayes, 1824) (Karagiuleva 1964, p. 34-35, pl. 5, fig. 8) in having a concentric steps, but differs from the latter species in having a coarser sculpture and much broader umbonal angle. True *Chlamys* is well represented in Eocene to Holocene faunas, but its Paleocene history remains obscure. *C. solea* is similar in gross morphology to *Chlamys aquilonia* Waller & Marincovich, 1992 (Marincovich 1993, p. 14-15, fig. 10-1) in the Danian Arctic Region. *C. solea* clearly differs from these species by its significantly smaller size.

Subclass: Heterodonta Neumayr, 1883

Order: Carditoida Dall, 1889

Superfamily: Crassatelloidea Ferussac, 1822

Family: Carditidae Fleming, 1828

Genus: *Cardita* Bruguiere, 1792

Subgenus: *Venericardia* Lamarck, 1801

Type Species: *Venericardia imbricata* Lamarck, 1801

Cardita (Venericardia) aizyensis Deshayes, 1860
Pl. 1, Figs. 3,4

1860 *Cardita aizyensis* Deshayes, p. 762, pl. 61, figs. 32-34.

1904-13 *Cardita (Venericardia) aizyensis* Deshayes, Cossmann and Pissarro; pl. 31, figs. 97-11.

1957 *Cardita (Venericardia) aizyensis* Deshayes, Meszaros; p. 16-17, pl. 1, figs. 11-12.

Remarks. Our specimen is identical with specimens from the Early Eocene of France described by Cossmann & Pissarro (1904-13). The similar *Venericardia hortensis* (Vinassa de Regny, 1897) (Karagiuleva, 1964, p. 129, pl. 38, figs. 4-5; pl. 39, fig. 2) has rounded ribs that are not as strongly radiating.

Order: Veneroida H. and A. Adams, 1856

Superfamily: Chamoidea Lamarck, 1809

Family: Chamidae Lamarck, 1809

Genus: *Chama* Linne, 1758

Type Species: *Chama lazarus* Linne, 1758

Chama fimbriata Defrance 1817

Pl. 1, Figs. 5, 6

1904-1913 *Chama fimbriata* Defrance, Cossmann and Pissarro; pl. 21, fig. 7.

1947 *Chama fimbriata* Defrance, Furon and Soyer; pl. 10, fig. 76-7.

1957 *Chama (Chama) fimbriata* Defrance, Meszaros; p. 12-13, 59, pl. 1, fig. 7; pl. 10, fig. 4.

1977 *Chama fimbriata* Defrance, Piccoli *et al.*, pl. 2, fig. 21.

Remarks. The Chamidae originated in the Cenomanian. During the Tertiary, and especially since the Eocene, they became relatively abundant, peaking in the Pliocene tropical and subtropical faunas (Pastorino, 1991). This species is characterized by strong growth lamellae that develop spine-like projections where they are intersected by radiating costate. Paleocene species of *Chama* are known from Georgia (Palmer and Brann, 1966). In the Eocene this genus became relatively more frequent as

suggested by the presence of *Chama calcarata* Lamarck in the Lutetian of France and *Chama granulosa* d'Archiac in the Middle-Late Eocene from Romania and Italy (Meszaros, 1957; Piccoli *et al.* 1977). *Chama fimbriata* Defrance, differs from *Chama calcarata* Lamarck (Meszaros, 1957; p. 59, pl. 10, figs: 3, 5) in having radiating costae of irregular size, shape, and distribution, that extend between about 1 cm to 5 cm from the beak of the left valve.

Superfamily: Hiattelloidea J. E. Gray, 1824

Family: Panopeidae Bronn, 1862

Genus: *Panopea* Menard, 1807

Type Species: *Panope aldrovandi* Menard, 1807.

Panopea gastaldii Michelotti, 1861

Pl. 1, Fig. 7

1861 *Panopea gastaldii* Michelotti, p. 54, pl. 5, fig. 10.

1911 *Panopea gastaldii* Michelotti, Boussac, p. 248, pl. 15, figs. 26, 35.

1925 *Panopea gastaldii* Michelotti, Schlosser, p. 26.

1964 *Panopea gastaldii* Michelotti, Karagiuleva, p. 118, pl. 37, fig. 2.

1977 *Panopea gastaldii* Michelotti, Piccoli, Schiraldi, Sgarbossa and Tessarolo; pl. 3, fig. 36.

Remarks. Most of the Tethys provinces, Paleocene-Eocene large deep burrowing bivalves have been assigned to *Panope heberti* Bosquet, 1849, *Panope allonsensis* (Boussac, 1911), *Panope remensis* Melleville, 1843, *Panope (P.) oppenheimi* Korobkov, 1941, *Panopea bachmanni* Mayer Eymar 1887, *Panopea canevae* (Fabiani, 1905) and *Panopea gastaldii*

Michelotti, 1861. The main distinguishing character between the *Panopea gastaldii* species is the more elongated shape of *Panopea heberti* (Karagiuleva 1964, p. 117, pl. 36, fig. 2) and its short-thick anterior margin. *Panopea allonsensis* (Karagiuleva 1964, p. 116, pl. 37, figs. 1, 4) is of a similar size, has a prominent beak like *Panopea gastaldii*, but the former has an anteriorly situated beak. *Panopea gastaldii* is bigger and has a more regular ornamentation than *Panopea remensis* (Farchad 1936, p. 49, pl. 2, fig. 3), *Panope (P.) oppenheimi* (Meszaros 1957, p. 32, pl. 5, fig. 6), *Panopea bachmanni* (Piccoli *et al.* 1977, p. 24, text.fig. 15a.) and *Panopea canevae* (Piccoli *et al.* 1977, pl. 3, fig. 33).

Order: Myoida Stoliczka, 1870

Superfamily: Myoidea Lamarck, 1809

Family: Corbulidae Lamarck, 1818

Genus: *Corbula* Bruguiere, 1797

Subgenus: *Bicorbula* Fischer, 1887

Type Species: *Corbula gallica* Lamarck, 1805

Corbula (Bicorbula) gallica Lamarck, 1805

Pl. 1, Figs. 8, 9

1824 *Corbula gallica* Lamarck, Deshayes; p. 49, pl. 7, figs. 1-3.

1911 *Corbula gallica* Lamarck, Boussac; p. 234, pl. 12, fig. 15; pl. 13, fig. 7; pl. 15, fig. 2-36.

1904-13 *Corbula (Bicorbula) gallica* Lamarck, Cossmann and Pissarro; pl. 3, fig. 20-2.

1933 *Corbula (Bicorbula) gallica* Lamarck, Glibert; p. 164, pl. 11, fig. 2.

1947 *Corbula gallica* Lamarck, Furon and Soyer; pl. 8, fig. 20-2.

1957 *Corbula (Bicorbula) gallica* Lamarck, Meszaros,; p. 34-35, pl. 5, figs. 7-8.

1963 *Corbula (Bicorbula) gallica* Lamarck, Vlaicu-Tatarim; p. 160-161, pl. 11, fig. 2-4; pl. 12, figs. 1-2.

1964 *Corbula (Bicorbula) gallica* Lamarck, Karagiuleva; p. 81, pl. 25, figs. 15, 17-19.

1977 *Corbula gallica* Lamarck, Piccoli, Schiraldi, Sgarbossa and Tessarolo; pl. 2, fig. 30.

Remarks. This species is the most abundant species in the West-central European Paleogene Basins, where it occurs in nearly shallow-water sedimentary facies. The species that appears most similar in morphology to the present one is *Corbula semicostata* (Bellardi, 1852) (Boussac 1911, p. 233, pl. 14, figs. 30, 39-42, 49-50) which is well known in Early-Middle Eocene faunas of the Alpine regions. *Corbula (Bicorbula) gallica* differ from *Corbula semicostata* by having a relatively more elongated shape, with a strongly produced posterior margin.

Class: Gastropoda Cuvier 1797

Subclass: Prosobranchia Milne Edwards 1848

Order: Archaeogastropoda Thiele 1925

Suborder: Neritopsina Cox and Knight 1960

Superfamily: Neritoidea Rafinesque 1815

Family: Neritidae Rafinesque, 1815

Subfamily: Neritinae Rafinesque 1815

Genus: *Velates* Montfort 1810

Type Species: *Velates conoideus* de Montfort 1810, by original designation= *Neritina schmideliana* (Chemnitz 1853)= *Nerita perversa* Gmelin 1791.

Velates perversus (Gmelin, 1789)

Pl. 2, Figs. 1-8

- 1904-13 *Velates schmideli* (Chemnitz),
Cossmann and Pissarro; pl. 6, fig. 40-1.
- 1936 *Velates* cf. *V. perversus* (Gmelin), Pinard;
p. 101.
- 1952 *Velates perversus* (Gmelin), Eames; p. 12.
- 1947 *Velates schmideli* Chemnitz, Furon and
Soyer; 230, pl. 6, fig. 40-1
- 1954 *Velates schmidelianus* Chemnitz,
Malaroda; p. 37, pl. 2, fig. 1; pl. 10, fig. 14.
- 1957 *Velates (Velates) schmidelianus* Chemnitz,
Meszaros; p. 37, 112, pl. 6, fig. 1; pl. 21,
fig. 10; pl. 22, fig. 1.
- 1963 *Velates schmidelianus* Chemnitz, Vlaicu-
Tatarim; p. 163.
- 1964 *Velates perversus* (Gmelin), Karagiuleva; p.
132-133, pl. 40, figs. 3-10.
- 1969a *Velates perversus* (Gmelin), Iqbal; p. 43,
pl. 5, fig. 69.
- 1969b *Velates perversus* (Gmelin), Iqbal; p. 42,
pl. 16, fig. 4.
- 1972 *Velates schmidelianus* (Chemnitz),
Kecskemétiné-Körmendy; p. 220, pl. 5, fig.
7; pl. 6, figs. 1-2.
- 1973 *Velates perversus* (Gmelin), Iqbal; p. 21, pl.
24, fig. 5; pl. 25, fig. 6.
- 2000 *Velates perversus* (Gmelin), Bonci, Cirone,
Merlino and Zaliani; p. 214, pl. 3, fig. 4.
- 2006 *Velates perversus* (Gmelin), Mikuž; p. 54,
pl. 1, fig. 1; pl. 2, fig. 1; pl. 3, fig. 1.
- 2008 *Velates perversus* (Gmelin), Okan and
Hoşgör, text-fig., 6-e.

Remarks. The species of the neritid gastropods *Velates perversus* (Gmelin) are represented by better preserved and more abundant material than are the other gastropods; therefore, this section discusses the neritids (Figure 5). Vokes (1935) argued that the oldest *Velates* is *V. cuneatus* (Gabb) of Campanian age. Kenn and Cox (1960) give the range of *Velates* Cenomanian through Eocene, which is the same range as that given by Cossmann (1925), who listed the species upon

which he based the range (Woods and Saul, 1986). Typical *Velates*, then, with an expanded, thick, inner lip callus covering the apertural face and inner lip teeth reduced to coarse serrations (Figure 5), is known only from the Eocene. The shell in *V. perversus* is large and thick. Its geometry is roughly conical, with 2-3 tightly coiled apical whorls. When referring to shell morphology in *Velates*, it is convenient to refer to an abapertural and an apertural side, corresponding to the cone-shape surface and the basis of the cone, respectively (Savazzi, 1992).

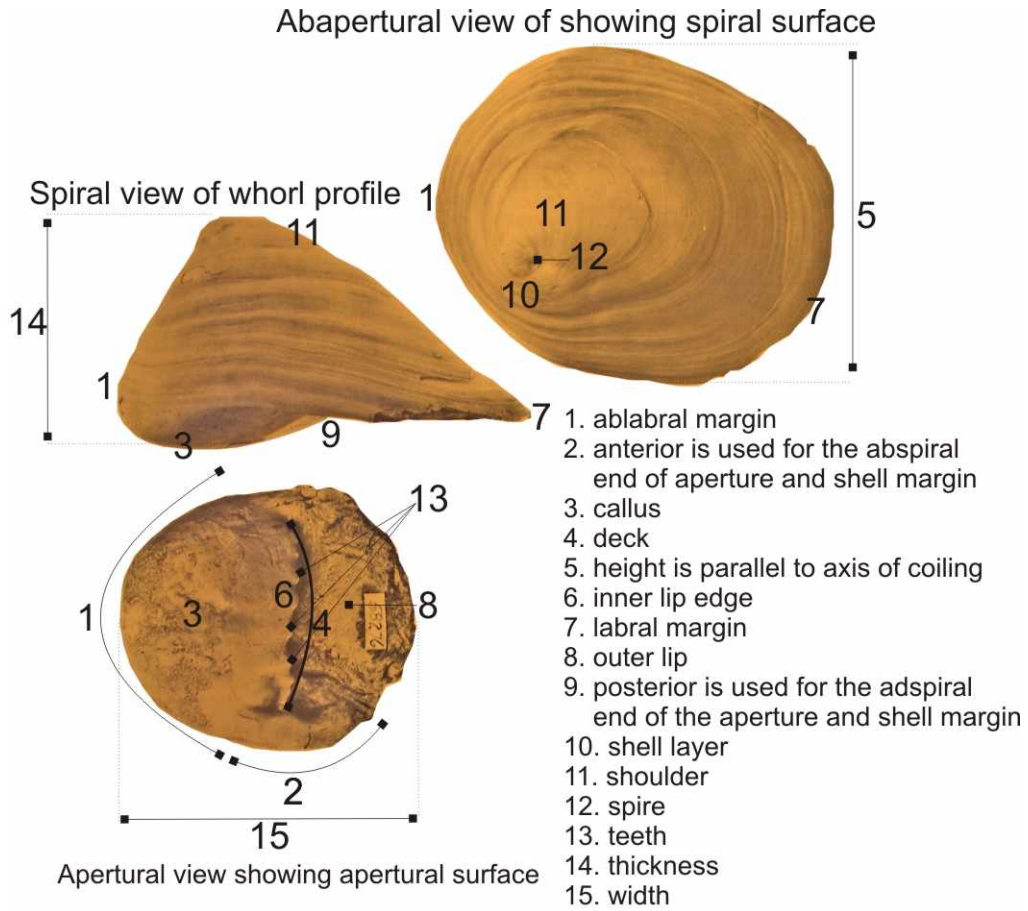
Several taxa (*V. noetlingi* Cossmann and Pissarro, 1909; *V. balkanicus* Bontscheff, 1896; *V. equinus* Bezonçon, 1870) are more similar to *V. perversus*. *V. noetlingi* is more oval, and has a very low spire (Cossmann and Pissarro, 1909, p. 76). *V. balkanicus* (Bontscheff, 1896 p. 380, pl. 6, Figs. 1-6) is similar to *V. perversus*. It differs from *V. perversus* in its thickened outer lip, thicker more rolled ablabral deck margins, and slightly less convexly swollen deck surface. *V. equinus* (Cossmann and Pissarro, 1910; pl. 6, fig. 40.2) differs from *V. perversus* in its stronger, broader teeth on the inner lip and in its roundly inflated whorl with no trace of the shoulder angulation.

Subclass: Opisthobranchia Milne Edwards 1848
Order: Mesogastropoda Thiele, 1925
Superfamily: Calyptraeidea Lamarck, 1809
Family: Calyptraeidae Lamarck, 1809

Genus: *Calyptraea* Lamarck, 1799
Subgenus: *Trochita* Schumacher, 1817
Type Species: *Patella trochiformis* Gmelin, 1791.

Calyptraea (Trochita) aperta (Solander, 1766)
Pl. 3, Figs. 1-4

1766 *Trochus apertus* Solander, p. 9, figs. 1, 2.



Dimensions of *Velates perversus*.

Specimens (mm)	Height	Width	Thickness	Inner lip length	Deck width
AUY07106	70	65	32	25	12
AUY07107	80	68	36	-	-
AUY07108	76	62	34	-	-
AUY07109	71	66	33	30	14

Figure 5. Diagrams for *Velates perversus* (Gmelin) (modified from Woods and Saul, 1986).

Şekil 5. *Velates perversus* (Gmelin) türünün tanımlanmasında esas alınan diyagramlar (Woods ve Saul, 1986 dan değiştirilerek alınmıştır).

1904-1913 *Calyptraea aperta* (Solender),
Cossmann and Pissaro, pl. 12, fig. 1.

1911 *Calyptraea aperta* (Solender), Boussac; p.
276-277.

1925 *Calyptraea aperta* (Solender), Schlosser; p.
89, pl. 3, fig. 22.

1933 *Calyptraea cf. aperta* (Solender), Isaeva; p.
12, pl. 1, fig. 16.

1938 *Calyptraea (Calyptraea) aperta* (Solender),
Glibert; p. 54, pl. 1, fig. 21.

1957 *Calyptraea (Trochita) aperta* (Solender),
Meszaros; p. 40, 133-134, pl. 7, figs. 4-
7; pl. 26, fig. 4.

1964 *Calyptraea (Trochita) aperta* (Solender),
Karagiuleva; p. 159-160, pl. 43, fig.
14.

Remarks. Specimens of *Calyptraea (Trochita) aperta* (Solender) are common at the Yoncalı formation. This limpet-like gastropod has a conical shell that is almost circular in outline. The Calyptraeidea are very modified caenogastropods. They tend to modify their shells to a dorso-ventrally flattened, limpet or limpet-like morphology. They also tend to an almost sessile habit. The species is known in North America from the Eocene to the Miocene (Harris and Palmer, 1946) and in Europe from the Late Paleocene to the Late Eocene. Karagiuleva (1964) (p. 159; pl. 43, figs. 12-13) suggested that *C. (T.) suessoniensis* (d'Orbigny, 1847) from Bulgaria was closely related. However, this species never developed the rows of foliated spines.

Superfamily: Stromboidea Rafinesque, 1815
Family: Strombidae Swainson, 1840

Genus: *Rimella* Agassiz, 1840

Type Species: *Rostellaria fissurella* Linne 1758.

Rimella fissurella (Linne, 1758)
Pl. 3, Figs. 5, 6

- 1866 *Rostellaria fissurella* Lamarck, Deshayes; p. 458
1911 *Rimella fissurella* (Coquebert and Brongniart), Boussac; p. 317, pl. 18, fig. 89.
1911 *Rimella fissurella* (Linne), Cossmann and Pissarro; pl. 30, fig. 1.
1925 *Rimella fissurella* (Linne), Schlosser; p. 36, 99, pl. 3, fig. 25; pl. 8, fig. 8.
1933 *Rimella fissurella* (Linne), Glibert; p. 56-57, pl. 3, fig. 12.
1933 *Rimella fissurella* (Linne), Gocev; p. 187, pl. 5, şek. 10.

- 1947 *Rimella fissurella* (Linne), Furon and Soyer; p. 68, 117, 162, pl. 14, fig. 1.
1957 *Rimella fissurella* (Linne), Meszaros; p. 43-44, 139, pl. 8, fig. 2-3; pl. 27, fig. 7.
1963 *Rimella fissurella* (Linne), Vlaicu-Tatarim; p. 171-172, pl. 16, fig. 8.
1964 *Rimella fissurella* (Linne), Karagiuleva; p. 163, pl. 44, fig. 6.
1988 *Rimella fissurella* (Lamarck), Abate, Baglioni, Bimbatti and Piccoli; p. 138, pl. 1, fig. 13.

Remarks. *Rimella labrosa* (Sowerby, 1823) (Karagiuleva, 1964, p. 162-163, pl. 44, figs. 7-8) from the Late Eocene of Bulgaria is clearly distinguished from this species by its slender outline, and less angulated and wider aperture.

Superfamily Ampullinoidea Cossmann 1918
Family Ampullinidae Cossmann 1918
Genus *Globularia* Swainson 1840
Type Species. *Ampullaria sigaretina* Lamarck 1804.

Globularia vapincana (d'Orbigny 1850)
Pl. 3, Figs. 7, 8

- 1850 *Natica vapincana* d'Orbigny, p. 345.
1873 *Natica vapincana* d'Orbigny, Bayan, p. 104-105, pl. 15, figs. 1-2.
1911 *Natica (Ampullina) vapincana* d'Orbigny, Boussac, p. 327-328, pl. 20, figs. 11, 13.
1957 *Ampullina vulcani* (Brongniart) var. *vapincana* d'Orbigny, Meszaros, p. 128, pl. 25, fig. 7.
1964 *Globularia (Globularia) vapincana* (d'Orbigny), Karagiuleva, p. 176, pl. 51, fig. 1-9.
2008 *Globularia vapincana* (d'Orbigny 1850), Okan and Hoşgör, p. 789, pl. 1, figs. 1-9.

Remarks. *Globularia (Globularia) vulcani* (Brongniart 1864) (Karagiuleva 1964, p. 175, pl. 49, fig. 4) from the Middle Eocene of Bulgaria is very similar in size and shape to this species but the former differs from the latter by having a less distinctive carination and higher whorls of the spire. The large taxonomic description and geologic occurrences of *Globularia* are listed and summarized in Okan and Hoşgör (2008).

Class: Scaphopoda Bronn, 1862

Ordo: Dentaliida Starobogatov, 1974

Family: Dentaliidae Gray, 1824

Genus: *Dentalium* Linne, 1758

Dentalium montense Briart and Cornet, 1889

Pl. 3, Fig. 9

1889 *Dentalium montense* Briart and Cornet, p. 80, pl. 24, fig. 12.

1915 *Dentalium (Fustiaria) montense* Briart and Cornet, Cossmann; p. 6, pl. 1, figs. 18-19.

1975 *Dentalium (Pseudantilis) montense* Briart and Cornet, Anderson; p. 142, pl. 12, figs. 1-2.

Remarks. The sculpture of this specimen is highly reminiscent of that of *Dentalium montense* Briart and Cornet 1889, which was described as *Dentalium (Fustiaria) montense* Briart and Cornet, 1889, by Cossmann (1915) from the synchronous Belgic formation.

STRATIGRAPHIC AND PALEOGEOGRAPHIC IMPORTANCE

The Early Cenozoic timescale provides a framework within which to examine the

evolution and geographic distribution of various animal groups such as terrestrial vertebrates, marine invertebrates and the larger Foraminifera and, thereby, the history of this period of the Tethys sea. The *Nummulites* limestones are extended from the West Pacific, to the Central Mediterranean, and to the Atlantic (Figure 6) (Racey, 2001). Apart from the many correlations of Tethyan Early Cenozoic based on benthic foraminifera and calcareous nannoplankton, we remember several studies based at least partially on molluscs (Figure 7), for instance by Meszaros (1960), Renzi (1975), Maxamed and Carush (1982), Piccoli et al. (1977), Piccoli (1984), Piccoli et al., (1986), Abate et al., (1988), Amitrov (1994) and Okan and Hoşgör (2008.).

In the Eocene time, the mollusc faunas of France (Loire-Paris Basin), Italy (Venetian and Piedmont Basin) and other large European Basins are very similar or almost the same. The environmental conditions must have been essentially the same. In particular, bivalves and gastropods of shallow seas represent a good means for paleobiogeographic correlations and, to some extent, also stratigraphic markers, if the comparison is made within homogeneous or between similar environments (Piccoli, 1984; Piccoli et al., 1986; Amitrov, 1994). The fossil mollusc assemblages of the Eocene have been examined for this purpose from the following areas (Figure 7); Southern England (Edwards, 1854; Wood, 1861, Wrigley, 1946, 1949); the Venetian Basin (NE Italy) (Malaroda, 1954; Piccoli and Mocellin, 1962; Piccoli et al., 1977; Abate et al., 1988; Mavros, 1990), the Piedmont Basin (NW Italy) (Bonci et al., 2000), the Loire-Paris Basin and Vigny (France) (Deshayes, 1824; Cossmann, 1895; Cossmann and Pissaro, 1904-13; Farchad, 1936; Pinard, 1936; Furon and Soyer, 1947), Belgium (Glibert, 1933; Glibert

and Poel 1965; Marquet, 1995), Germany (Schlosser, 1925; Anderson, 1975), the Transylvanian Basins (Romania) (Popescu-Voitești, 1910; Meszaros, 1957; Vlaicu-Tatarim, 1963; Meszaros et al., 1969), the Dinaric carbonate platform (Pavic, 1970; Mikuz, 2006), the Bulgarian Paleogene basins (Bontscheff, 1896; Douville, 1908; Gocev, 1933; Karagiuleva, 1964), the Hungarian Paleogene basins (Douville, 1908; Szöts, 1953; Kecskeméti-Körmendy, 1972; Laszlo, 1974; Kecskeméti-Körmendy and Meszaros 1980; Bodó, 1992), the Crimea

(Douville, 1908; Isaeva, 1933; Vasilenko, 1952), the Turkish Paleogene basins (Haymana-Polatlı, Çankırı Basins and KB Malatya) (Stchepinsky, 1941; Erünal, 1942; Örcen, 1985; Okan and Hoşgör, 2008; herein) chosen as sample zone of the Tethys, North Africa (Tunusia and Egypt) (Cuvillier, 1930, Abbass, 1972; Elbassyony, 2004), Iran (Chahida, 1978), Qatar (Boukhary, 1985; Abu-Zeid and Boukhary, 1984), Pakistan (Iqbal, 1969a, 1969b, 1973) and India (Vokes, 1937; Eames, 1952).

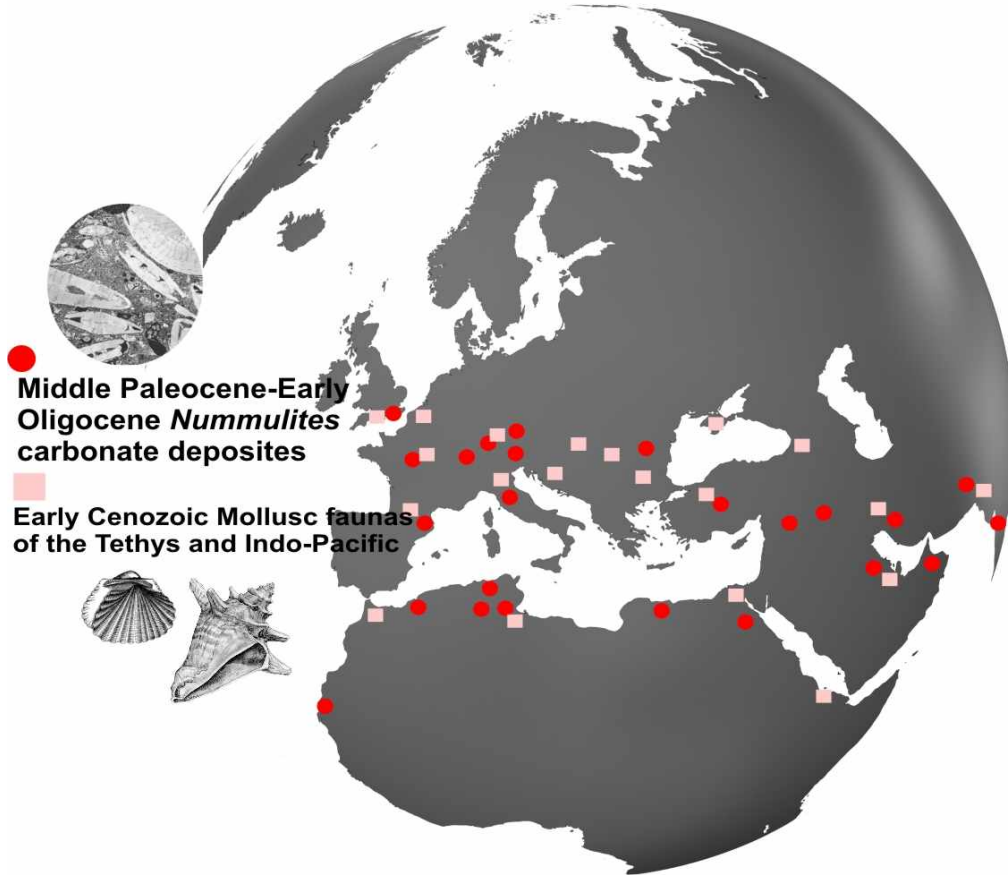


Figure 6. Geographical distribution of the Middle Paleocene-Early Oligocene *Nummulites* carbonate deposits (modified from Racey, 2001) and Early Cenozoic Mollusc Faunas (Maxamed and Curush, 1982; Piccoli et al., 1986).

Şekil 6. Orta Paleosen-Erken Oligosen aralığında *Nummulites* karbonat depolanmalarının (Racey, 2001'den) ve Erken Eosen Mollusklarının coğrafik dağılımı (Maxamed ve Curush, 1982; Piccoli vd., 1986).

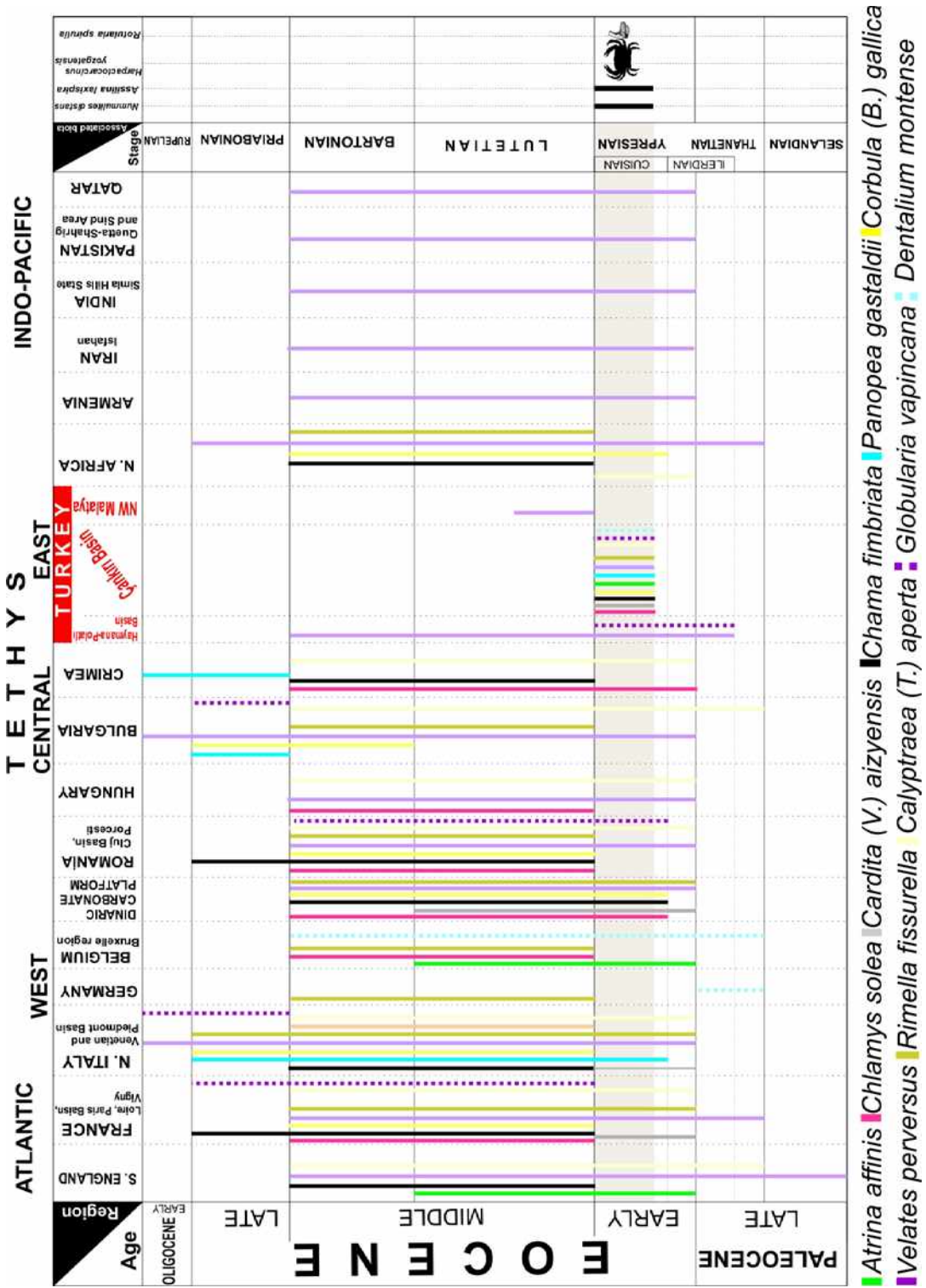


Figure 7. Stratigraphic and geographic distribution of the mollusc assemblage from Early Eocene of the Çankırı Basin.

Şekil 7. Çankırı Havzası Erken Eosen mollusk topluluğunun stratigrafik ve coğrafik dağılımı.

In this study, the stratigraphic ranges and paleogeographic distributions of some of the species have been modified. The following species are found here for the first time within Turkey; *Atrina affinis* (Sowerby), *Chlamys solea* (Deshayes), *Cardita (Venericardia) aizyensis* Deshayes, *Chama fimbriata* DeFrance, *Panopea gastaldii* Michelotti, *Corbula (Bicorbula) gallica* Lamarck. The stratigraphic ranges of some of the species in this study have been changed after calibration with the benthic foraminifera and their studied invertebrate groups (decapods and serpulids) with which they are associated.

The identified mollusc faunas are stratigraphically and geographically widely distributed species. In Turkey these occur in the Early Eocene (middle-late Cuisian) of the Çankırı Basin. They are also described from the Paleocene to Early Oligocene of Europe (Figure 7).

DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

Molluscs were identified from the middle part of the Yoncalı formation which also contains decapods. Within the Yoncalı Formation, Akgün et al. (2002) described the first palynomorph assemblages of the Early-Middle Eocene age. Hoşgör and Okan (2006) studied the nummulitic limestones of shallow marine environment origin and showed by aid of serpulids that these are Early Eocene in age. A more detailed biostratigraphical study of the Yoncalı Formation with new decapods was performed by Schwietzer et al. (2007). These authors dated various macrofauna by comparing them to nummulites assemblages of the Early Eocene age. From the Central Anatolian area the only age date for the

sedimentary rocks with nummulitic limestones is given in Sirel (1998) and Özcan et al. (2007).

Another implication for new data concerns the Atlantic, Mediterranean and Indo-Pacific Region distribution of the Early Tertiary molluscan fauna that we found in the Çankırı Basin. The Early Eocene molluscs assemblage described in this study exhibits a capability of being transported over long distances. In particular benthic molluscs, with a long larval life of a planktotrophic type, represent one of the best ways for reconstruction of the pathways of migration along marine currents through geologic time (Piccoli, 1984; Hoşgör, 2008.). This conclusion is in accordance with the suggestion of Piccoli (1984) and Piccoli et al. (1986) and may help in the correlation of these main provinces.

The data may contribute to a discussion on the Early Eocene paleogeography of the Eocene in the Tethyan realm. The similarity of the Early Eocene Molluscan fauna in the middle-eastern Tethys to that of further western Tethys basins and of the major oceans may indicate that these were already connected and that the former was shallow water, as was the Indo-Pacific.

In conclusion, the results of our new data can be summarised as follows:

1. Age determination using molluscan fauna data from a Yoncalı Formation within the Early Tertiary sedimentary sequences of the Çankırı Basin seems to indicate the presence of Early Eocene (middle-late Cuisian) mollusc assemblages from the decapod beds around the Yerköy area. This age is further confirmed by data from nummulites and serpulids.
2. The molluscan assemblage and associated biota suggest warm shallow-marine conditions

during middle-late Cuisian time. Essentially, these beds are interpreted to represent more shallow water facies.

3. The new data suggest that during the Early Eocene the Tethyan oceans in the east and west were not isolated; they were shallow water and connected to the Indo-Pacific ocean areas.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Dr. Ercüment SİREL (Ankara University, Ankara) for the foraminifera determinations, stratigraphical and paleoecological discussions, Prof. Dr. Carrie E. SCHWEITZER (Kent State University, USA) and Prof. Dr. Rodney. M. FELDMANN (Kent State University, USA) for the decapod descriptions, Dr. Koray SÖZERİ (Ankara University, Ankara) for his help during the field work and Azad SELÇUK (Ankara University, Ankara) for her help in providing 3D illustration.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Orta Anadolu'nun önemli havzalarından biri olan Çankırı Havzası Tersiyer süresince, Torid/Anatolid ve Sakarya kıtaları arasında yer alan bir çarpışma havzası olarak şekillenmiştir (Tüysüz ve Dellaloğlu, 1992). Havzanın güney sınırı boyunca, Yozgat-Yerköy arasında, Tersiyer yaşlı havza dolgusu egemen olarak karasal ve sığ denizel fasiyestedir ve Geç Kretase yaşlı Yozgat magmatiklerini veya volkanik seriyi uyumsuzlukla örter. Yoncalı formasyonu (sığ denizel kumtaşları, şeyller ve kireçtaşı merclekleri), İncik formasyonu (karasal konglomeralar ve kumtaşları) ve Bayat formasyonu (karasal lavlar ve proklastik kayalar) Erken-Geç Eosen yaşlıdır ve birbirleriyle yanal ve düşey geçişlidir (Erdoğan vd. 1996; Akgün vd.

2002). Yozgat-Yerköy İlçesinin güneyinde Pöhrenk Köyünün 1km KD da bulunan çalışma alanında, daha önceki yıllarda yapılmış olan çalışmalarla decapoda-yengeç fosilleri (*Harpactocarcinus yozgatensis* Schweitzer et al., 2007) ile birlikte annelid polychaetelerden bir tür (*Rotularia spirulaea* Lamarck, 1818) tanımlanmıştır (Hoşgör ve Okan, 2006). Bölgeye yapılan son arazi çalışmasında ise yengeç fosillerinin egemen olduğu seviyede mollusklar bulunmuştur. Yoncalı Formasyonu'nun orta kesimlerinden alınan mollusklardan, altı bivalv türü: *Atrina affinis* (Sowerby, 1821), *Chlamys solea* (Deshayes, 1824), *Cardita (Venericardia) aiziensis* Deshayes, 1860, *Chama fimbriata* DeFrance, 1817, *Panopea gastaldii* Michelotti, 1861 ve *Corbula (Bicorbula) gallica* Lamarck, 1805, dört gastropod türü: *Velates perversus* (Gmelin, 1789), *Rimella fissurella* (Linne, 1758), *Calyptraea (Trochita) aperta* (Solender, 1766) ve *Globularia vapincana* (d'Orbigny, 1850) ve bir skapod türü: *Dentalium montense* Briart ve Cornet, 1887 tanımlanmıştır. Çalışılan birim harpactocarcinidler ile birlikte kumtaşı, pelajik çamurtaşı ve kireçtaşından oluşmuştur. Birimin yaşı bentik foraminiferlerden *Nummulites distans* Deshayes (A ve B formları), *Assilina laxispira* Dela Harpe'ye dayanarak SB 11-12 zonuna karşılık gelen Erken Eosen (orta-geç Küviziyen)'dir. Molluskların birlikte bulunduğu diğer fosil toplulukları ise bentik foraminiferler, serpulidler, tanımlanamamış ekinitler ve köpekbalığı dişleridir. Bivalv, gastropod ve skapodların dağılımları incelendiğinde, çalışma alanının paleocoğrafik yapılınmada Doğu Avrupa bölgesinin bir parçası olduğunu gösterir. Tetis Bölgesi ele alındığında Paleosen sonundan Erken Eosen'e kadar Tetis'in orta Anadolu ve Hint-Pasifik bölgesiyle de bağlantılı olduğu bentik organizmaların yayılımıyla ortaya çıkmaktadır.

PLATE 1

Figure 1. *Atrina affinis* (Sowerby, 1821), right valve, AUY07101.

Figure 2. *Chlamys solea* (Deshayes, 1824), left valve, AUY07102.

Figures 3-4. *Cardita (Venericardia) azyensis* Deshayes, 1860

3. right valve, internal view,

4. right valve, external view, AUY07103.

Figures 5-6. *Chama fimbriata* DeFrance, 1817

5. left valve, external view,

6. left valve, internal view, AUY07104.

Figure 7. *Panopea gastaldii* Michelotti, 1861, left valve, AUY07106.

Figures 8-9. *Corbula (Bicorbula) gallica* Lamarck, 1805

8. dorsal view,

9. left valve, external view, AUY07105.

(Scale bars 10 mm).

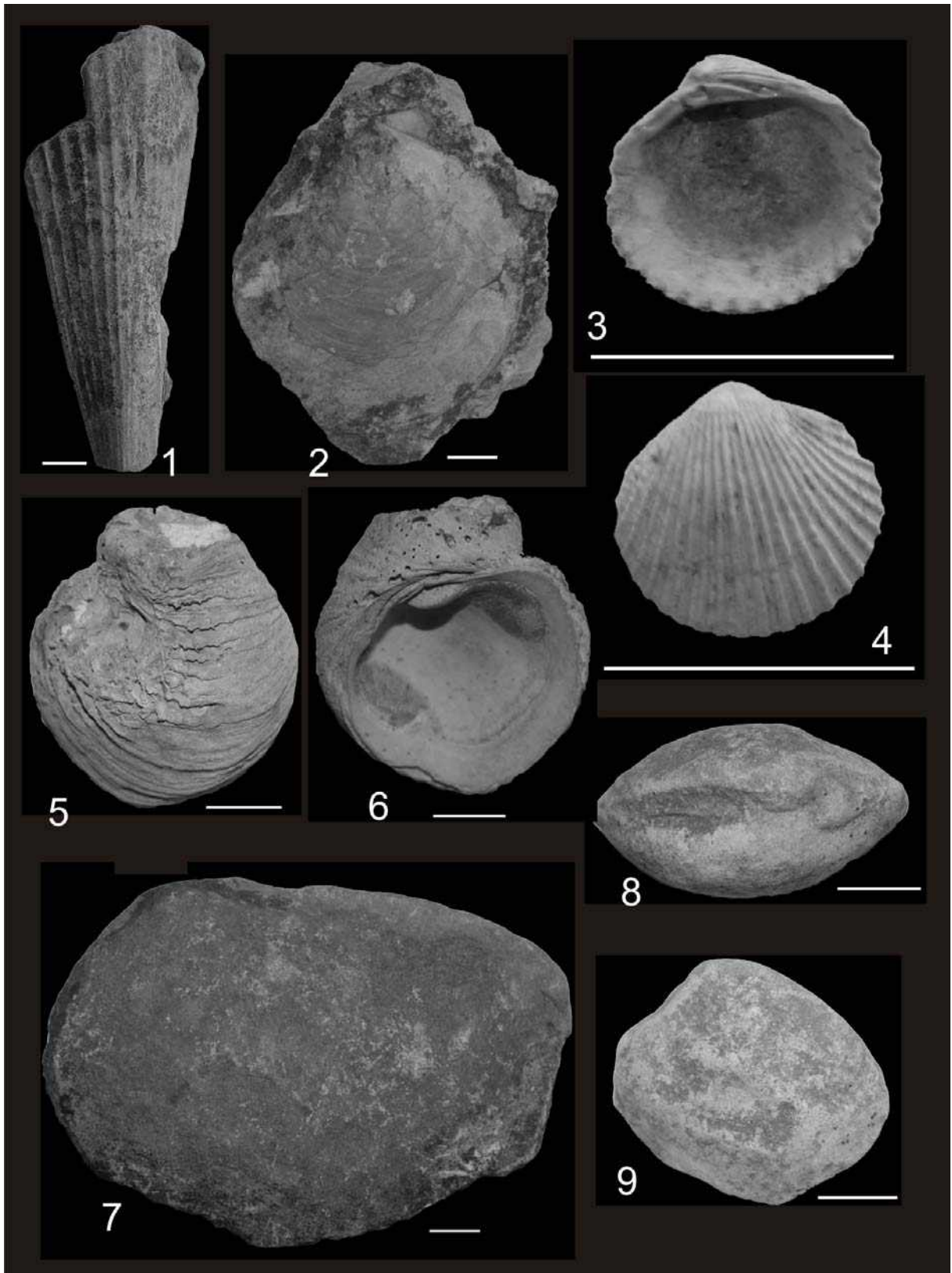


PLATE 2

Figure 1-8. *Velates perversus* (Gmelin, 1789)

1. abapertural view showing spiral surface,
2. apertural view, AUY07106
3. abapertural view, AUY07107
4. abapertural view, AUY07108
5. abapertural view,
6. apertural view,
- 7-8. polished section showing thin shell in apertural area of last whorl, layers deposited, internally in spiral area, thick callus on apertural face and very thick callus around ablabral margin, AUY07109.

(Scale bars 10 mm).

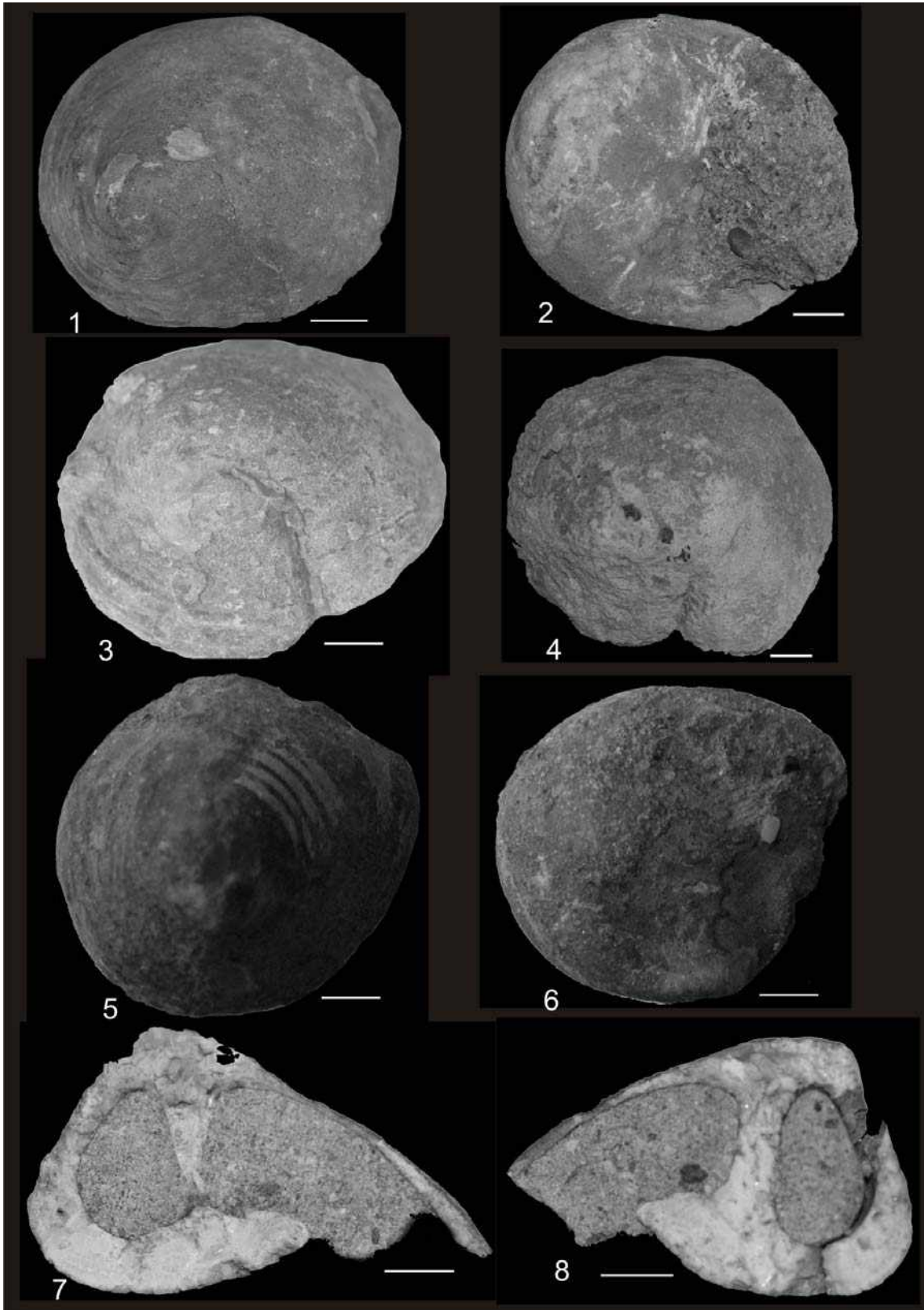


PLATE 3

Figure 1-4. *Calyptraea (Trochita) aperta* (Solender 1766)

1. apical view, AUY07110.
2. apical view, AUY07111.
3. apical view,
4. apertural view, AUY07112.

Figure 5-6. *Rimella fissurella* (Linne, 1758).

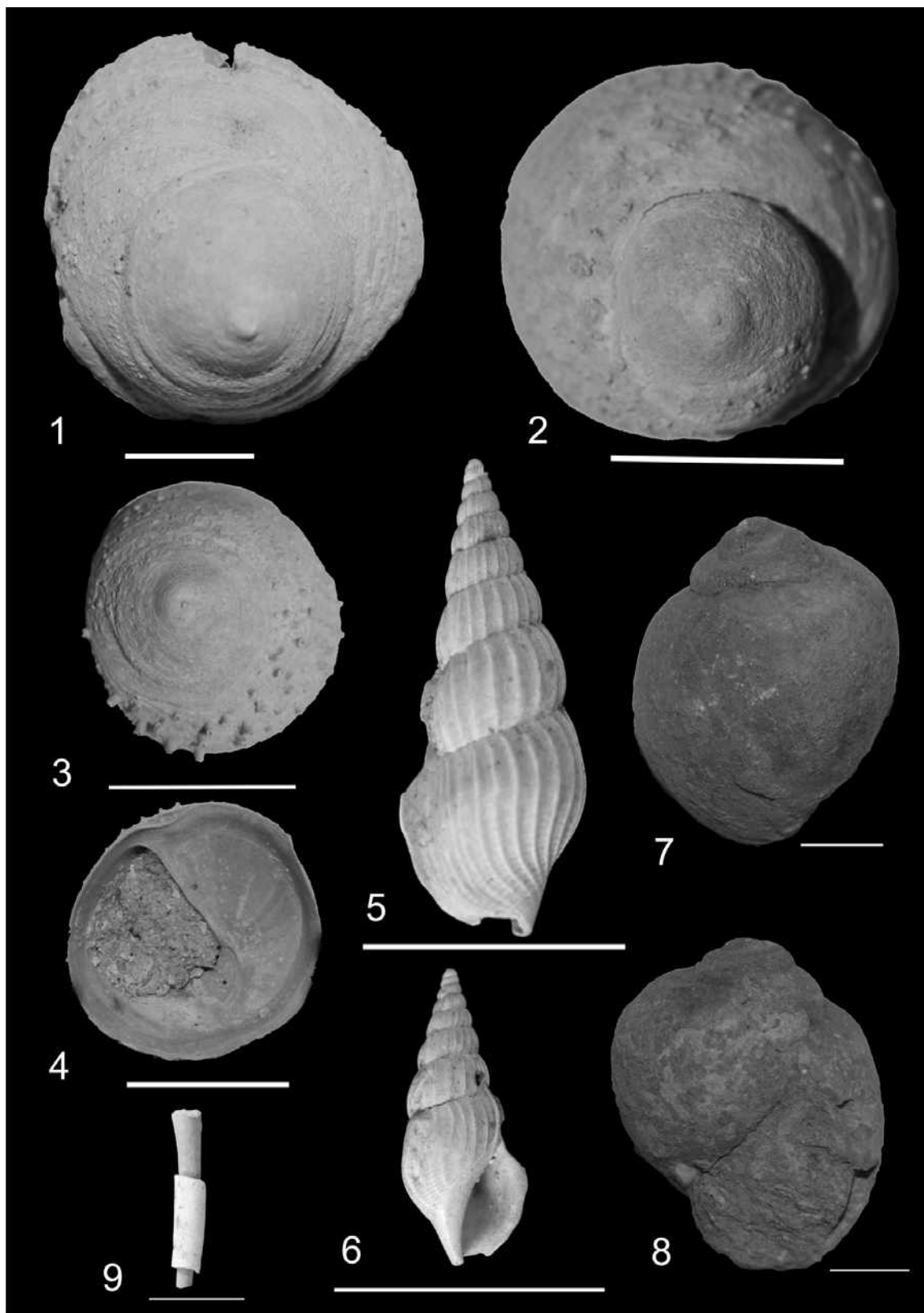
5. abapertural view,
6. apertural view, AUY07113.

Figure 7-8. *Globularia vapincana* (d'Orbigny 1850).

7. abapertural view,
8. apertural view, AUY07114.

Figure 9. *Dentalium montense* Briart and Cornet, 1889, AUY07115.

(Scale bars 10 mm).



REFERENCES

- Abbas, H.L., 1972. A Monograph of the Egyptian Paleocene and Eocene Pelecypods. *Egyptian Journal of Geology*, 16, 69-200.
- Abate, A., Baglioni, A.R., Bimbatti, C. and Piccoli, G., 1988. Rassegna di Molluschi Marini Bentonici e Nectonici del Cenozoico Triveneto. *Memorie di Scienze Geologiche*, 40, 135-171.
- Abu-Zeid, M. and Boukhary, M., 1984. Stratigraphy, Facies and Environment of Sedimentation of the Eocene Rocks in the Fhailil (Gebel Dukhan) Section, Qatar, Arabian Gulf. *Revue de Paleobiologie*, 3, 159-173.
- Adams, H. and Adams, A., 1857. The Genera of Recent Mollusca; Arranged According to their Organization. Vol. 1. Jan van Voorst, London, pp. 484.
- Akgün, F., Akay, E. and Erdoğan, B., 2002. Tertiary terrestrial to shallow marine deposition in Central Anatolia: A palynological approach. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 11, 127-160.
- Amitrov, O.V., 1994. Changes in composition of the Gastropods in the western Eurasian seas at the Eocene-Oligocene Boundary. *Paleontological Journal* 28, 19-30.
- Anderson H.J., 1975. Die Fauna der paläocänen Hückelhovener Schichten aus dem Schacht Sophia Jacoba 6 (Erkelenzer Horst, Niederrheinische Bucht). *Geologica et Palaeontologica*, 9, 141-171.
- Berggren, W.A., Kent, D.V., Swisher, C.C. and Aubry, M.P., 1995. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. In: Berggren W.A., Kent D.V., Aubry M.P. and Hardenbol J. (eds), *Geochronology, time scales and global correlation: an unified temporal framework for an historical Geology*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publications, 54, 129-212.
- Beurlen, K., 1944. Beiträge zur Stammesgeschichte der Muscheln. *Bayerischen Akademie der Wissenschaften*, 1-2, 133-145.
- Bieler, R. and Mikkelsen, P.M., 2006. Bivalvia-a look at the Branches. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 148, 223-235.
- Bodo, K., 1992. Study of Late Eocene Bivalves from Buda Hills. *Annales Universitatis Scientiarum Budapestinensis de Rolando Eötvös Nominatae* 29, 217-235.
- Bonci, M. C., Cirone, G., Merlino, B. and Zaliani, L., 2000. The Oligocene Mollusc Fauna of the Piedmont Basin (North-Western Italy) I. Scaphopoda and Archaeogastropoda. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 106 (2), 203-236.
- Bontscheff, St., 1896. Das Tertiärbecken von Haskovo (Bulgarien). *Jahrbuch der k. Geologischen Reichsanstalt* 46, 310-384.
- Boukhary, M., 1985. Paleontological studies on the Eocene succession in Western Qatar, Arabian Gulf. *Revue de Paleobiologie*, 4, 183-202.
- Briart, A. and Cornet, F.L., 1889. Description des fossiles du calcaire grossier de Mons. Quatrième partie. *Mémoires de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*, 47, 1-128.
- Bruguiere, J.G., 1792. *Encyclopedique methodique*. Hist. natur.vers. Tome premier, Paris, 1-757.
- Chahida, M.R., 1978. Das Vorkommen von Alttertiär im Zefreh-Becken (ENE Isfahan). *Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft* 68, 1-3.

- Çemen, İ., Gönçüoğlu, M.C. and Dirik, K. 1999. Structural Evolution of the Tuzgölü Basin in Central Anatolia, Turkey. *The Journal of Geology*, 107, 693-706.
- Cossmann, M., 1895. Mollusques eocéniques de la Loire inférieure. *Bull. De. La. Soc. Des Sciences naturelles de l'ouest de la France*, Nantes, 227, 1-15.
- Cossmann, M., 1915. Revision des Scaphopodes, Gastropodes et Cephalopodes du Montian de Belgique. *Mémoires du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique*, 6, 1-71.
- Cossmann M., 1918. Éocène de Bretagne. Faune de Bois-Gouët. Atlas paléontologique. Hermann & Fils, Paris, p. 1-19.
- Cossmann, M., 1925. Essais de paleoconchologie comparée. Press Universitaires de France, Paris, 13, 1-345.
- Cossmann, M. and Pissarro, G., 1904-13. Iconographie complète des Coquilles fossiles de l'Éocène des Environs de Paris. Tome 2, Scaphopodes, Gastropodes, Brachiopodes, Céphalopodes et supplément, pl. 1-65, Paris.
- Cox L R. and Knight, J.B., 1960. Thoughts on the classification of the Bivalvia. *Proceedings of the Malacological Society of London*, 34, 60-88.
- Cuvier, G., 1797. *Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux*. Paris, pp.1-710
- Cuvillier, J., 1930. Révision du Nummulitique Égyptien. *Mémoires présentés à L'Institut D'Égypte* 16, 1-371.
- Dall, W. H., 1889. On the hinge of pelecypods and its development with an attempt toward a better subdivision of the group. *American Journal of Science*, 38, 445-462.
- Deshayes, G. P., 1824. Descriptions des coquilles fossiles des environs de Paris. t. 1, p. 390, Paris.
- Dillwyn, L.W., 1817. A descriptive catalogue of Recent shells, arranged accordingly to the Linnean method, with particular attention to the synonymy. 1, 1-580; 2: 581-1092. J & A. Arch, Cornhill, London.
- Douville, H., 1908. Sur quelques gisements à Nummulites de l'Est de l'Europe (Crimée, Bulgarie, Hongrie), Rectification à la nomenclature de quelques Nummulites. *Bulletin Society Geologie de France*, 8, p. 266.
- Eames, F.E., 1952. A contribution to the study of the Eocene in western Pakistan and western India C. The description of the Scaphopoda and Gastropoda from Standard sections in the Rakhi Nala and Zinda Pir areas of the western Punjab and in the Kohat district. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Biological Sciences*, 236, 1-168.
- Edwards, F.E., 1854. A Monograph of the Eocene Mollusca, or descriptions of shells from the older Tertiaries of England, part III.1: Prosobranchiata. *Monographs of the Palaeontographical Society*, 121-180.
- Elbassyony, A.A., 2004. Stratigraphy of ElHarra Area, Bahariya Oases, Western Desert, Egypt. *Journal of the Sedimentological Society of Egypt* 12, 207-232.
- Erdoğan, B., Akay, E. and Uğur, M.S., 1996. Geology of the Yozgat region and evolution of the collisional Çankırı Basin. *International Geology Review*, 38, 788-806.
- Erünal, L., 1942. Faune paléocène de la région de Sivrihisar-Polatlı. *Revue de l'Institut d'Études et de Recherches Minières de Turquie*, 1, 126-132.
- Farchad, H., 1936. Étude du Thanétien (Landénien marine) du Bassin de Paris. *Mémoires de la Société Géologique de France*, 30, 1-101.

- Ferussac A.E.J.P.J.F., 1822. Tableaux systématiques des animaux mollusques classés en familles naturelles, dans lesquels on a établi la concordance de tous les systèmes; suivis d'un prodrome générale pour tous les mollusques terrestres ou fluviatiles, vivants ou fossiles. Deuxième partie. (Première section.) Tableaux particuliers des mollusques terrestres et fluviatiles, présentant pour chaque famille les genres et espèces qui la composent. London, 1-110.
- Fischer, P.H., 1887. Manuel de Conchyliologie et de Paleontologie Conchyliologique ou histoire naturelle des mollusques vivant et fossiles. 8, 689-896.
- Fleming, J., 1828. Philosophy of Zoology; or a general view of the structure, functions, and classifications of animals, 2, Edinburgh, 1-618.
- Furon, R. and Soyer, R., 1947. Catalogue des fossiles tertiaires du Bassin de Paris. Paris, p. 240.
- Glibert, M., 1933. Monographie de la Faune malacologique du Bruxellien des environs de Bruxelles. Bulletin Institut royal des sciences naturelles de Belgique Sciences de la terre, 53, 1-214.
- Glibert, M. and Poel, L.V., 1965. Les Bivalvia fossiles du cénozoïque étranger des collections de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique I. Palaeotaxodontida et Eutaxodontida. 112 p.
- Gmelin, J.E., 1791. Systema Naturae per Regna Tria Naturae, Secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis. 6, Lyon, 3021-3910.
- Gocev, P., 1933. Paleontologische und stratigraphische Untersuchungen über das Eocan von Varna. Zeitschrift der Bulgarischen Geologischen Gesellschaft, 5, 1-82.
- Görür, N., Tüysüz, O. and Şengör, A.M.C., 1998. Tectonic evolution of the Central Anatolian Basins. International Geology Review, 40, 831-850.
- Gray, J., 1824. Plate Mollusca. In: Smedley, E., Rose, H.J. and Rose, J. (eds). Encyclopaedia Metropolitana, 7, plates to Zoology.
- Gray, J.E., 1842. A list of the genera of Recent Mollusca, their synonyms and types. Zoological Society of London Proceedings, 15, 129-219.
- Harris, G.D., and Palmer, K.V., 1946. The mollusca of the Jackson Eocene of the Mississippi Embayment (Sabine River to the Alabama River). Bulletin of American Paleontology, 30, 1-563.
- Hoşgör, İ., 2008. Presence of *Crassostrea gryphoides* (Schlotheim) from the Miocene sequence of Kahramanmaraş Basin (SE Turkey); its taxonomy, paleoecology and paleogeography. Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey 136, 17-28.
- Hoşgör, İ. and Okan, Y., 2006. The annelid polychaete *Rotularia spirulaea* Lamarck, 1818 from the Early Middle Eocene (middle-late Cuisian) of Çankırı Basin (Central Anatolia, Turkey). Journal of the Earth Sciences Application and Research Centre of Hacettepe University, 27, 173-179.
- Iqbal, M.W.A., 1969a. Megafuna from Ghazij formation (Lower Eocene) Quetta-Shahrig Area, W. Pakistan. Mem. Geol. Surv. Pakistan, Pal. Pakistanica 5, 1-40.
- Iqbal, M.W.A., 1969b. The Tertiary Pelecypod and Gastropod fauna from Drug, Zinda Pir, Vidor (dist.D. G. Khan) Jhalar and Chharat (Dist. Campbellpore), W. Pakistan, Mem. Geol. Surv. Pakistan, Pal. Pakistanica 6, 1-94.
- Iqbal, M.W.A., 1973. Biostratigraphy of the Tiyon Formation (Middle Eocene) of Sind,

- Pakistan. Records of The Geological Survey of Pakistan, 22, 1-40.
- Isaeva, A.I., 1933. Fauna Gastropoda ahaltihskovo eocena in Trudi Bsesoiuznovo Geologo-Razvedocinovo Obeinenia SSSR. Leningrad-Moscova, p. 305.
- Karadenizli, L., Seyitoğlu, G., Saraç, G., Kazancı, N., Şen, Ş., Hakyemez, Y. and Savaşçı, D., 2003. Çankırı-Çorum Havzası Batı Kenarının Erken-Orta Miyosen Paleocoğrafik Evrimi. Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey, 126, 69-86.
- Karagiuleva, J.D., 1964. Les Fossiles de Bulgarie Paléogène Mollusca. Academie des Sciences de Bulgarie, p. 270.
- Kaymakçı, N., White, A.H. and Vandij, P.M., 2003. Kinematic and structural development of the Çankırı Basin (Central Anatolia, Turkey): a paleostress inversion study. Tectonophysics, 364, 85-113.
- Kecskemeti-Körmendy, A., 1972. A Dorogi-medence eocén mollusca faunája. (Die Eozäne Molluskenfauna des Doroger Beckens). Annales Instituti Geologici Hungarici, 55, 141-377.
- Kecskemeti-Körmendy, A. and Meszaros, N., 1980. Mollusques éocènes du secteur oriental de la Montagne du Bakony (faciès archipélagique). Annales Instituti Geologici Hungarici, 63, 1-143.
- Keen, A.M. and Cox, L.R., 1960. Neritidae, p. I279-I285. In: R.C. Moore (ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Mollusca I, part I. Geological Society of America and Kansas University Press, Lawrence.
- Ketin, İ., 1955. Yozgat Bölgesinin Jeolojisi ve Orta Anadolu Masifinin Tektonik Durumu. Bulletin of the Geological Society of Turkey, 6, 1-28 (in Turkish with English abstract).
- Knight, J.B., Cox, L.R., Keen, A.M., Smith, A.G., Batten, R.L., Yochelson, E.L., Ludbrook, N.H., Robertson, R., Yonge, C.M., and Moore, R.C., 1960. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part 1, Mollusca 1. (ed. Raymond C. Moore). The Geological Society of America and The University of Kansas, pp. 351.
- Lamarck, J.B., 1799. Prodrome d'une nouvelle classification des coquilles. Mem.Soc.Hist.Natur. Paris, 1, 63-91.
- Lamarck J.B., 1805. Mémoires sur les fossiles des environs de Paris (suite). Annales du Muséum d'Histoire naturelle, 6, 407-415.
- Lamarck, J.B., 1809. Histoire naturelle des animaux sans vertebres, 6, 1-343.
- Lamarck J.B., 1818. Histoire des animaux sans vertèbres.5. Lanoë, Paris, p.1- 612
- Laszlo, S., 1974. Nesmelyi Eocen Puhatestüek. Geologica Hungarica, 38, 7—97.
- Linne, C., 1758. Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio Decima, reformata. 824 pp. Holmiae, Stockholm.
- Malaroda, R., 1954. II Lutetiano di Monte Postale (Lessini medi). Consiglio Nazionale delle Ricerche Padova, p. 107.
- Marquet, R., 1995. A revision of the Caenozoic Pinnidae from Belgium (Mollusca, Bivalvia). Bulletin Institut royal des sciences naturelles de Belgique Sciences de la terre, 65, 241-256.
- Mavros, A.R.B., 1990. Molluschi Marini Pocco Frequenti del Cenozoico Veneto, Trentino, Friulano e Giuliano. Memorie di Scienze Geologiche, 42, 227-269.
- Maxamed, M.C. and Carush, C.M., 1982. The Indo-Mediterranean characters of the Somali shallow marine benthic faunas from the Jurassic up to Oligocene. Bolletino della

- Societa Paleontologica Italiana, 21, 243-254.
- Meszaros, N., 1957. Fauna de moluste a depositelor paleogene din nord-vestul Transilvaniei, București, p. 174.
- Meszaros, N., 1960. Stratigraphie und Molluskenfauna der Eozänablagerungen von Porçesti (Kreis Sibiu-Hermannstadt, Rumänien). Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, 5, 227-236.
- Meszaros, N., Baluta, C. and Speck, R., 1969. Stratigrafia și fauna de moluște a depozitelor paleogene din regiunea Alba Iulia. Buletinul Societății de Științe Geologice din R.S. România, 11, 311-320.
- Michelotti, G., 1861. Etudes sur le Miocene inferieur de l'Italie septentrionale. Mem. publ. Soc. Holland.Sci., 15, 1-183.
- Mikuz, V., 2006. The new findings of *Velates* snail from Eocene flysch in Gorsika brda and Gracisce in Istria. Geologija, 49, 53-60.
- Milne-Edwards, H., 1848. Note sur la classification naturelle des mollusques gasteropodes. Ann.Sci.Natur., Zool., 3, 102-112.
- Montfort, D., 1810. Conchyliologie systematique, et classification methodique des coquilles; offrant leurs figures, leur arrangement generique, leurs descriptions caracteristiques, leurs noms; ainsi que leur synonymie en plusieurs langues. Ouvrage destine a faciliter l'etude des coquilles, ainsi que leur disposition dans les cabinets d'histoire naturelle. Coquilles univalves, non cloisonnees. 2, 1-767.
- Neumayr, M., 1883. Zur Morphologie des Bivalvenschlosses. Kaiserlich-königliche Akademie der Wissenschaften in Wien, Naturwissenschaftlich-mathematische Classe Sitzungsberichtung, 88, 385-418.
- Okan, Y. and Hoşgör, İ., 2007. The crabs fossils from the Early Middle Eocene (Middle-Late Cuisian) of Çankırı Basin (Yozgat, Turkey). 60th Geological Congress of Turkey 441-443 (in Turkish with English abstract).
- Okan, Y. and Hoşgör, İ., 2008. The Ampullinid Gastropod *Globularia* (Swainson 1840) from the Late Thanetian-Early Ilerdian of Kırkkavak Formation (Polatlı-Ankara) of the Tethyan Realm. Turkish Journal of Earth Sciences, 17, 785-801.
- Okay, A.I., Tansel, İ. and Tüysüz, O., 2001. Obduction, subduction and collision as reflected in the Upper Cretaceous-Lower Eocene sedimentary record of western Turkey. Geological Magazine, 138, 117-142.
- Orbigny A., 1850. Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés, 2, Masson, Paris, pp.428.
- Örçen, S., 1985. Medik-Ebreme (KB Malatya) dolayının biyostratigrafisi ve paleontolojisi. MTA Dergisi, 105, 39-68.
- Özcan, E., Less, G. and Kertesz, B., 2007. Late Ypresian to Middle Lutetian Orthophragminid Record from Central and Northern Turkey: Taxonomy and Remarks on Zonal Scheme. Turkish Journal of Earth Sciences, 16, 281-318.
- Palmer, K.E., and Brann, D.C., 1966. Catalogue of the Paleocene and Eocene mollusca of the southern and eastern United States. Part I. Pelecypoda, Amphineura, Pteropoda, Scaphopoda. Bulletins of American Paleontology, 48, 1-1058.
- Pastorino, G., 1991. The genus Chama Linne (Bivalvia) in the marine Quaternary of Northern Patagonia, Argentina. Journal of Paleontology, 65, 756-760.
- Pavic, A., 1970. Marinski Paleogen Crne Gore. Stratigrafija, Tektonika, Paleogeografija. Zavod za geoloska Istrazivanja Crne Gore, Titograd, p. 205.

- Piccoli, G., 1984. Cenozoic Molluscan associations of Mediterranean and South-East Asia: a comparison. *Memorie di Scienze Geologiche*, 36, 499-521.
- Piccoli, G. and Mocellin, L.G., 1962. Studi sulla macrofauna Priaboniana di Priabona (prealpi Venete). *Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova*, 23, 1-120.
- Piccoli, G., Schiraldi, L., Sgarbossa, D. and Tessarolo, M.D., 1977. Studi Sulla Distribuzione Stratigrafica e Sull'evoluzione di Lamellibranchi Terziari delle Venezie. *Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova*, 30, 1-36.
- Piccoli, G., Sartori, S. and Franchino, A., 1986. Mathematical model of the migration of Cenozoic benthic Molluscs in the Tethyan belts. *Memorie di Scienze Geologiche* 38, 207-244.
- Pinard, A., 1936. Présence d'une nérite voisine de *Velates schmideliana* dans le Montien de Vigny. *Société Géologique de France, Compte rendu sommaire des séances*, 100-102.
- Popescu-Voitești, I., 1910. Contributions à l'Étude Stratigraphique du Nummulitique de la Dépression Gétique (Roumanie Occidentale). *Thésés, la Faculté des Sciences de Paris*, p. 98.
- Racey, A., 2001. A review of Eocene nummulite accumulations: structure, formation and reservoir potential. *Journal of Petroleum Geology*, 24, 79-100.
- Rafinesque, C.S., 1815. Analyse de la nature, ou tableau de l'univers et les corps organisés. *Palermo*, p. 224.
- Renzi, M., 1975. Sur la répartition des Mollusques dans le stratotype de l'Ilerdien en rapport avec les faunes de Mollusques de l'Éocène européen. *Bulletin Society Geologie de France*, 17, 199-200.
- Savazzi, E., 1992. Shell construction, life habits and evolution in the gastropod *Velates*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 99, 349-360.
- Schlosser, M., 1925. Die Eocänfauna der bayerischen Alpen. I Teil. Die Fauna des Unter und Mitteleocän; II. Teil. Obereocänfauna. *Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München*, p. 1-207.
- Schumacher, H.C.F., 1817. Essais d'un Nouveau Systeme des Habitations des Vers Testaces. *Copenhagen*, 1-287.
- Schweitzer, C.E., Shirk, A.M., Čosovic, V., Okan, Y., Feldmann, R.M. and Hoşgör, İ., 2007. New species of *Harpactocarinus* from the Tethyan Eocene and their paleoecological setting. *Journal of Paleontology*, 81, 1091-1100.
- Serra-Kiel, J., Hottinger, L., Caus, E., Drobne, K., Ferrandez, C., Jauhri, A.K., Less, G., Pavlovec, R., Pignatti, J., Samsó, J.M., Schaub, H., Sirel, E., Strougo, A., Tambareau, Y., Tosquella, J. and Zakrevskaya, E., 1998. Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. *Bulletin Society Geologie de France*, 169, 281-299.
- Sirel, E. 1998. Foraminiferal description and biostratigraphy of the Paleocene–Lower Eocene shallow-water limestones and discussion on the Cretaceous–Tertiary boundary in Turkey. *Mineral Research and Exploration Institute of Turkey Publications, Monography Serie*, 2, 1-117.
- Smith, A., Smith, D. and Funnell, B., 1994. *Atlas of Mesozoic and Cenozoic Coastlines*. Cambridge Univ. Press. Cambridge, pp. 1-99.
- Solander D. C., 1766. *Descriptiones Specierum*, in Brander G., *Fossilia Hantoniensia collecta*,

- et in Musaeo Britannico deposita. Londres, 9-43.
- Starobogatov, Y.I., 1974. Xenonochias and their bearing on the phylogeny and systematics of some molluscan classes. *Paleontologicheskii Zhurnal*, 3, 3-18
- Stchepinsky, V., 1941. Decouverte du Paleocene en Turquie. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 23, 150-158.
- Swainson, W., 1840. A treatise on malacology; or the natural classification of shells and shellfish. London, pp.419.
- Szöts, E., 1953. Mollusques Eocenes de l'Hongarie I. Les Mollusques Eocenes des environs de Gant. *Geologica Hungarica Serie Palaeontologica*, 22, 137-238.
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Thiele, J., 1925. Revision des Systems der Trochacea. *Mitt.Zool.Mus. Berlin*, 11, 147-174.
- Tüysüz, O. and Dellaloğlu, A.A., 1992. Çankırı Havzası'nın tektonik birlikleri ve jeolojik evrimi. 9th Petroleum Congress of Turkey, Proceedings, 333-349 (in Turkish with English abstract).
- Vasilenko, V.K. 1952. Stratigrafia i fauna molliuskov eocenovih otlojenii Krıma in Trudi Vnigri. Leningard-Moscova, p. 59.
- Vlaicu-Tatarim, N., 1963. Stratigrafia Eocenului din Regiunea de la Sud-Vest de Cluj. Editura Academiei Republicii Populare Romine, p. 204.
- Vokes, H.E., 1935. The genus *Velates* in the Eocene of California. University of California Publications, Department of Geological Sciences Bulletin, 23, 381-390.
- Vokes, H.E., 1937. Eocene Mollusca from the Subathu Group (Lutetian) Simla Hills State, India. *American Museum Novitates* 19, 1-16.
- Waller, T.R., 2006. Phylogeny of families in the Pectinoidea (Mollusca: Bivalvia): importance of the fossil record. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 148, 313-342.
- Wood, A.J.C. and Saul, L.R., 1986. New Neritidae from southwestern north America. *Journal of Paleontology*, 60, 636-655.
- Wood, S.V., 1861. A monograph of the Eocene Bivalves of England. *Palaeontographical Society, London*, 182 p.
- Wrigley, A., 1946. English Eocene and Oligocene Ampullinids. London, pp. 88-104.
- Wrigley, A., 1949. English Eocene and Oligocene Naticidae. *Journal of Molluscan Studies* 28, 10-30.

Makale Geliş Tarihi: 10 Ağustos 2008

Kabul Tarihi : 18 Aralık 2008

Received : August 10, 2008

Accepted : December 18, 2008



**Alibey ve Maden Adaları (Ayvalık-Balıkesir) Çevresi Genç Çökellerinde Gözlenen
Bentik Foraminifer Kavkılarındaki Anormal Oluşumlar ve Nedenleri**

*Abnormal Test Formations Observed in the Benthic Foraminifers from Recent Sediments of
Alibey and Maden Islands (Ayvalık-Balıkesir)*

**Engin MERİÇ¹, Niyazi AVŞAR², Figen MEKİK³, Baki YOKEŞ⁴, İpek F. BARUT⁵,
Özcan DORA⁶, Fikret SUNER⁷, Fulya YÜCESOY-ERYILMAZ⁸,
Mustafa ERYILMAZ⁸, Feyza DİNÇER² ve Erol KAM⁹**

1 Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4, 34710 Kadıköy-İstanbul

2 Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330
Balcalı-Adana

3 Grand Valley State University, Department of Geology, Allendale, MI 4940/USA

4 Haliç Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, 34093 Fındıkzade-
İstanbul

5 İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, 34134 Vefa-İstanbul

6 156. Sokak, No: 23/2, 3504 Bornova-İzmir

7 İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34626 Maslak-İstanbul

8 Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343 Çiftlikköy-Mersin

9 Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ÇNAEM), P. K. 1, Atatürk Hava Limanı, 34149
İstanbul

ÖZ

Ayvalık kuzeybatısında bulunan Alibey ve Maden adaları çevresinden alınmış olan 4 kora ait 91 çökel örneğinin güncel bentik foraminifer içeriğinin belirlenmesi sırasında kavkılarında morfolojik bozukluk gösteren çok sayıda *Peneroplis pertusus*, *P. planatus*, *Lobatula lobatula*, *Ammonia compacta*, *A. parkinsoniana*, *Challengerella bradyi*, *Elphidium complanatum*, *E. crispum* gibi bentik foraminifer bireylerine rastlanılmıştır. Karasal alandaki ağır metallerin denizlerdeki biyotaya girdisi ve birikmesi, sucul yaşam üzerinde çevresel risk oluşturur. 20. yüzyıl'ın özellikle ikinci yarısında gerek karasal çevre ve gerekse denize atıldığı düşünülen muhtelif atıklar nedeniyle bu alanlarda mangan, kurşun ve demir gibi ağır metal bakımından bir kirlenme meydana gelmiştir. Keza maden yatağı/yataklarının

çalıştırılması çevredeki foraminifer topluluğunda morfolojik açıdan anlamlı değişikliklere neden olmuştur. Varılan sonuç ise foraminifer kavkılarında gözlenen ve ekte sunulan anormalliklerin denize ulaşan ağır metallerin biyolojik etkileri ile geliştiği ve bu durumların doğal çevre kirliliğinin belirlenmesinde kullanışlı bir biogösterici olduğudur. Araştırmanın amacı bölgede sıkça rastlanılan bu gibi morfolojik bozuklukların nedenini açıklamak ve benzer oluşumlara sebep olan diğer etkenler ile karşılaştırmaktır.

Anahtar kelimeler: Alibey ve Maden adaları (Ayvalık), anormal bireyler, bentik foraminiferler, radyoaktivite, sediment jeokimyası.

ABSTRACT

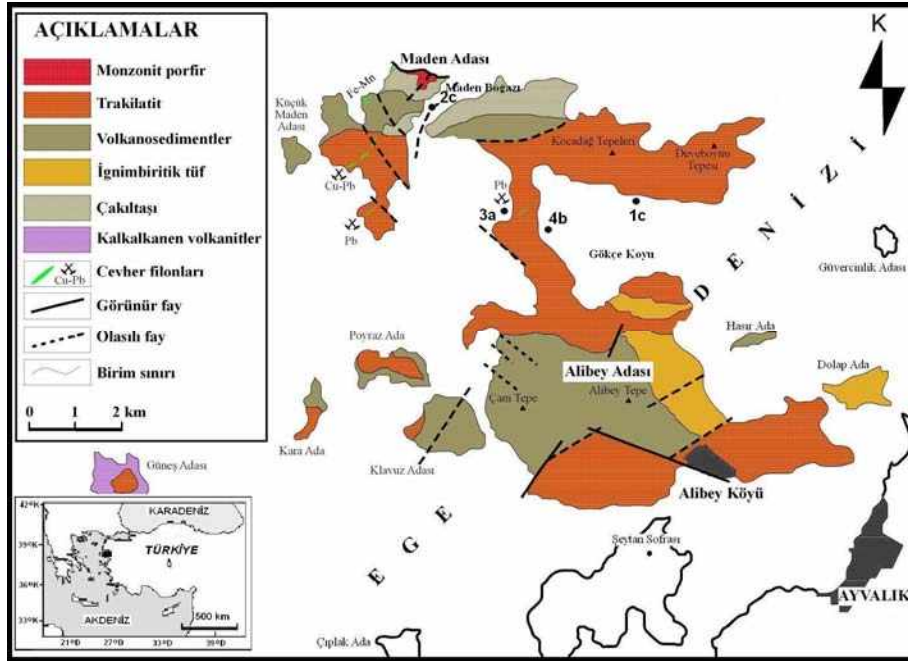
Four core samples were collected from the vicinity of Alibey and Maden islands on the northwestern of Ayvalık. 91 sediment samples were obtained from the cores and were analyzed for their recent foraminifer content. High abundance of individuals with morphological abnormalities were observed in benthic foraminifer species such as, Peneroplis pertusus, P. planatus, Lobatula lobatula, Ammonia compacta, A. parkinsoniana, Challengerella bradyi, Elphidium complanatum, E. crispum. The introduction and deposition of heavy metal with terrestrial origin in marine biota result in an environmental risk for aquatic life. Environmental pollution became common mainly in the second half of 20th century, because of dumping of materials, such as manganese, lead and iron to terrestrial and marine environments. Also managing the ore beds led to significant morphological changes in foraminiferal assemblages. The abnormal test development observed in foraminifers and presented in this study are suggested to be the result of biological effects of the heavy metals that reached marine environment, and this phenomenon can be used as a practical indicator to determine the natural environmental pollution. The aim of this study is to find out the possible reasons of these morphological abnormalities, and compare with other factors which are known to cause similar deformations.

Key words: *abnormal individuals, Alibey and Maden islands (Ayvalık), benthic foraminifera, radioactivity, sediment geochemistry.*

GİRİŞ

İnceleme alanı, Ege Denizi'nin kuzeydoğusunda, Biga Yarımadası ve Edremit Körfezi'nin güneyinde bulunmaktadır. Kuzeyde Biga Yarımadası, güneyde ise Ayvalık ve batıda Midilli Adası arasında yer alan kıta sahanlığındaki Edremit Körfezi Çukuru'nun güney uzantısı üzerinde ve kıyı alanındadır (Şekil 1). Edremit Körfezi jeolojik açıdan, günümüz konumu ve

şeklini Miyosen'de başlayıp Orta-Geç Pliyosen'e kadar sürdüren tektonik-jeomorfolojik olaylar ile Pleyistosen-Holosen'de baskın olan küresel, iklimsel ve deniz düzeyi değişimleri sonunda kazanmıştır (Arpat ve Şaroğlu, 1975; Şengör ve Yılmaz, 1981; Erol, 1987; Kurter, 1988; Yılmaz, 1990; Mascle ve Martin, 1990; Erol, 1992; Erol ve Çetin, 1995; Yalıtırak, 1995; Çağatay vd., 1996; Boztepe-Güney vd., 2001). Ayrıca, son



Şekil 1. Çalışma Bölgesi jeoloji ve yer bulduru haritası ile korların alındığı noktalar (Dora ve Savaşçın, 1982'den değiştirilerek alınmıştır).

Figure 1. Locations of core samplings and geological map of the study area (modified from Dora and Savaşçın, 1982).

buzul çağı ve buzularası dönemde küresel östatik deniz düzeyi değişimleri farklı araştırmacılar tarafından yorumlanmış olup, Akdeniz sularının güneyden kuzeye ilerleyerek önce Marmara Denizi'ni ve sonra Karadeniz'i etkisi altına aldığı düşüncesine varılmıştır (Eriñç, 1978; Kraft vd., 1980; Stanley ve Blanpied, 1980; Aksu ve Piper, 1983; Herman, 1989; Bodur ve Ergin, 1992; Ergin, 1996).

Ağır metaller çevrede doğal olarak iz düzeyinde, cansız alemde kayalar ile toprak ve suda, canlı alemde ise bitki ve hayvanlarda bulunmaktadır. Ancak, toprak ve sudaki metal konsantrasyonu insan etkisi/etkileri ile daha da artabilir. Oksidasyon ve çözülme, çözülmüş ağır metallerin ve sülfatın alıcı ortama yayılması çevrede ciddi bir kirlenmeye neden olur. Özellikle de ağır metal içeren atıklar doğrudan

sucul ortama bırakılırsa bu olay daha baskın bir şekilde gerçekleşir. Bu durumda maden yataklarının işletilmesi sırasında veya bunların kapatılmasından sonra metallerin uzun vadede çevreye yayılması veya doğadaki maden yataklarındaki ağır metallerin yeraltı suyu sirkülasyonu ile sucul ortam/ortamlara ulaşmasının bu gibi olaylara neden olabileceğini düşündürür. Özellikle 20. Yüzyıl'ın ikinci yarısında Alibey ve Maden adalarındaki bakır ve kurşun yataklarının işletilmesi (Şekil 1) bunun başlıca nedenini oluşturmaktadır (Dora, 1967; Dora ve Savaşçın, 1982). Denizel kirlenmelerin değerlendirilmesinde birtakım sucul bitkiler, diatomlar gibi biyoindikatörler kullanılmıştır (bitkiler için Padinha vd., 2000), (diatomlar için Fisher vd., 1981), (büyük deniz hayvanları için Besten vd., 2001; Grout ve Levings, 2001).

Farklı denizel çevrelerde bulunmaları ve genellikle çok sayıda olmalarından dolayı foraminiferler çevresel koşulları incelemek için kullanılan en uygun organizma grubudur. Bazı türlerin birtakım çevresel değişikliklere karşı çok duyarlı oldukları bilinmektedir (Murray, 1991). Bunun dışında doğal çevresel şartlar altında kavkı malzemesi gömülü olarak sağlam kalır ve korlardan toplanarak zaman içindeki doğal değişikliklerin (Murray, 1991) ya da insan kaynaklı kirliliğin değerlendirilmesinde kullanılabilir (Alve, 1995; Nagy ve Alve, 1987). Bentik foraminiferlerin kirlenmiş denizel ortamlardaki dağılımları konusunda uzun bir süreden beri çalışmalar yapılmaktadır (Sharifi vd., 1991; Geslin vd., 1998, 2000, 2002; Yanko vd., 1998, 1999; Geslin, 1999; Debenay vd., 2001; Elberling vd., 2003; Bergin vd., 2006; Ruiz vd., 2008; Tranchina vd., 2008; Nikulina vd., 2008).

Foraminiferlerin denizel çevredeki değişikliği gösteren en hassas ve bulunması en kolay olan biyoindikatör oldukları bir gerçektir (Alve, 1995; Yanko vd., 1999). Kirliliğin etkilerine dair çalışmalar foraminifer topluluğunun kompozisyonunun ve morfolojik anormalliklerin çeşitli kirleticiler ile olan ilişkisini kapsamaktadır. Örneğin petrol atıkları, tarım kimyasalları ve ağır metaller gibi (Alve, 1995; Ellison vd., 1986; Nagy ve Alve, 1987; Samir ve El-Din, 2001). Ağır metal kirliliğinin olduğu alanlarda deforme olmuş bireylere ait kavkıların deforme olmamış bireylere nazaran Pb ve Cd gibi ağır metalleri içerdikleri de belirlenmiştir (Samir ve El-Din, 2001). Yanko vd. (1999) sedimandaki ağır metal konsantrasyonu ve foraminifer miktarı ve çeşitliliği arasında negatif korelasyon, ağır metal ve deforme kavkıları arasında da pozitif

korelasyonun varlığını ortaya koymuşlardır. Alve ve Olsgard (1999) yüksek konsantrasyonlarda Cu'ya maruz kalan topluluklarda deforme kavkı sayısında bir artış olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle bazı çalışmalarda morfolojik çeşitliliğin ve kirleticinin karakteristiği ile bağlantılı olarak varolan bazı dominant formlar incelenmiştir. Keza, foraminiferlerde gözlenen deformasyonun yöreye özgü antropojenik/orojenik kirleticinin zamana ve alana göre dağılımını değerlendirmede bir biyoindikatör olarak kullanılması gerektiği ileri sürülmüştür. Bu çalışma, insan ve doğa kaynaklı ağır metallerin çevredeki biyolojik etkisinin nicelik ve niteliğini ortaya koymak amacı ile yapılmıştır.

ÇALIŞMA ALANININ ÖZELLİKLERİ

İklim

Yaz aylarında belirlenen yerel imbat-poyraz sistemleri bölgedeki tipik hava hareketleridir. Balkanlar üzerinden inen kuzeyli hava hareketlerinin hemen ardından gelen, aynı doğrultuda, ancak güneyden kuzeye esen güney rüzgarları, bölgenin ikinci derecede etken rüzgarlarını oluşturur. Bölgedeki baskın rüzgar kuzeydoğu (kış aylarında özellikle Ocak ayında %40) ve kuzey (Temmuz ayında %44) yönlü olup, rüzgar şiddetinin yıllık ortalaması 4 bofor kuvvetindedir. Ortalama rüzgar hızı yıllık 5.4 knot civarındadır. Yıllık ortalama sıcaklık 16.4⁰C dir. Edremit Körfezi'nde ortalama yağış miktarı yıllık 783.6 mm dir. Ortalama olarak bölgede kış mevsiminde 379.4 mm, yaz mevsiminde ise 20.3 mm yağış düşmektedir. Yılın en fazla yağış alan ayı 146.2 mm ile Aralık, en az yağış alan ayı ise 3.9 mm ile Temmuz'dur. Dikili Kanalı çevresinde ise ortalama yağış 668 mm dir (Meteoroloji Bülteni, 1984).

Deniz Suyu sıcaklığı

Edremit Körfezi'nde dip suyunun ekstrem değerleri ile ortalama değerleri arasında fark görülmemesine karşın, yüzey suyunda mevsimlere bağlı olarak farklılıklar gözlenmekte ve yüzey suyunun mevsimlere göre kalınlığı izlenebilmektedir. İlkbahar (Mayıs)'da 10 m civarında olup, yazın (Temmuz) ise 30 metredir. Ortalama yüzey suyu sıcaklığı İlkbaharda (Mayıs) 15.5⁰C, yazın (Temmuz) 22.5⁰C, sonbaharda (Eylül) 20.8⁰C, kışın ise (Şubat) 13.03⁰C değerlere sahiptir. Ortalama dip suyu ilkbaharda (Mayıs) 14.8⁰C, yazın (Temmuz) 16.0⁰C, sonbaharda (Eylül) 16.1⁰C ve kışın (Şubat) 12.36⁰C dir. Dikili Kanalı'nda ise ortalama yüzey suyu sıcaklığı ilkbaharda (Mayıs) 16.39⁰C, yazın (Temmuz) 23.76⁰C, sonbaharda (Eylül) 21.61⁰C ve kışın (Şubat) 13.97⁰C dir. Ortalama dip suyu ise ilkbaharda (Mayıs) 14.24⁰C, yazın (Temmuz) 15.77⁰C, sonbaharda (Eylül) 15.26⁰C ve kışın (Şubat) 13.39⁰C olarak belirlenmiştir (SHOD, 1988 ve 1995).

Deniz Suyu Tuzluluğu

Edremit Körfezi yüzey suyu ile dip suyu arasında tüm mevsimlerde tuzluluk farkının fazla olmadığı gözlenmiştir. Ancak, bölgeye taşınan tatlı su kaynaklarının azalıp çoğalmasına ve yerel sıcaklık farklarından oluşan akıntıların neden olduğu küçük değişimler bazı derinliklerde gözlenmektedir.

Edremit Körfezi'nde tuzluluk ilkbahar (Mayıs) yüzey suyunda ‰ 38.84-39.04; 30 m su derinliğinde ‰38.9-39.08; yazın (Temmuz) yüzey suyunda ‰39.08-39.26; 30 m su derinliğinde ‰38.95-39.08; sonbaharda (Eylül) yüzey suyunda ‰38.97-39.15; 30 m su

derinliğinde ‰38.87-39.01 ve kışın (Şubat) yüzey suyunda ‰38.58-39.21; 30 m su derinliğinde ise ‰38.63-39.23 arasında değişmektedir (SHOD, 1988 ve 1995).

Akıntılar

Edremit Körfezi'nde yapılmış olan akıntı ölçüm çalışmaları sonucunda, bölgede, belirgin bir akıntı sisteminin mevcut olmadığı saptanmıştır. Genellikle görülen bölgesel akıntılar, sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk farkları ile meteorolojik faktörlere bağlı olarak gerçekleşmektedir. Farklı yoğunluktaki su kütlelerinin oluşturacağı akıntılar özellikle bölgeye tatlı su taşıyan Havran Çayı ve diğer akarsuların debisinin arttığı mevsimlerde oluşmaktadır. Ayrıca, meteorolojik unsurların yüzeydeki akıntıların yön ve süratlerini de etkileyeceği bilinmektedir (SHOD, 1988 ve 1995).

Dikili Kanalı'nda kuzeydeki Edremit Körfezi ile güneydeki İzmir ve Çandarlı körfezlerindeki su hareketleri de bu bölgeyi etkiler. Körfezler arasında bir geçiş bölgesi özelliğini taşıyan Dikili Kanalı'nda bölgedeki baskın rüzgar yönlerine ve mevsimsel koşullara bağlı olarak kuzey-güney doğrultusunda su kütlesi hareketlerinden söz edilebilir. Ayrıca, genel su kütlesi hareketlerinin ters yönünde oluşan tatlı su akıntılarına Dikili Körfezi'nde de rastlanılır. Keza, kuzeyli rüzgarlarda saat yönünün tersinde, güneyli rüzgarlarda ise saat yönünde kıyı akıntıları oluşabilir (SHOD, 1988 ve 1995).

Alibey ve Maden Adalarında Cevherleşme

Alibey ve Maden adalarında Orta-Üst Miyosen yaşlı alkali bazaltik volkanitler içinde (Savaşçın ve Güleç, 1992) yaklaşık K-KD doğrultulu fay ve çatlaklar boyunca polimetalik cevherli damarlara

rastlanılır. Maden Adası'nda cevherli filonlar ya da bunlara karşılık som kuvars damarları da yer alır. Derinlerden tek damar olarak yükselen filonlar, yüzeye yaklaştıkça bir demet şeklinde püskülendir. Filonların uzunluğu 10 ile 800 m arasında değişir. Bu konumları ile filonlar, genişleme tektoniği sonucu oluşmuş tipik yelpaze biçimli fay ve çatlak dolgularını simgelemektedir (Dora ve Savaşçın, 1982) (Şekil 1).

Alibey Adası'nda yüzeyde gözlenen mostralarda cevher filonları ile ilgili olarak çok az ize rastlanılır. 10-40 cm enindeki ve 5-30 m boyundaki breşik çatlaklarda limonit ve Mn oksitlerinden (pirolusit ve psilomelan) oluşan cevherli sıvamalar izlenir. Yan kayaçlar ise alterasyona uğramış alkali volkanittir. Yüzeydeki az görünümüne karşın, terkedilmiş büyük işletme binaları, izabe fırını, düzgün bir şekilde örülmüş kuyular ve büyük pasa yığınları, yörede uzun yıllar boyunca yürütülmüş bir maden işletmeciliğini işaret etmektedir. Deniz düzeyi altına inildikçe, ortaya çıkan teknolojik sorunlar nedeniyle, maden işletmesi büyük bir olasılıkla terkedilmiştir. Pasalar arasında gözlenen ayrıışmış cevherli parçalarda galenit, hematit ve Mn oksitleri gözlenir. Dolgu minerali ince taneli çatlak kuvarsıdır (Dora ve Savaşçın, 1982).

Maden Adası'nı KKD-GGB doğrultusunda hemen hemen tümüyle kateden ana filonda cevherli kesimler, boyları 1-4 m arasında değişen ve enleri 9.5 m ye ulaşan merccekler şeklindedir. Bu şekliyle tüm filon, açılıp kapanan, sucuk yapıları breşik bir fay zonu oluşturur. Birincil kalkopirit, pirit ve galenit minerallerine ancak 25 m kadar derinlikteki galerilerde rastlanılmaktadır. Sementasyon zonunda kalkozin ve kovellin; oksidasyon zonunda ise malakit, azurit, hematit, anglezit ve

seruzit mineralleri gözlenir. Baskın gang minerali kuvarstır. Bunun yanında kalsit, siderit, barit ve epidot bulunur. Ana filonun doğusunda yer alan, 40-60 m uzunluğundaki, karşı doğrultuda uzanan ikincil filonlarda, baskın cevher minerali galenit'tir ve ender olarak sfalerit gözlenir. İri kristalli galenit minerali tonda en çok 80 g gümüş kapsar. Ag, galenit kristalinin kafesine yerleşmiştir. Polimetallik filonlar Maden Adası'nda da alkali volkanitiler içinde uzanır. Fe ve Mn oksitleri kapsayan ve som kuvarstan yapıları filonlara ise volkanosedimenter birim içinde de rastlamak olasıdır. Bölgede belli belirsiz de olsa, içten dışa doğru, cevherli filonlardan steril filonlara geçen bir zonlamanın varlığı söz konusudur (Dora, 1967).

Batı Anadolu'da genç alkali volkanitler cevher getirmeye yönünden genellikle sterildir. Genç alkali sokulumlar ise, pek çok yörede cevherleşmeye neden olmuştur (Ovacık ve çevresinde Yılmaz vd., 2007; Yamanlar ve çevresinde Sayılı ve Gonca, 1999; Efemçukuru ve çevresinde Oyman vd., 2000; Bodrum ve çevresinde Pişkin, 1980 çalışmaları dikkate alınmıştır). Bu nedenle Alibey ve Maden adalarındaki cevher getiricisini de monzonitik damar kayalarına (kuvars latitlere) bağlamak en gerçekçi yaklaşım olacaktır (Dora ve Savaşçın, 1982). Dolayısı ile cevher mineralleri, volkanosedimenter kayalarda gelişmiş skarnlaşmanın (epidot, diopsit ve amfibolit felslerin oluşumu ile) periferide, en genç fay ve çatlak sistemlerinin içinde gözlemlenmiştir. Damar dolgusunu oluşturan kuvars minerallerinde yapılmış sıvı kapanım ölçümlerine dayalı olarak, cevherleşmenin skarnlaşmanın ardından, 350 °C sıcaklıkta yüksek hidrotermal evrede meydana geldiğini söylemek olasıdır. Bu yüksek sıcaklıklar nedeniyle de galenit oldukça

düşük değerlerde Ag kapsamaktadır ve Au tenörü yönünden sterildir (Yağcı, 1981).

Termal Oluşumlar

Çalışılan alanda farklı 4 noktadan alınmış olan korların incelenmesi sırasında 45 cm'lik 3a korunda 28-45 cm arasındaki genç çökellerde oldukça bol denilebilecek özellikte jips kristalleri gözlenmiştir. Keza yaşam sırasında farklı gruplara ait kavkılarının etrafında gelişmiş olan jips kristallerinin varlığı ilginç bir görünüm oluşturmaktadır. Özellikle *Ammonia compacta* ve *Elphidium complanatum* ile bazı gastropod kavkıları ve *Posidonia* parçaları çevresinde oluşmuş olan jips kristalleri bölge için dikkat çekici bir durum oluşturmaktadır. Bölgede belirlenmiş olan bu özellik, yakın geçmişte deniz içindeki termal kaynağın/kaynakların varolduğunu ortaya koymaktadır. Benzer özellikler ülkemizde Haliç'te (İstanbul) Holosen (Meriç vd., 2003a ve 2007; Önal, 2004) ile İzmit Körfezi'nde Orta-Geç Pleyistosen sedimanları içinde de gözlenmiştir (Meriç ve Suner, 1995; Suner ve Meriç, 2001). En önemli özelliklerden bir diğeri değinilen korda gözlenmiş olan tüm jips kristallerinin (Levha 9, şekil 1-14) tamamıyla şeffaf olmasıdır. Haliç (İstanbul) jipsleri aynı özelliğe sahipse de, İzmit Körfezi genç çökellerinde gözlenenler mattır. Bunun dışında 3a koruna ait bazı düzeylerde foraminifer kavkılarının pişmiş tuğla renginde olması ve sayıca çok azalmaları termal suyun sıcaklık değerinin oldukça yüksek ve sıcak su etkisi altında kavkılarının kısmen pişmiş olduğunu desteklemektedir.

MALZEME VE YÖNTEM

Alibey Adası kuzey bölümünde 3 ve Maden Adası doğusunda bir olmak üzere toplam 4 alanda 11 adet kor çakılmıştır (Şekil 1). Bu dört alandan birer kor seçilerek bunlar boyuna kesilmiş ve bir bölümü sedimenter ve diğer bölümü'de faunal özelliklerin belirlenmesi için herbirinden 2 cm lik örnekleme yapılmış, 5 gr yaş örnek alınmıştır. Bu 5 gr lık örneklere %10'luk H₂O₂ katılarak 24 saat bekletilmiş ve bu süre sonunda 0.063 mm'lik elekte tazyikli su altında yıkanarak 50 °C etüvde kurutulmuştur. Bu işlemi takiben 2.00, 1.00, 0.500, 0.250 ve 0.125 mm'lik eleklerde elenip binoküler mikroskopta incelenmiştir. 1.00 mm 'lik elekte az sayıda foraminifer ve ostrakod gözlenmiş olup, 0.500 ve 0.250 mm'lik elekler bentik foraminifer açısından zengindir. 1., 2. ve 4. alandan üç, 3. alandan ise 2 kor alınmıştır. Bunların alınmış olduğu derinlikler 0.80 m ile 8.00 m arasında değişmektedir. İncelenen korların alınmış olduğu noktaların koordinatları ile bunların boyları Çizelge 1'de verilmiştir. 45 cm'lik 1c korunda 22, 42 cm'lik 2c korunda 21, 45 cm'lik 3a korunda 22 ve 52 cm'lik 4b korunda ise 26 olmak üzere toplam 91 örnek incelenmiştir.

Örneklerin jeokimyasal analizleri, Mustafa Kemal Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan ICP-AES (Inductively coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, Varian-Liberty II model) ile ölçülmüştür. Cihazın hassasiyet aralığı (Detection limits): Zn (0,009 – 450), Co (0,05 - 2500), Cr (0,04 - 2000), Cu (0,02 - 1000), Fe (0,015 - 750), Mn (0,003 - 150), Ni (0,06 - 30000)'dır.

Çizelge 1. Çalışma bölgesinde alınan korların uzunluğu, koordinatları ve su derinliği.

Table 1. Length, depth and coordinates of the core samples collected from the study area.

Kor Adı	Enlem	Boylam	Su Derinliği (m)	Kor Uzunluğu (cm)
1 c	39°22.548'	26°38.552'	-1,5	45
2 c	39°23.427'	26°36.029'	-8	42
3 a	39°22.394'	26°36.929'	-2,7	45
4 b	39°22.220'	26°37.499'	-0,8	52

Kimyasal analizler için 50 °C de kurutulmuş öğütülmüş sediment örneklerinde 1b, 2a, 3b ve 4a korlarından derlenen 34 seviyede ağır metal (Cu, Co, Ni, Cr, Zn, Fe ve Mn) içeriklerini ölçebilmek için belirli metodlarla (Chester ve Hughes, 1967; Agemian ve Chau, 1976; UNEP/IAEA, 1986; Loring, 1987; Loring ve Rantala, 1988) çözündürülme işlemi gerçekleştirilmiş ve Shimadzu AA-6701-F atomik absorpsiyon spektrofotometresinde hava-asetilen alevinde analiz edilerek bunların jeokimyasal değerlendirmeleri yapılmıştır.

Radyoaktivite analizlerinde, toplam alfa ve toplam beta ölçümleri Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Ölçme ve Enstrümantasyon Bölümü, Radyoaktivite Ölçme ve Analiz Birimi laboratuvarında yapılmıştır. 1b, 2a, 3b ve 4a olarak 4 kordan toplam 34 sediment örneğinde yapılan ölçümlerde Berthol Lb 770 Low Level Counter cihazı kullanılmıştır. Ölçüm belirsizliği $\pm 2\sigma$ aralığındadır. Örneklerin aktivite konsantrasyonlarının hesabında, background düzeltilmesi, self absorpsiyon düzeltilmesi, sayım ve örneğin sayım için hazırlanması sırasında meydana gelen toplam belirsizliği hesaplanmıştır.

Buna göre toplam belirsizlik % 95 güvenilirlikle $\pm 2\sigma$ aralığındadır.

BULGULAR

Bentik Foraminifer Topluluğu

Çalışma alanında foraminifer topluluğu olarak 42 cins ve 78 tür saptanmıştır.(Çizelge 2-5). Bu cins ve türlerin belirlenmesinde: Cimerman ve Langer, 1991; Hatta ve Ujiie, 1992; Hottinger vd., 1993; Sgarrella ve Moncharmont-Zei, 1993; Loeblich ve Tappan, 1994; Avşar, 1997 ve 2002; Avşar ve Meriç, 2001; Avşar ve Ergin, 2001; Avşar vd., 2001; Meriç ve Avşar, 2001; Meriç vd., 1995; 2002 a ve b; 2003 a, b ve c, 2004 a ve b; 2005; Kaminski vd., 2002 gibi kaynaklardan yararlanılmıştır. Bölgede gözlenmiş olan foraminifer topluluğu Ege Denizi'nde çalışılan diğer alanlara nazaran zengin değildir. Örneğin Çeşme-Ilıca Koyu (İzmir) (Avşar ve Meriç, 2001), Gökçeada çevresi (Meriç ve Avşar, 2001), Gökçeada-Bozcaada-Çanakkale arası bölge (Avşar, 2002), Midilli Adası çevresi (Meriç vd., 2002 a), Bozcaada çevresi (Meriç vd., 2002 b), Edremit Körfezi (Meriç vd., 2003 b), Dikili Körfezi (Meriç vd., 2003 c), Ege Denizi kıyıları

(Meriç vd., 2004 a), Saros Körfezi (Meriç vd., 2004 b). Sistematik düzenlemede (Loeblich ve Tappan, 1988) dikkate alınmış olup, *Rhabdammina abyssorum* Sars, *Íridia diaphana* Heron-Allen ve Earland, *Eggerelloides scabrus* (Williamson), *Textularia bocki* Höglund, *Vertebralina striata* d'Orbigny, *Nubecularia lucifuga* DeFrance, *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen ve Earland), *A. duthiersi* Schlumberger, *A. mediterraneanensis* (Le Calvez J. ve Y.), *A. partschi* (d'Orbigny), *A. pulchella* d'Orbigny, *Spiroloculina angulosa* Terquem, *S. antillarum* d'Orbigny, *S. depressa* d'Orbigny, *S. excavata* d'Orbigny, *S. krumbachi* Wiesner, *S. ornata* d'Orbigny, *Siphonaperta agglutinans* (d'Orbigny), *S. aspera* (d'Orbigny), *Cycloforina contorta* (d'Orbigny), *C. villafranca* (Le Calvez J. ve Y.), *Lachlanella undulata* (d'Orbigny), *L. variolata* (d'Orbigny), *Massilina secans* (d'Orbigny), *Quinqueloculina berthelotiana* d'Orbigny, *Q. bidentata* d'Orbigny, *Q. disparilis* d'Orbigny, *Q. jugosa* Cushman, *Q. laevigata* d'Orbigny, *Q. lamarkiana* d'Orbigny, *Q. seminula* (Linné), *Miliolinella dilatata* (d'Orbigny), *M. labiosa* (d'Orbigny), *M. semicostata* (Wiesner), *M. subrotunda* (Montagu), *M. webbiana* (d'Orbigny), *Pseudotriloculina laevigata* (d'Orbigny), *P. oblonga* (Montagu), *P. rotunda* (d'Orbigny), *P. sidebottomi* (Martinotti), *Pyrgo anomala*

(Schlumberger), *Triloculina marioni* Schlumberger, *T. plicata* Turquem, *T. schreiberiana* d'Orbigny, *Wellmanellinella striata* (Sidebottom), *Sigmoilinita costata* (Schlumberger), *Parrina bradyi* (Millet), *Coscinospira hemprichii* Ehrenberg, *Laevipeneroplis karreri* (Wiesner), *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel ve Moll), *Sorites orbiculus* Ehrenberg, *Polymorphina* sp. 1, 2 ve 3, *Neoepionides bradyi* (Le Calvez), *Neoconorbina terquemi* (Rzehak), *Rosalina bradyi* Cushman, *R. globularis* d'Orbigny, *Conorbella imperatoria* (d'Orbigny), *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob), *Planorbulina mediterraneanensis* d'Orbigny, *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny), *Acervulina inhaerens* Schultze, *Sphaerogypsina globula* (Reuss), *Asterigerinata mamilla* (Williamson), *Amphistegina lobifera* Larsen, *Nonion depressulum* (Walker ve Jacob), *Ammonia compacta* Hofker, *A. parkinsoniana* (d'Orbigny), *A. tepida* Cushman, *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle, *Criboelphidium poeyanum* (d'Orbigny), *Porosonion subgranosum* (Egger), *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny), *E. advenum* (Cushman), *E. complanatum* (d'Orbigny), *E. crispum* (Linné), *E. depressulum* Cushman, *E. macellum* (Fichtel ve Moll) ve *Elphidium* sp. gibi cins ve türler belirlenmiştir.

Çizelge 2. 1c korundaki bentik foraminifer cins ve türlerinin dağılımı.
Table 2. Distribution of benthic foraminifer genera and species in core sample 1c.

AYVALIK 1c KORU ve ÖRNEK DERİNLİĞİ (cm) -1,50 m	FORAMINIFERA																										
	0-2	* * *																									
2-4	* * *																										
4-6	* * *																										
6-8	* * *																										
8-10	* * *																										
10-12	* * *																										
12-14	* * *																										
14-16	* * *																										
16-18	* * *																										
18-20	* * *																										
20-22	* * *																										
22-24	* * *																										
24-26	* * *																										
26-28	* * *																										
28-30	* * *																										
30-32	* * *																										
32-34	* * *																										
34-36	* * *																										
36-38	* * *																										
38-40	* * *																										
40-42	* * *																										
42-45	* * *																										

Çizelge 3. 2c korundaki bentik foraminifer cins ve türlerinin dağılımı.
Table 3. Distribution of benthic foraminifer genera and species in core sample 2c.

AYVALIK 2c KOR ve ÖRNEK DERİNLİĞİ (cm) -8,00 m	FORAMINIFERA																			
	0-2																			
2-4																				
4-6																				
6-8																				
8-10																				
10-12																				
12-14																				
14-16																				
16-18																				
18-20																				
20-22																				
22-24																				
24-26																				
26-28																				
28-30																				
30-32																				
32-34																				
34-36																				
36-38																				
38-40																				
40-42																				
	<i>Phadousmina abyssorum</i>																			
	<i>Trifarina angulosa</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Eggerelloides scabra</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Trifarina bocki</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Verevkinella sturata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Milammina fusca</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Adelina charentis</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Adelina dalmati</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Adelina mediterranea</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Adelina parvula</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Sporodina angulosa</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Sporodina depressa</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Sporodina krambachii</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Sporodina ornata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Sphaerulina agglutinosa</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Sphaerulina aspera</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Cyprina convexa</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Cyprina villosa</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Lacuna umbilicata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Lacuna variolata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Mastammina sacca</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Zingstina bidentata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Zingstina depressa</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Zingstina jugosa</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Zingstina kammerkoma</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Zingstina sarmatica</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Milammina diluviana</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Milammina labiosa</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Milammina senecioidea</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Milammina subrotunda</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Milammina webbia</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Pseudotrochammina laevigata</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Pseudotrochammina oblonga</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Pseudotrochammina rotunda</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	<i>Pseudotrochammina subrotunda</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Çizelge 3. Devam
Table 3. continued

AYVALIK 2c KOR ve ÖRNEK DERİNLİĞİ (cm) -8,00 m	FORAMINIFERA																			
	0-2																			
2-4																				
4-6																				
6-8																				
8-10																				
10-12																				
12-14																				
14-16																				
16-18																				
18-20																				
20-22																				
22-24																				
24-26																				
26-28																				
28-30																				
30-32																				
32-34																				
34-36																				
36-38																				
38-40																				
40-42																				

Çizelge 4. 3a korundaki bentik foraminifer cins ve türlerinin dağılımı.
Table 4. Distribution of benthic foraminifer genera and species in core sample 3a.

AYVALIK 3a KOR ve ÖRNEK DERİNLİĞİ (cm) - 2,70 m	FORAMINIFERA																			
	0-2																			
2-4	*	*																		
4-6	*	*																		
6-8	*	*	*	*																
8-10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10-12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12-14	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14-16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
16-18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
18-20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
20-22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
22-24	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
24-26	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26-28	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
28-30	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30-32	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
32-34	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
34-36	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
36-38	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
38-40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
40-42	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
42-45	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Çizelge 4. Devam
Table 4. continued

AYVALIK 3m KÖR ve ÖRNEK DERİNLİĞİ (cm) - 2, 70 m	FORAMINIFERA																			
	0-2																			
2-4																				
4-6																				
6-8																				
8-10																				
10-12																				
12-14																				
14-16																				
16-18																				
18-20																				
20-22																				
22-24																				
24-26																				
26-28																				
28-30																				
30-32																				
32-34																				
34-36																				
36-38																				
38-40																				
40-42																				
42-45																				

Çizelge 5. 4b korundaki bentik foraminifer cins ve türlerinin dağılımı.
Table 5. Distribution of benthic foraminifer genera and species in core sample 4b.

AYVALIK 4b KOR ve ÖRNEK DERİNLİĞİ (cm) -0.80 m	FORAMINIFERA																																																				
	0-2	*	*																																																		
2-4	*	*	*	*																																																	
4-6	*	*	*	*																																																	
6-8	*	*	*	*																																																	
8-10	*	*	*	*																																																	
10-12	*	*	*	*																																																	
12-14	*	*	*	*																																																	
14-16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
16-18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
18-20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
20-22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
22-24	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
24-26	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26-28	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
28-30	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30-32	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
32-34	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
34-36	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
36-38	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
38-40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
40-42	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
42-44	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
44-46	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
46-48	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
48-50	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
50-52	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Anormal Bentik Foraminifer Topluluğu

Saptanan bentik foraminifer topluluğu arasında 1c, 2c ve 3a korlarında morfolojik bozukluk gösteren *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob), *Ammonia compacta* Hofker, *A. parkinsoniana* (d'Orbigny), *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle, *Elphidium complanatum* (d'Orbigny) ve *E. crispum* (Linné); 4b korunda

ise *Peneroplis pertusus* (Forskal) ile *P. planatus* (Fichtel ve Moll) bireyleri baskın olarak gözlenmiştir (Çizelge 6-9) (Şekil 2-5). Bunun dışında az sayıda da olsa benzer özellikleri sunan *Spiroloculina angulata* d'Orbigny, *Cibicides variabilis* (d'Orbigny) fertlerine de rastlanılmıştır.

Çizelge 6. 1c korunda gözlenen anormal kavkiya sahip bentik foraminiferler.

Table 6. Benthic foraminifer species with abnormal tests observed in core sample 1c.

Kor 1c	<i>P.pertusus</i>	<i>P.planatus</i>	<i>L.lobatula</i>	<i>A.compacta</i>	<i>A.parkinsoniana</i>	<i>C.bradyi</i>	<i>E.complanatum</i>	<i>E.crispum</i>	Toplam sayı
0-2	2	-	-	3	2	-	-	1	8
2-4	2	-	-	4	2	-	-	2	10
4-6	1	-	-	7	3	-	4	7	22
6-8	1	1	-	1	-	-	-	-	3
8-10	2	5	1	4	3	-	2	3	20
10-12	1	2	-	4	-	1	2	1	11
12-14	1	2	1	5	2	-	1	3	15
14-16	1	1	2	6	-	-	-	1	11
16-18	-	-	-	4	6	-	-	4	14
18-20	1	-	-	2	-	1	1	1	6
20-22	-	-	-	2	-	-	-	-	2
22-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24-26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26-28	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28-30	-	-	-	3	-	-	-	1	4
30-32	-	-	1	-	-	-	1	-	2
32-34	-	-	6	4	-	-	1	4	15
34-36	-	-	3	2	1	2	1	2	11
36-38	-	3	4	2	1	-	4	2	16
38-40	1	1	1	2	-	-	5	1	11
40-42	-	-	-	5	1	2	-	1	9
42-45	-	2	1	14	2	1	1	2	23

Çizelge 7. 2c korunda gözlenen anormal kavkiya sahip bentik foraminiferler.

Table 7. Benthic foraminifer species with abnormal tests observed in core sample 2c.

Kor 2c	<i>P.pertusus</i>	<i>P.planatus</i>	<i>L.lobatula</i>	<i>C.variabilis</i>	<i>A.compacta</i>	<i>A.parkinsoniana</i>	<i>C.bradyi</i>	<i>E.complanatum</i>	<i>E.crispum</i>	Toplam sayı
0-2	1	3	16	2	3	1	-	2	7	35
2-4	-	5	14	1	12	-	-	1	4	37
4-6	-	3	4	-	1	-	-	2	4	14
6-8	1	3	5	1	-	-	-	3	4	17
8-10	-	4	10	3	1	-	-	4	10	32
10-12	1	2	10	-	4	1	-	3	11	32
12-14	-	2	8	-	6	-	-	3	11	30
14-16	-	-	14	-	2	-	-	6	6	28
16-18	1	-	9	1	3	-	-	4	2	20
18-20	-	-	5	1	4	-	-	3	4	17
20-22	1	1	15	-	2	-	-	1	10	30
22-24	-	-	18	-	1	-	-	6	6	31
24-26	-	2	13	-	-	-	-	2	1	18
26-28	-	2	11	1	-	-	-	4	4	22
28-30	-	-	6	1	1	1	-	5	4	18
30-32	-	1	16	1	2	-	-	1	4	25
32-34	-	-	11	-	1	-	-	-	2	14
34-36	-	1	11	-	1	-	-	4	6	23
36-38	-	-	3	2	1	-	-	2	1	9
38-40	-	1	15	-	1	-	-	5	4	26
40-42	-	1	4	-	1	1	-	4	4	15

Çizelge 8. 3a korunda gözlenen anormal kavkiya sahip bentik foraminiferler.

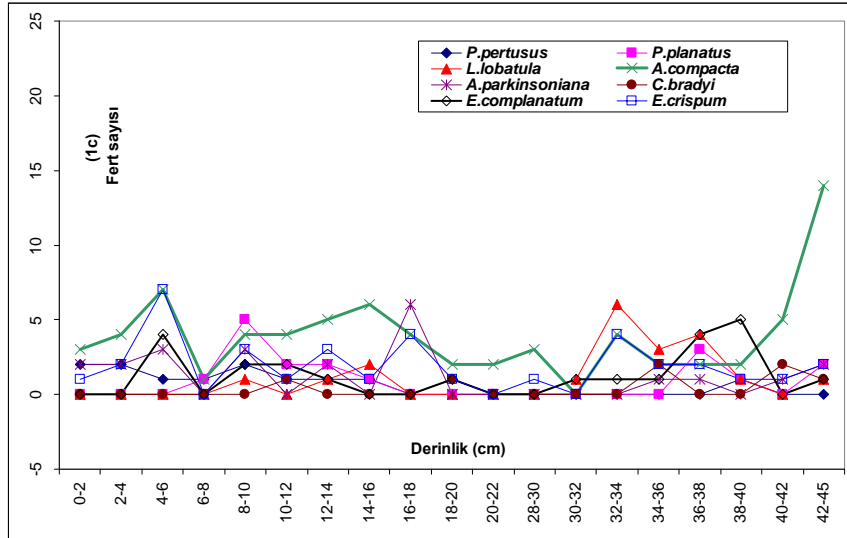
Table 8. Benthic foraminifer species with abnormal tests observed in core sample 3a.

Kor 3a	<i>P.pertusus</i>	<i>P.planatus</i>	<i>L.lobatula</i>	<i>C.variabilis</i>	<i>A.compacta</i>	<i>A.parkinsoniana</i>	<i>C.bradyi</i>	<i>E.complanatum</i>	<i>E.crispum</i>	Toplam sayı
0-2	9	14	-	3	5	-	1	2	12	46
2-4	7	11	5	-	4	3	1	3	4	38
4-6	1	6	2	-	2	-	-	5	2	18
6-8	-	-	4	1	-	-	1	5	5	16
8-10	-	-	3	-	3	-	2	9	3	20
10-12	-	2	7	3	5	-	2	5	14	38
12-14	-	2	1	1	7	1	3	9	11	35
14-16	-	-	-	-	7	-	2	9	17	35
16-18	-	1	2	1	13	1	2	6	15	41
18-20	-	-	1	1	10	1	2	6	20	41
20-22	-	-	2	-	5	-	1	7	9	24
22-24	-	-	3	-	3	-	1	10	15	32
24-26	-	1	2	-	11	-	8	8	14	44
26-28	1	-	-	-	3	-	4	8	6	22
28-30	-	-	-	-	2	-	4	4	8	18
30-32	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
32-34	-	-	5	-	12	-	4	5	11	37
34-36	-	-	4	-	12	1	3	11	16	47
36-38	-	-	2	2	4	-	3	5	6	22
38-40	-	-	-	-	-	-	2	1	-	3
40-42	-	-	1	-	-	-	5	-	2	8
42-45	-	-	1	-	4	-	1	3	5	14

Çizelge 9. 4b korunda gözlenen anormal kavkıya sahip bentik foraminiferler.

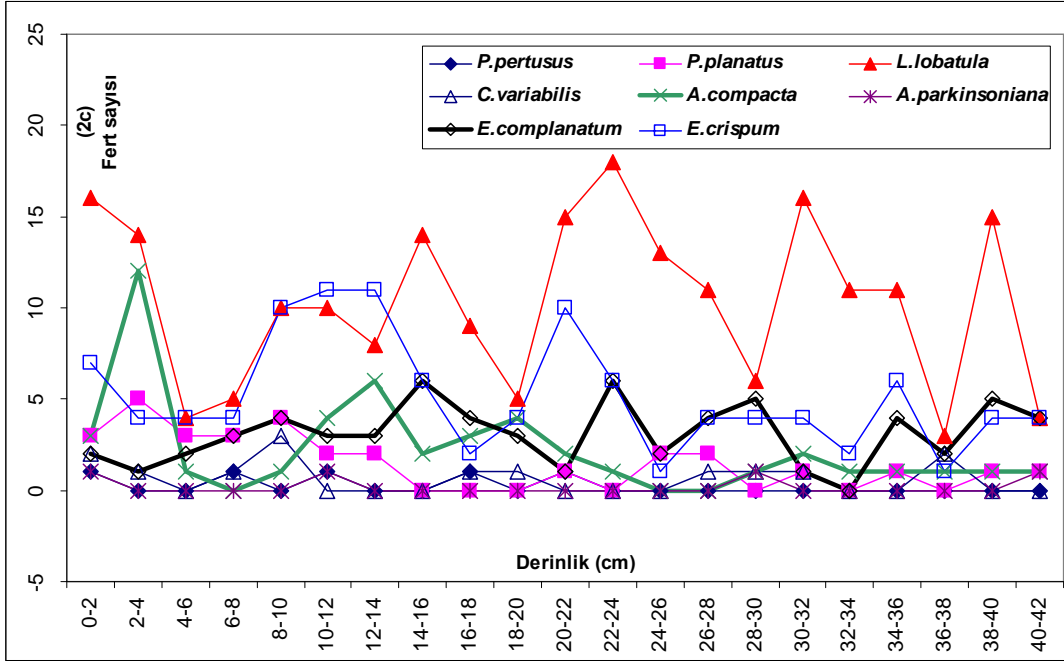
Table 9. Benthic foraminifer species with abnormal tests observed in core sample 4b.

Kor 4b	<i>P.pertusus</i>	<i>P.planatus</i>	Toplam sayı
0-2	9	2	11
2-4	20	1	21
4-6	15	2	17
6-8	16	5	21
8-10	17	10	27
10-12	15	7	22
12-14	22	6	28
14-16	21	6	27
16-18	28	-	28
18-20	15	6	21
20-22	35	6	41
22-24	17	3	20
24-26	38	8	46
26-28	29	3	32
28-30	12	6	18
30-32	25	3	28
32-34	21	3	24
34-36	28	2	30
36-38	16	4	20
38-40	8	3	11
40-42	20	3	23
42-44	19	6	25
44-46	19	4	23
46-48	21	3	24
48-50	24	5	29
50-52	18	2	20

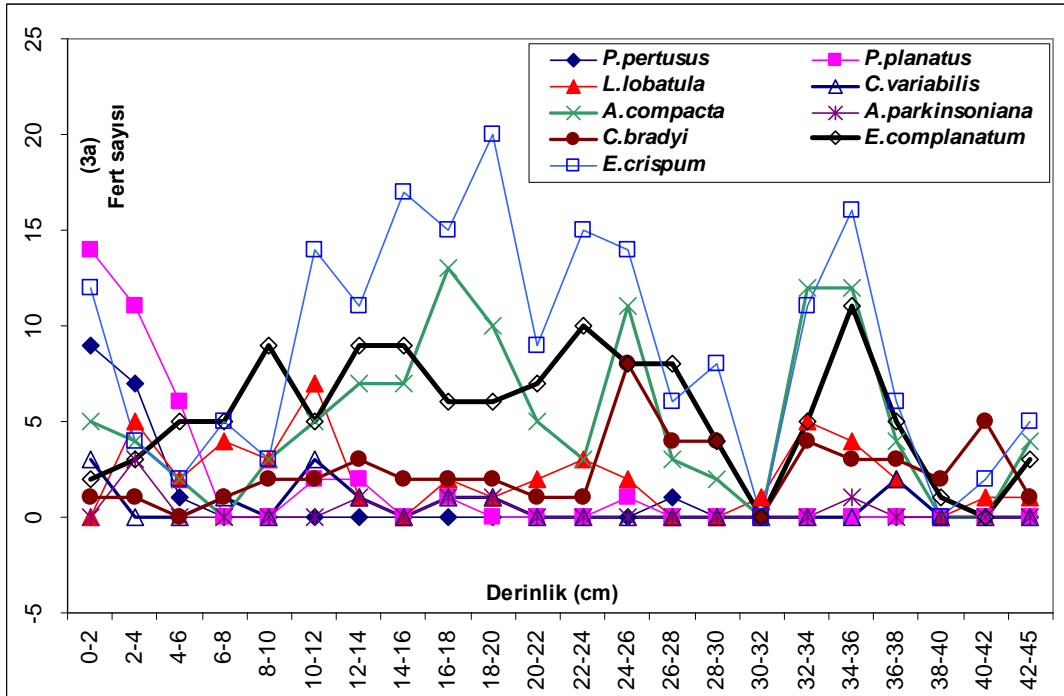


Şekil 2. 1c korunda gözlenen anormal kavkılı foraminiferlerin derinliğe göre dağılımı.

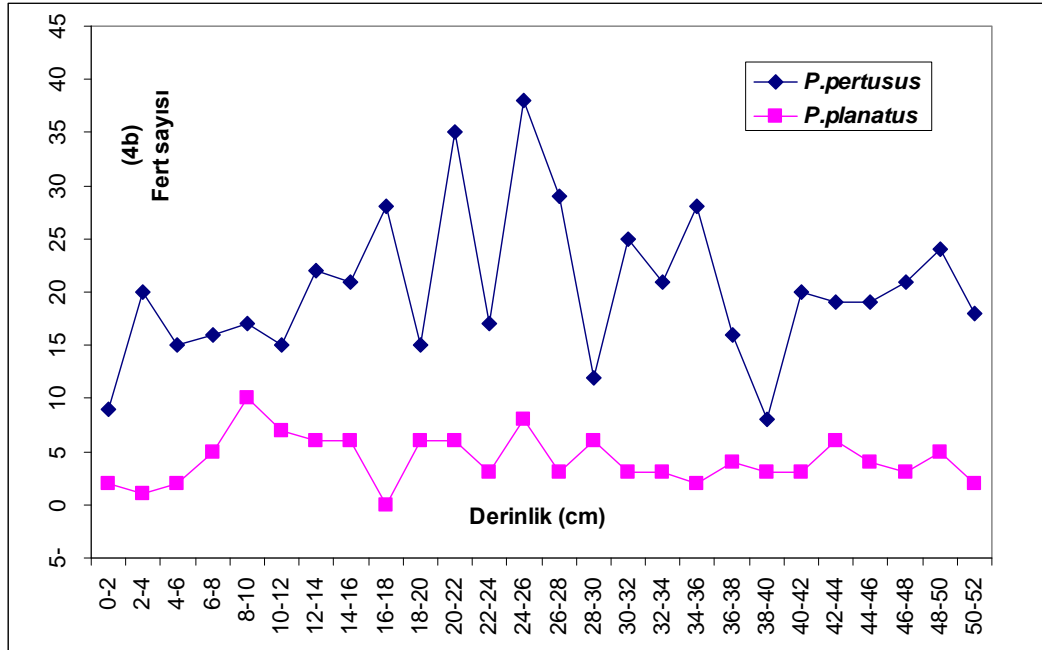
Figure 2. Distribution of abnormal foraminifers observed in core 1c according to depth.



Şekil 3. 2c korunda gözlenen anormal kavkılı foraminiferlerin derinliğe göre dağılımı.
Figure 3. Distribution of abnormal foraminifers observed in core 2c according to depth.



Şekil 4. 3a korunda gözlenen anormal kavkılı foraminiferlerin derinliğe göre dağılımı.
Figure 4. Distribution of abnormal foraminifers observed in core 3a according to depth.



Şekil 5. 4b korunda gözlenen anormal kavkılı foraminiferlerin derinliğe göre dağılımı.

Figure 5. Distribution of abnormal foraminifers observed in core 4b according to depth.

Görülen morfolojik bozukluk kapsamında, kavkılardaki loca gelişimi ve bu nedenle oluşmuş şekil bozuklukları dikkati çekmektedir. Bunun dışında 2 ağızlı bireyler (Levha 1 şekil 1-3, 5, 6), ağızın bulunduğu son locadaki morfolojik bozukluk ile ağızın konumu (Levha 1 şekil 4 ve 7), ağızların farklı yerlerde oluşması (Levha 1 şekil 8, Levha 3 şekil 2, 3 a ve b), kendine has ağız özelliği dışında farklı cins ve türe ait 2. ağız yapısına sahip bireylerin bulunmuş olması (Levha 1 şekil 10 a, b, c; Levha 3 şekil 4 a, b, c), loca gelişimi sırasında genişlik ve yükseklik açısından ani değişimlerin ortaya çıkması (Levha 1 şekil 9, 11-21; Levha 2 şekil 1-22; Levha 3 şekil 1, 5-14; Levha 4 şekil 1-3; Levha 5 şekil 14, 18-22; Levha 6 şekil 1-21, Levha 7 şekil 2-20, 22-25), kavkılardaki normal dışı gelişme (Levha 5 şekil 12, 15-17), son localardaki ani gelişmeler (Levha 4 şekil 4-22, Levha 5 şekil 1-11, 13), kavki çevre hattında meydana gelmiş ani bozukluklar (Levha 7 şekil

1, 9 ve 21) ile kavkılardaki renklenme (Levha 8 şekil 1-4) gibi özellikler çalışılan bölge için dikkat çekici bulgulardır.

Sedimentlerin Jeokimyasal Özelliği

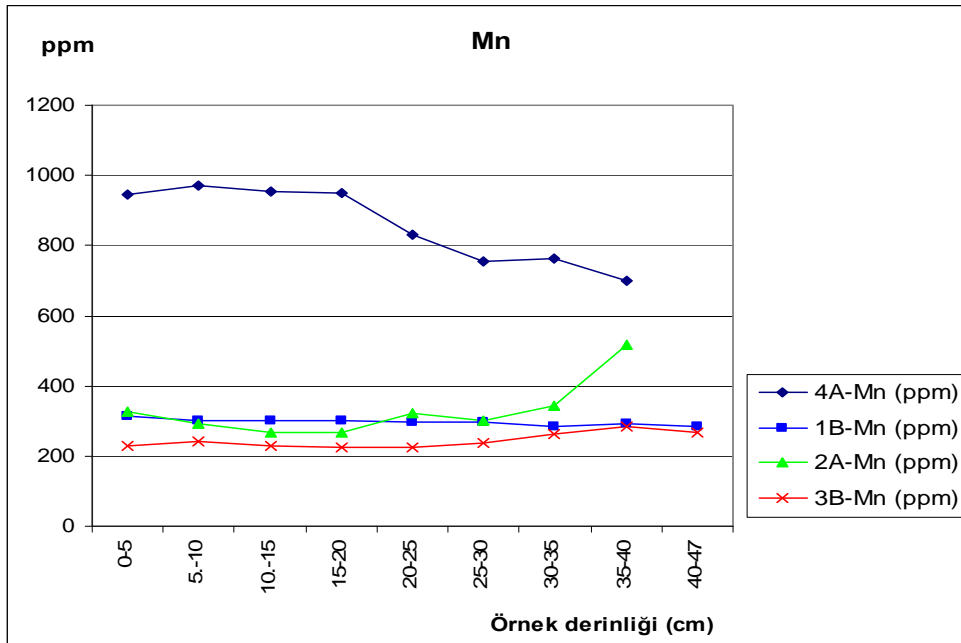
Ayvalık Alibey ve Maden adaları çevresinden alınan 1b, 2a, 3b ve 4a korlarına ait toplam 34 düzeyde ağır metal analizi (Cu, Co, Ni, Cr, Zn, Fe ve Mn) yapılmıştır. Ortalama 45 cm uzunluğa sahip korlar 5 cm aralıklara bölünerek çalışılmıştır.

Çalışma alanında alınan korların ağır metal içerikleri karşılaştırıldığında, 2a korunda Cr ön plana çıkmakta, 3b korunda Zn ve Cu noktasal pikler vermekle birlikte, yine de diğerlerine göre daha yüksek ve 4a korunda ise Mn, Fe ve Co in yüksekliği dikkat çekmektedir (Şekil 6-12). Kor 4a Fe ve Mn bakımından diğerlerinden daha fazla konsantrasyona sahiptir. Diğer korlarda ortalama %1.5 olan Fe, 4a da %

2.3 ile bu alanın farklı bir birikimin etkisinde kaldığını göstermektedir. Çökellerin yüksek oranda kavrık içerdikleri de dikkate alındığında Fe birikiminin çamur tane boyu fazlalığından kaynaklandığı da söylenemez. Yine, Mn ortalaması 4a da 900 ppm iken diğer üçünde 280 ppm civarındadır. Birbirine yakın olan korlardaki bu önemli farklılık noktasal faktörlerden kaynaklanabilir. Co 4a da diğerlerine göre daha yüksek değerde olmasına rağmen fark Mn ve Fe kadar değildir (6 ppm-17 ppm). Ni ve Cu en düşük olarak 4a da belirlenmiş olup, diğerlerinde birbirleriyle benzer dağılımlar göstermektedir. Zn her korda değişken dağılım sergilemesine rağmen 3b de daha yüksektir. Cr, 2a da diğerlerine nazaran biraz daha fazla ve 3b de daha düşük görünmesine karşın, tüm korlarda düzenli dağılım sergilemektedir. Bu korlarda en dikkat

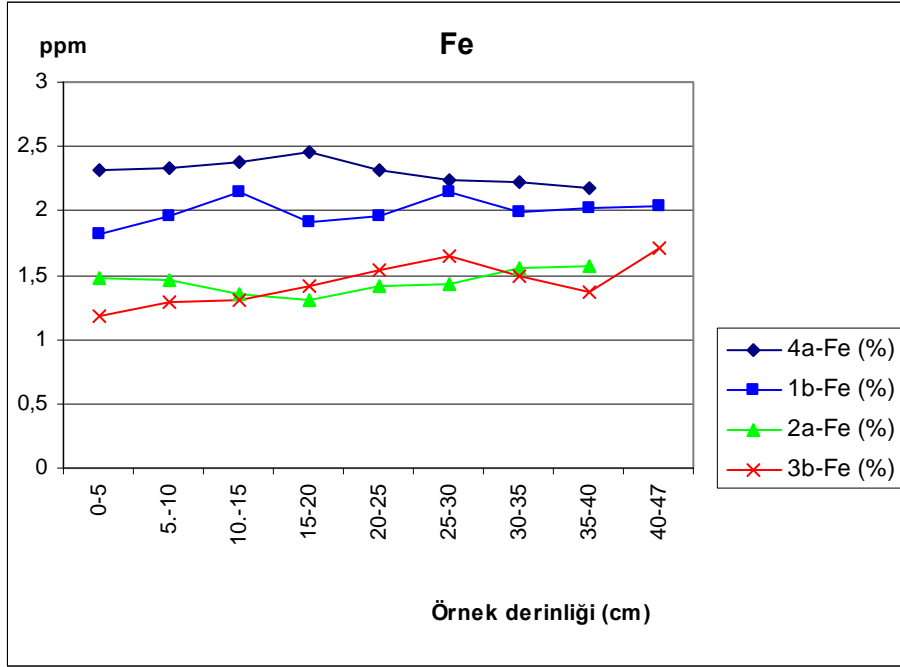
çekici özellik 4a daki Fe ve Mn artışıdır. Kendi içinde değerlendirilen bu korların metal sonuçları, denizel çökel kapsamında düşük özellikte olup, yalnız Mn dışındaki değerlerin daha az olduğu kabul edilebilir. Ancak, seyreltici etkenlerin fazlalığı dikkate alındığında (özellikle kavrık miktarının fazlalığı sözkonusu) çalışma alanındaki genç çökeller oldukça belirgin metal konsantrasyonlarına sahiptir.

Çalışma alanında korların farklı düzeylerindeki ağır metal artışları Fe dışında Zn ve Mn değerleri Krauskopf (1985)'e göre yüksek kabul edilebilir. Zn bütün korların bazı düzeylerinde yüksek (90.3-338.5 ppm) değerde ölçülmüştür. Ayrıca 4a'nın bazı düzeylerindeki Co değeri (16.5 ppm), Krauskopf (1985)'in şeyl değerlerine yakındır.



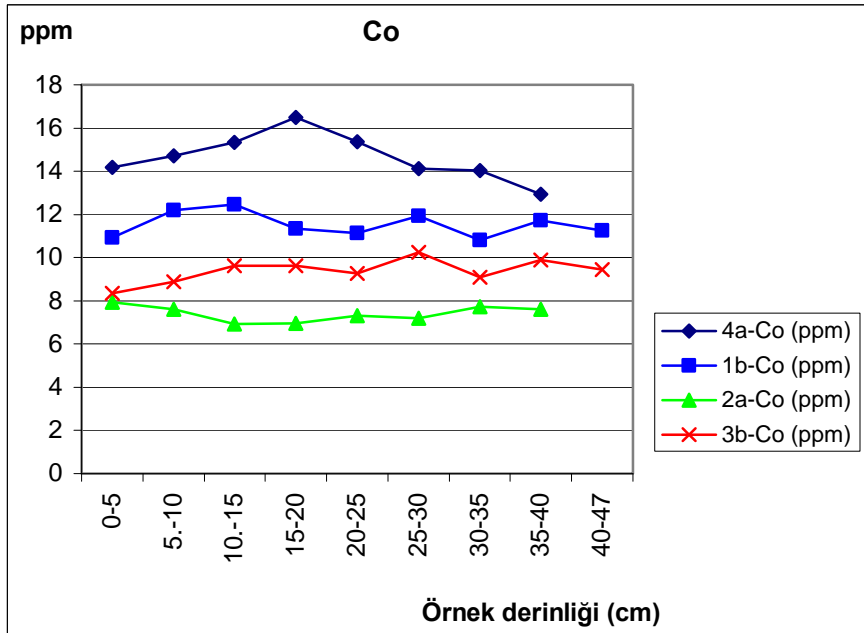
Şekil 6. Korlarda Mn değerinin değerlendirilmesi.

Figure 6. Evaluation of Mn value in cores.



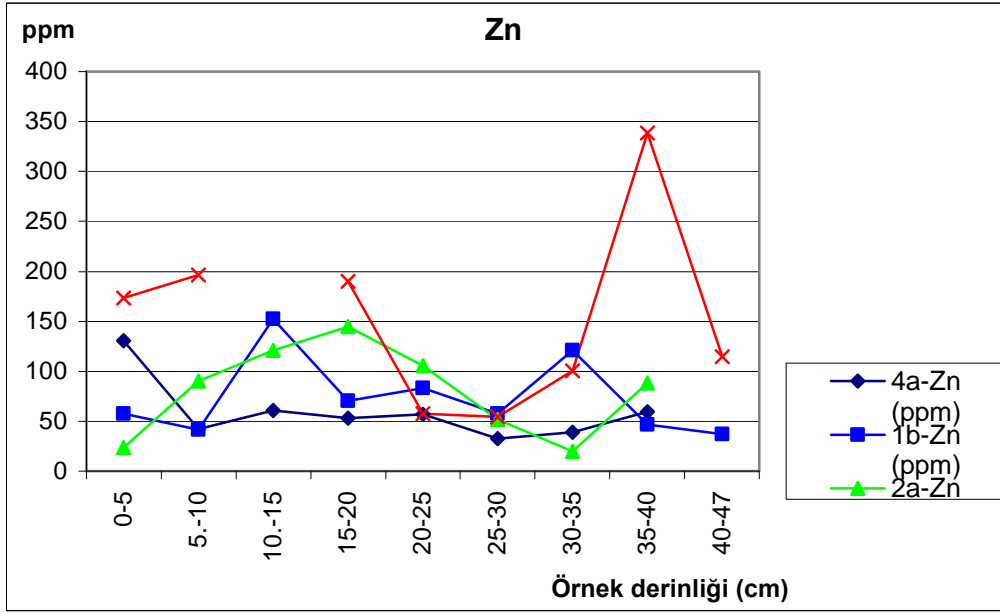
Şekil 7. Korlarda Fe değerinin değerlendirilmesi.

Figure 7. Evaluation of Fe value in cores.



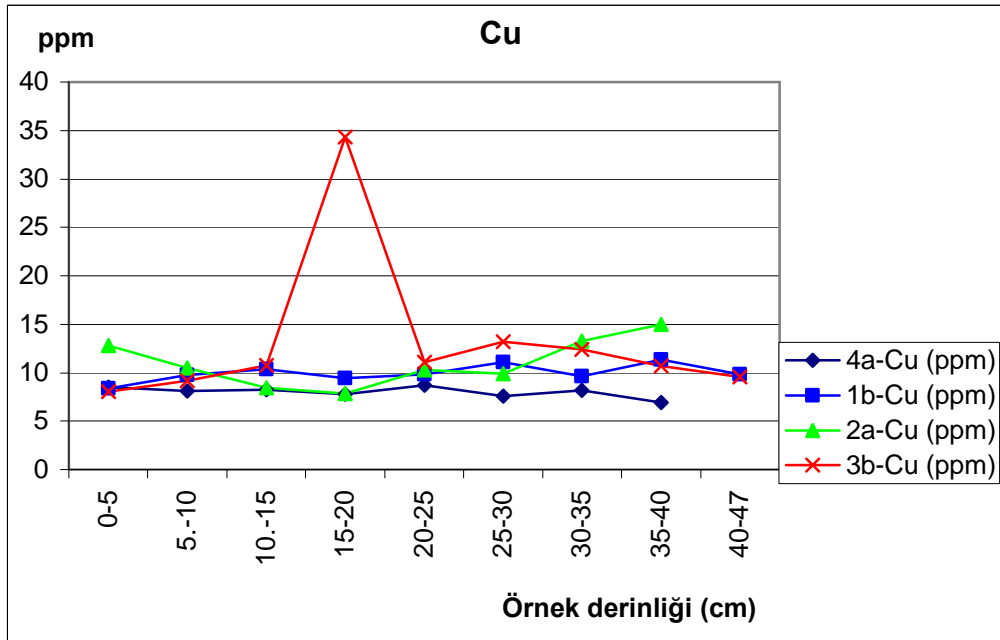
Şekil 8. Korlarda Co değerinin değerlendirilmesi.

Figure 8. Evaluation of Co value in cores.



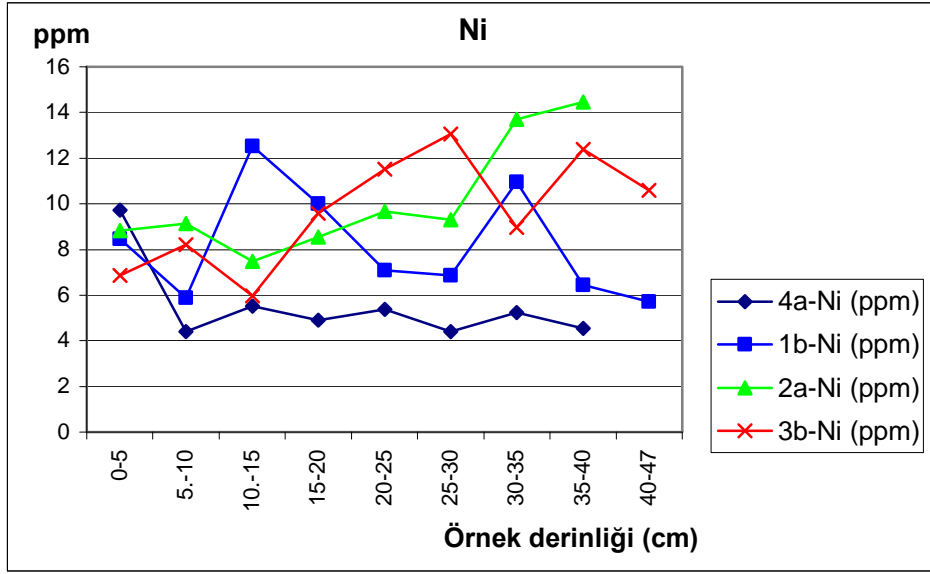
Şekil 9. Korlarda Zn değerinin değerlendirilmesi .

Figure 9. Evaluation of Zn value in cores.



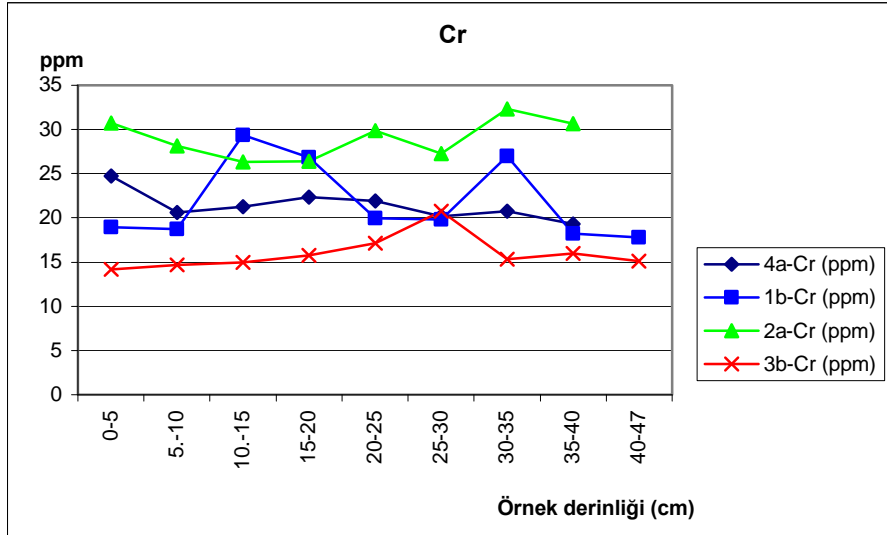
Şekil 10. Korlarda Cu değerinin değerlendirilmesi .

Figure 10. Evaluation of Cu value in cores.



Şekil 11. Korlarda Ni değerinin değerlendirilmesi

Figure 11. Evaluation of Ni value in cores.



Şekil 12. Korlarda Cr değerinin değerlendirilmesi

Figure 12. Evaluation of Cr value in cores.

Sedimentlerin Radyoaktivite Özelliği

Çalışılan 1b, 2a, 3b, 4a korlarından derlenen 34 adet sediment örneği üzerinde radyoaktivite

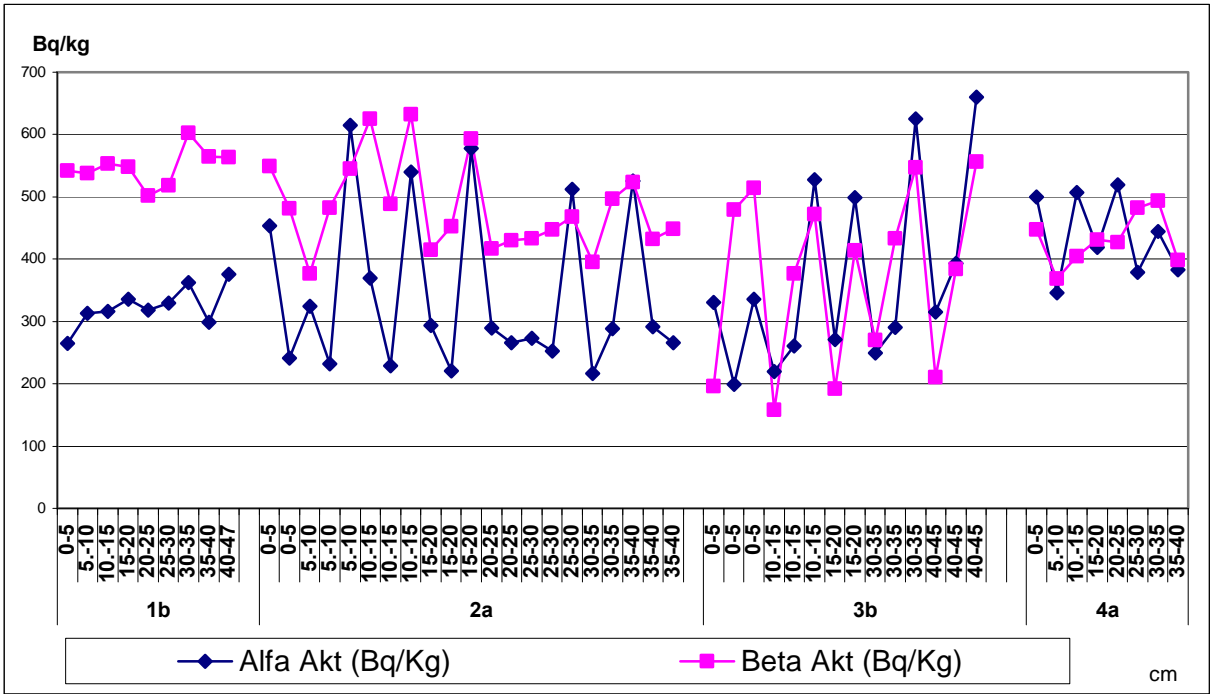
seviyesine ilişkin inceleme yapılmıştır. Elde edilen sayım sonuçları Çizelge 10'da verilmektedir.

Çizelge 10. Korlarda sedimentlerin toplam alfa ve toplam beta (Bq/kg) ölçüm değerleri.
Table 10. The measurement values total alpha and beta (Bq/kg) of sediments in cores.

Kor adı ve örnek derinliği (cm)	Alfa Akt (Bq/Kg)	Beta Akt (Bq/Kg)	
1b	0-5	265±12	542±34
	5.-10	313±14	538±34
	10.-15	316±14	553±35
	15-20	336±14	548±34
	20-25	318±15	502±31
	25-30	329±14	518±32
	30-35	362±16	603±38
	35-40	299±14	565±35
2a	40-47	376±17	563±35
	0-5	454±20	549±34
	0-5	241±10	481±30
	5.-10	324±14	377±24
	5.-10	232±10	482±30
	5.-10	615±27	545±34
	10.-15	369±16	625±39
	10.-15	229±10	489±31
	10.-15	540±23	632±40
	15-20	294±13	415±26
	15-20	221±10	453±28
	15-20	578±25	593±37
	20-25	289±13	417±26
	20-25	266±12	430±27
	25-30	273±12	433±27
	25-30	252±11	448±28
	25-30	512±22	468±29
30-35	217±10	395±25	
30-35	288±13	497±31	
35-40	526±23	523±33	
35-40	291±13	432±27	
35-40	266±12	449±28	
3b	0-5	331±14	196±12
	0-5	199±9	479±30
	0-5	336±15	514±32
	10.-15	220±10	158±10
	10.-15	261±11	377±24
	10.-15	528±23	472±30
	15-20	271±12	192±12
	15-20	499±22	414±26
	30-35	249±11	270±17
	30-35	290±13	433±27
	30-35	625±27	547±34
	40-45	315±14	210±13
40-45	393±17	384±24	
40-45	660±28	556±35	
4a	0-5	500±22	447±28
	5.-10	346±15	368±23
	10.-15	507±22	404±25
	15-20	419±18	431±27
	20-25	519±22	427±27
	25-30	379±16	482±30
	30-35	444±19	494±31
	35-40	383±17	398±25

Çizelge 10'da görülen toplam alfa ve toplam beta sayım sonuçları grafik olarak sırasıyla Şekil 13 de görülmektedir. Şekil 13 incelendiğinde hem toplam alfa ve hem de toplam beta sayımları için numune yerine göre farklılıklar olduğu anlaşılmaktadır. Kor 1b da alfa değerleri 265-376 Bq/kg, β değerleri 502-603 Bq/kg; Kor 2a da alfa değerleri 217-615 Bq/kg, β değerleri 377-632 Bq/kg; Kor 3b de alfa değerleri 199-660 Bq/kg, β değerleri 158-556 Bq/kg ve Kor 4a da alfa değerleri 346-519 Bq/kg, β değerleri 368-494 Bq/kg aralığında ölçülmüştür.

En düşük ve en yüksek toplam alfa değerleri Kor 3b de, en düşük toplam beta değerlerine Kor 3b de, en yüksek toplam beta değerleri de Kor 2a da ölçülmüştür. En yüksek toplam alfa değerleri Kor 1b da 30-35 cm, Kor 2a da 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 25-30 cm ve 35-40 cm seviyelerinde, Kor 3b de ise 30-45 cm, Kor 4a da ise 20-25 cm seviyelerinde; en yüksek toplam beta değerlerine ise Kor 1b de 35-40 cm, Kor 2a da 10-15cm, Kor 3b de 40-45 cm ve Kor 4a da ise 30-35 cm seviyelerinde rastlanılmıştır.



Şekil 13. Korlarda sedimentlerin toplam alfa ve toplam beta (Bq/kg) dağılımı.
Figure 13. Distribution of total alpha and beta (Bq/kg) in sediments in cores.

Foraminiferlerin incelenmiş olduğu 3a korunda 28-45 cm arasındaki genç çökellerde

oldukça bol denilebilecek özellikle jips kristallerinin gözleendiği dikkate alındığında, bu

korla birlikte alınmış olan 3b korundaki toplam alfa ve toplam beta değerlerinin en yüksek olduğu seviyeler 30-35 ile 40-45 cm arasındadır.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

İncelenen 4 korun hepsi bölgedeki maden yataklarının yakın çevresinde olup, herbiri farklı özelliklere sahiptir. Fakat, yakın zamanda terkedilmiş olan maden hakkında ayrıntılı bilgi bulunmamaktadır. İşletme sırasında çıkarılan ve denize atılan pasalar ile ilgili herhangi bir kayıt yoktur. Dolayısı ile denize ulaşan ağır metallerin kökeninin yalnızca yeraltı suları mı?, yoksa denize atılmış olan pasalar ile mi? çevre ekolojisinde etken olduğu bilinmemektedir. 1c ve gerekse 2c koru çökel istifinde çok sayıda çift kavkılı ostrakodlar ile *Posidonia*'ların gözlenmesi, bunları içeren genç çökellerin olduğu dönem süresinde yörenin bitkisel yaşam açısından zengin ve sakin bir ortam özelliği taşıdığını belirtmektedir. Keza, *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll), *Ammonia compacta* Hofker, *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle, *Elphidium crispum* (Linné) gibi iri kavkılı foraminifer bireylerinin bolluğu bu alanda CaCO₃ girdisinin de fazlalığını ortaya koymaktadır. Bu özelliklerin dışında 3a korunda deniz tabanından itibaren 28-45 cm arasındaki güncel sedimanlar oldukça bol denilebilecek jips kristalleri içermektedir (Levha 9, şekil 1-8). Keza, yaşam sırasında farklı gruplara ait kavkılarının etrafında gelişmiş jips kristallerinin varlığı ilginçtir. Yine, yakın bir dönemde deniz tabanında yaşamını sürdürmüş olan *Posidonia*'lar çevresinde de jips kristalleri oluşumu gibi aynı özellikler gözlenmiştir (Levha 9, şekil 9-14). Bölgede belirlenmiş olan bu durum, çalışılan alanda yakın geçmişte deniz içindeki termal kaynağın/kaynakların varlığını ortaya koymaktadır. Benzer özellikler Türkiye'de

Haliç'te (İstanbul) Holosen (Meriç vd., 2003a ve 2007; Önal, 2004) ve İzmit Körfezi'nde Orta-Geç Pleyistosen sedimanları içinde de gözlenmiştir (Meriç ve Suner, 1995; Suner ve Meriç 2001). Bunun dışında yakın bölge olarak Midilli Adası doğu kıyılarında çok sayıda termal kaynaklar bulunmaktadır. Çoğun tuzlu su özelliğini taşıyan bu kaplıcalarda su sıcaklığı 39.70 °C, 45.80 °C, 46.90 °C, 69.00 °C arasında değişmektedir (Meriç vd., 2002a). Yine Edremit Körfezi'nin doğusunda bulunan Akçay ve Ören'de deniz suyu ile bu alandaki deniz içi su kaynaklarının çok soğuk olması bölge için dikkat çekici bir özelliktir. Buna karşın Edremit-Akçay karayolu kuzeyindeki Güre Kaplıcaları'nda su sıcaklığı 59.00 °C'dir. Ayrıca değinilen yöredeki Bostancı (59.50 °C), Zeytinpınarı (20.00 °C) ve Küçük Çetmi (41.00 °C) gibi 3 kaplıca daha bulunmaktadır. Değinilen bölge ile ilgili olarak Ayvalık güneyinde kalan alanda Dikili-Çandarlı sahil yolu üzerinde Bademli ve Aliğa'daki Ilıcaburun kaplıcalarının varlığı (Meriç vd., 2003 b) çalışılan alan ve yakınlarında gerek günümüzde ve gerekse yakın geçmişte çok sayıda termal kaynağın/kaynakların bulunabileceğini düşündürür. Bu alanlar dışında Ilıca Körfezi (Çeşme-İzmir) (Meriç, 1986; Avşar ve Meriç, 2001), Gökçeada güney ve güneydoğusu (Meriç ve Avşar, 2001), Bozcaada doğu ve güneyinde (Meriç vd., 2002 b) olduğu gibi Milos Adası güneyinde 10.00 m derinlikteki bir sıcak su kaynağı çevresindeki çok farklı bir yaşamın farklılığı Thiermann vd. (1997) tarafından ortaya konulmuştur. Yine, Hellenik Volkanik Yayını üzerinde Methana Yarımadası'ndaki bir çok körfezde, Milos Adası, Sisam Adası ve Yali Adası açıklarında önemli genç hidrotermal kaynakların varlığı Varnavas vd. (1999) tarafından belirtilmiştir.

Bölge için en önemli özellik, Ayvalık 3a korunda gözlenen jips kristallerinin tümü ile şeffaf olmasıdır. Haliç jipsleri benzer özelliği taşırsa da (Meriç vd., 2003 a), İzmit Körfezi'ndekiler mattır (Meriç ve Suner, 1995; Suner ve Meriç 2001). Yine, bu korda da iri kavkılı bentik foraminiferlerin bolluğu Alibey Adası KB'sı ile Maden Adası arası alanda CaCO₃ girdisinin fazla olduğunu düşündürür. Korların alınmış olduğu noktaların çevresindeki fayların varlığı (Şekil 1), ileri sürülen varsayımı destekleyici niteliktedir.

İncelenen son kor olan 4b diğerlerine göre farklı bir topluluk sunmaktadır. *Coscinospira hemprichii*, *Peneroplis pertusus* ve *P. planatus*'un baskın olduğu bu toplulukta tüm foraminifer bireyleri kıvılcık kahve, turuncu, sarı ve kısmen koyu gri renklidir. Anormal derecede morfolojik bozukluk sunan bu bireylerin yakın çevrede bulunan maden yataklarından kırık hatları boyunca denize ulaşan ağır metallerin etkisi ile renklilik (Levha 8, şekil 1-4) ve şekil bozukluğu gibi özellikleri kazanmış olduğu düşünülür (Yalçın vd., 2004). Özellikle kıvılcık kahve renkli ince kumdan oluşan genç çökeller pelesipod, gastropod ve ostrakod topluluğu açısından diğerlerine nazaran çok az sayıda cins ve türleri içermektedir. Bu kor için ilginç olan bir başka özellik, diğer 3 korda rastlanılan *Posidonia*'ların bu alanda hiç gözlenmemiş olmasıdır. Bu korda, bulunmuş olan yüksek Fe ve Mn değerlerinin yanısıra kavkı anomalisine sahip bireyler ile peneroplid'lerin bolluğuna karşın diğer foraminifer cins ve türleri, ostrakod, mollusk ve *Posidonia*'ların azalması dikkat çekici bir durum oluşturmaktadır. Sonuç olarak, bu korun alındığı alanda Fe ve Mn değerlerindeki yükseklik kavkı morfolojisindeki anomaliler ve renklenme dışında peneroplid'lerin

çoğalması ve diğer grupların azalması yönünde etken rol oynamıştır.

1c, 2c ve 3a korlarında baskın türlerin *Lobatula lobatula*, *Ammonia compacta*, *A. parkinsoniana*, *Challengerella bradyi*, *Elphidium complanatum* ve *E. crispum* olmasına karşın, 4b korunda baskın cins ve türler *Peneroplis pertusus* ile *P. planatus*'dur. Bu cins ve türlere ait bireylerde gözlenen anormal morfolojik bozukluklar 1c, 2c ve 3a korlarında farklı cins ve türlerde gözlenen durum nedeni ile eşdeğer değildir (Çizelge 6-9). Fakat, bu 3 kordaki anormal denilebilecek morfolojik bozukluklar çok sayıda bireyde gözlenmektedir. Sonuç olarak foraminifer kavkılarında gözlenen anormalliklerin şekil ve sayısal değerinin biyoindikatör olarak çevresel etkilerin değerlendirilmesinde kullanılması burada tartışılmıştır. İncelenen alan bu tür bir çalışma için çok uygundur. Çünkü, çalışılan bölge diğer alanların aksine insan kaynaklı kirliliğin yoğun gözlenmediği bir bölgedir.

Bölgedeki deniz içi tatlı su kaynaklarının varlığı, mevsimlere bağlı olarak bunların debilerindeki artış veya azalış nedeniyle çıktıkları alanlarda oluşturacakları ani tuzluluk değişimleri ve kıyıya yakın alanlardaki zeytincilik'te kullanılan zirai ilaçların yeraltı suları ile denize ulaşması'da dikkate alınırsa bu gibi olayların morfolojik değişimlerde etken olabileceği düşünülür. Keza yakın çevrede zeytinyağı ve sabun üretimi dışında aşırı bir sanayi söz konusu değildir.

Sonuç olarak 1c, 2c, 3a ve 4b gibi 4 kordan derlenmiş olan farklı bentik foraminifer cins ve türlerinde gözlenmiş morfolojik bozukluklar ile kavkılarının renkli görünüm

kazanmış olmasının nedeni olarak Alibey Adası ve Maden Adası'ndaki maden yatakları ile farklı nokta/noktalar'dan çıkan termal kaynakların varlığı ve bunların kimyasal özelliklerinin etkili olduğu düşünülmektedir.

1- Alibey ve Maden adaları çevresinde gözlenen foraminifer topluluğu tipik Akdeniz faunasına aittir. Bu alanda bentik foraminifer topluluğu bölümünde değinildiği üzere, Ege Denizi'nin çeşitli alanlarına nazaran zengin bir topluluk olduğu söylenemez. Toplulukta gözlenen değişiklikler genelde doğal kaynaklı etkilere bağlıdır.

2- Termal oluşuma bağlı olarak 3a korunda gözlenen jips kristalleri (Levha 9, şekil 1-14) ve bazı düzeylerdeki foraminifer ve mollusk kavkılarındaki kırmızımsı renkler, sıcak su etkisi ile kavkılarda pişmenin gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

3- *Peneroplis pertusus*, *P. planatus*, *Lobatula lobatula*, *Ammonia compacta*, *Challengerella bradyi*, *Elphidium complanatum* ve *E. crispum* bireylerinde gözlenen deformasyon korlardaki hemen hemen bütün düzeylerde aynıdır.

4- Foraminiferler üzerindeki genelde doğal ve kısmen insan kaynaklı etkilerin sonuçlarını ayırd etmek pek mümkün değildir. Ancak, bu alanda maden yataklarına bağlı doğal etki, çevresel etkiden fazladır. Bu nedenle *Peneroplis pertusus*, *P. planatus*, *Lobatula lobatula*, *Ammonia compacta*, *Challengerella bradyi*, *Elphidium complanatum* ve *E. crispum* bireylerindeki anormalliklerin Alibey ve Maden adaları çevresindeki maden yataklarından kaynaklanan kirlilik için biyoindikatör olarak kullanılabileceği düşünülmür.

5- Anormal örnekler arasında ender olarak gözlenen ve *Peneroplis pertusus-Coscinospira hemprichii* ile *P. planatus-Coscinospira hemprichii* birlikteliğini sergileyen iki bireyin varlığı (Levha 1, şekil 10; Levha 3, şekil 3, 4), bu gibi anormal ekolojik koşullarda farklı iki cins ve türe ait bireylerden oluşan gametler arasında birleşme olup olamayacağı konusunda bir düşünceye neden olmuştur (Meriç vd., 2008). İleride gerçekleştirilecek çalışmalar bu konuda daha ayrıntılı bilgilerin ortaya çıkmasını sağlayacaktır.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, örnekleme sırasındaki katkıları nedeniyle Burak KARACIK (İTÜ) ve Rıza DERVİŞOĞLU (BÜ)'na teşekkür ederler. Ayrıca, mikrofotografların bir kısmının SEM (Jeol JSM-5600) çekimi için gerekli imkanı sağlayan ASSAN A.Ş. Ar-Ge Müdürü Murat DÜNDAR'a, fotoğrafları çeken Teknisyen Hüsnü ÖZTÜRK'e, diğer bölümünün SEM (Jeol JSM-6490 LV) hazırlanması konusunda büyük destek sağlayan TPAO Araştırma Merkezi Sedimentoloji ve Rezervuar Jeolojisi Müdürü Erhan YILMAZ ile fotoğrafları hazırlayan Fizikçi Tuğrul TÜZÜNER ve renkli resimler için gerekli katkıyı sağlayan Yrd.Doç.Dr. İsmail Dinçer (Adıyaman Ü.)'e teşekkürü borç bilirler. Yine yapıcı eleştirileri için Prof. Dr. İzver ÖZKAR-ÖNGEN ile Doç.Dr. Sevinç ÖZKAN-ALTINER (ODTÜ)'e ayrıca teşekkür ederler.

EXTENDED SUMMARY

The coastal underground water systems carry heavy metals into the marine environment via faults and other similar structures. The heavy metals adversely affect the biota and cause morphological abnormalities in individuals. Being found in abundance, benthic foraminifera

constitute one of the important groups when investigating such effects. It is known that benthic foraminifera show great sensitivity to environmental changes (Murray, 1991). The foraminifera tests remain in the sediment for a long time without any deterioration. Thus, they are good biomarkers for environmental pollution from natural (Murray, 1991) or artificial causes (Nagy ve Alve, 1987; Alve, 1995; Yanko vd., 1999). Petroleum wastes, agricultural chemicals and heavy metals (Ellison vd., 1986; Nagy ve Alve, 1987; Alve, 1995; Samir ve El-Din, 2001) are known to be responsible for these anomalies. It has been reported that heavy metal concentrations in the tests of individuals with abnormal morphologies are higher than in normal individuals from polluted areas (Yanko vd., 1999; Alve ve Olsgard, 1999; Samir ve El-Din, 2001).

In the framework of this study, core samples were collected from four different stations on the coasts of the Alibey, Maden and Küçük Maden islands (NW Ayvalık). Of the three core samples obtained from each station, only one was analysed for its foraminiferal content. Small reserves of lead, manganese, hematite and limonite were found around the stations on Alibey, Maden and Küçük Maden Islands.

A part of the recent sediments were found to be reddish brown in color and they contained reddish brown, yellow, orange and dark gray colored foraminifera (or foraminifera colored with a combination of these) in large quantities, mainly *Peneroplis pertusus* (Forskal) and *P. planatus* (Fichtel ve Moll). Morphologically abnormal *Peneroplis* individuals were very

frequently observed. In the other areas investigated, the sediments were found to be composed of light gray sand and there was a very small amount of partially colored or uncolored individuals. *Ammonia compacta* Hofker, *A. parkinsoniana* (d'Orbigny), *Challengerella bradyi* Billman, *Hottinger* and *Oesterle*, *Elphidium complanatum* (d'Orbigny) and *E. crispum* (Linné) were the dominant species in these sediments. Although morphologically abnormal individuals were observed in these sediments, they were less attractive than the samples from other locations.

The ostracod fauna of the recent sediments also varied between stations. The reddish brown sediments included a smaller number of genera and species, however, the gray sediments contained a diverse and rich fauna. The diversity of the mollusc fauna was in accordance with the foraminifer and ostracod faunas. Only a few species were found in the reddish brown sediments, but the gray sediments were rich in mollusc species.

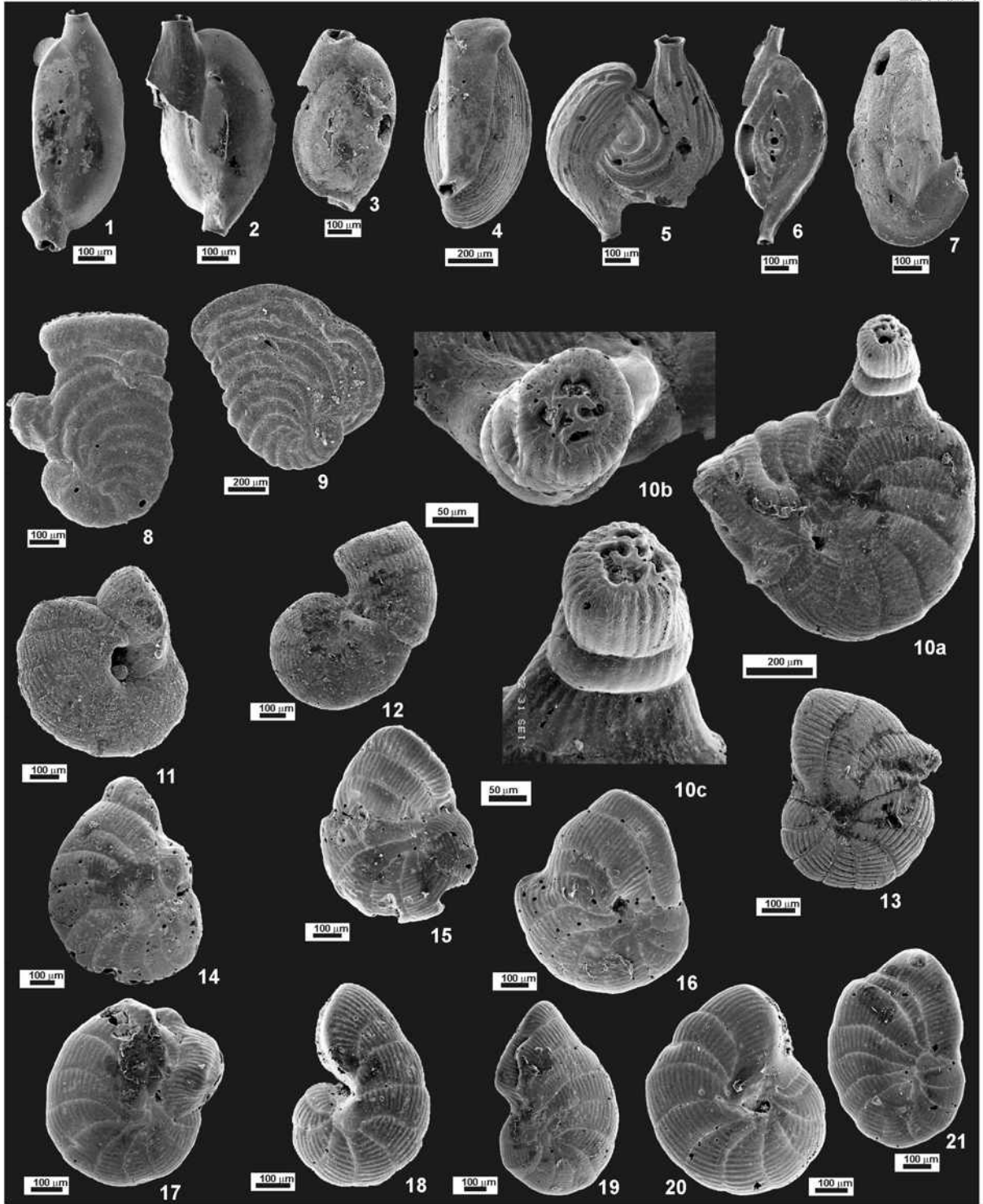
In conclusion, morphological abnormalities observed in different genera and species of benthic foraminifera in four core samples are suggested to have been caused by the mine reserves located around Alibey and Maden Islands, as well as the thermal springs found in the vicinity. The core sample 4a was found to contain higher concentrations of Fe and Mn than the other core samples. The Fe concentration of 4a was 2.3%, whereas the mean Fe concentration of the other cores was 1.5%, indicating that different factors play a role in sediment deposition in this region.

LEVHA 1

- Şekil 1. *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen ve Earland). Dış görünüm, kor 2c, 20-22 cm, Ayvalık.
Şekil 2. *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen ve Earland). Dış görünüm, kor 3a, 2-4 cm, Ayvalık.
Şekil 3. *Adelosina cf. cliarensis* (Heron-Allen ve Earland). Dış görünüm, kor 3a, 20-22 cm, Ayvalık.
Şekil 4. *Adelosina duthiersi* Schlumberger. Dış görünüm, kor 2c, 2-4 cm, Ayvalık.
Şekil 5. *Adelosina mediterraneensis* (le Calvez J. ve Y.). Dış görünüm, kor 2c, 10-12 cm, Ayvalık.
Şekil 6. *Spiroloculina angulosa* Terquem. Dış görünüm, kor 2c, 20-22 cm, Ayvalık.
Şekil 7. *Massilina secans* (d'Orbigny). Dış görünüm, kor 3c, 4-6 cm, Ayvalık.
Şekil 8. *Laevipeneroplis karreri* (Wiesner). Dış görünüm, kor 2c, 30-32 cm, Ayvalık.
Şekil 9. *Laevipeneroplis karreri* (Wiesner). Dış görünüm, kor 2c, 2-4 cm, Ayvalık.
Şekil 10. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, a, üst görünüm, b ve c, ikinci ve kalbur şeklindeki ağzın farklı yönlerden görünümü, kor 3a, 2-4 cm, Ayvalık.
Şekil 11. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 3a, 4-6 cm, Ayvalık.
Şekil 12. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 3a, 4-6 cm, Ayvalık.
Şekil 13. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 3a, 32-34 cm, Ayvalık.
Şekil 14. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 0-2 cm, Ayvalık.
Şekil 15. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 0-2 cm, Ayvalık.
Şekil 16. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 2-4 cm, Ayvalık.
Şekil 17. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 4-6 cm, Ayvalık.
Şekil 18. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 4-6 cm, Ayvalık.
Şekil 19. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 6-8 cm, Ayvalık.
Şekil 20. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 8-10 cm, Ayvalık.
Şekil 21. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 8-10 cm, Ayvalık.

PLATE 1

- Figure 1. *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen and Earland). External view, Core 2c, 20-22 cm, Ayvalık.
Figure 2. *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen and Earland). External view, Core 3a, 2-4 cm, Ayvalık.
Figure 3. *Adelosina cf. cliarensis* (Heron-Allen and Earland). External view, Core 3a, 20-22 cm, Ayvalık.
Figure 4. *Adelosina duthiersi* Schlumberger. External view, Core 2c, 2-4 cm, Ayvalık.
Figure 5. *Adelosina mediterraneensis* (le Calvez J. and Y.). External view, Core 2c, 10-12 cm, Ayvalık.
Figure 6. *Spiroloculina angulosa* Terquem. External view, Core 2c, 20-22 cm, Ayvalık.
Figure 7. *Massilina secans* (d'Orbigny). External view, Core 3a, 4-6 cm, Ayvalık.
Figure 8. *Laevipeneroplis karreri* (Wiesner). External view, Core 2c, 30-32 cm, Ayvalık.
Figure 9. *Laevipeneroplis karreri* (Wiesner). External view, Core 2c, 2-4 cm, Ayvalık.
Figure 10. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External views, a, external view, b and c, views of the second cribriform aperture from different angles, Core 3a, 2-4 cm, Ayvalık.
Figure 11. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 3a, 4-6 cm, Ayvalık.
Figure 12. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 3a, 4-6 cm, Ayvalık.
Figure 13. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 3a, 32-34 cm, Ayvalık.
Figure 14. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 0-2 cm, Ayvalık.
Figure 15. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 0-2 cm, Ayvalık.
Figure 16. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 2-4 cm, Ayvalık.
Figure 17. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 4-6 cm, Ayvalık.
Figure 18. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 4-6 cm, Ayvalık.
Figure 19. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 6-8 cm, Ayvalık.
Figure 20. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 8-10 cm, Ayvalık.
Figure 21. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 8-10 cm, Ayvalık.



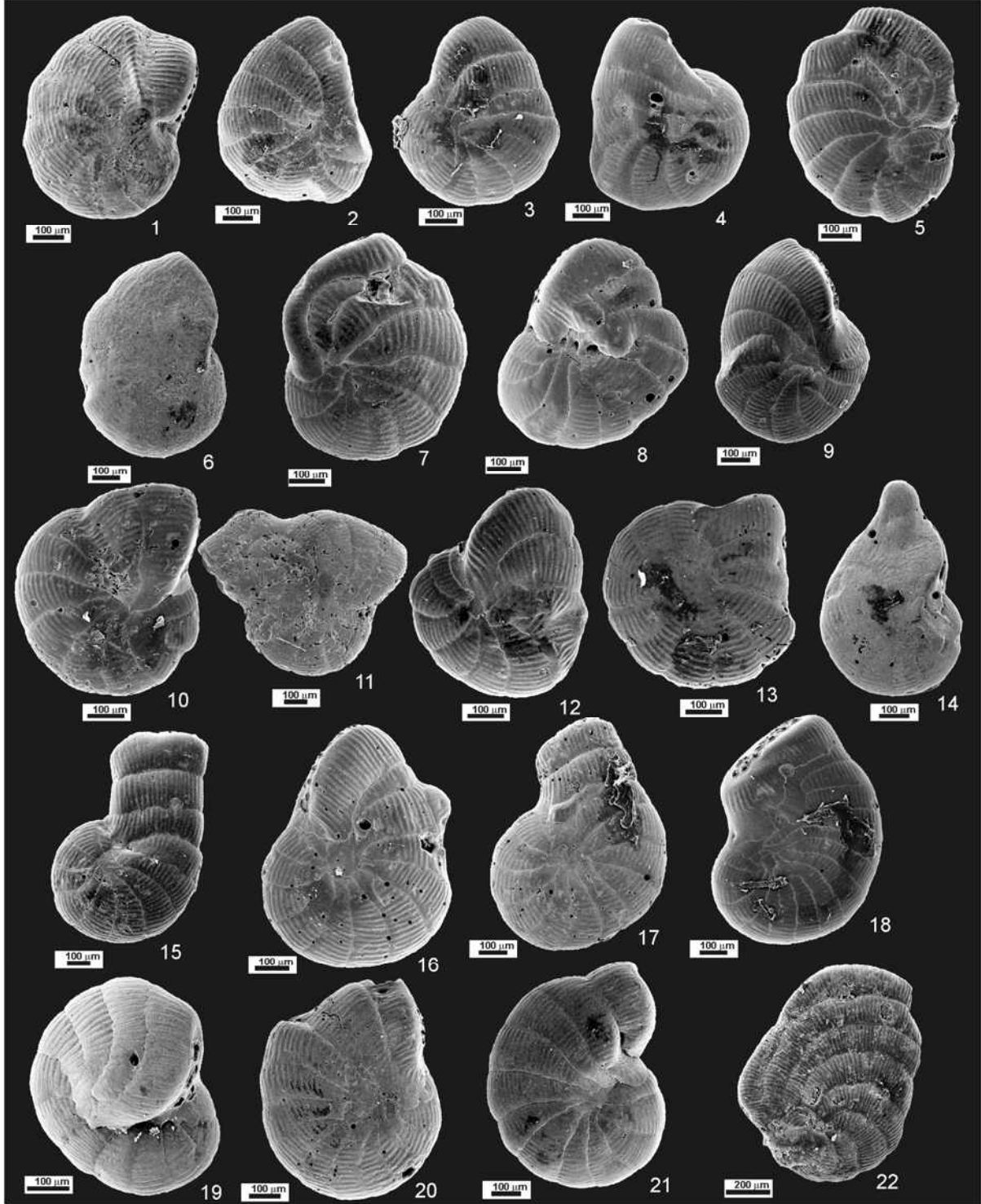
LEVHA 2

- Şekil 1. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 8-10 cm, Ayvalık.
Şekil 2. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 10-12 cm, Ayvalık.
Şekil 3. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 12-14 cm, Ayvalık.
Şekil 4. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 12-14 cm, Ayvalık.
Şekil 5. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 14-16 cm, Ayvalık.
Şekil 6. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 16-18 cm, Ayvalık.
Şekil 7. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 16-18 cm, Ayvalık.
Şekil 8. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 16-18 cm, Ayvalık.
Şekil 9. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 20-22 cm, Ayvalık.
Şekil 10. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 24-26 cm, Ayvalık.
Şekil 11. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 34-36 cm, Ayvalık.
Şekil 12. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 34-36 cm, Ayvalık.
Şekil 13. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 38-40 cm, Ayvalık.
Şekil 14. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 40-42 cm, Ayvalık.
Şekil 15. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 40-42 cm, Ayvalık.
Şekil 16. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 44-46 cm, Ayvalık.
Şekil 17. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 44-46 cm, Ayvalık.
Şekil 18. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 44-46 cm, Ayvalık.
Şekil 19. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 46-48cm, Ayvalık.
Şekil 20. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 46-48 cm, Ayvalık.
Şekil 21. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, kor 4b, 50-52 cm, Ayvalık.
Şekil 22. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 1c, 12-14 cm, Ayvalık.

PLATE 2

- Figure 1. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 8-10 cm, Ayvalık.
Figure 2. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 10-12 cm, Ayvalık.
Figure 3. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 12-14 cm, Ayvalık.
Figure 4. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 12-14 cm, Ayvalık.
Figure 5. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 14-16 cm, Ayvalık.
Figure 6. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 16-18 cm, Ayvalık.
Figure 7. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 16-18 cm, Ayvalık.
Figure 8. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 16-18 cm, Ayvalık.
Figure 9. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 20-22 cm, Ayvalık.
Figure 10. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 24-26 cm, Ayvalık.
Figure 11. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 34-36 cm, Ayvalık.
Figure 12. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 34-36 cm, Ayvalık.
Figure 13. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 38-40 cm, Ayvalık.
Figure 14. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 40-42 cm, Ayvalık.
Figure 15. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 40-42 cm, Ayvalık.
Figure 16. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 44-46 cm, Ayvalık.
Figure 17. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 44-46 cm, Ayvalık.
Figure 18. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 44-46 cm, Ayvalık.
Figure 19. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 46-48cm, Ayvalık.
Figure 20. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 46-48 cm, Ayvalık.
Figure 21. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External view, Core 4b, 50-52 cm, Ayvalık.
Figure 22. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 1c, 12-14 cm, Ayvalık.

LEVHA 2

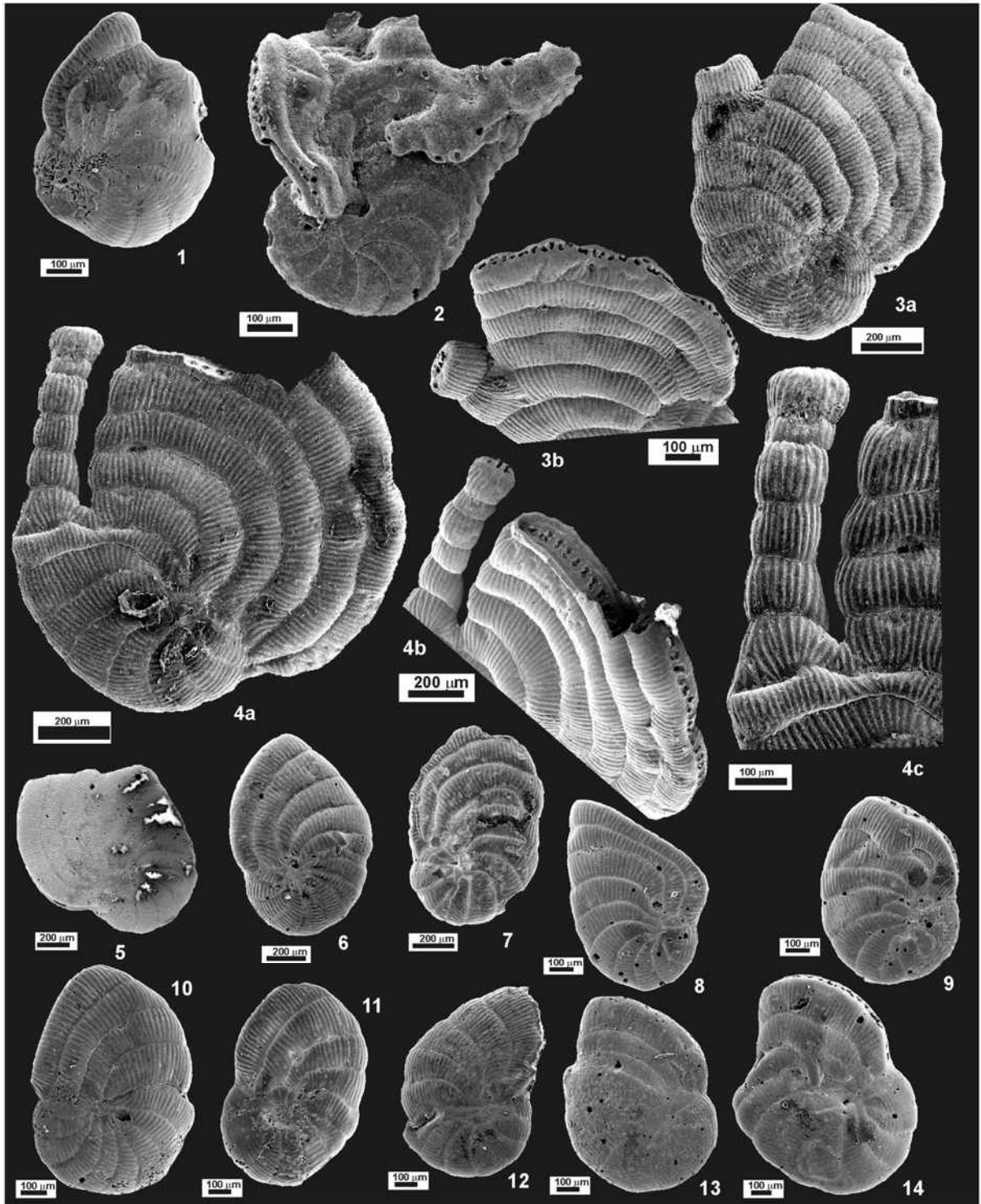


LEVHA 3

- Şekil 1. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 2c, 38-40 cm, Ayvalık.
- Şekil 2. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 2c, 10-12 cm, Ayvalık.
- Şekil 3. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, a, genel görünüm ve b, kavkının üst bölümünün ayrıntılı görünümü, kor 2c, 2-4 cm, Ayvalık.
- Şekil 4. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, a, kavkının genel görünümü, b, üst ve c, farklı gelişen bölümün ayrıntılı görünümü, kor 3a, 0-2 cm, Ayvalık.
- Şekil 5. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 3a, 10-12 cm, Ayvalık.
- Şekil 6. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 4b, 12-14 cm, Ayvalık.
- Şekil 7. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 4b, 18-20 cm, Ayvalık.
- Şekil 8. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 4b, 20-22 cm, Ayvalık.
- Şekil 9. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 4b, 20-22 cm, Ayvalık.
- Şekil 10. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 4b, 26-28 cm, Ayvalık.
- Şekil 11. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 4b, 26-28 cm, Ayvalık.
- Şekil 12. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 4b, 28-30 cm, Ayvalık.
- Şekil 13. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 4b, 28-30 cm, Ayvalık.
- Şekil 14. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 4b, 30-32 cm, Ayvalık.

PLATE 3

- Figure 1. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 2c, 38-40 cm, Ayvalık.
- Figure 2. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 2c, 10-12 cm, Ayvalık.
- Figure 3. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External views, a, general view and b, detailed view of the upper part, Core 2c, 2-4 cm, Ayvalık.
- Figure 4. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External views, a, general view of the test b, detailed views of the upper part and c, abnormal development, Core 3a, 0-2 cm, Ayvalık.
- Figure 5. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 3a, 10-12 cm, Ayvalık.
- Figure 6. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 4b, 12-14 cm, Ayvalık.
- Figure 7. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 4b, 18-20 cm, Ayvalık.
- Figure 8. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 4b, 20-22 cm, Ayvalık.
- Figure 9. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 4b, 20-22 cm, Ayvalık.
- Figure 10. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 4b, 26-28 cm, Ayvalık.
- Figure 11. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 4b, 26-28 cm, Ayvalık.
- Figure 12. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 4b, 28-30 cm, Ayvalık.
- Figure 13. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 4b, 28-30 cm, Ayvalık.
- Figure 14. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 4b, 30-32 cm, Ayvalık.

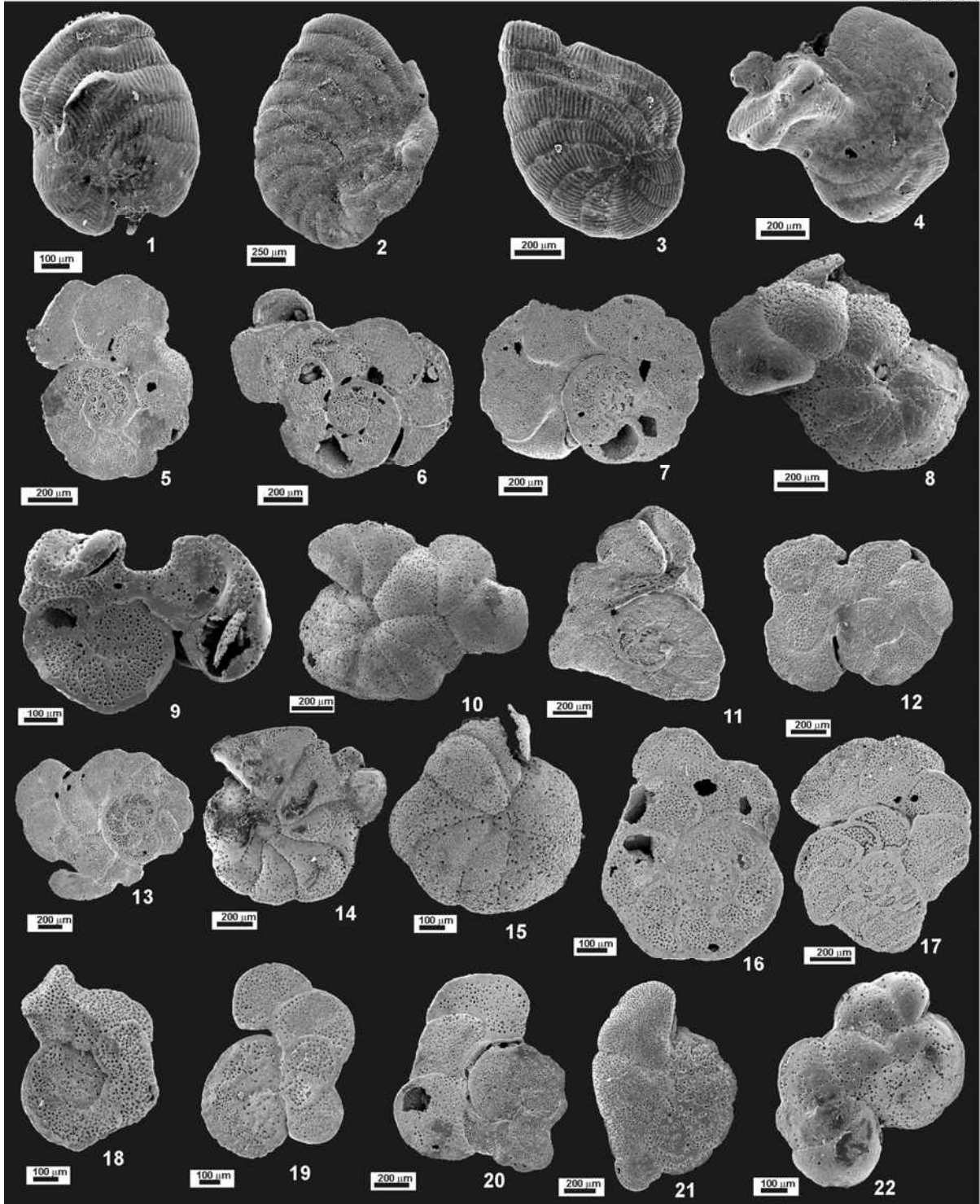


LEVHA 4

- Şekil 1. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 1c, 8-10 cm, Ayvalık.
Şekil 2. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 2c, 42-45 cm, Ayvalık.
Şekil 3. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 2c, 2-4 cm, Ayvalık.
Şekil 4. *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 2c, 4-6 cm, Ayvalık.
Şekil 5. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 10-12 cm, Ayvalık.
Şekil 6. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 20-22 cm, Ayvalık.
Şekil 7. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 22-24 cm, Ayvalık.
Şekil 8. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, ombilikal taraf, kor 2c, 24-26 cm, Ayvalık.
Şekil 9. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 24-28 cm, Ayvalık.
Şekil 10. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, ombilikal taraf, kor 2c, 30-32 cm, Ayvalık.
Şekil 11. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 32-34 cm, Ayvalık.
Şekil 12. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 34-36 cm, Ayvalık.
Şekil 13. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 34-36 cm, Ayvalık.
Şekil 14. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, ombilikal taraf, kor 3a, 4-6 cm, Ayvalık.
Şekil 15. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, ombilikal taraf, kor 3a, 6-8 cm, Ayvalık.
Şekil 16. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 3a, 18-20 cm, Ayvalık.
Şekil 17. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
Şekil 18. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 3c, 36-38 cm, Ayvalık.
Şekil 19. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 3a, 42-45 cm, Ayvalık.
Şekil 20. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 0-2 cm, Ayvalık.
Şekil 21. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, ombilikal taraf, kor 2c, 0-2 cm, Ayvalık.
Şekil 22. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, ombilikal taraf, kor 2c, 0-2 cm, Ayvalık.

PLATE 4

- Figure 1. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 1c, 8-10 cm, Ayvalık.
Figure 2. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 2c, 42-45 cm, Ayvalık.
Figure 3. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 2c, 2-4 cm, Ayvalık.
Figure 4. *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll). External view, Core 2c, 4-6 cm, Ayvalık.
Figure 5. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 10-12 cm, Ayvalık.
Figure 6. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 20-22 cm, Ayvalık.
Figure 7. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 22-24 cm, Ayvalık.
Figure 8. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, umbilical side, Core 2c, 24-26 cm, Ayvalık.
Figure 9. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 24-28 cm, Ayvalık.
Figure 10. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, umbilical side, Core 2c, 30-32 cm, Ayvalık.
Figure 11. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 32-34 cm, Ayvalık.
Figure 12. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 34-36 cm, Ayvalık.
Figure 13. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 34-36 cm, Ayvalık.
Figure 14. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, umbilical side, Core 3a, 4-6 cm, Ayvalık.
Figure 15. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, umbilical side, Core 3a, 6-8 cm, Ayvalık.
Figure 16. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 3a, 18-20 cm, Ayvalık.
Figure 17. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
Figure 18. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 3c, 36-38 cm, Ayvalık.
Figure 19. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 3a, 42-45 cm, Ayvalık.
Figure 20. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 0-2 cm, Ayvalık.
Figure 21. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, umbilical side, Core 2c, 0-2 cm, Ayvalık.
Figure 22. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, umbilical side, Core 2c, 0-2 cm, Ayvalık.

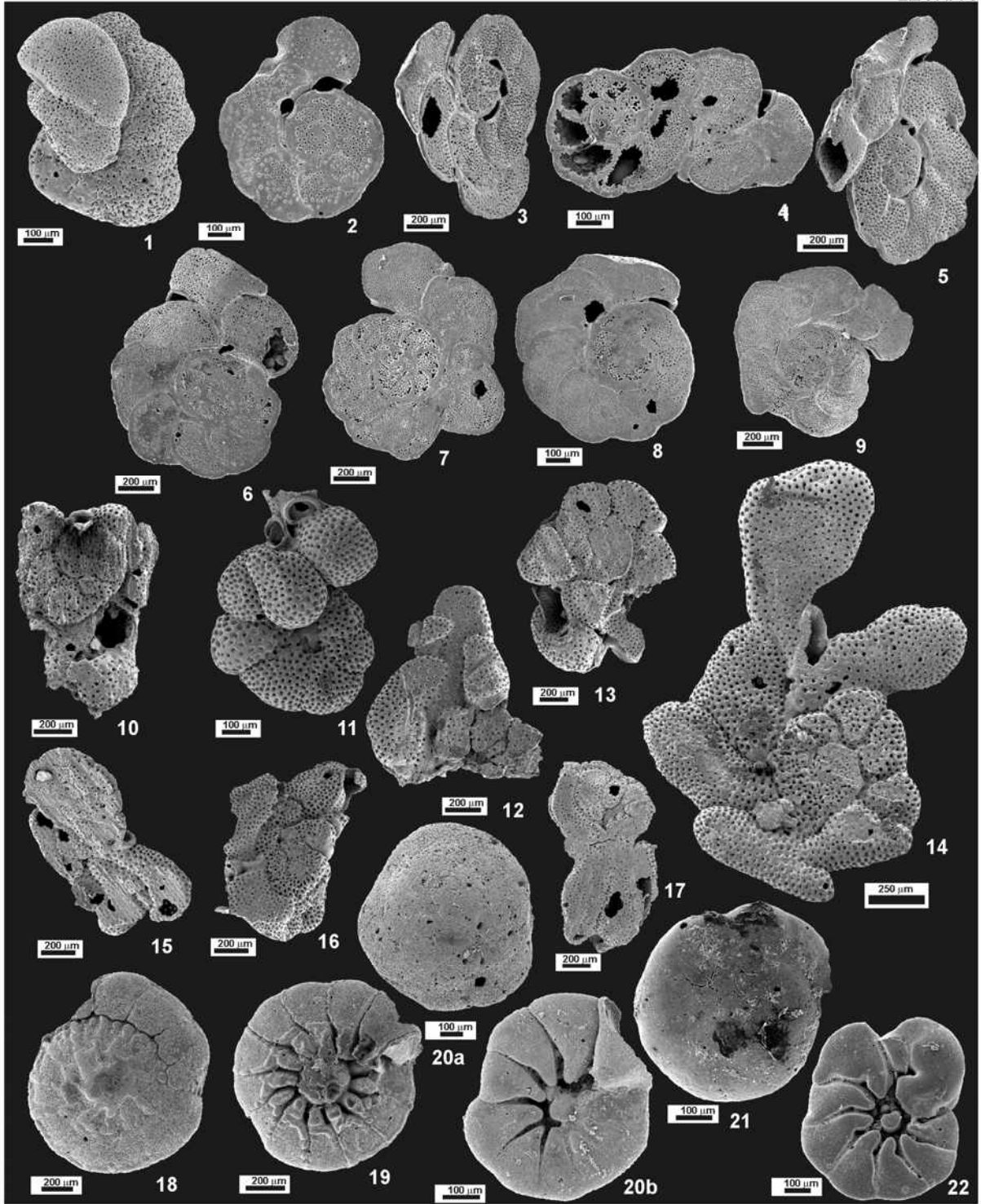


LEVHA 5

- Şekil 1. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, ombilikal taraf, kor 2c, 14-16 cm, Ayvalık.
Şekil 2. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 20-22 cm, Ayvalık.
Şekil 3. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 20-22 cm, Ayvalık.
Şekil 4. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 22-24 cm, Ayvalık.
Şekil 5. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 22-24 cm, Ayvalık.
Şekil 6. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, ombilikal taraf, kor 2c, 28-30 cm, Ayvalık.
Şekil 7. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 32-34 cm, Ayvalık.
Şekil 8. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 38-40 cm, Ayvalık.
Şekil 9. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 38-40 cm, Ayvalık.
Şekil 10. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 10-12 cm, Ayvalık.
Şekil 11. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). Dış görünüm, ombilikal taraf, kor 2c, 10-12 cm, Ayvalık.
Şekil 12. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 10-12 cm, Ayvalık.
Şekil 13. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 16-18 cm, Ayvalık.
Şekil 14. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 18-20 cm, Ayvalık.
Şekil 15. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 36-38 cm, Ayvalık.
Şekil 16. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 36-38 cm, Ayvalık.
Şekil 17. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 32-34 cm, Ayvalık.
Şekil 18. *Ammonia compacta* Hofker. Dış görünüm, spiral taraf, kor 1c, 12-14 cm, Ayvalık.
Şekil 19. *Ammonia compacta* Hofker. Dış görünüm, ombilikal taraf, kor 1c, 10-12 cm, Ayvalık.
Şekil 20. *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny). Dış görünüm, a, spiral ve b, ombilikal taraflar, kor 3a, 16-18 cm, Ayvalık.
Şekil 21. *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny). Dış görünüm, spiral taraf, kor 3a, 4-6 cm, Ayvalık
Şekil 22. *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny). Dış görünüm, ombilikal taraf, kor 2c, 28-30 cm, Ayvalık

PLATE 5

- Figure 1. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, umbilical side, Core 2c, 14-16 cm, Ayvalık.
Figure 2. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 20-22 cm, Ayvalık.
Figure 3. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 20-22 cm, Ayvalık.
Figure 4. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 22-24 cm, Ayvalık.
Figure 5. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 22-24 cm, Ayvalık.
Figure 6. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, umbilical side, Core 2c, 28-30 cm, Ayvalık.
Figure 7. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 32-34 cm, Ayvalık.
Figure 8. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 38-40 cm, Ayvalık.
Figure 9. *Lobatula lobatula* (Walker and Jacob). External view, spiral side, Core 2c, 38-40 cm, Ayvalık.
Figure 10. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). External view, spiral side, Core 2c, 10-12 cm, Ayvalık.
Figure 11. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). External view, umbilical side, Core 2c, 10-12 cm, Ayvalık.
Figure 12. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). External view, spiral side, Core 2c, 10-12 cm, Ayvalık.
Figure 13. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). External view, spiral side, Core 2c, 16-18 cm, Ayvalık.
Figure 14. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). External view, spiral side, Core 2c, 18-20 cm, Ayvalık.
Figure 15. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). External view, spiral side, Core 2c, 36-38 cm, Ayvalık.
Figure 16. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). External view, spiral side, Core 2c, 36-38 cm, Ayvalık.
Figure 17. *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny). External view, spiral side, Core 2c, 32-34 cm, Ayvalık.
Figure 18. *Ammonia compacta* Hofker. External view, spiral side, Core 1c, 12-14 cm, Ayvalık.
Figure 19. *Ammonia compacta* Hofker. External view, umbilical side, Core 1c, 10-12 cm, Ayvalık.
Figure 20. *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny). External views, a, spiral and b, umbilical sides, Core 3a, 16-18 cm, Ayvalık.
Figure 21. *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny). External view, spiral side, Core 3a, 4-6 cm, Ayvalık
Figure 22. *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny). External view, umbilical side, Core 2c, 28-30 cm, Ayvalık

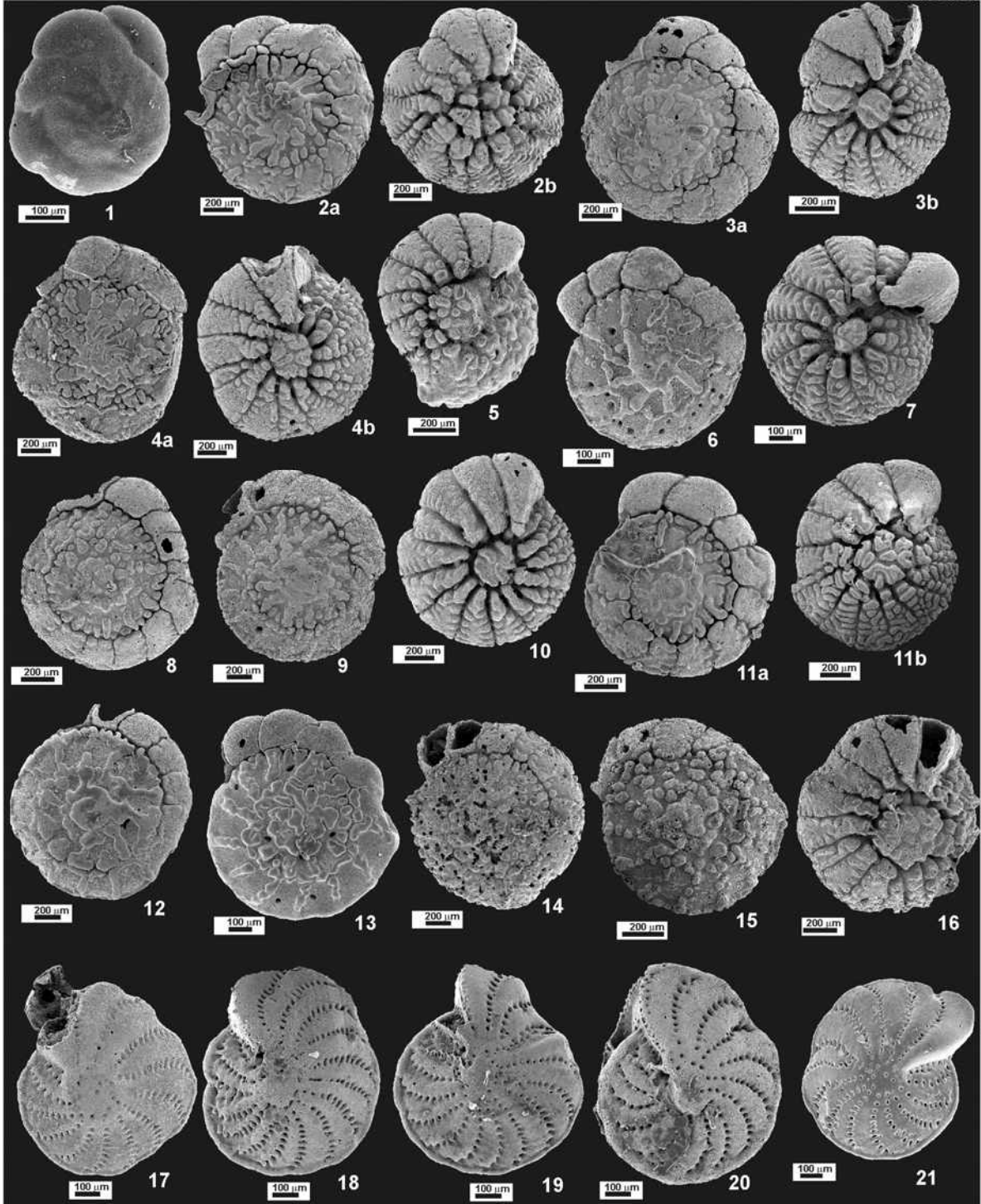


LEVHA 6

- Şekil 1. *Ammonia tepida* Cushman. Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 40-42 cm, Ayvalık.
- Şekil 2. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle. Dış görünümler, a, spiral ve b, ombilikal taraflar, kor 3a, 4-6 cm, Ayvalık
- Şekil 3. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle. Dış görünümler, a, spiral ve b, ombilikal taraflar, kor 3a, 14-16 ve 6-8 cm, Ayvalık.
- Şekil 4. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle. Dış görünümler, a, spiral ve b, ombilikal taraflar, kor 3a, 24-26 cm, Ayvalık.
- Şekil 5. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle. Dış görünüm, ombilikal taraf, kor 3a, 24-26 cm, Ayvalık.
- Şekil 6. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle. Dış görünüm, spiral taraf, kor 3a, 26-28 cm, Ayvalık.
- Şekil 7. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle. Dış görünüm, ombilikal taraf, kor 3a, 26-28 cm, Ayvalık.
- Şekil 8. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle. Dış görünüm, spiral taraf, kor 3a, 28-30 cm, Ayvalık.
- Şekil 9. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle. Dış görünüm, spiral taraf, kor 3a, 32-34 cm, Ayvalık.
- Şekil 10. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle. Dış görünüm, ombilikal taraf, kor 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
- Şekil 11. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle. Dış görünümler, a, spiral ve b, ombilikal taraflar, kor 3a, 42-45 cm, Ayvalık.
- Şekil 12. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle. Dış görünüm, spiral taraf, kor 1c, 14-16 cm, Ayvalık.
- Şekil 13. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle. Dış görünüm, spiral taraf, kor 2c, 18-20 cm, Ayvalık.
- Şekil 14. *Challengerella bradyi* (Billman, Hottinger ve Oesterle). Dış görünüm, spiral taraf, kor 3a, 24-26 cm, Ayvalık.
- Şekil 15. *Challengerella bradyi* (Billman, Hottinger ve Oesterle). Dış görünüm, spiral taraf, kor 3a, 28-30 cm, Ayvalık.
- Şekil 16. *Challengerella bradyi* (Billman, Hottinger ve Oesterle). Dış görünüm, spiral taraf, kor 3a, 32-34 cm, Ayvalık.
- Şekil 17. *Elphidium advenum* (Cushman). Dış görünüm, kor 3a, 20-22 cm, Ayvalık.
- Şekil 18. *Elphidium advenum* (Cushman). Dış görünüm, kor 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
- Şekil 19. *Elphidium advenum* (Cushman). Dış görünüm, kor 3a, 24-26 cm, Ayvalık.
- Şekil 20. *Elphidium advenum* (Cushman). Dış görünüm, kor 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
- Şekil 21. *Elphidium advenum* (Cushman). Dış görünüm, kor 2c, 10-12 cm, Ayvalık.

PLATE 6

- Figure 1. *Ammonia tepida* Cushman. External view, spiral side, Core 2c, 40-42 cm, Ayvalık.
- Figure 2. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger and Oesterle. External views, a, spiral and b, umbilical sides, Core 3a, 4-6 cm, Ayvalık
- Figure 3. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger and Oesterle. External views, a, spiral and b, umbilical sides, Core 3a, 14-16 and 6-8 cm, Ayvalık.
- Figure 4. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger and Oesterle. External views, a, spiral and b, umbilical sides, Core 3a, 24-26 cm, Ayvalık.
- Figure 5. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger and Oesterle. External view, umbilical side, Core 3a, 24-26 cm, Ayvalık.
- Figure 6. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger and Oesterle. External view, spiral side, Core 3a, 26-28 cm, Ayvalık.
- Figure 7. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger and Oesterle. External view, umbilical side, Core 3a, 26-28 cm, Ayvalık.
- Figure 8. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger and Oesterle. External view, spiral side, Core 3a, 28-30 cm, Ayvalık.
- Figure 9. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger and Oesterle. External view, spiral side, Core 3a, 32-34 cm, Ayvalık.
- Figure 10. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger and Oesterle. External view, umbilical side, Core 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
- Figure 11. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger and Oesterle. External views, a, spiral and b, umbilical sides, Core 3a, 42-45 cm, Ayvalık.
- Figure 12. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger and Oesterle. External view, spiral side, Core 1c, 14-16 cm, Ayvalık.
- Figure 13. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger and Oesterle. External view, spiral side, Core 2c, 18-20 cm, Ayvalık.
- Figure 14. *Challengerella bradyi* (Billman, Hottinger and Oesterle). External view, spiral side, Core 3a, 24-26 cm, Ayvalık.
- Figure 15. *Challengerella bradyi* (Billman, Hottinger and Oesterle). External view, spiral side, Core 3a, 28-30 cm, Ayvalık.
- Figure 16. *Challengerella bradyi* (Billman, Hottinger and Oesterle). External view, spiral side, Core 3a, 32-34 cm, Ayvalık.
- Figure 17. *Elphidium adandnum* (Cushman). External view, Core 3a, 20-22 cm, Ayvalık.
- Figure 18. *Elphidium adandnum* (Cushman). External view, Core 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
- Figure 19. *Elphidium adandnum* (Cushman). External view, Core 3a, 24-26 cm, Ayvalık.
- Figure 20. *Elphidium adandnum* (Cushman). External view, Core 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
- Figure 21. *Elphidium adandnum* (Cushman). External view, Core 2c, 10-12 cm, Ayvalık.

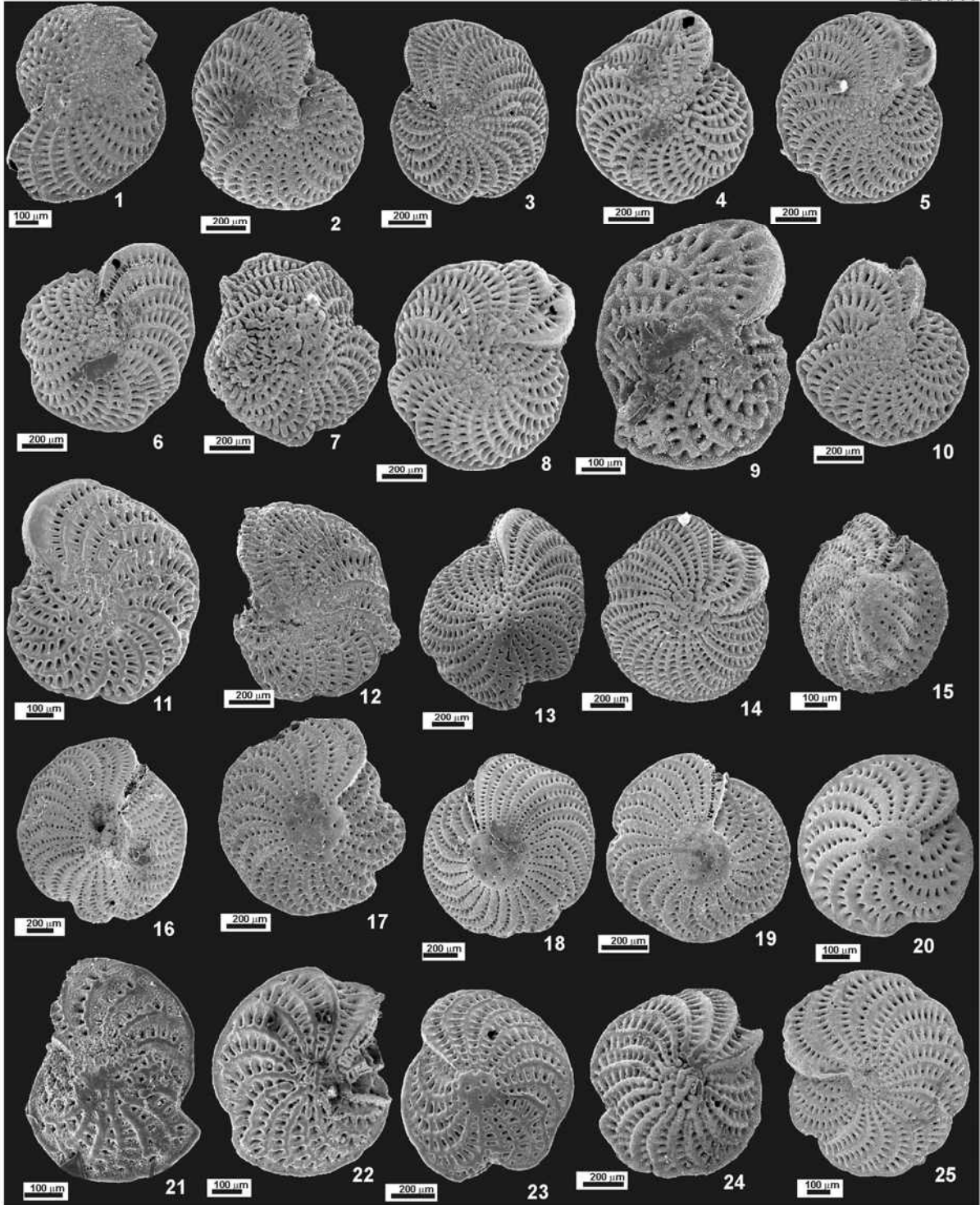


LEVHA 7

- Şekil 1. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). Dış görünüm, kor 3a, 10-12 cm, Ayvalık.
Şekil 2. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). Dış görünüm, kor 3a, 14-16 cm, Ayvalık.
Şekil 3. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). Dış görünüm, kor 3a, 22-24 cm, Ayvalık.
Şekil 4. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). Dış görünüm, kor 3a, 24-26 cm, Ayvalık.
Şekil 5. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). Dış görünüm, kor 3a, 24-26 cm, Ayvalık.
Şekil 6. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). Dış görünüm, kor 3a, 24-26 cm, Ayvalık.
Şekil 7. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). Dış görünüm, kor 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
Şekil 8. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). Dış görünüm, kor 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
Şekil 9. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). Dış görünüm, kor 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
Şekil 10. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). Dış görünüm, kor 3a, 36-36 cm, Ayvalık.
Şekil 11. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). Dış görünüm, kor 1c, 10-12 cm, Ayvalık.
Şekil 12. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). Dış görünüm, kor 1c, 36-38 cm, Ayvalık.
Şekil 13. *Elphidium crispum* (Linné). Dış görünüm, kor 2c, 10-12 cm, Ayvalık.
Şekil 14. *Elphidium crispum* (Linné). Dış görünüm, kor 3a, 4-6 cm, Ayvalık.
Şekil 15. *Elphidium crispum* (Linné). Dış görünüm, kor 3a, 6-8 cm, Ayvalık.
Şekil 16. *Elphidium crispum* (Linné). Dış görünüm, kor 3a, 12-14 cm, Ayvalık.
Şekil 17. *Elphidium crispum* (Linné). Dış görünüm, kor 3a, 22-24 cm, Ayvalık.
Şekil 18. *Elphidium crispum* (Linné). Dış görünüm, kor 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
Şekil 19. *Elphidium crispum* (Linné). Dış görünüm, kor 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
Şekil 20. *Elphidium crispum* (Linné). Dış görünüm, kor 3a, 42-45 cm, Ayvalık.
Şekil 21. *Elphidium crispum* (Linné). Dış görünüm, kor 1c, 0-2 cm, Ayvalık.
Şekil 22. *Elphidium crispum* (Linné). Dış görünüm, kor 1c, 4-6 cm, Ayvalık.
Şekil 23. *Elphidium crispum* (Linné). Dış görünüm, kor 1c, 36-38 cm, Ayvalık.
Şekil 24. *Elphidium crispum* (Linné). Dış görünüm, kor 3a, 12-14 cm, Ayvalık.
Şekil 25. *Elphidium macellum* (Fichtel ve Moll). Dış görünüm, kor 3a, 22-24 cm, Ayvalık.

PLATE 7

- Figure 1. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). External view, Core 3a, 10-12 cm, Ayvalık.
Figure 2. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). External view, Core 3a, 14-16 cm, Ayvalık.
Figure 3. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). External view, Core 3a, 22-24 cm, Ayvalık.
Figure 4. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). External view, Core 3a, 24-26 cm, Ayvalık.
Figure 5. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). External view, Core 3a, 24-26 cm, Ayvalık.
Figure 6. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). External view, Core 3a, 24-26 cm, Ayvalık.
Figure 7. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). External view, Core 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
Figure 8. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). External view, Core 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
Figure 9. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). External view, Core 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
Figure 10. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). External view, Core 3a, 36-36 cm, Ayvalık.
Figure 11. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). External view, Core 1c, 10-12 cm, Ayvalık.
Figure 12. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). External view, Core 1c, 36-38 cm, Ayvalık.
Figure 13. *Elphidium crispum* (Linné). External view, Core 2c, 10-12 cm, Ayvalık.
Figure 14. *Elphidium crispum* (Linné). External view, Core 3a, 4-6 cm, Ayvalık.
Figure 15. *Elphidium crispum* (Linné). External view, Core 3a, 6-8 cm, Ayvalık.
Figure 16. *Elphidium crispum* (Linné). External view, Core 3a, 12-14 cm, Ayvalık.
Figure 17. *Elphidium crispum* (Linné). External view, Core 3a, 22-24 cm, Ayvalık.
Figure 18. *Elphidium crispum* (Linné). External view, Core 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
Figure 19. *Elphidium crispum* (Linné). External view, Core 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
Figure 20. *Elphidium crispum* (Linné). External view, Core 3a, 42-45 cm, Ayvalık.
Figure 21. *Elphidium crispum* (Linné). External view, Core 1c, 0-2 cm, Ayvalık.
Figure 22. *Elphidium crispum* (Linné). External view, Core 1c, 4-6 cm, Ayvalık.
Figure 23. *Elphidium crispum* (Linné). External view, Core 1c, 36-38 cm, Ayvalık.
Figure 24. *Elphidium crispum* (Linné). External view, Core 3a, 12-14 cm, Ayvalık.
Figure 25. *Elphidium macellum* (Fichtel and Moll). External view, Core 3a, 22-24 cm, Ayvalık.



LEVHA 8

Şekil 1. Genel görünüm. Kor 4b, 0-2 cm. Ayvalık.

Şekil 2. Genel görünüm. Kor 4b, 2-4 cm. Ayvalık.

Şekil 3. Genel görünüm. Kor 4b, 4-6 cm. Ayvalık.

Şekil 4. Genel görünüm. Kor 4b, 6-8 cm. Ayvalık.

PLATE 8

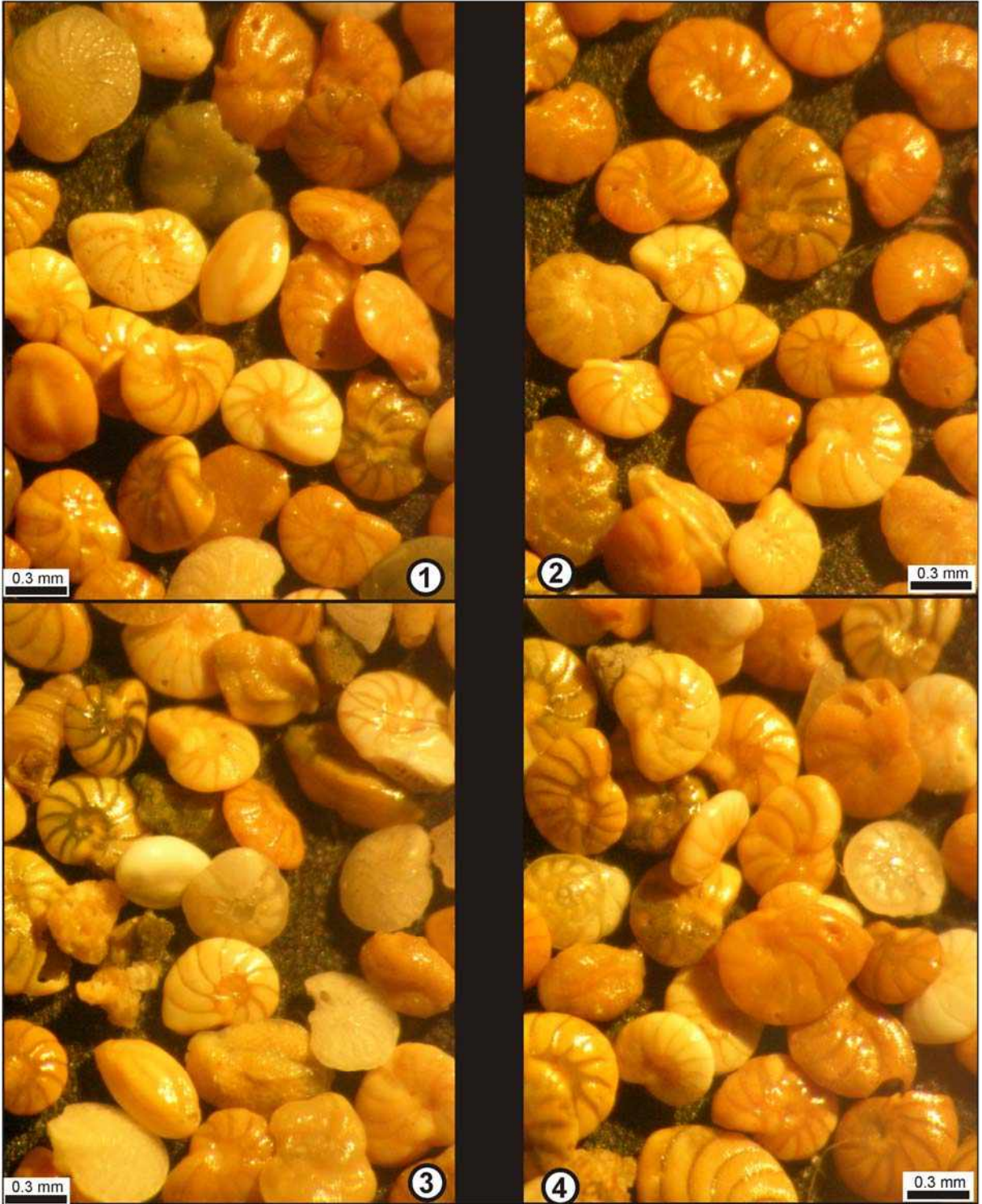
Figure 1. General view. Core 4b, 0-2 cm, Ayvalık.

Figure 2. General view. Core 4b, 2-4 cm, Ayvalık.

Figure 3. General view. Core 4b, 4-6 cm, Ayvalık.

Figure 4. General view. Core 4b, 6-8 cm, Ayvalık.

LEVHA 8



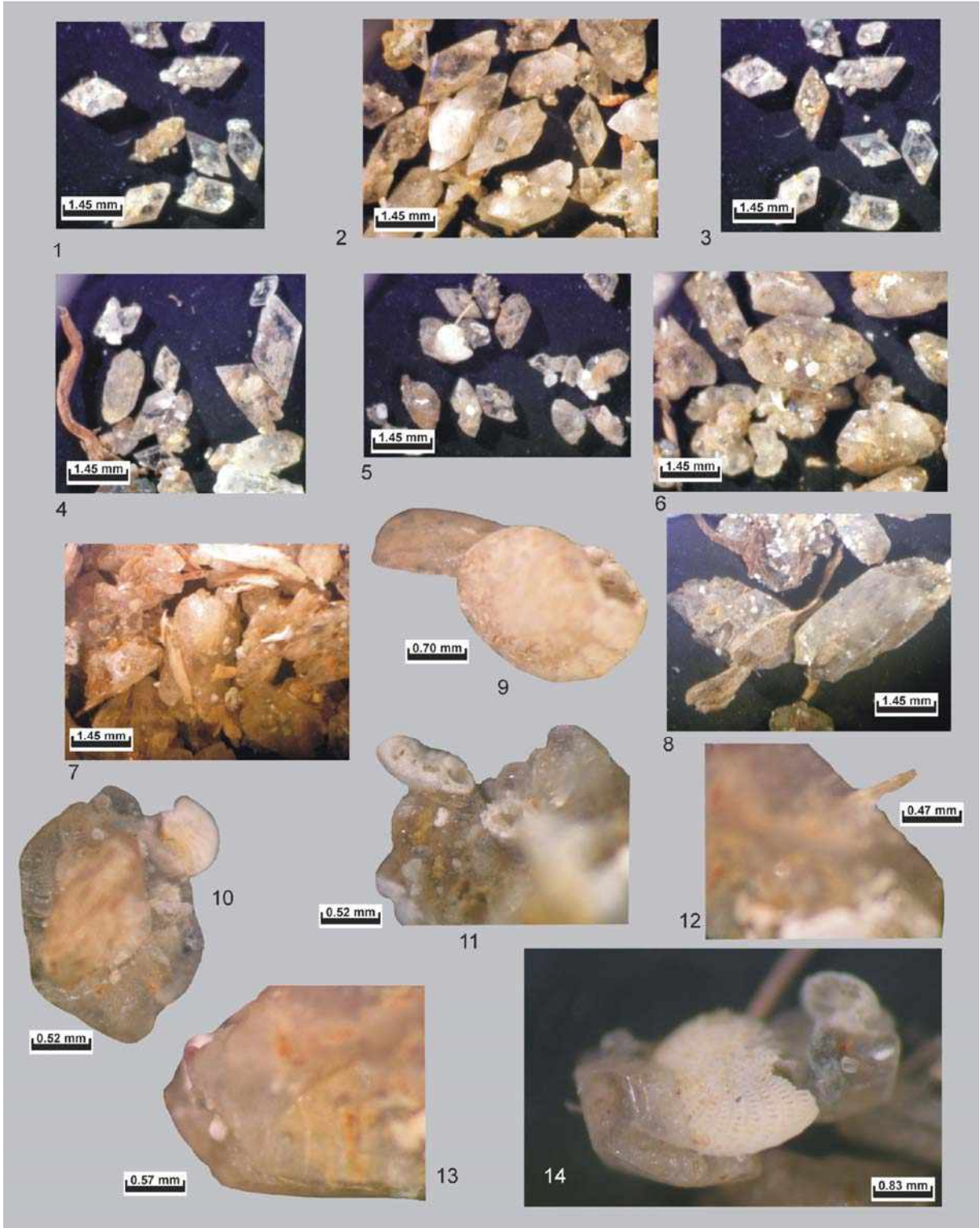
LEVHA 9

- Şekil 1. Jips kristalleri. Kor 3a, 28-30 cm, Ayvalık.
Şekil 2. Jips kristalleri. Kor 3a, 30-32 cm, Ayvalık.
Şekil 3. Jips kristalleri. Kor 3a, 30-32 cm, Ayvalık.
Şekil 4. Jips kristalleri. Kor 3a, 32-34 cm, Ayvalık.
Şekil 5. Jips kristalleri. Kor 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
Şekil 6. Jips kristalleri. Kor 3a, 38-40 cm, Ayvalık.
Şekil 7. Jips kristalleri. Kor 3a, 40-42 cm, Ayvalık.
Şekil 8. Jips kristalleri. Kor 3a, 42-45 cm, Ayvalık.
Şekil 9. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle kavkısı üzerinde gelişmiş bir jips kristali. Kor 3a, 40-42 cm, Ayvalık.
Şekil 10. *Elphidium crispum* (Linné) kavkısı etrafında gelişen jips kristali. Kor 3a, 40-42 cm, Ayvalık.
Şekil 11. *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle kavkısı çevresinde gelişmiş bir jips kristali. Kor 3a, 40-42 cm, Ayvalık.
Şekil 12. İçinde bir *Posidonia* parçası bulunan jips kristali. Kor 3a, 40-42 cm, Ayvalık.
Şekil 13. Jips kristali içinde foraminifer kavkıları. Kor 3a, 40-42 cm, Ayvalık.
Şekil 14. *Elphidium crispum* (Linné) kavkısı etrafında gelişen jips kristali. Kor 3a, 34-36 cm, Ayvalık.

PLATE 9

- Figure 1. Gypsum crystals. Core 3a, 28-30 cm, Ayvalık.
Figure 2. Gypsum crystals. Core 3a, 30-32 cm, Ayvalık.
Figure 3. Gypsum crystals. Core 3a, 30-32 cm, Ayvalık.
Figure 4. Gypsum crystals. Core 3a, 32-34 cm, Ayvalık.
Figure 5. Gypsum crystals. Core 3a, 34-36 cm, Ayvalık.
Figure 6. Gypsum crystals. Core 3a, 38-40 cm, Ayvalık.
Figure 7. Gypsum crystals. Core 3a, 40-42 cm, Ayvalık.
Figure 8. Gypsum crystals. Core 3a, 42-45 cm, Ayvalık.
Figure 9. Gypsum crystal on the *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger and Oesterle test. Core 3a, 40-42 cm, Ayvalık.
Figure 10. Gypsum crystal around of the *Elphidium crispum* (Linné) test. Core 3a, 40-42 cm, Ayvalık.
Figure 11. Gypsum crystal around of the *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger and Oesterle test. Core 3a, 40-42 cm, Ayvalık.
Figure 12. The piece of the *Posidonia* in the gypsum crystal. Core 3a, 40-42 cm, Ayvalık.
Figure 13. Tests of foraminifer in the gypsum crystal. Core 3a, 40-42 cm, Ayvalık.
Figure 14. Gypsum crystal around of the *Elphidium crispum* (Linné) test. Core 3a, 34-36 cm, Ayvalık.

LEVHA 9



DEĞİNİLEN BELGELER

- Agemian, F. and Chau, A.S.Y., 1976. Evaluation of extraction techniques for the determination of metals in aquatic sediments. *Analyst* 101, 1207, 761-767.
- Aksu, A. E. and Piper, D. J. W., 1983. Progradation of the Late Quaternary Gediz Delta, Turkey. *Marine Geology*, 54, 1-25.
- Alve, E., 1995. Benthic foraminifera responses to estuarine pollution-a review. *Journal of Foraminiferal Research*, 25, 190-203.
- Alve, E. and Olsford, F., 1999. Benthic foraminiferal colonization in experiments with copper-contaminated sediments. *Journal of Foraminiferal Research*, 29, 186-195.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1975. Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olaylar. *T. J. K. Bült.*, 18, 91-101, Ankara.
- Avşar, N., 1997. Foraminifera of the Eastern Mediterranean Coastline. *Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound)*, 31, 67-81, Adana.
- Avşar, N., 2002. Gökçeada, Bozcaada ve Çanakkale üçgeni kıta sahanlığı (KD Ege Denizi) bentik foraminifer dağılımı ve taksonomisi. *H. Ü. Yerbilimleri*, 26, 53-75, Ankara.
- Avşar, N. and Ergin, M., 2001. Spatial distribution of Holocene benthic foraminifera, Northeastern Aegean Sea. *International Geology Review*, 43, 754-770.
- Avşar, N. ve Meriç, E., 2001. Çeşme-Ilıca Koyu (İzmir) termal bölgesi güncel bentik foraminiferlerinin sistematik dağılımı. *H. Ü. Yerbilimleri*, 24, 12-22, Ankara.
- Avşar, N., Meriç, E. ve Ergin, M., 2001. İskenderun Körfezi'ndeki bentojenik sedimanların foraminifer içeriği. *H. Ü. Yerbilimleri*, 24, 97-112, Ankara.
- Bergin, F., Kucuksezgin, F., Uluturhan, E., Barut, I. F., Meric, E., Avsar, N., Nazik, A. 2006.
- The response of benthic foraminifera and ostracoda to heavy metal pollution in Gulf of Izmir (Eastern Aegean Sea). *Estuarine Coastal and Shelf Sciences*, 66, 368-386.
- Besten, P. J., Valk, S., Werlee, E., Nolting, R. F., Postma, J. F. and Everaarts, J. M., 2001. Bioaccumulation and biomarkers in the sea star *Asterias rubens* (Echinodermata: Asteroidea): a North Sea field study. *Marine Environmental Research*, 51, 365-387.
- Bodur, M. N. and Ergin, M., 1992. Holocene sedimentation patterns and bedforms in the wave-current dominated nearshore waters of Eastern Mersin Bay (Eastern Mediterranean). *Marine Geology*, 108, 73-93.
- Boztepe-Güney, A., Yılmaz, Y., Demirbağ, E., Ecevitoglu, B., Arzuman, S. and Kuşçu, İ., 2001. Reflection seismic study across the continental shelf of Baba Burnu promontory of Biga Peninsula. Northwest Turkey. *Marine Geology*, 176, 75-85.
- Chester, R., and Hughes, R. M., 1967. A chemical technique for the separation of ferromanganese minerals, carbonate minerals and adsorbed trace elements from Pelagic Sediments. *Chemical Geology* 2, 249-262.
- Cimerman, F. and Langer, M. R., 1991. Mediterranean Foraminifera. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti. Academia Scientiarum et Artium Slovenica*. 118 p., 93 pls., Ljubljana.
- Çağatay, N., Sümengen, M., Görür, N., Tüysüz, O., Barka, A., Yiğitbaş, E., Akkök, R., Sakıncı, M., Yalatrak, C. ve Sarı, E., 1996. Saros Körfezi'nin oluşumunun incelenmesi. *TÜBİTAK-ÜNİVERSİTE-MTA Ulusal Deniz Jeolojisi Raporu*, 63 s.
- Debenay, J.-P., Tsakiridis, E., Soulard, R. and Grosseil, H., 2001. Factors determining the distribution of foraminiferal assemblages in Port Joinville Harbor (Ile d'Yeu, France). The influence of pollution. *Marine Micropaleontology*, 43, 75-118.
- Dora, O. Ö., 1967. Ezer Güngör'e ait kurşun ruhsat sahasının (Maden Adası-Ayvalık) metalojenik ve jeolojik raporu. *MTA Arşivi (Yayınlanmamış)*.
- Dora, O. Ö. ve Savaşçın, M. Y., 1982. Alibey-Maden Adaları (Ayvalık) bölgesi magmatizması.

- TÜBİTAK Bilimsel ve Teknik Kongresi 1980, Bildiriler Kitabı, 11-34.
- Elberling, B., Knudsen, K. L., Kristansen, P. H., and Asmund, G., 2003. Applying foraminiferal stratigraphy as a biomarker for heavy metal contamination and mining impact in a fjord in west Greenland. *Marine Environment Research*, 55, 235-256.
- Ellison, R., Broome, R. and Ogilvie, R., 1986. Foraminiferal response to trace metal contamination in the Patapsco and Baltimore Harbour, Maryland. *Marine Pollution Bulletin*, 17, 419-423.
- Ergin, M., 1996. Subreally exposed Late Quaternary basinal shelf of the inner Mersin Bay, Eastern Mediterranean, Paleoenvironmental evidence. *Geo-Marine Letters*, 16, 95-100.
- Erinç, S., 1978. Changes in the physical environment in Turkey since the end of the Last Glacial. In: *The environmental History of the Near and Middle East since the Last Ice Age* (Ed. Brice, W. C.). Academic Press, London, 87-110.
- Erol, O., 1987. Çanakkale yöresinde Kuvaterner kıyı oynamaları. *Ank. Üniv. Dil ve Tarih-Coğrafya Fak.*, 60. Yıl Armağanı. 179-187, Ankara.
- Erol, O., 1992. Çanakkale yöresinin jeomorfolojisi ve tektoniği. *T. P. J. D. Bült.*, 4 (1), 147-165, Ankara.
- Erol, O. ve Çetin, O., 1995. Marmara Denizi'nin Geç Miyosen-Holosen'deki evrimi. *İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi* (Ed. Meriç, E.), 314-341, İstanbul.
- Fisher, N. S., Jones, G. J. and Nelson, D. M., 1981. Effects of copper and zinc on growth morphology, and metabolisms of *Asterionella japonica* (Cleve). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 51, 37-56.
- Geslin, E., 1999. Impact des stress environnementaux sur les peuplements la morphologie et la texture des foraminiferes paraliques: Implications pour leur utilisation comme bioindicateurs. Ph. D. Thesis, Université Angers, France, 269 p.
- Geslin, E., Debenay, J.-P. and Lesourd, M., 1998. Abnormal wall textures and test deformation in *Ammonia* (hyaline foraminifer). *Journal of Foraminiferal Research*, 28 (2), 148-156.
- Geslin, E., Stouff, V., Debenay, J.-P. and Lesourd, M., 2000. Environmental variation test abnormalities. *Environmental Micropaleontology*, 15, 191-205. In *Topics in Geobiology*, Ronald E. Martin, Ed.
- Geslin, E., Debenay, J.-P., Duleba, W. and Bonetti, C., 2002. Morphological abnormalities of foraminiferal tests in Brizalian environments: comparison between polluted and non-polluted areas. *Marine Micropaleontology*, 45, 151-168.
- Grout, J. A. and Levings, C. D., 2001. Effects of acid mine drainage from an abandoned copper miner, Brittanie Mines. Howe Sound British Columbia Canad on transnlanted blue mussels (*Mytilus edulis*). *Marine Environmental Research*, 51, 265-288.
- Hatta, A. and Ujiie, H., 1992. Benthic foraminifera from Coral Sea between Ishigaki and Iriomote Islands. Southern Ryukyu Island Arc, north-western Pacific. *Bulletin College of Science, University of the Ryukyus*, 54, 163-287.
- Herman, Y., 1989. Late Quaternary paleoceanography of the Eastern Mediterranean, the deep-sea record. *Marine Geology*, 87, 1-4.
- Hottinger, L., Halicz, E. and Reiss, Z., 1993. Recent foraminiferida from the Gulf of Aqaba Red Sea. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Academia Scieniarum et Artium Slovenica*, 179 p., 230 pls., Ljubljana.
- Kaminski, M. A., Aksu, A., Box, M., Hiscot, R. N., Filipescu, S. and Al-Salemen, M., 2002. Late Glacial to Holocene benthic foraminifera in the Marmara Sea: implication for Black Sea-Mediterranean Sea connections following the last deglaciation. *Marine Geology*, 190, 165-202.

- Kraft, J. C., Kayan, I. and Erol, O., 1980. Geographic reconstruction in the environs of ancient Troy. *Science*, 209, 776-782.
- Krauskopf, K.B., 1985, Introduction to Geochemistry, 2.nd edition. McGraw-Hill, 617.
- Kurter, A., 1988. Gökçeada jeomorfolojisi. İ. Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Ens. Raporu, 47-60, İstanbul.
- Loeblich, A. R. Jr. and Tappan, H., 1988. Foraminiferal genera and their classification. New York, Van Nostrand Reinhold Company, 2 vols. 1182 p.
- Loeblich, A. R. Jr. and Tappan, H., 1994. Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea. Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication, No. 31, 661 p.
- Loring, D.H., 1987. Reliability of trace metal analyses of marine sediments-Am ICES interaction study (I/TM/MS). In: Lindberg, SE, Hutchinson, TC (eds), Proceedings of the Sixth International Conference on Heavy Metals in the Environment, 15-18 September 1987, New Orleans, LA, CEP Limited Publishers, Edinburgh, UK, 352-356.
- Loring, D.H., and Rantala, R.T.T., 1988. An Intercalibration Exercise for Trace Metals in Marine Sediments. *Marine Chemistry* 24, 13-28.
- Masclé, J. and Martin, L., 1990. Shallow structure and recent evolution of the Aegean Sea: A synthesis based on continuous reflection profiles. *Marine Geology*, 97, 271-299.
- Meriç, E., 1986. Deniz dibi termal kaynakların canlı yaşamına etkisi hakkında güncel bir örnek (Ilıca-Çeşme-İzmir). *T. J. K. Bült.*, 29 (2), 17-21.
- Meriç, E., Yanko, V. ve Avşar, N., 1995. İzmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner istifinin foraminifer faunası. Quaternary Sequence in the Gulf of İzmit, (Ed. E. Meriç), 105-151, İstanbul.
- Meriç, E. ve Suner, F., 1995. İzmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner istifinde gözlenen termal veriler. Quaternary Sequence in the Gulf of İzmit, (Ed. E. Meriç), 81-90, İstanbul.
- Meriç, E. and Avşar, N., 2001. Benthic foraminiferal fauna of Gökçeada Island (Northern Aegean Sea) and its local variations. *Acta Adriatica*, 42 (1), 125-150.
- Meriç, E., Avşar, N. ve Bergin, F., 2002a. Midilli Adası (Yunanistan-Kuzeydoğu Ege Denizi) bentik foraminifer faunası ve bu toplulukta gözlenen yerel değişimler. *Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound)*, 40-41, 177-193, Adana.
- Meriç, E., Avşar, N. ve Nazik, A., 2002b. Bozcaada (Kuzey Ege Denizi) bentik foraminifer ve ostrakod faunası ile bu toplulukta gözlenen yerel değişimler. *Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound)*, 40-41, 97-119, Adana.
- Meriç, E., Kerey, I. E., Avşar, N., Tuğrul, A. B., Suner, F. ve Sayar, A., 2003a, Haliç (İstanbul) kıyı alanlarında (Unkapanı-Azapkapı) gözlenen Holosen çökelleri hakkında yeni bulgular. *H. Ü. Yerbilimleri*, 28, 9-32, Ankara.
- Meriç, E., Avşar, N., Bergin, F. ve Barut, İ. F., 2003b. Edremit Körfezi (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) güncel çökellerindeki bentik foraminifer topluluğu ile ekolojik koşulların incelenmesi. *Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound)*, 43, 169-182, Adana.
- Meriç, E., Avşar, N., Bergin, F. ve Barut, İ. F., 2003c. Dikili Körfezi'nde (Kuzeydoğu Ege Denizi) bulunan üç anormal bentik foraminifer örneği: *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll), *Rosalina* sp. ve *Elphidium crispum* (Linné) hakkında. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 127, 67-81, Ankara.
- Meriç, E., Avşar, N. and Bergin, F., 2004a, Benthic foraminifera of Eastern Aegean Sea (Turkey) systematics and autoecology. Chamber of Geological Engineers of Turkey and Turkish Marine Research Foundation. Publication No. 18, 306 p., İstanbul.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Eryılmaz, M. ve Yücesoy-Eryılmaz, F., 2004b. Saros Körfezi'nin (Kuzey Ege Denizi) güncel bentik ve planktik foraminifer toplulukları ile

- çökel dağılımı. Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound), 44-45, 1-44, Adana.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Alpar, B., Yokeş, B., Barut, İ. F. ve Ünlü, S., 2005. Gemlik Körfezi yüzey çökellerinin foraminifer, ostrakod ve mollusk faunası, foraminifer kavkılarında gözlenen morfolojik anomaliler ile bölgenin sedimentolojik, hidrojeokimyasal ve biokimyasal özellikleri. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 131, 21-48, Ankara.
- Meriç, E., Görmüş, M., and Avşar, N., 2007. Holocene geologic history of the Golden Horn (Istanbul, NW Turkey) based on foraminiferal data. Journal of Asian Earth Sciences, 30, 353-363.
- Meriç E., Yokeş, M.B., Nielsen, J.K., Görmüş M., Avşar, N. and Dinçer, F., 2008, Abnormal formations in peneroplid foraminifers: *Peneroplis-Coscinospira* togetherness, Anales de Biologia, 30, 1-7.
- Meteoroloji Bülteni, 1984. Ortalama ve ekstrem değerler, Meteoroloji Bülteni, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Murray, J. W., 1991. Ecology and paleoecology of benthic foraminifera. Harlow: Longman.
- Nagy, J. and Alve, E., 1987. Temporal changes in foraminiferal faunas and impact of pollution in Sandebukta. Oslo Fjord. Marine Micropaleontology, 12, 109-128.
- Nikulina, A., Polovodova, I., and Schönfeld, J., 2008. Foraminiferal response to environmental changes in Kiel Fjord, SW Baltic Sea. eEarth (www.electronic-earth.net /3/37/2008), 3, 37-49.
- Oyman, T., Minareci, F. and Pişkin, Ö., 2000. Ore paragenesis of the Efemçukuru Mineralisation. IESCA 2000, abstracts, p. 162.
- Önal, B. C., 2004. Haliç (Unkapamı-Azapkapı) Holosen çökellerinin foraminifer faunası. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ph. Thesis, 80 p., İstanbul.
- Padinha, C., Sanatos, R. and Brown, M. T., 2000. Evaluating environmental contamination in Ria Formosa (Portugal) using stress indexes of *Spartina Maritima*. Marine Environmental Research, 49, 67-78.
- Pişkin, Ö., 1980. Kadıkalesi-Girenbelen (Bodrum Yarımadası) hidrotermal-kontakt metazomatik Pb-Zn-Cu cevherleşmelerinin mineralojikjenetik incelenmesi. Doçentlik Tezi, Dokuz Eylül Üniv., İzmir.
- Ruiz, F., Borrego, J., González-Regalado, M.L., López González, N., Carro, B., Abad, M., 2008. Impact of millennial mining activities on sediments and microfauna of the Tinto River estuary (SW Spain). Marine Pollution Bulletin, 56, 1258-1264.
- Samir, A. M. and El-Din, A. B., 2001. Benthic foraminiferal assemblages and morphological abnormalities as pollution proxies in two Egyptian bays. Marine Micropaleontology, 41, 193-227.
- Savaşçın, M. Y. and Güleç, N., 1992. Relationship between magmatic and tectonic activities in Western Turkey. IESCA 1990, Proceedings, VII, 300-313.
- Sayılı, S. İ. ve Gonca, Ş., 1999. İzmir Karşiyaka, Altıntepe ve Çilektepe sektörlerinin jeolojisi, petrografisi ve değerli metal cevherleşmesi. Maden Tetkik Arama Bülteni, 121, 199-217, Ankara.
- Sgarrella, F. and Moncharmont-Zei, M., 1993. Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy), systematic and autoecology. Bulletin della Società Paleontologica Italiana, 32 (2), 145-264.
- Sharifi, A. R. L., Croudace, W. and Austin, R. L., 1991. Benthic foraminiferids as pollution indicators in Southampton Water, southern England. United Kingdom. Journal of Micropaleontology, 10 (1), 109-113.
- SHOD, 1988. Kuzey Ege Denizi Edremit Körfezi Dikili Kanalı Mesaha Raporu. Seyir Hidrografi Dairesi Başkanlığı yayınlanmamış rapor.
- SHOD, 1995. Kuzey Ege Denizi Edremit Körfezi Dikili Kanalı Mesaha raporu. Seyir Hidrografi Dairesi Başkanlığı yayınlanmamış rapor.

- Stanley, D. J. and Blanpied, C., 1980. Late Quaternary water exchanges between the Eastern Mediterranean and the Black Sea. *Nature*, 285, 537-541.
- Suner, F. and Meriç, E., 2001. A geochemical approach to organic matter enrichment in Gulf of İzmit, NW Turkey. *Progres in Mining and Oilfield Chemistry*, 3, 263-267.
- Şengör, A. M. C. and Yılmaz, Y., 1981. Thethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Thiermann, F., Akoumianaki, I., Hughes, J. A. and Giere, O., 1997. Benthic fauna of a shallow-water gaseohydrothermal vent area in the Aegean Sea (Milos, Greece). *Marine Biology*, 128 (1), 149-159.
- Tranchina, L., Basile, S., Brai M., Caruso, A., Cosentino C., Miccichè, S., 2008. Distribution of Heavy Metals in Marine Sediments of Palermo Gulf (Sicily, Italy). *Water Air and Soil Pollution*, 191, 245-256.
- UNEP/IAEA, 1986, Determination of total iron in marine sediments by flame atomic absorption spectrophotometry. *Reference Methods for Marine Pollution Studies*, No. 37-39, Vienna.
- Varnavas, S. P., Halbach, P., Halbach, M., Panagiotaras, D., Rahders, E. and Hubner, A., 1999. Characterization of hydrothermal fields and hydrothermal evolution in the Hellenic Volcanic Arc. *International conference Oceanography of the eastern Mediterranean and Black Sea*. 23 to 26 February 1999, Athens, Greece, Abstract, 343.
- Yağcı, N., 1981. Batı Anadolu'da Menderes Masifi ve genç volkanitlere ait kuvarlarda sıvı sıvı kapanım ölçümleri. *Master Tezi, Dokuz Eylül Üniv., İzmir*.
- Yalçın, H., Meriç, E., Avşar, N., Bozkaya, Ö. Ve Barut, İ. F., 2004, İskenderun Körfezi güncel foraminiferlerinde gözlenen jeokimyasal anomaliler. *T.J.B.*, 47 (2), 25-39, Ankara.
- Yaltrık, C., 1995. Gelibolu Yarımadası'nda Pliyo-Kuvaterner sedimentasyonunu denetleyen tektonik mekanizma. *Nezihi Canitez Sempozyumu Bilidiriler Kitabı*, 103-106.
- Yanko, V., Ahmad, M. and Kaminsky, M., 1998. Morphological deformities of benthic foraminiferal tests in response to pollution monitoring. *Journal of Foraminiferal Research*, 28 (3), 177-200.
- Yanko, V., Arnold, A. and Parker, W., 1999, The effect of marine pollution on benthic foraminifera. In B. K. Sen Gupta (ed.), *Modern Foraminifera* (pp. 217-235). Dordrecht: Kluwer.
- Yılmaz, Y., 1990. An approach to the origin of young volcanic rocks of Western Turkey. *Tectonic evolution of the Thethyan region* (Ed. Şengör, A. M. C.), Kluwer Academic Publication, 159-189.
- Yılmaz, H., Oyman, T., Arehart, G. B., Çolakoğlu, A. R. and Billor, Z., 2007. Low sulfidation type Au-Ag mineralization in Bergama, İzmir, Turkey, *Ore Geology Reviews* 32, 81-124.
-
- Makale Geliş Tarihi: 20 Haziran 2008
Kabul Tarihi : 15 Nisan 2009
- Received* : June 20, 2008
Accepted : April 15, 2009



Ostracoda Assemblage and Environmental Interpretation of the Bartonian-Priabonian Seydiler Formation (Kastamonu-Northern Turkey)

Bartoniyen-Priaboniyen Yaşlı Seydiler Formasyonu'nun (Kastamonu-Kuzey Türkiye) Ostrakod Topluluğu ve Ortamsal Yorumu

Nazan YEŞİLYURT¹, Cemal TUNOĞLU^{*2} and İbrahim K. ERTEKİN²

¹General Directorate of State Hydraulic Works, 5. Regional Directorate, Groundwater and Geotechnical services, Balgat, Ankara, TURKEY

²Hacettepe University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, 06532 Beytepe, Ankara, TURKEY

*Corresponding Author: tunay@hacettepe.edu.tr

ABSTRACT

The study area comprises about 40 km² and is located in the north of Seydiler town near Kastamonu city. The unit, that is widely exposed in the region, is named for the first time “Seydiler Formation”. This formation conformably overlies the Lutetian Gürleyikdere Formation at the base while it is overlain by Recent and Quaternary alluvium deposits with an unconformity at the top. Seydiler Formation is represented by thin bedded sandstone-marl alternations at the base and by medium to thick-bedded, dark grey marls in the upper parts. The thickness of the formation varies from 30 to 215 meters. Paleontological examinations were carried out on 184 samples collected from 7 stratigraphic sections. Overall, 19 taxa belonging to 11 ostracod genera in 9 different families were determined. Among the families *Cytherellidae*, *Bairdiidae* and *Krithidae*, were the dominant genera. One species “*Echinocythereis anatolica* n.sp.” is proposed as a new species. *Cytherella* and *Krithe* are very abundant and dominant within the ostracoda assemblage. Based on the ostracod assemblage examined, the age of this unit is assigned as Bartonian-Priabonian. This assignment is also supported by the dating of planktonic foraminifers, nannoplanktons and dinoflagellates. All paleontological data of the study area indicate neritic to bathyal marine depositional conditions with normal salinities.

Keywords: Ostracoda, Bartonian-Priabonian, Seydiler Formation, Kastamonu, Turkey.

ÖZ

Çalışma, yaklaşık 40 km² lik bir alanda ve Kastamonu İli, Seydiler İlçesi kuzeyinde gerçekleşmiştir. Geniş bir yayılıma sahip olan söz konusu birim, ilk kez “Seydiler Formasyonu” olarak isimlendirilmiştir. Seydiler Formasyonu Lütesiyen yaşlı Gürleyikdere Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir. Güncel ve Kuvaterner alüvyon çökellerle de uyumsuz olarak örtülür. Seydiler Formasyonu tabanda ince tabakalı kumtaşı-marn ardalanması ile başlar ve üst seviyelerde orta-kalın tabakalı koyu gri marnlarla temsil edilir. Formasyonun kalınlığı 30-215 metre arasında değişmektedir. Paleontolojik çalışmalar, 7 stratigrafik kesitten derlenen 184 örnek üzerinde yürütülmüştür. Bu çalışmalara bağlı olarak, başlıca Cytherellidae, Bairdiidae ve Krithidae familyaları olmak üzere 9 familyaya ve 11 ostrakod cinsine bağlı toplam 19 tür tanımlanmıştır. Bunlardan biri “Echinocythereis anatolica n.sp.” ilk kez bu çalışmada yeni tür olarak önerilmiştir. Ostrakod faunası içinde Cytherella ve Krithe cinsleri ile bunlara ait türler bol ve baskındır. Tanımlanan ostrakod faunasına göre, bu formasyonun yaşı Bartoniyen-Priaboniyen’dir. Bu yaş bulgusu ayrıca planktonik foraminifer, nannoplankton ve dinoflagellatlar ile de desteklenmiştir. Tüm fauna ve flora topluluğu yaşam ortamının normal tuzluluk koşullarına sahip, neritikden batiyale kadar değişebilen bir derinlikteki depolanma ortamının varlığını işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Bartoniyen-Priaboniyen, Kastamonu, Seydiler Formasyonu, Ostrakoda, Türkiye.

INTRODUCTION

Bartonian-Priabonian lithostratigraphic units are very restricted in Turkey: The Çatalca Peninsula in the Thrace Basin (Sönmez-Gökçen, 1973), the Bakırköy Basin-İstanbul (Şafak, 1997); the Sinop Basin (Tunoğlu, 2001) and the Devrekani Basin in northern Anatolia (Tunoğlu, 1991a, b), the Kasaba Basin-Antalya in southern Turkey (Bilen, 1996; Tunoğlu and Bilen, 2001) and the Darende Basin (Nazik, 1993) in Eastern Anatolia are a few of them (Figure 1).

Many geological investigations had been carried out in the Devrekani basin and its surroundings: (Blumethal, 1948; Dizer, 1953; Geiss, 1954; Göktunalı, 1955; Ketin, 1962, Tunoğlu, 1991a, b; 1992a, b; 1993, 1994, 2001; Bragin et al., 2001; Bardet & Tunoğlu, 2002;

Yeşilyurt, 2004; Yeşilyurt et al., 2005; Yıldız et al., 2007). An important investigation dealing with the foraminiferal biostratigraphy of Bartonian, Priabonian and Oligocene shallow-water sediments of southern and eastern Turkey was carried out by Sirel (2003). Another one, dealing with the larger foraminiferal biostratigraphy and its correlation with planktonic foraminifer and nannoplankton zones of the Tethyan Paleocene and Eocene, was carried out by Serra-Kiel et al. (1998).

This article is concerned with the first record of a diverse and correlative Bartonian-Priabonian ostracod assemblage within the Seydiler Formation of the Devrekani basin in the central Pontid region of northern Turkey (Figure 1).

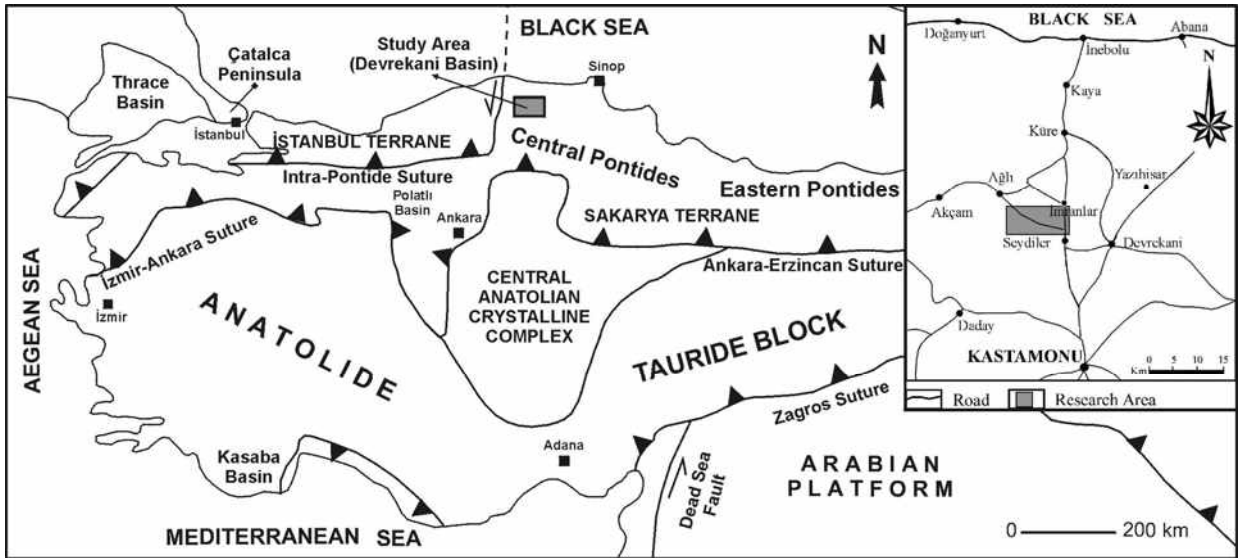


Figure 1. Geologic setting and location map of the study area (large map after Okay and Göncüoğlu, 2004 and small map after Yeşilyurt et al., 2005 and Yıldız et al., 2007).

Şekil 1. Çalışma alanı yer buldururu haritası ve jeolojik konumu (Büyük harita Okay ve Göncüoğlu, 2004'ten, küçük harita ise Yeşilyurt ve diğ., 2005 ve Yıldız ve diğ., 2007'den değiştirilerek alınmıştır).

GEOLOGICAL SETTING

The investigation area comprises about 40 km² and is located in the north of Seydiler town near Kastamonu city in northern Anatolia (Kastamonu E31-d2; 51⁰⁰-64⁰⁰ latitude and 08⁵⁰-16⁰⁰ longitude). The study area is located geologically in the central part of the Pontid tectonic unit (Ketin, 1966), or the “Rhodope-Pontide fragment” according to Şengör (1984). The Pontid area is a main orogenic belt in northern Turkey, which spread along east to west and is characterized by the presence of several basins with transgressive to regressive Jurassic, Cretaceous and Tertiary successions on Precambrian or Paleozoic metamorphic basement units (Figure 1). One of these basins is the Devrekani basin (Tunoğlu, 1991a), which

represents a depression with a nearly east-west trending long axis. This basin was entirely related to the Tethyan bioprovince. Late Mesozoic and Cenozoic marine sedimentation took place in the basin on a metamorphic basement of supposed Precambrian age in the south, and on Jurassic clastics and carbonates in the north. The Late Mesozoic and Early-Middle Cenozoic are represented by the following lithostratigraphic units in the basin (Figure 2, 3): The Campanian-Mastrichtian and Paleocene Davutlar Formation is represented by marls, sandy marls, sandy limestones, sandstones and claystones with thicknesses of approximately 300-400 meters (Tunoğlu, 1991 a, b and 1992 a, b). Eocene (Lutetian) The Gürleyikdere Formation overlies the Davutlar Formation conformably (Figure 3). Gürleyikdere formation is mainly

composed of limestones, sandy limestones, bryozoan limestones and a few marls bearing benthic foraminifers, brachiopods, bryozoa, algae and corals. The Seydiler Formation was deposited during Bartonian-Priabonian stages and it is dominantly composed of marls, claystones and mudstones (Figure 3). This unit overlies a hardground surface on the Gürleyikdere Formation (Figure 3, 4), and contains diverse ostracod, nannoplankton, benthic and planktonic

foraminifer and dinoflagellate assemblages. In the study area the upper level of the Seydiler Formation is observed as erosional surfaces.

Geologic sections are measured along two main roads; the NW-SE Seydiler-İnebolu road (Figure 5a) and the E-W Seydiler-Ağlı road (Figure 5b). Paleontological research was carried out on 184 marl samples collected from 7 different measured sections.

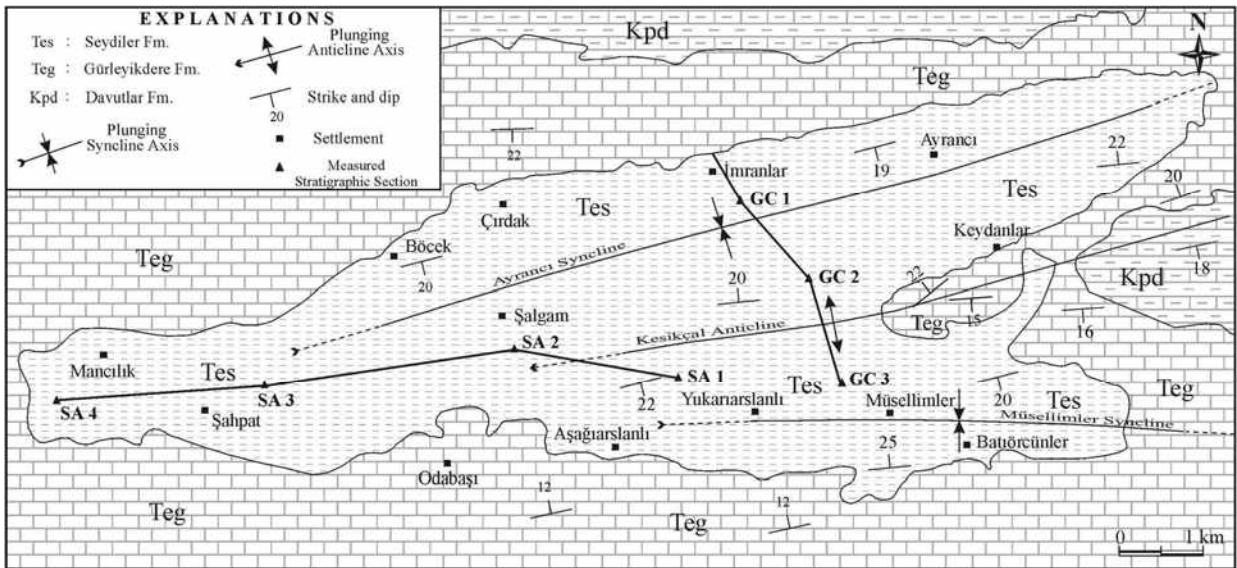


Figure 2. Geological map of the investigation area (changed after Yeşilyurt et al., 2005).

Şekil 2. İncelenen bölgenin jeoloji haritası (Yeşilyurt ve diğ., 2005'den değiştirilmiştir).

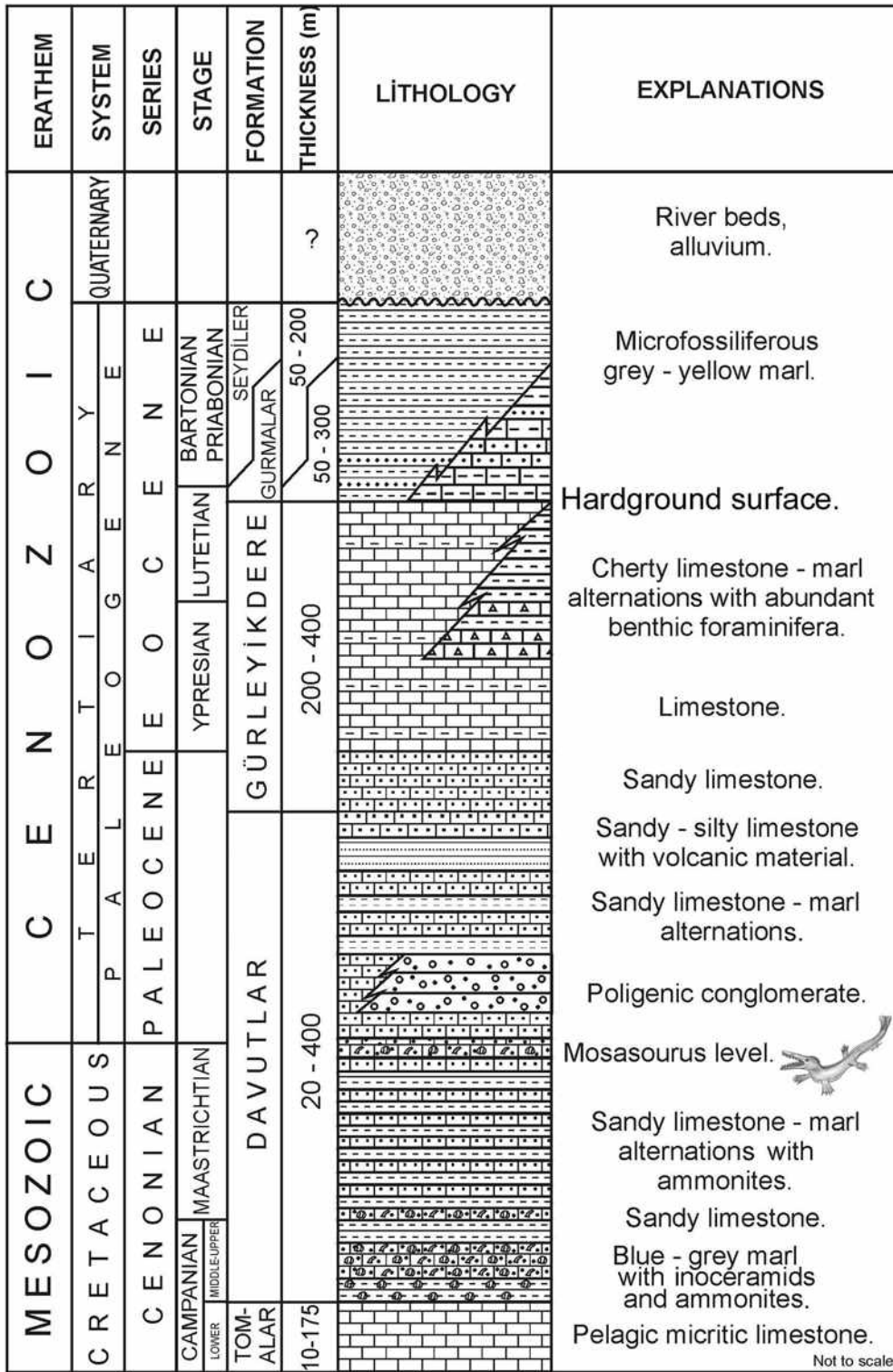


Figure 3. Generalized stratigraphic section of the investigation area (chanced after Yeşilyurt et al., 2005).

Şekil 3. İncelenen bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik istifi (Yeşilyurt ve diğ., 2005'den değiştirilmiştir).

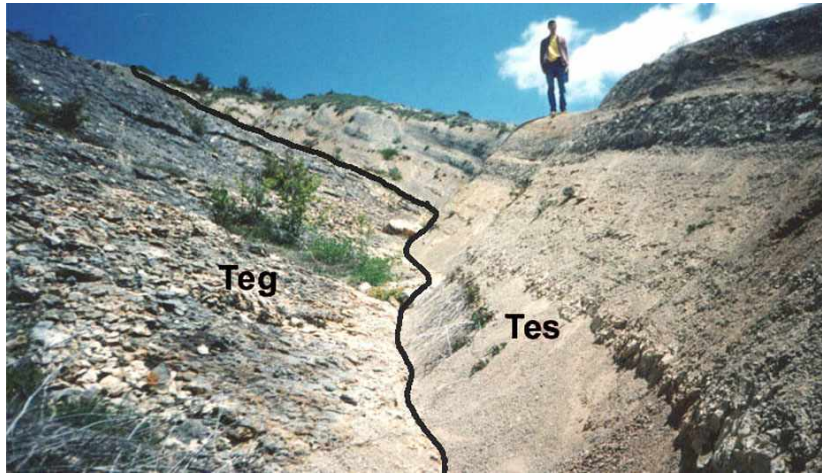


Figure 4. Hardground (paraconformity) surface between Gürleyikdere (Teg) and Seydiler (Tes) Formations from the type section locality (Yeşilyurt et al., 2005).

Şekil 4. Tip kesit lokasyonunda Gürleyikdere (Teg) ve Seydiler (Tes) formasyonları arasında gözlenen hardground (parakonformite) yüzeyi (Yeşilyurt ve diğ., 2005).

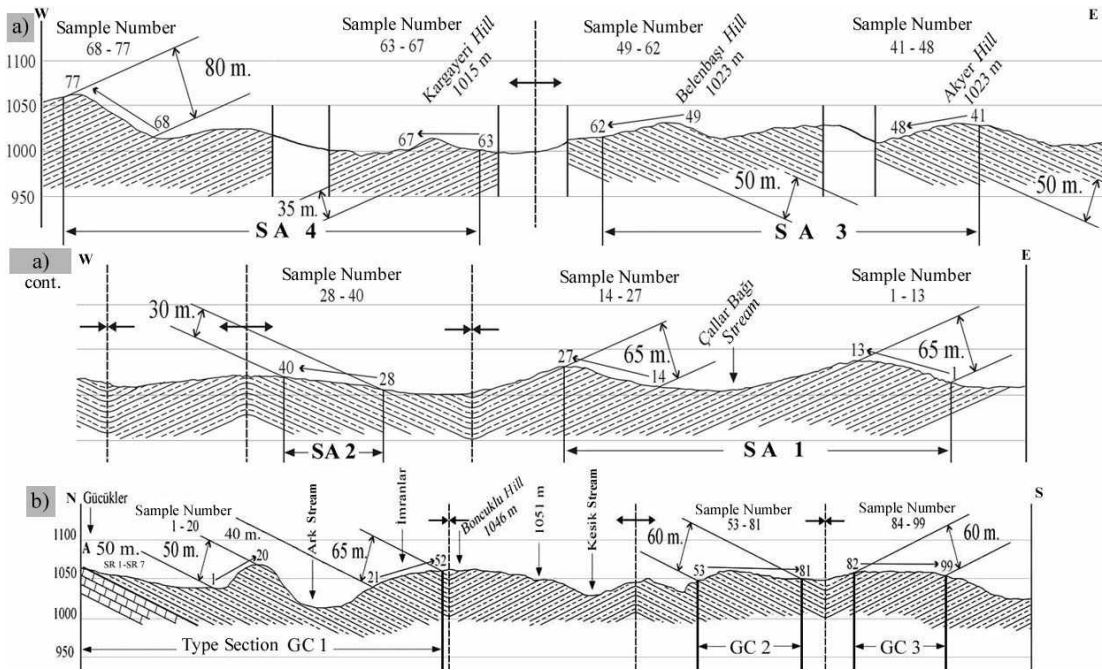


Figure 5 a) E-W directed (Seydiler-Ağlı road) geologic section of Seydiler Formation and locations of reference sections (chanced after Yeşilyurt et al., 2005).

b) E-W directed (Seydiler-Ağlı road) geologic section of Seydiler Formation and locations of reference sections (chanced after Yeşilyurt et al., 2005).

Şekil 5 a) Seydiler Formasyonu'nun D-B uzanımı (Seydiler-Ağlı yolu) jeolojik kesiti ve referans kesit yerleri (Yeşilyurt ve diğ., 2005'den değiştirilmiştir).

b) Seydiler Formasyonu'nun D-B uzanımı (Seydiler-Ağlı yolu) jeolojik kesiti ve referans kesit yerleri (Yeşilyurt ve diğ., 2005'den değiştirilmiştir).

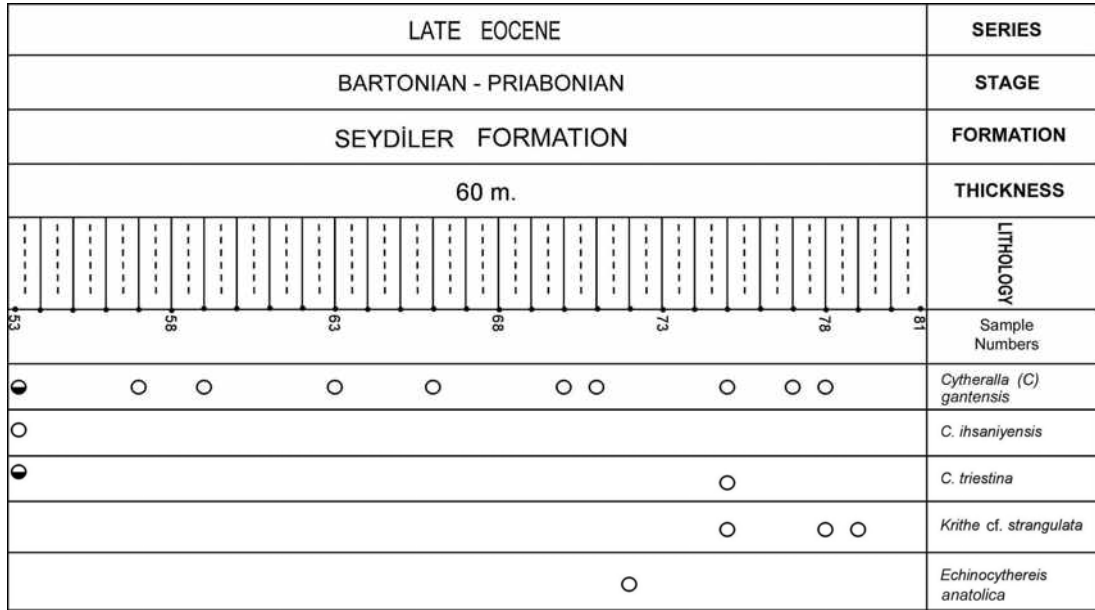


Figure 7. Ostracod association and distribution in the GC-2 reference section.

Şekil 7. GC-2 Referans kesitindeki ostrakod birlikteliği ve dağılımı.

The GC-2 stratigraphic section has a thickness of 60 m (Figure 7). The whole section is represented by claystones and marls. 29 samples have been collected from the section and 5 ostracod taxa have been determined. *Cytherella* is the dominant genus and *Cytherella (Cytherelloidea) gantensis* is the dominant species throughout this section.

The thickness of the section GC-3 is measured as 60 meters. Claystone and marl alternation is the dominant lithology in this section. 18 samples have been collected from the section but no ostracods can be observed.

For this reason, this section has not been given as a figure in this paper.

The thickness of the section SA-1 is measured as 195 meters (Figure 8). The lithology is mainly claystone and marl alternations. 27 samples have been collected from this section and 14 ostracod taxa have been determined. The diversity and abundance of ostracod species are very high towards the upper levels of this section. *Cytherella* and *Krithe* are the dominant genera along the section.

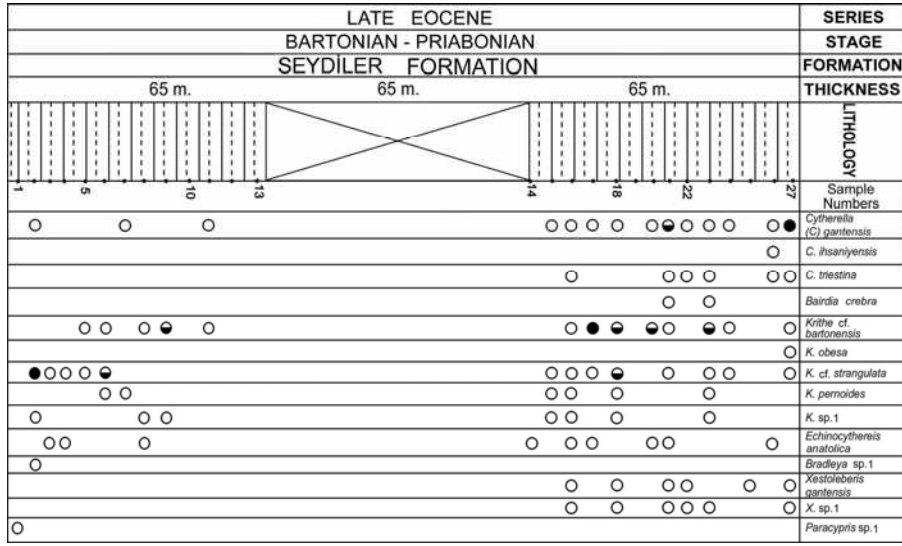


Figure 8. Ostracod association and distribution in the SA-1 reference section.

Şekil 8. SA-1 Referans kesitindeki ostrakod birlikteliği ve dağılımı.

Section SA-2 has a 30 m total thickness (Figure 9). This section is represented by yellow and gray claystone and marl alternations. 13 samples have been collected from the section. 11 of the samples contain ostracods and these

samples belong to the lower and upper levels of the section. 11 ostracod taxa have been determined. *Cytherella* and *Krithe* are the dominant genera. The number of individuals decrease in this section.

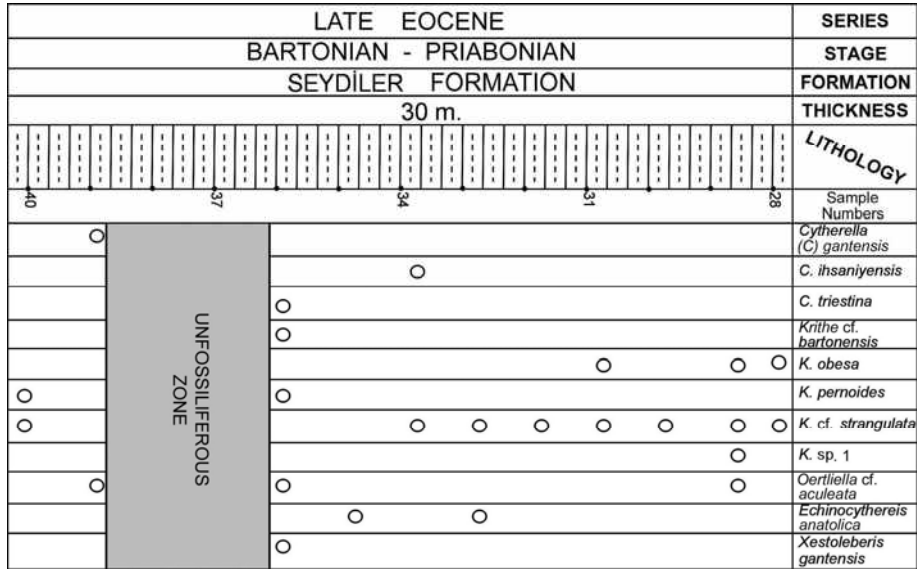


Figure 9. Ostracod association and distribution in the SA-2 reference section.

Şekil 9. SA-2 Referans kesitindeki ostrakod birlikteliği ve dağılımı.

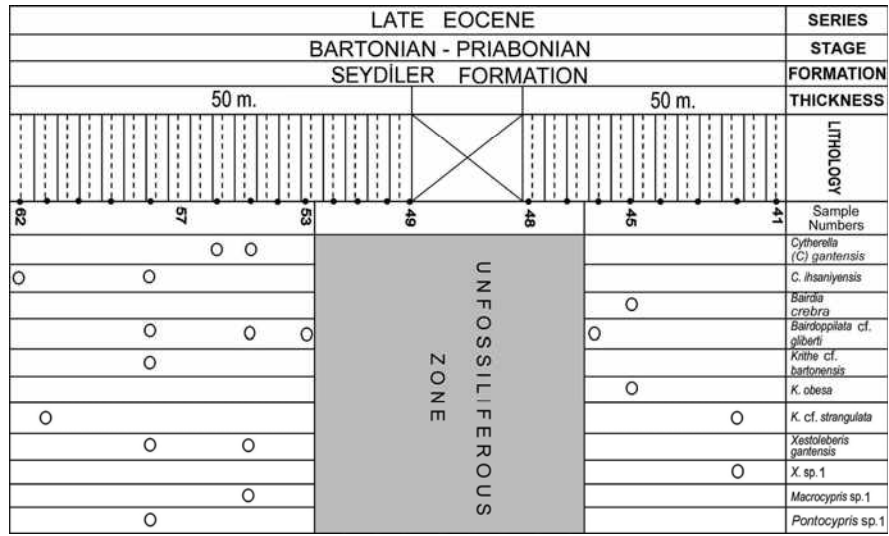


Figure 10. Ostracod association and distribution in the SA-3 reference section.

Şekil 10. SA-3 Referans kesitindeki ostrakod birlikteliği ve dağılımı.

SA-3 has a thickness of 100 m. (Figure 10). The Section is represented by yellow, gray claystone and marl alternations. 22 samples have been collected along the section and 9 samples belonging to the upper and lower levels are fossiliferous. 11 ostracod taxa have been identified. *Cytherella* and *Krithe* are the dominant genera in this section.

SA-4 has a thickness of 115 meters (Figure 11). The Section is represented by yellow and gray claystone and marl alternations. 15 samples have been collected along the section. 11 ostracod taxa have been identified. *Cytherella* and *Krithe* are the dominant genera in this section.

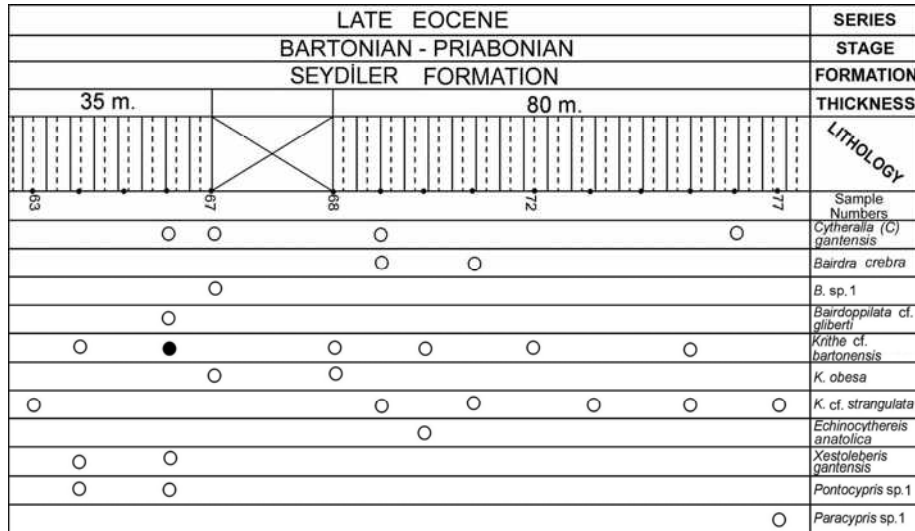


Figure 11. Ostracod association and distribution in the SA-4 reference section.

Şekil 11. SA-4 Referans kesitindeki ostrakod birlikteliği ve dağılımı.

SYSTEMATIC DESCRIPTION

Nineteen ostracod species belonging to eleven genera and nine families were identified from the Bartonian-Priabonian deposits. One species within this fauna is proposed as new, eleven species are known but seven species have been left in the open nomenclature. Ostracod assemblages and their SEM images are given in plates 1-3 (some of the figures of the first plate which are related to the Type Section of this study have been used and published in Yıldız et al., 2007). The classification of Ostracoda by Hartmann and Puri (1974) is used for the taxonomy of the species. Moore (1961), Morkhoven (1962, 1963) and the Catalogue of Ostracoda (Ellis and Messina, 1953-1985) have also been used for identification. The species are archived at the paleontological laboratory of Geological Engineering Department of Hacettepe University.

Sub Class: OSTRACODA Latreille, 1802

Order: PODOCOPIIDA G.W. Müller, 1894

Sub Order: PLATYCOPA Sars, 1866

Family: CYTHERELLIDAE Sars, 1866

Sub Family: CYTHERELLINAE Pokorný, 1958

Genus: *Cytherella* Jones, 1849

Type-species: *Cytherella ovata* Roemer, 1841

Stratigraphic range: From Jurassic to Recent.

Environment: Generally whole marine bathymetric levels, rare in the brackish water environments (Morkhoven, 1963).

Cytherella (Cytherelloidea) gantensis
(Monostori, 1977)

Pl. 1, Figs.1-3

1977 *Cytherella (Cytherelloidea) gantensis*
Monostori, p. 76, 77, pl. 1, fig. 1.

1985a *Cytherella (Cytherelloidea) gantensis*
Monostori, Monostori, p. 27-31, pl. 1,
figs. 1-17.

Material: 68 carapaces, 42 valves.

Dimensions: Length: 0.67 – 0.87 mm

Height: 0.41 – 0.48 mm

Width: 0.40 – 0.45 mm

Remarks: *Cytherella (Cytherelloidea) gantensis* has been identified in three different forms (being A, B, C forms of *Cytherella (Cytherelloidea) gantensis*) by Monostori (1985a). Our specimen is identical to the B form.

Geographic distribution and stratigraphic range: **Hungary:** Environs of Budapest and Gánt, Middle Eocene (Monostori, 1977, 1982, 1985a). **Turkey:** Seydiler/Kastamonu, Bartonian-Priabonian.

Cytherella ihsaniyensis Sönmez-Gökçen, 1973

Pl. 1, Figs. 4, 5

1973 *Cytherella ihsaniyensis* Sönmez-Gökçen,
p. 24, 25, pl. 11, figs. 5-9.

Material: 11 valves, 2 carapaces.

Dimensions: Length: 0.75-0.77 mm

Height: 0.45-0.48 mm

Width: 0.35-0.40 mm

Geographic distribution and stratigraphic range: **Turkey:** Thrace basin-İnceğiz, Bartonian (Sönmez-Gökçen, 1973); Seydiler/Kastamonu, Bartonian-Priabonian.

Cytherella triestina Kollmann, 1962

Pl. 1, Figs. 6-9

1962 *Cytherella triestina* Kollmann, p. 210, pl. 3, figs. 1-10.

1970 *Cytherella triestina* Kollmann, Gökçen, p. 93, pl. 1, figs. 5, 6.

1973 *Cytherella triestina* Kollmann, Sönmez-Gökçen, p. 27, pl. 2, figs. 16-21.

1985 *Cytherella triestina* Kollmann, Duru ve Gökçen, p. 52-53, pl. 1, figs. 13-15.

1993 *Cytherella triestina* Kollmann, Nazik, p. 21, pl. 1, fig. 1.

Material: 61 valves, 11 carapaces.

Dimensions: Length: 0.78-0.84 mm
Height: 0.44-0.49 mm
Width: 0.35-0.38 mm

Geographic distribution and stratigraphic range: **Yugoslavia/Serbia:** Lutetian (Kollmann, 1962). **England:** London basin, Ipresian (Gökçen, 1970). **Turkey:** Thrace basin-İnceğiz, Bartonian (Sönmez-Gökçen, 1973); Polatlı basin, Ilerdian-Kuvizian (Duru and Gökçen, 1985); Darende Basin, Lutetian (Nazik, 1993); Seydiler/Kastamonu, Bartonian-Priabonian.

Sub Order: PODOCOPA Sars, 1866

Super Family: BAIRDIACEA Sars, 1866

Family: BAIRDIIDAE Sars, 1866

Genus: *Bairdia* M'coy, 1844

Type-species: *Bairdia curtus* M'coy, 1844

Stratigraphic range: From Silurian to Recent.

Environment: Marine, Occurs in very shallow waters as well as in very deep waters (Morkhoven, 1963).

Bairdia crebra (Deltel, 1962-63)

Pl. 1, Figs. 10, 11

1962-63 *Bairdia crebra* Deltel, p. 138, 139, pl. 1, figs. 15-17.

1973 *Baridia crebra* Deltel, Sönmez-Gökçen, p. 35, pl. III, figs. 22-25.

1985 *Bairdia crebra* Deltel, Duru and Gökçen, p. 57, pl. 2, figs. 1-4.

2001 *Baridia crebra* Deltel, Tunoğlu, p. 151, pl. 1, fig. 1.

Material: 2 carapaces, 5 valves.

Dimensions: Length: 0.86-1.00 mm
Height: 0.67-0.92 mm
Width: 0.52-0.65 mm

Geographic distribution and stratigraphic range: **France:** Coupe de Gibret, Lutetian (Deltel, 1962-63). **Turkey:** Thrace basin-İnceğiz, Bartonian (Sönmez-Gökçen, 1973); Polatlı basin, Tanetian-Kuvizian (Duru and Gökçen, 1985); Sinop Basin, Lutetian-Bartonian (Tunoğlu, 2001); Seydiler/Kastamonu, Bartonian-Priabonian.

***Bairdia* sp.1**

Pl. 1, Figs. 12, 13

Description: Valve shape is typically “bairdioid”, antero-dorsal and postero-dorsal margins are angular, antero-dorsal margin is elevated towards dorsal margin, postero-ventral margin is tapering backward. The posterior margin is truncated towards the ventral margin. The left valve is larger than the right. The posterior end tapers more than the anterior at dorsal view. Maximum length, height and width are near the center of the carapace. The valve surface is smooth.

Material: 3 carapaces, 2 valves.

Dimensions: Length: 0.42-0.55 mm
Height: 0.27-0.30 mm
Width: 0.28-0.32 mm

Remarks: This species is very similar to *Bairdia* sp. determined by Donze et al. (1982-Tunusia/El Kef Section) in having a similar valve shape and outline of the dorsal margin; but our species has a very different antero-ventral area and a more rounded anterior margin than Donze et al.’s taxon.

Locality and stratigraphic level in this study:

GC-1 measured stratigraphic section (MSS), sample number(s) (SN): 15, 20, 21, 49; SA 4 MSS, SN: 67, Bartonian-Priabonian.

Genus: *Bairdoppilata* Coryell, Sample & Jennings, 1935.

Type-Species: *Bairdoppilata martyini* Coryell, Sample & Jennings, 1935.

Stratigraphic range: From Cretaceous to Recent.

Environment: From very shallow to very deep marine waters (Morkhoven, 1963).

***Bairdoppilata* cf. *gliberti* Keij, 1957**

Pl. 1, Fig. 14

- 1957 *Bairdoppilata gliberti* Keij, p. 53, pl. 1, figs. 18-21.
- 1958 *Bairdoppilata gliberti* Keij, Marliéère, p. 18, pl. 2, figs. 5-6.
- 1959 *Bairdoppilata gliberti* Keij, Ducasse, p. 13, pl. 1, fig. 4; pl. 10, fig. 2.
- 1968 *Bairdoppilata gliberti* Keij, Haskins, p. 1, pl. 2, figs. 29, 30.
- 1969 *Bairdia gliberti* Keij, Pietrzeniuk, p.15, pl. II, figs.9, 10.
- 1973 *Bairdoppilata gliberti* Keij, Sönmez-Gökçen, p. 38, 39, pl. 4, figs.12-14.
- 1985 *Bairdoppilata gliberti* Keij, Duru and Gökçen, p. 59, 60, pl. 3, figs. 1-4.
- 1997 *Bairdoppilata gliberti* Keij, Şafak, pl. 1, fig. 1.
- 2001 *Bairdia (Bairdoppilata) gliberti* Keij, Tunoğlu, p. 152, pl. 1, figs. 2-5.
- 2008 *Bairdia (Bairdoppilata) cf. gliberti* Keij, Shahin, El Halaby, El Baz, p. 129, pl. 1, fig. 12.

Material: 2 carapaces, 2 valves.

Dimensions: Length: 0.85-1.50 mm
Height: 0.50-0.80 mm
Width: 0.45-0.70 mm

Remarks: This specimen is higher but less elongated than the Keij (1957)’s holotype and

paratypes. For this reason, this taxon is proposed as “cf”.

Geographic distribution and stratigraphic range: **Belgium:** Lutetian-Bartonian (Keij, 1957; Marlière, 1958). **France:** Paris basin; Tanetian-Lutetian (Apostolescu, 1955, 1956); Aquitaine basin, Lutetian-Bartonian (Ducasse, 1959). **England:** Bartonian (Haskins, 1968). **Spain:** Campo, Early Eocene/Ilerdian-Cuisian (Ducasse, 1959). **Germany:** Northern Germany, Eocene (Pietrzniuk, 1969). **Turkey:** Thrace basin-İnceğiz, Bartonian (Sönmez-Gökçen, 1973); Polatlı basin, Tanetian-Kuvizian (Duru and Gökçen, 1985); Darende Basin, Lutetian-Priabonian (Nazik, 1993); Bakırköy Havzası, İstanbul, Late Eocene (Şafak, 1997); Sinop Basin, Lutetian-Bartonian (Tunoğlu, 2001); Egypt, Middle Eocene (Shahin, El Halaby, El Baz, 2008), Seydiler/Kastamonu, Bartonian-Priabonian.

Family: KRITHIDAE Mandelstam, 1960

Sub Family: KRITHINAE Mandelstam, 1974

Genus: *Krithe* Brady, Crosskey and Robertson, 1874

Type-Species: *Ilyobates praetexta* Sars, 1866 but according to some authors *Cythere (Cytherideis) bartonensis* Jones, 1857

Stratigraphic range: From Cenomanian to Recent (Mokhoven, 1963).

Environment: Marine, especially infraneritic and bathyal environments (Mokhoven, 1962, 1963).

Krithe cf. bartonensis (Jones, 1857)

Pl. 2, Figs. 1-3

- 1857 *Krithe bartonensis* (Jones), Keij, p. 85, pl. VIII., figs. 11-17.
- 1959 *Krithe bartonensis* (Jones), Ducasse, p. 49-50, pl. III, fig. 1; pl. XX, figs. 3a-b.
- 1969 *Krithe bartonensis* (Jones), Pietrzniuk, p. 21, figs. 5-6; pl. V, fig. 12.
- 1969 *Krithe bartonensis* (Jones), Scheremeta, p. 88, 89, pl. VIII, figs. 1, 2.
- 1970 *Krithe bartonensis* (Jones), Haskins, p. 13-16, pl. 1, figs. 5-14.
- 1973 *Krithe bartonensis* (Jones), Sönmez-Gökçen, p. 54, pl. VII, figs. 3 -7.
- 1985a *Krithe bartonensis* (Jones), Monostori, p. VII, figs.9-21.
- 1987 *Krithe bartonensis* (Jones), Monostori, p. 145, pl. 3, figs.12, 13.
- 1996 *Krithe bartonensis* (Jones), Monostori, p. 39-41, pl. 11, figs. 4-8; pl. 12, figs. 1-8.
- 2008 *Krithe bartonensis* (Jones), Shahin, El Halaby, El Baz, p. 131, pl. 2, figs. 1, 2.

Material: 101 carapaces, 20 valves.

Dimensions: Length: 0.57-0.62 mm

Height: 0.28-0.32 mm

Width: 0.25-0.30 mm

Geographic distribution and stratigraphic range: **England:** Early-Middle Eocene (Haskins,1970). **Belgium:** Early-Middle Eocene (Keij, 1957). **France:** ?Paleocene-?Oligocene (Ducasse, 1959). **Germany:** Middle Eocene (Pietrzniuk, 1969). **Ukraine:** Early-Late Eocene

(Scheremeta, 1969). **Hungary:** Middle Eocene (Bartonian-Early Priabonian) (Monostori, 1985a, 1987,1996). **Turkey:** Thrace basin-İnceğiz, Middle Eocene-?Early Oligocene (Sönmez-Gökçen, 1973); Egypt, Middle Eocene (Shahin, El Halaby, El Baz, 2008), Seydiler/Kastamonu, Bartonian-Priabonian.

Krithe obesa Sönmez-Gökçen,1973

Pl. 2, Fig. 4, 5

1973 *Krithe obesa* Sönmez-Gökçen, p. 54, 55, pl. VII, figs. 8-10.

Material: 4 carapaces, 2 valves.

Dimensions: Length: 0.62-0.70 mm

Height: 0.35-0.40 mm

Width: 0.30-0.35 mm

Geographic distribution and stratigraphic range: **Turkey:** Thrace basin-İnceğiz, Bartonian (Sönmez-Gökçen, 1973); Seydiler/Kastamonu, Bartonian-Priabonian.

Krithe pernoides (Bornemann, 1855)

Pl. 2, Figs. 6-8

1957 *Krithe pernoides* (Bornemann), Keij, p. 86, pl. 6, figs. 11a-b.

1962 *Krithe pernoides* (Bornemann), Bassiouni, p. 22, pl. 9, figs.1- 3.

1985a *Krithe* n.sp. aff. *Krithe pernoides* (Bornemann), Monostori, p. 66, 67, pl. VII, figs. 22-27.

1985b *Krithe pernoides* (Bornemann), Monostori, p.189-190, pl. 4, fig. 9.

1996 *Krithe pernoides* (Bornemann), Monostori, p. 42, 43, pl. 14, figs. 5-8; pl. 15 figs. 1-3.

Material: 20 carapaces, 4 valves.

Dimensions: Length: 0.60-0.84 mm

Height: 0.25-0.35 mm

Width: 0.20-0.32 mm

Geographic distribution and stratigraphic range:

Germany: Early Eocene-Late Oligocene (Bassiouni, 1962). **Belgium:** Rupelian (Keij, 1957). **Hungary:** Middle Eocene-Late Oligocene (Monostori, 1985a,b; 1996). **Turkey:** Seydiler/Kastamonu, Bartonian-Priabonian.

Krithe cf. strangulata Deltel, 1962-63

Pl. 2, Figs. 9-11

1962-63 *Krithe strangulata* Deltel, p. 173-174, pl. IV, figs. 90-92.

Material: 87 carapaces, 21 valves.

Dimensions: Length: 0.62-0.67 mm

Height: 0.35-0.40 mm

Width: 0.29-0.33 mm

Geographic distribution and stratigraphic range:

France: Aquitaine basin Stampian (Deltel, 1962-63). **Turkey:** Seydiler/Kastamonu, Bartonian-Priabonian.

***Krithe* sp. 1**

Pl. 2, Fig. 12

Description: The valves are elongated, ovate in lateral outline, the dorsal margin is straight, the ventral margin nearly straight in the left valve. The left valve is larger than the right. The anterior margin is broadly rounded, the dorsal

and ventral margins are nearly parallel, the antero-dorsal and postero-dorsal corners are not marked, the posterior end is obliquely truncated and the posteroventral end is beak shaped. The valve surface is smooth. The maximum height is between the anterior and center of the valve. Maximum length and width are measured at the center.

Material: 2 carapaces, 6 valves.

Dimensions: Length: 0.70-0.65 mm
Height: 0.25-0.35 mm
Width: 0.25-0.30 mm

Remarks: This species is very similar to *Krithe truncatus* Sönmez-Gökçen, but *Krithe* sp. 1 is slightly straighter at the ventral side, and the postero-ventral margin of *Krithe* sp.1 is stronger than that of *K. truncatus*.

Locality and stratigraphic level in this study:

SA-1 MSS, SN: 2, 8, 9, 11, 15,16,18, 23; Bartonian-Priabonian.

Family: TRACHYLEBERIDIDAE Sylvester-Bradley, 1946

Sub Family: TRACHYLEBERIDINAE Sylvester-Bradley, 1948

Genus: *Oertliella*, Pokorny, 1964

Type-species: *Cythere reticulata* Kafka, 1886

Stratigraphic range: Late Cretaceous-Paleogene.

Environment: Generally neritic marine environment (Pokorny, 1964).

***Oertliella aculeata* (Bosquet, 1852)**

Pl. 2, Figs. 13, 14

1852 *Cythere aculeata* Bosquet, p. 107, pl. 5, fig. 10.

1955 *Trachyleberis aculeata* (Bosquet), Apostolescu, p. 271, pl. 8, figs. 123-124.

1957 *Trachyleberis (Trachyleberis) aculeata* (Bosquet), Keij, p. 90, pl. 13, figs. 16-17; pl. 16, figs. 14-15.

1959 *Trachyleberis (Trachyleberis) aculeata* (Bosquet), Ducasse, p. 68, pl. 5, fig. 4; pl. 26, fig. 1.

1961 *Trachyleberis aculeata* (Bosquet), Deltel, p. 183, pl. 18, figs. 301, 302.

1965 *Trachyleberis (Trachyleberis) aculeata* (Bosquet), Eager, p. 24, pl. 3, figs. 5, 6.

1972 *Oertliella aculeata* (Bosquet), Tambareau, p. 312-320, pl. 10, figs1-21.

1973 *Trachyleberis aculeata* (Bosquet), Sönmez-Gökçen, p. 79,80, pl. 9, figs. 39-40.

1977 *Oertliella aculeata* (Bosquet), Szczechura, p. 68-69, pl. 22, figs.1-6.

1984 *Oertliella aculeata* (Bosquet), Duru, p. 74, 75, pl. 5, figs. 1-4.

Material: 4 carapaces.

Dimensions: Length: 0.70-0.75 mm
Height: 0.40-0.50 mm
Width: 0.35-0.40 mm

Geographic distribution and stratigraphic range: **England:** Ledian (Middle Eocene) (Keij, 1957); Bartonian (Eager, 1965). **Belgium:** Danian-Bartonian (Keij, 1957). **France:** Paris basin, Montian-Ledian/Middle Eocene (Keij,

1957; Apostolescu, 1955); Aquitaine basin, Lutetian (Ducasse, 1959; Deltel, 1961). **Poland:** Paleocene-Eocene (Szczechura, 1977). **Spain:** Campo, Ilerdian (Tambareau 1972). **Turkey:** Thrace basin, Bartonian (Sönmez-Gökçen, 1973); Polatlı basin, Tanetian-Kuvizian (Duru, 1984); Seydiler/Kastamonu, Bartonian-Priabonian.

Genus: *Echinocythereis* Puri, 1954

Type-species: *Cythereis goretti* Howe & Mc Cui, 1935

Stratigraphic range: From Paleocene to Recent.

Environment: Marine, deep regions (infraneuritic, bathyal) (Morkhoven, 1963).

***Echinocythereis anatolica* n.sp.**

Pl. 2, Figs. 15-18

Derivation of name: Anatolia, the Asian part of Turkey.

Holotype: Carapace, right valve (plate 3, figure 2)

Paratype: 30 carapaces, 7 valves.

Type-locality: Seydiler, SA-1 MSS, SN:16.

Type-level: Bartonian-Priabonian.

Diagnosis: The carapace is subovate in lateral view, the dorsal and ventral margins are nearly parallel. The anterior margin is broadly rounded. The posterior margin is “V” shaped. The left valve is larger than the right. The surface of the valve is covered with numerous small spines, tubercles and shallow pits.

Description: The carapace is subovate in lateral view. The dorsal margin is almost straight, the ventral margin is concave at the center. The anterior margin is broadly and well rounded. The posteroventral end is well rounded but the posterodorsal end is diagonally acute. The

posterior margin is broadly “V” shaped and approximately centrally subacute, the anterior peripheral and posterior area are compressed. The carapace is swollen at the dorsal view. The anterior end is more tapering than the posterior end at the dorsal view. The maximum height is at the anterior, the maximum length and width are at the center of the carapace. The surface of the valve is covered with numerous small spines, tubercles and shallow pits bearing normal pore canals at their centers. They are arranged in peripheral concentric lines but not at the central area of the carapace. Two well developed peripheral ridges lie nearly parallel to the ventral margin, and there are weak ridges nearly parallel to the anterior and posterior margins. Eye spots are well developed and large at the anterodorsal corner. Males are slightly longer, alongate and narrower than females. The hinge, muscle scars and marginal pore canals are not observed.

Dimensions: Length: 0.70-0.87 mm
Height: 0.45-0.50 mm

Width: 0.30-0.42 mm

Remarks: *Echinocythereis anatolica* n.sp. is very different from known *Echinocythereis* taxa. *Echinocythereis karoma*, McKenzie, differs by possessing anterior marginal spines. Also the anterior peripheral and posterior area of our taxon is compressed and straight. *Echinocythereis multicostata* Deltel, has very dense parallel costa from anterior to posterior on the valve surface. *Echinocythereis lutfullahi* Sönmez-Gökçen has very dense and large tubercles on the valve surface. *E. dadayana* (Méhes) is very closely similar to *E. anatolica* in terms of general valve shape but *E. dadayana* differs by possessing large reticulates and ridges on the valve surface (Monostori, 1985a, 1996).

Locality and stratigraphic level in this study: GC-2 MSS, SN:72, SA-1 MSS, SN:2, 8, 9, 15,

16, 18, 23; SA 2 MSS, SN:33, 35; SA-4 MSS, SN:70. Bartonian-Priabonian.

Family: HEMICYTHERIDAE Puri, 1954

Sub Family: THAEROCYTHERINAE Hazel, 1965

Genus: *Bradleya* Hornibrook, 1952

Type-species: *Cythere arata* Brady, 1880

Stratigraphic range: Late Cretaceous-Recent.

Environment: Marine (Morkhoven, 1963).

***Bradleya* sp.**

Pl. 3, Fig. 1

Description: The valves are rectangular in lateral view. The anterior margin is broadly and well rounded, bearing short spines, the postero-dorsal margin is angular, the dorsal margin slightly convex, the ventral margin slightly concave, the posterior margin slightly convex and the posterodorsal area has five or six distinct spines. Dorsal and ventral margins are nearly parallel. There is a straight rib near the ventral margin continuing along the anterior margin. The valve surface is reticulated with a meandric pattern. Maximum length and width are at the center of the valves, maximum height is anterior.

Material: 2 carapaces.

Dimensions: Length: 0.62-0.70 mm
 Height: 0.32-0.35 mm
 Width: 0.30-0.34 mm

Remarks: This species is similar to *B. bosquetina* (Jones and Sherbon) according to general valve shape, but *B. bosquetina* has longer and stronger ridges on the valve surface.

Locality and stratigraphic level in this study: SA-1 MSS, SN: 2, Bartonian-Priabonian.

Family: XESTOLEBERIDIDAE Sars, 1927

Genus: *Xestoleberis* Sars, 1866

Type-species: *Cythere aarrantia* Baird, 1838

Stratigraphic range: From Cenomanian to Recent.

Environment: They can live from oligohaline to mesohaline water conditions, from 2° C to 20° C and from littoral to bathyal (Morkhoven, 1962).

***Xestoleberis gantensis* Monostori, 1977**

Pl. 3, Fig. 2

1977 *Xestoleberis gantensis* Monostori, p. 113-115, pl. IV, figs. 14-17.

1985a *Xestoleberis gantensis* Monostori, Monostori, p. 121-124, pl. XVI, fig. 13.

1987 *Xestoleberis gantensis* Monostori, Monostori, p. 158-159, pl. 7, figs. 4, 8-11.

2000 *Xestoleberis gantensis* Monostori, Monostori, pl. 9, figs. 2-7; pl. 10, figs. 1-7; pl. 11, figs. 1-4.

Material: 8 carapaces, 2 valves.

Dimensions: Length: 0.45-0.60 mm
 Height: 0.32-0.48 mm
 Width: 0.25-0.34 mm

Geographic distribution and stratigraphic range: **Hungary:** Middle-Late Eocene (Late Lutetian, Bartonian, Priabonian), (Monostori

1977, 1985a, 1987, 2000). **Turkey:** Seydiler/Kastamonu, Bartonian-Priabonian.

***Xestoleberis* sp. 1**

Pl. 3, Fig. 3

Description: The valves are ovate or egg shaped in lateral view. The dorsal margin is strongly convex, the ventral margin slightly concave, the posterior margin broadly and well rounded, and the anterior margin is depressed towards the ventral margin and well rounded. Maximum length, height and width are measured at the center of the valve. The valve surface is smooth.

Material: 2 carapaces, 9 valves.

Dimensions: Length: 0.65-0.67 mm
Height: 0.35-0.40 mm
Width: 0.30-0.37 mm

Remarks: This species is very similar to *Xestoleberis ? kenawyi* Cronin and Khalifa, but the ventral margin of *Xestoleberis ? kenawyi* is more concave.

Locality and stratigraphic level in this study:

GC-1 MSS, SN: 15; SA-1 MSS, SN: 16, 18, 21, 22, 23, 27; SA-3 MSS, SN: 42, 58, 60; Bartonian-Priabonian.

Family: MACROCYPRIDIDAE G.W. Müller, 1912

Genus: *Macrocypris* Brady, 1868

Type-species: *Cythere minna* Baird, 1850

Stratigraphic range: Early Cretaceous-Recent.

Environment: Marine, generally from infraneritic to bathial conditions (Morkhoven, 1962, 1963).

***Macrocypris* sp.**

Pl. 3, Fig. 4

Description: The valves are large and elongated in lateral view. The dorsal margin is straight, the postero-dorsal and antero-dorsal corners are angular, the ventral margin is slightly concave. The anterior margin is blunt, broadly rounded and depressed towards the ventral end. The Posteroventral end is strongly tapering and acute, the posterior is more tapering than the anterior in dorsal view. Maximum length, height and width are at the center of the carapace. The valve surface is smooth.

Material: 2 carapaces.

Dimensions: Length: 0.80-1.00 mm
Height: 0.38-0.43 mm
Width: 0.25-0.30 mm

Remarks: This taxon is very similar to *Macrocypris* sp. of Guernet (1985), but *Macrocypris* sp. differs by having a more concave ventral margin.

Locality and stratigraphic level in this study:

SA-3 MSS, SN: 55; Bartonian-Priabonian.

Family: PONTOCYPRIDIDAE G. W. Müller, 1894

Genus: *Pontocypris* Sars, 1866

Type-species: *Cythere (Bairdia) mytiloides* Norman, 1862

Stratigraphic range: From Paleocene to Recent.

Environment: They are active swimmers in the neritic environment (Morkhoven, 1963).

***Pontocypris* sp. 1**

Pl. 3, Figs. 5-7

Description: Valves are nearly triangular or subtriangular in lateral view. The dorsal margin is strongly convex and well rounded, the ventral margin is slightly concave. The anterior margin is depressed from the dorsal to the ventral margin and well rounded, the posterior margin is truncated and tapering at the posteroventral area. The left valve is larger than the right. Anterior and posterior parts are equally tapering in dorsal view. Maximum length, height and width are at the center of carapace. The valve surface is smooth.

Material: 8 carapaces.

Dimensions: Length: 0.95-1.00 mm
Height: 0.40-0.57 mm
Width: 0.32-0.37 mm

Remarks: This specimen is similar to *Pontocypris* sp. of Oertli (1956), but *Pontocypris* sp. has a more concave ventral margin and tapers more in the postero-ventral area.

Locality and stratigraphic level in this study: SA-4 MSS, SN: 64, 66; Bartonian-Priabonian.

Family: CANDONIDAE Kaufmann, 1900

Sub Family: PARACYPRIDINAE Sars, 1923

Genus: *Paracypris* Sars, 1866

Type-species: *Paracypris polita* Sars, 1866

Stratigraphic range: From Silurian to Recent.

Environment: Marine. They generally prefer deep (from infraneritic to bathyal) and oxygen rich waters (Morkhoven, 1963).

***Paracypris* sp. 1**

Pl. 3, Figs. 8-10

Description: Valves are elongated and subtriangular in lateral view. The left valve is larger than the right. The dorsal margin is nearly straight and angular at the antero-dorsal and postero-dorsal areas. The anterior margin is broadly and well rounded. There is tapering towards the posterior. The posteroventral end is acutely pointed and the posterior margin is truncated behind the hinge margin. The ventral margin is concave at the center. Maximum length is near the ventral margin, maximum width is at the center, maximum height is measured between the anterior and the center of the carapace. The valve surface is smooth.

Material: 6 carapaces.

Dimensions: Length: 0.83-1.10 mm
Height: 0.30-0.56 mm
Width: 0.30-0.35 mm

Remarks: This species is closely similar to *P. polita* Sars and *P. aerodynamica* Oertli, but our specimen has a very tapering postero-ventral part.

Locality and stratigraphic level in this study: SA-1 MSS, SN: 1; SA-3 MSS, SN: 58; SA-4 MSS, SN: 77; Bartonian-Priabonian.

OTHER PALEONTOLOGICAL DATA

Seydiler Formation (Yeşilyurt, 2004) has very the abundant and diverse nannoplankton, dinoflagellate and benthic and planktonic foraminifer associations. The main nannoplankton species in this formation (determined by Prof. Dr. Ayşegül Yıldız-Niğde University) consists of *Coccolithus pelagicus* (Wallich), *Coccolithus formosus*, *Braarudosphaera bigelowi* (Gran and Braarud), *Braarudosphaera discula*, *Ericsonia robusta*, *Ericsonia formosa* (Kamptner), *Biantholithus sparsus* Bramlette and Martini, *Sphenolithus radians* Deflandre, *Sphenolithus obtusus* Bukry, *Sphenolithus editus* Perch and Nielsen, *Sphenolithus elongatus* Perch and Nielsen, *Pontosphaera plana* (Bramlette and Sullivan), *Pontosphaera multipora* (Kamptner), *Discoaster saipanensis* Bramlette and Riedel, *Discoaster subladoensis* Bramlette and Sullivan, *Discoaster barbadiensis* Tan, *Discoaster* sp., *Chiasmolithus grandis* (Bramlette and Riedel), *Reticulofenestra dictyoda* (Deflandre), *Reticulofenestra coenuna*, *Helicosphaera euphratis* Hag, *Micrantholithus* sp. This assemblage indicates Middle-Late Eocene. The species of planktonic foraminifers (determined by Prof. Dr. Ayşegül Yıldız-Niğde University) listed below occurs in the Seydiler Formation: *Globigerina eocaena* Güembel, *Globigerina inaequispira* Subbotina, *Globigerina higginsi* Bolli, *Globigerina lozanoi* Colom, *Turborotalia cerroazulensis frontosa* (Subbotina). Similarly, this assemblage represents the Middle-Late Eocene. The other important fossil association is that of the dinoflagellates: *Adnatosphaeridium multispinosum* Williams and Downie, *Areosphaeridium arcuatum* Eaton, *Areosphaeridium* sp., *Cleistosphaeridium* sp.,

Cordosphaeridium eoinodes Eisenack, *Cordosphaeridium microtriana* Eisenack, *Cordosphaeridium* sp., *Deflandrea oebisfeldensis* Albeti, *Deflandrea phosporitica* Eisenack, *Deflandrea* sp., *Glaphrocysta texta* (Bujak), *Glaphrocysta* sp., *Homotriblium abbreviatum* Eoton, *Homotriblium tenuispinosum* Davey and Willams, *Impagidinium dispertitum* (Cookson and Eisenack), *Kisselovia coleothrypta* (Williams and Downie), *Rhomboedinium perforatum* (Jan du Chene and Chateaneuf), *Samlandia chlamydohora* Eisenack, *Spiniferites* sp., *Wetzeliella articulata* Eisenack, *Wetzeliella* sp. This fossil flora association has been determined by Kaya Ertuğ (TPAO-Turkish Petroleum Corporation) and the stratigraphical range of the Seydiler Formation has been given as between Late Paleocene-Late Eocene.

CHRONOSTRATIGRAPHICAL, PALEOENVIRONMENTAL AND PALEOGEOGRAPHICAL INTERPRETATION

The chronostratigraphic correlations of the Seydiler Formation in the Devrekani basin are based on the determination of ostracod associations. The age of the ostracod assemblage is integrated with that of the calcareous nannoplanktons, benthic and planktic foraminifers and dinoflagellates.

A total of 19 ostracod species (nine family and eleven genera) have been determined from the Seydiler Formation in the Devrekani basin. A Late Lutetian-Bartonian age has been assigned, based on the occurrence of *Cytherella ihsaniyensis* and *Krithe obesa* but the last occurrence of *Cytherella triestina*, *Bairdoppilata gliberti*, *Trachyleberis aculeata*, *Xestoleberis gantensis* and *Echinocythereis dadayana*

suggests the Bartonian-Priabonian stages (Figure 12). Late Lutetian is indicated by the planktonic foraminifer association. Ostracod nannoplankton and planktonic foraminifers are good biostratigraphic markers for Late Lutetian-

Bartonian deposits of the Tethys bioprovince. The geographic distribution of the determined species in Europe, Africa (Shahin et al., 2008) and Anatolia is given in figure 13.

GEOLOGIC TIME OSTRACODA	EOCENE				OLIGOCENE	
	Early	Middle	Late		Early	Late
	Ypresian	Lutetian	Bartonian	Priabonian	Rupelian	Chattian
<i>Cytherella (C) gantensis</i>						
<i>Cytherella ihsaniyensis</i>						
<i>Cytherella triestina</i>						
<i>Bairdia crebra</i>						
<i>Bairdoppilata cf. gliberti</i>						
<i>Krithe cf. bartonensis</i>						
<i>Krithe obesa</i>						
<i>Krithe pernoides</i>						
<i>Krithe cf. strangulata</i>						
<i>Oertliella cf. aculeata</i>						
<i>Xestoleberis gantensis</i>						

Figure 12. Chronostratigraphic ranges of ostracod species recognized in this investigation (Related referances have been given in the sistematic).

Şekil 12. Bu çalışmada saptanan ostrakod türlerinin kronostratigrafik menzilleri (türlerin kronostratigrafik menzilleri ile ilgili referanslar sistematik kısmında verilmiştir).

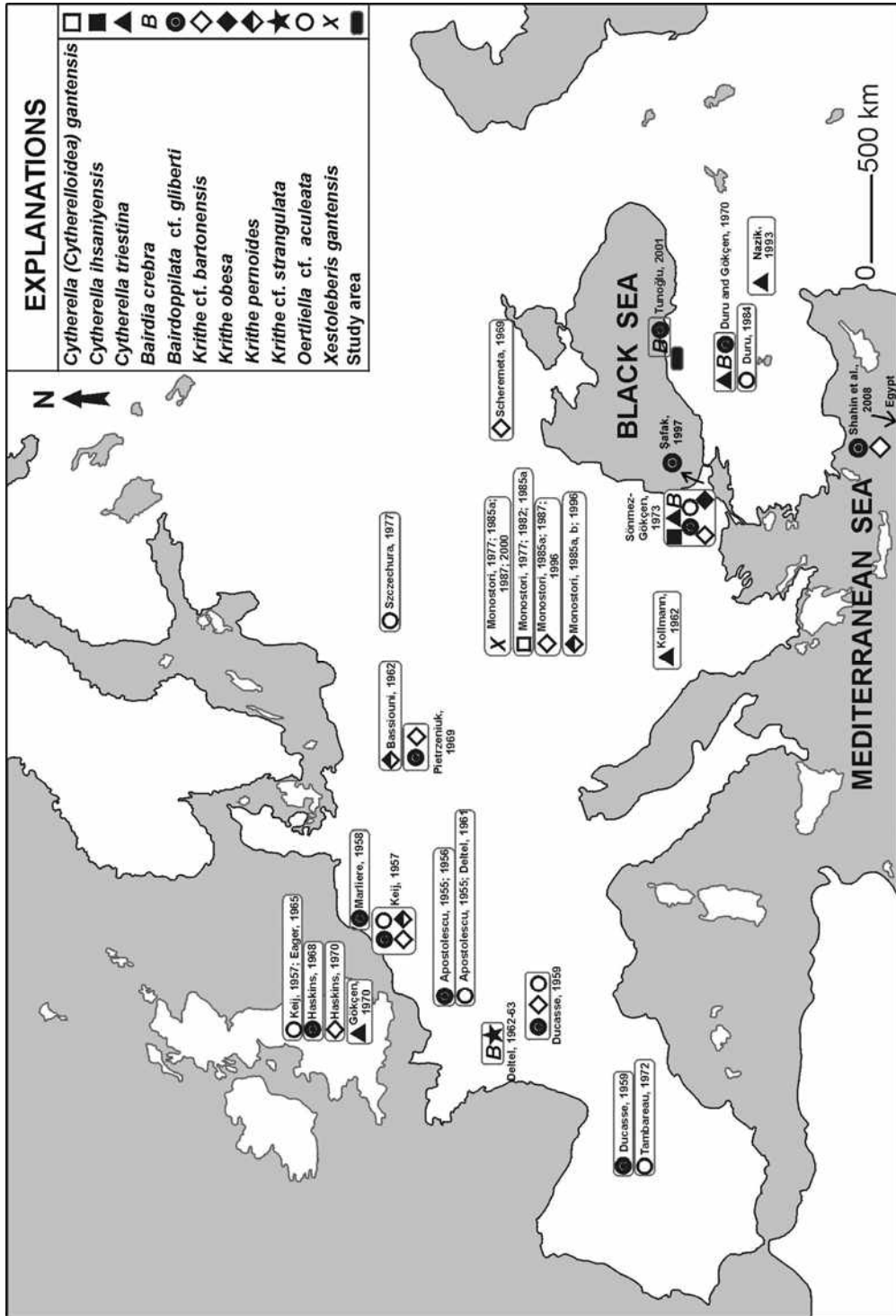


Figure 13. Geographic distribution in Europe, Africa and Turkey of ostracod species recognized in this study.

Şekil 13. Bu çalışmada saptanan ostrakod türlerinin Türkiye, Avrupa ve Afrikada'ki coğrafik yayılımları.

Northern Anatolian Late Lutetian-Bartonian and Priabonian outcrops are very difficult to correlate with the Upper Eocene and Oligocene shallow-water sediments of southern and eastern Turkey, because they have different facies. Sirel (2003) has used only foraminiferal biostratigraphy which does not correlate with any other microfossil group. At the same time, the ostracod associations are not very well known. In

addition to the environment determining the characteristics of the ostracod fauna in this region, taking into consideration the other microfauna and flora present, and the lithological aspects and their facies characteristics, the deposition of Seydiler Formation is thought to have occurred in a marine environment and at depths changing from neritic to bathyal under transgressive conditions (Figure 14).

OSTRACODA	ENVIRONMENTS				
	LITTORAL	EPINERITIC	INFRANERITIC	BATHYAL	ABYSSAL
<i>Cytherella</i>					
<i>Bairdia</i>					
<i>Bairdoppilata</i>					
<i>Krithe</i>					
<i>Oerthella</i>					
<i>Echinocythereis</i>					
<i>Bradleya</i>					
<i>Xestoleberis</i>					
<i>Macrocypris</i>					
<i>Pontocypris</i>					
<i>Paracypris</i>					

Figure 14. Paleoenvironment of ostracod genera recognized in this study (Moore, 1961; Morkhoven, 1962, 1963)

Şekil 14. Bu çalışmada saptanan ostrakod cinslerinin paleo-ortamları (Moore, 1961; Morkhoven, 1962, 1963)

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu araştırma Kastamonu İli, Seydiler İlçesi kuzeyinde, yaklaşık 40 km² lik bir alanda gerçekleştirilmiştir. Bu kesimde geniş bir yayılıma sahip olan söz konusu birim, ilk kez Yeşilyurt vd. 2005 tarafından “Seydiler Formasyonu” olarak isimlendirilmiştir. Seydiler Formasyonu Lütesiyen yaşlı Gürleyikdere Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir. Ancak her iki birim arasında bir “hardground” aşınım ve kısa süreli bir oksidasyon yüzeyinin varlığı izlenmektedir. Üst birimi ise Güncel ve Kuvaterner alüvyon çökellerle uyumsuz olarak örtülür ve büyük bir kesim mera ve eklim alanı olarak kullanılmaktadır. Seydiler Formasyonu’nu inceleyebilmek ancak Seydiler-İnebolu ve Seydiler-Ağlı yolu boyunca yol yarmaları ve bazı küçük tepeler ile Gürleyikdere Formasyonu üzerinde aşınmadan geriye kalan bazı kalıntı parçalarda mümkün olabilmektedir. Seydiler Formasyonu, tabanda ince tabakalı kumtaşı-marn ardalanması ile başlar ve üst seviyelerde orta-kalın tabakalı koyu gri yer yer sarı marnlarla temsil edilir. Büyük oranda makrofosilsizdir. Formasyonun kalınlığı 30-215 metre arasında değişmektedir.

Paleontolojik çalışmalar daha çok yol yarmaları boyunca ölçülmüş, 7 stratigrafik kesit boyunca alınan 184 örnek üzerinde yürütülmüştür. Bu çalışmalara bağlı olarak, Cytherellidae, Bairdiidae, Krithidae, Pontocyprididae, Macrocyprididae, Candonidae Hemicytheridae, Xestoleberidae ve Trachyleberididae familyaları olmak üzere 9 familyaya ve 11 ostrakod cinsine bağlı toplam 19 tür tanımlanmıştır. Bunlardan biri “Echinocythereis anatolica n.sp.” ilk kez bu çalışmada yeni tür olarak önerilmiştir. Cytherella ve Krithe cinsleri ile bunlara ait türler ostrakod faunası içinde en bol ve baskın olanlardır.

Özellikle Krithe obesa, K. cf. strangulata ve Cytherella ihsaniyensis ile diğer ostrakod türleri bu formasyonun yaşını Bartoniyen-Priaboniyen olarak göstermektedir. Bu yaş bulgusu ayrıca planktonik foraminifer, nannoplankton ve dinoflagellatlar ile de desteklenmiştir (Yıldız vd., 2007). Tüm fauna ve flora topluluğu, normal tuzluluk koşullarına sahip, neritikden batiyale kadar değişebilen bir derinlikteki, transgressif bir depolanma ortamının varlığını göstermektedir.

PLATE 1

- 1-3. *Cytherella (Cytherelloidea) gantensis* (MONOSTORI, 1977)
Bartonian-Priabonian Collection no: H.Ü.JMB.O 2003 NY 001 (X50).
1. Carapace, left side, (SA-1 Section, sample no: 18).
 2. Carapace, right side, (GC-1 Section, sample no: 49).
 3. Carapace, ventral side (GC-2 Section, sample no: 66).
- 4,5. *Cytherella ihsaniyensis* SÖNMEZ-GÖKÇEN, 1973
Bartonian-Priabonian. Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 002 (X50).
4. Left valve, external view (GC-1 Section, sample no: 49).
 5. Left valve, internal view (GC-2 Section, sample no: 53).
- 6-9. *Cytherella triestina* KOLLMANN, 1962
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 004 (X50). Bartonian-Priabonian.
6. Carapace, right side (SA-1 Section, sample no: 16).
 7. Carapace, dorsal view (SA-1 Section, sample no: 17).
 8. Carapace, left side (GC-1 Section, sample no: 11).
 9. Carapace, right side (SA-1 Section, sample no: 17).
- 10, 11. *Bairdia crebra* (DELTEL, 1962-63);
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 007 (X50). Bartonian-Priabonian.
10. Carapace, right side (SA-3 Section, sample no: 57).
 11. Carapace, left side (SA-3 Section, sample no: 55).
- 12, 13. *Bairdia* sp.1
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 008 (X50). Bartonian-Priabonian.
12. Carapace, right side (SA-3 Section, sample no: 53).
 13. Carapace, dorsal view (SA-3 Section, sample no: 57).
14. *Bairdoppilata gliberti* KEIJ, 1957.
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 010 (X50). Bartonian-Priabonian.
14. Left valve, external (SA-3 Section, sample no: 58).

LEVHA 1

- 1-3. *Cytherella (Cytherelloidea) gantensis* (MONOSTORI, 1977)
Bartoniyen-Priaboniyen. Koleksiyon no: H.Ü.JMB.O 2003 NY 001 (X50).
1. Kabuk, sol taraf, (SA1 Kesiti, örnek no: 18).
 2. Kabuk, sağ taraf, (GC-1 Kesiti, örnek no: 49).
 3. Kabuk, ventral görüntü (GC-2 Kesiti, örnek no: 66).
- 4,5. *Cytherella ihsaniyensis* SÖNMEZ-GÖKÇEN, 1973
Bartoniyen-Priaboniyen. Koleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 002 (X50).
4. Sol kapak, dış görüntü (GC-1 Kesiti, örnek no: 49).
 5. Sol kapak, iç görüntü (GC-2 Kesiti, örnek no: 53).
- 6-9. *Cytherella triestina* KOLLMANN, 1962
Koleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 004 (X50). Bartoniyen-Priaboniyen.
6. Kabuk, sağ taraf (SA-1 Kesiti, örnek no: 16).
 7. Kabuk, dorsal görüntü (SA-1 Kesiti, örnek no: 17).
 8. Kabuk, sol taraf (GC-1 Kesiti, örnek no: 11).
 9. Kabuk, sağ taraf (SA-1 Kesiti, örnek no: 17).
- 10, 11. *Bairdia crebra* (DELTEL, 1962-63);
Koleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 007 (X50). Bartoniyen-Priaboniyen.
10. Kabuk, sağ taraf (SA-3 Kesiti, örnek no: 57).
 11. Kabuk, sol taraf (SA-3 Kesiti, örnek no: 55).
- 12, 13. *Bairdia* sp.1
Koleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 008 (X50). Bartoniyen-Priaboniyen.
12. Kabuk, sağ taraf (SA-3 Kesiti, örnek no: 53).
 13. Kabuk, dorsal görüntü (SA-3 Kesiti, örnek no: 57).
14. *Bairdoppilata gliberti* KEIJ, 1957.
Koleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 010 (X50). Bartoniyen-Priaboniyen.
14. Sol kapak, dış görüntü (SA-3 Kesiti, örnek no: 58).

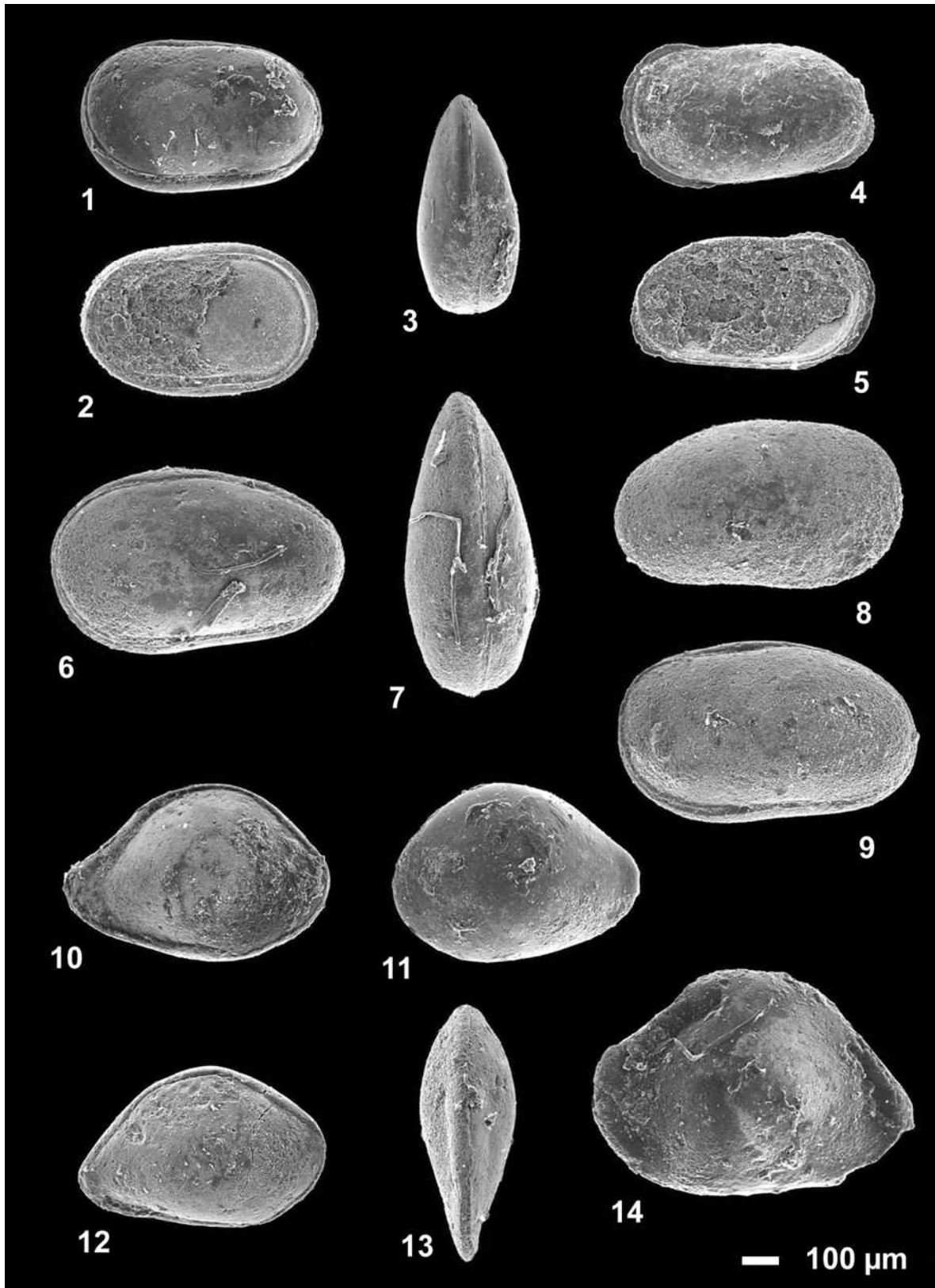


PLATE 2

LEVHA 2

- 1-3. *Krithe cf. bartonensis* (JONES, 1857).
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 011 (X50).
Bartonian-Priabonian.
1. Carapace, left side (SA-4 Section, sample no: 65).
2. Carapace, right side (SA-4 Section, sample no: 65).
3. Carapace, dorsal view (SA-1 Section, sample no: 21).
- 4, 5. *Krithe obesa* SÖNMEZ-GÖKÇEN, 1973.
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 012 (X50).
Bartonian-Priabonian.
4. Carapace, right side (SA-3 Section, sample no: 45).
5. Carapace, left side (SA-3 Section, sample no: 45).
- 6-8. *Krithe pernoides* (BORNEMANN, 1855).
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 013 (X50).
Bartonian-Priabonian.
6. Carapace, left side (SA-3 Section, sample no: 70).
7. Carapace, right side (SA-4 Section, sample no: 58).
8. Carapace, dorsal view (SA-3 Section, sample no: 58).
- 9-11. *Krithe cf. strangulata* DELTEL, 1962-63
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 014 (X50).
Bartonian-Priabonian.
9. Carapace, left side (SA-1 Section, sample no: 18).
10. Carapace, right side (SA-2 Section, sample no: 30).
11. Carapace, dorsal view (SA-1 Section, sample no: 18).
12. *Krithe sp. 1*
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 015 (X50).
Bartonian-Priabonian.
12. Carapace, left side (SA-1 Section, sample no: 18).
- 13,14. *Oerthella aculeata* (BOSQUET, 1852)
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 016 (X50).
Bartonian-Priabonian.
13. Carapace, right side (SA-2 Section, sample no: 36).
14. Carapace, dorsal view (SA-2 Section, sample no: 36).
- 15-18. *Echinocythereis anatolica n.sp.*,
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 017 (X50).
Bartonian-Priabonian.
15. Carapace, left side (SA-4 Section, sample no: 72).
16. Carapace, right side (SA-1 Section, sample no: 16).
17. Carapace, right side (SA -1 Section, sample no: 16).
18. Carapace, dorsal view (SA-1 Section, sample no: 1).

- 1-3. *Krithe cf. bartonensis* (JONES, 1857).
Kolleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 011 (X50).
Bartoniye-Priaboniyen.
1. Kabuk, sol taraf (SA-4 Kesiti, örnek no: 65).
2. Kabuk, sağ taraf (SA-4 Kesiti, örnek no: 65).
3. Kabuk, dorsal görüntü (SA-1 Kesiti, örnek no: 21).
- 4, 5. *Krithe obesa* SÖNMEZ-GÖKÇEN, 1973.
Kolleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 012 (X50).
Bartoniye-Priaboniyen.
4. Kabuk, sağ taraf (SA-3 Kesiti, örnek no: 45).
5. Kabuk, sol taraf (SA-3 Kesiti, örnek no: 45).
- 6-8. *Krithe pernoides* (BORNEMANN, 1855).
Kolleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 013 (X50).
Bartoniye-Priaboniyen.
6. Kabuk, sol taraf (SA-3 Kesiti, örnek no: 70).
7. Kabuk, sağ taraf (SA-4 Kesiti, örnek no: 58).
8. Kabuk, dorsal görüntü (SA-3 Kesiti, örnek no: 58).
- 9-11. *Krithe cf. strangulata* DELTEL, 1962-63
Kolleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 014 (X50).
Bartoniye-Priaboniyen.
9. Kabuk, sol taraf (SA-1 Kesiti, örnek no: 18).
10. Kabuk, sağ taraf (SA-2 Kesiti, örnek no: 30).
11. Kabuk, dorsal görüntü (SA-1 Kesiti, örnek no: 18).
12. *Krithe sp. 1*
Kolleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 015 (X50).
Bartoniye-Priaboniyen.
12. Kabuk, sol taraf (SA-1 Kesiti, örnek no: 18).
- 13,14. *Oerthella aculeata* (BOSQUET, 1852)
Kolleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 016 (X50).
Bartoniye-Priaboniyen.
13. Kabuk, sağ taraf (SA-2 Kesiti, örnek no: 36).
14. Kabuk, dorsal görüntü (SA-2 Kesiti, örnek no: 36).
- 15-18. *Echinocythereis anatolica n.sp.*,
Kolleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 017 (X50).
Bartoniye-Priaboniyen.
15. Kabuk, sol taraf (SA-4 Kesiti, örnek no: 72).
16. Kabuk, sağ taraf (SA-1 Kesiti, örnek no: 16).
17. Kabuk, sağ taraf (SA-1 Kesiti, örnek no: 16).
18. Kabuk, dorsal görüntü (SA-1 Kesiti, örnek no: 1).

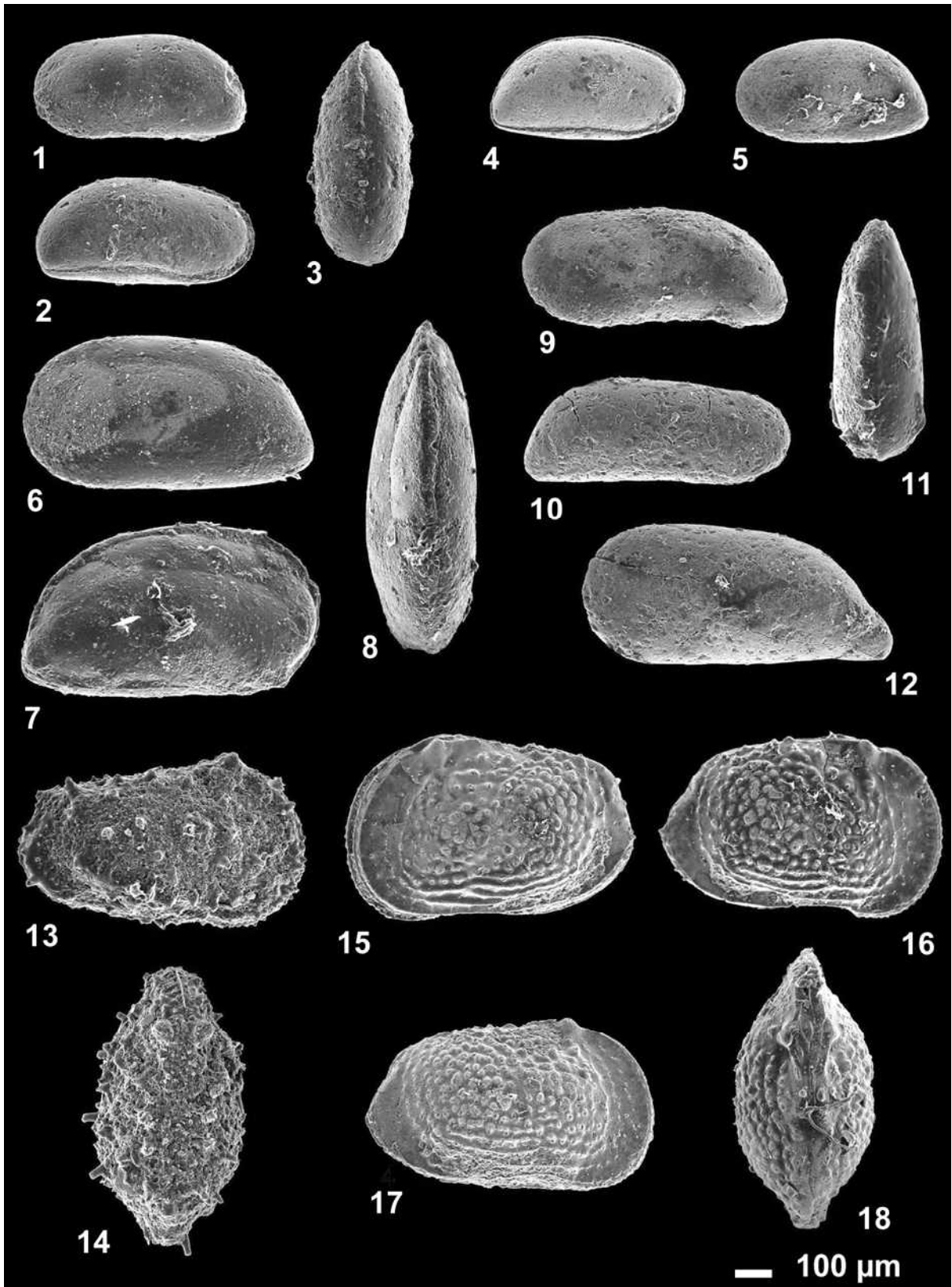


PLATE 3

1. ***Bradleya* sp.1**
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 018 (X50). Bartonian-Priabonian.
 1. Carapace, left side (SA-2 Section, sample no: 40).
2. ***Xestoleberis gantensis* MONOSTORI, 1977;**
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 019 (X50). Bartonian-Priabonian.
 2. Carapace, right side (SA-1 Section, sample no: 6).
3. ***Xestoleberis* sp 1**
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 020 (X50). Bartonian-Priabonian.
 3. Carapace, left side (GC-2 Section, sample no: 72).
4. ***Macrocypris* sp.1**
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 021 (X50). Bartonian-Priabonian
 4. Carapace, left side (GC-1 Section, sample no: 8).
- 5-7. ***Pontocypris* sp.1**
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 022 (X50). Bartonian-Priabonian
 5. Carapace, right side (SA-4 Section, sample no: 66).
 6. Carapace, left side (SA-4 Section, sample no: 66).
 7. Carapace, dorsal view (SA-4 Section, sample no: 66).
- 8-10. ***Paracypris* sp.1**
Collection no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 024 (X50). Bartonian-Priabonian.
 8. Carapace, left side (SA-4 Section, sample no: 77).
 9. Carapace, left side (SA-4 Section, sample no: 77).
 10. Carapace, right side (SA-3 Section, sample no: 58).

LEVHA 3

1. ***Bradleya* sp.1**
Kolleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 018 (X50). Bartoniye-Priaboniyen.
 1. Kabuk, sol taraf (SA-2 Kesiti, örnek no: 40).
2. ***Xestoleberis gantensis* MONOSTORI, 1977;**
Kolleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 019 (X50). Bartoniye-Priaboniyen.
 2. Kabuk, sağ taraf (SA-1 Kesiti, örnek no: 6).
3. ***Xestoleberis* sp 1**
Kolleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 020 (X50). Bartoniye-Priaboniyen.
 3. Kabuk, sol taraf (GC-2 Kesiti, örnek no: 72).
4. ***Macrocypris* sp.1**
Kolleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 021 (X50). Bartoniye-Priaboniyen
 4. Kabuk, sol taraf (GC-1 Kesiti, örnek no: 8).
- 5-7. ***Pontocypris* sp.1**
Kolleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 022 (X50). Bartoniye-Priaboniyen
 5. Kabuk, sağ taraf (SA-4 Kesiti, örnek no: 66).
 6. Kabuk, sol taraf (SA-4 Kesiti, örnek no: 66).
 7. Kabuk, dorsal görüntü (SA-4 Kesiti, örnek no: 66).
- 8-10. ***Paracypris* sp.1**
Kolleksiyon no: H.Ü. JMB.O 2003 NY 024 (X50). Bartoniye-Priaboniyen.
 8. Kabuk, sol taraf (SA-4 Kesiti, örnek no: 77).
 9. Kabuk, sol taraf (SA-4 Kesiti, örnek no: 77).
 10. Kabuk, sağ taraf (SA-3 Kesiti, örnek no: 58).

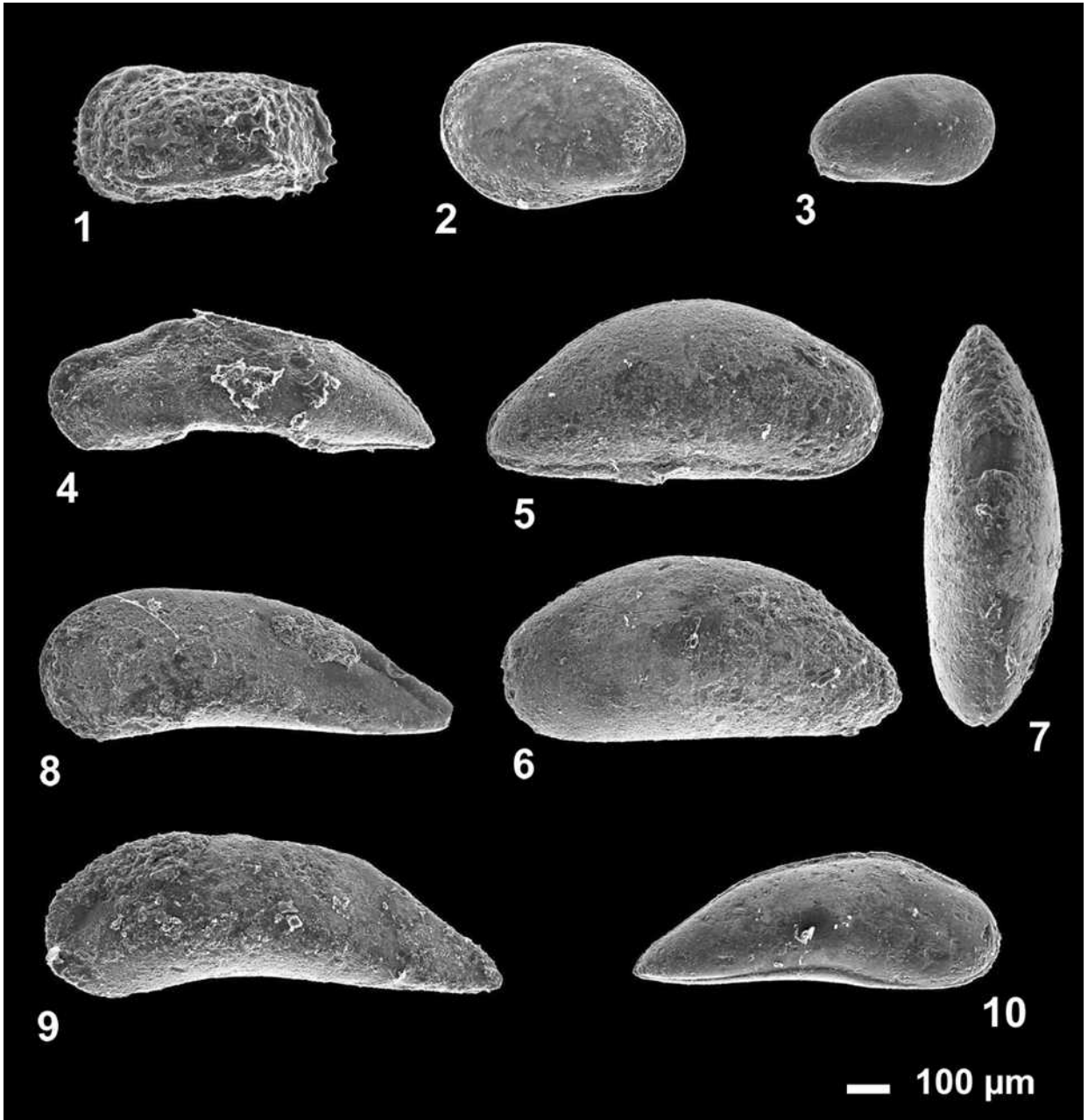


Plate 1-3. Scanning Electron Microscope photographs of ostracod species determined in this study.

Levha 1-3. *Bu çalışmada saptanan ostrakod türlerinin Taramalı Elektron Mikroskobu görüntüleri.*

PREFERENCES

- Apostolescu, V., 1955. Description de quelques Ostracodes du Lutetian du Bassin de Paris. Cahiers Geologiques, 28-29, 241-279.
- Apostolescu, V., 1956. Contribution à l'étude des ostracode de l'Eocène inférieur (s.l.) du Bassin de Paris . Rev. Inst. Franç. Pétrole Ann. Combust. Liquides, 11, 1327-1352.
- Baird, W., 1838. The Naturel history of the British Entomostraca. Mag. Zool. Bot., 1. 35-41, 514-526.
- Baird, W., 1850. Description of several new species of Entomostraca. Proc. Zool. Soc.18, 254-257.
- Bardet, N., Tunoğlu, C., 2002. First Mosasaurid (Squamata) from Late Cretaceous from Turkey. Journal of Vertebrate Paleontology, 22, 3, 712-715.
- Bassiouni, M., A., 1962. Ostracoden aus dem Mittelmiozän in NW-Deutschland. Romeriana, 3,1-99, Taf. 1-9 Clausthal-Zellerfeld.
- Bilen, C., 1996. Kasaba (Kaş) Neojen Havzası'nın Ostrakod Biyostratigrafisi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Mühendislik Tezi, 116 s.
- Blumenthal, M., 1948. Bolu civarı ile Aşağı Kızılırmak mecrası arasındaki Kuzey Anadolu silsilelerinin jeolojisi, M.T.A Enst., B-13.
- Bornemann, H., 1855. Die Microkopische Fauna des Septarienhones von Hermsdorf bei Berlin. Z. Detsch. Geol. Ges., Bd. VII. 137.
- Bosquet, J., 1852. Description des Entomostraces fossiles des terraines de la France et de la Belgique. Mem. Sav. Etrang., Acad. Roy. Sci. Belgique, 24,10-142, pls. 1-6.
- Brady, G. S., 1868. A monograph of the Recent British Ostracoda. Trans. Linnean Soc., 26, 2. 353-495.
- Brady, G. S., 1880. Report on the Ostracoda dredged by HMS Challenger during the years 1876-76. Chall. Rep., Zool.1.
- Brady, G. S., Crosskey, H. W. and Robertson, D., 1874. A monograph of the Post-Tertiary Entomostraca of Scotland including species from England and Ireland, Paleontogr. Soc., Mon., p. I-v, 1-274.
- Bragin, N., Bragina, L., Tunoğlu, C. and Tekin, U. K., 2001. The Cenomanian (Late Cretaceous) Radiolarians from the Tomalar Formation, Central Pontides, Northern Turkey. Geol. Carpath., 52, 6, 349-360, Bratislava.
- Coryell, H. N., Sample, C. H. and Jennings, P.H., 1935. *Bairdopillata*, a new genus of Ostracoda, with two new species. Am. Museum Novitates, 777, 1-5.
- Deltel, B., 1961. Les Ostracodes du Paleogene moyen et superieur d'Aquitaine meridionale. Univ. de Bordeaux, 3 Cycle no. d' ordre, 95 p.
- Deltel, M. B. 1962-63. Nouveaux Ostracodes de l'Éocène et de l'Oligocène de l'Aquitaine Méridionale, Extrait des Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, 100, 127-221.
- Dizer, A., 1953. Kastamonu nummulitiğinin paleontolojik etüdü, İ.Ü.F.F. Mecm., B, 18/ 3-4, 207-299.
- Donze, P., Colin, J.-P., Damotte, R., Oertli, H.J., Peypouquet, J.-P. and Said, 1982. R.-Les Ostracodes du Campanien terminal a l'Éocene inferieur de la coupe du Kef, Tunisie nord-occidentale. Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine, 6, 2, 273-375.
- Ducasse, O., 1959. Les Ostracodes de l' Éocene du sous-sol Bordelais. Répartition, intérêt stratigraphique et paleogeographique. Thèse 3^e cycle, Univ. Bordeaux, 40, 281. 134.
- Duru, M., 1984. Polatlı (GB Ankara) Güneyindeki Alt Paleosen istifinin ostrakod biyostratigrafisi, M. sc. Thesis, Hacettepe Üniversitesi, 141 pp.
- Duru, M. and Gökçen, N., 1985. Polatlı (GB Ankara) güneyi Alt Paleojen'in beş yeni türü kapsayan ostrakod faunası ve stratigrafik

- yorumu, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 28, 2, 147-157.
- Eager, S. H., 1965. Ostracoda of the London clay (Ypresian) in the London Basin, 1 Reading district. Rev. Micropal., 8, 1, 2, 71-74.
- Ellis and Messina, 1953-1981. Catalogue of Ostracoda and their supplements, American Museum of Naturel History, New York.
- Geiss, H.P., 1954. Karadeniz taşkömürü prospeksiyon dahilinde İnebolu-Küre- Abana sahasında yapılan jeolojik löve neticeleri, M.T.A. Rap. No: 2973, Ankara (unpublished).
- Gökçen, N., 1970. Londra Havzası batısının İpresiyen Ostrakodları, MTA Derg., 75, 91-107.
- Göktunalı, K., 1955. Devrekani-Daday-Küre ilçeleri arasında kalan Ağlıpazarı- Seydiler bölgesi hakkında jeolojik rapor, M.T.A. Enst., Rapor No: 2533, Ankara (unpublished).
- Guernet, C., 1985. Ostracodes Paleogenes de Quelques sites "D.S.D.P." de L'Ocean Indien, Revue de Paleobiologie 4, 2, 279-295.
- Hartmann, G. and Puri, H., 1974. Summary at neontological and paleontological classification of Ostracoda. Mitt. Hamburg Zool., Mus. Inst., 70, 7-73.
- Haskins, C. W., 1968. Tertiary Ostracoda from the Isle of Wight and Barton, Hampshire, England, Part I, III, rev. Micropal., (10,11), 4, 3; 250-260, 161-175.
- Haskins, C. W., 1970. Tertiary Ostracoda from the Isle of Wight and Barton, Hampshire, England. Part V. Rev. Micropal., 13, 1, 13-29.
- Hazel, J. E., 1965. Notes on the Ostracode genus *Trachyleberidea* Bowen. J, Paleont, 28, 804-826. 97-100.
- Hornibrook, N. de B., 1952. Tertiary and Recent marine Ostracoda of New Zeland. Their origin, affinities and distribution. New Zeland Geol. Surv., Paleontol. Bull., 18, 82 pp.
- Howe, H. V. and Mc Cuiert, 1935. Ostracoda of the Arca Zone of the Choctawhatchee Miosene of Florida. Florida Geol. Bull., 13, 1-37.
- Jones, T.R., 1849. A monograph of the Entomostraca of the Cretaceous Formation of England. Palaontol. Soc. 41 pp.
- Jones, T.R., 1857. A monograph of the Tertiary Entomostraca of England, Palaeontograph. Soc. London, 68.
- Kaufmann, A., 1900. Ueber zwei neue *Candona*-Arten aus der Schweiz. Zool. Anz., 23, 108-110.
- Keij, T.A., 1957. Eocene and Oligocene Ostracoda of Belgium. Mém. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., 136, 210.
- Ketin, İ., 1962. 1/ 500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Sinop paftası ve izahnamesi, M.T.A. Enst. yayını, Ankara.
- Ketin, İ., 1966. Tectonic units of Anatolia, M. T. A. Derg., 66, 23-24.
- Kollmann, K., 1962. Ostracoden aus dem mitteleozänen "Flysch" des Beckens von Pazin (Istrien, Jugoslawien). Verhand.Geol. Bundesanstalt, 2, 187-227.
- Mandelstam, M. I., 1960. Current data on ostracodes from Permian, Triassic, Cretaceous, Tertiary and Quaternary sediments, Translation of seminar on microfauna, All. Union Petrol. Sci., Res. Geol. Expl. Inst. Trans., 287-311.
- Marlière R., 1958. Ostracodes du Montien de Mons et résultats de leur étude, Mém. Soc. Belge Géol. Paleont. Hydrol., Bruxelles, 8, 5, 1-53.
- Mc Coy, F., 1844. Synopsis of the Characters of the Carboniferous Fossils of Ireland (Crustacea). Dublin Univ. Pres, Dublin, 159-168.
- Monostori, M., 1977. Ostracode fauna from the Eocene of Gánt (Transdanubian Central Mountains, Hungary), Ann. Univ. Sci. Budapest, Sect. Geol., XIX., 75-129.
- Monostori, M., 1982. Oligocene ostracoda from the surroundings of Budapest, Ann. Univ. Sci. Budapest, Sect. Geol., XXI., 31-102.

- Monostori, M., 1985a. Eocene ostracods from the Dorog Basin (Northern Transdanubia, Hungary), *Akadémai Kiadó, Budapest*, 1-213.
- Monostori, M., 1985b. Ostracods of Eocene/Oligocene boundary profiles in Hungary, *Annales Univ. Sci. Budapest., Sec. Geol.*, XXV., 162-243.
- Monostori, M., 1987. Ostracod fauna and paleoecology of the Lutetian (Eocene) mollusc sand at Dudar, Hungary. *Ann. Univ. Sci. Budapest, Sect. Geol.*, XXV., 135-183.
- Monostori, M., 1996. Eocene ostracods of Hungary Systematical part 1. (Cythereacea 1.), *Annales Univ. Sci. Budapest., Sect. Geol.* 31, 27-74.
- Monostori, M., 2000. Eocene ostracods of Hungary, Systematical part 3 (Cytheracea 3), *Ann. Univ. Sci. Budapest., Sec. Geol.*, 33, 63-103.
- Moore, R. C., 1961. *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part Q, Artropoda, 3, Crustacea, Ostracoda.* Geol. Soc. Amer., Univ. Kansas Press, New York, 1- 442.
- Morkhoven, F. P. C. M., van, 1962. Post-Paleozoic Ostracoda, their morphology, taxonomy and economic use, I, Elsevier Publ. Comp., Netherlands, Amsterdam, 1-204.
- Morkhoven, F. P. C. M., van, 1963. Post-Paleozoic Ostracoda, their morphology, taxonomy and economic use, II, Elsevier Publ. Comp., Netherlands, Amsterdam, 1-478.
- Müller, G. W., 1894. Die Ostracoden des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte. *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, 21, Monogr., Ostracoden, 1-404, Berlin.
- Müller, G. W., 1912. Ostracoda in das Tierreich. Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen: im Auftrag der Königl. Preuss. Akad. Wiss., Lief. 31, p.k-xxxiii, 1-434.
- Nazik, A., 1993. Darende Havzası Tersiyer istifinin mikropaleontolojik (Ostracod ve foraminifer) incelemesi, *TJK Bülteni*, 36,1, 13-36.
- Norman, A. M., 1862. Contributions to British Carcinology II. On species of Ostracoda new to Great Britain, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 9, 3, 43-52.
- Oertli, H.J., 1956. Ostrakoden aus der oligozänen und miozänen Molasse der Schweiz. *Paläont. Abh., Bale*, 74 pp.
- Okay, A. İ. and Göncüoğlu, C., 2004. The Karakaya Complex: A Review of Data and Concepts, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13, 2, 77-95.
- Pietrzeniuk, E., 1969. Taxonomische und biostratigraphische Untersuchungen an ostracoden des Eozän 5 im Norden der Deutschen Demokratischen Republic, *Paläontol Abh., Abt. A, IV*, 1-162.
- Pokorny, 1958. Grandzüge der zoologischen Mikropalaentologie, Bd. II, Deutscher Verlag Wiss., 1-453, Abb. 550-1077.
- Pokorny, V., 1964. The taxonomic delimitation of the subfamilies Trachyleberidinae and Hemicytheridinae (Ostracoda, Crustacea), *Acta Univ. Carolinae, Geol.*, 3, 275-284.
- Puri, H. S., 1954. Two new ostracode genera from Florida, *J. Paleont.*, 30, 274-277.
- Roemer, F. A., 1841, *Die Versteinerungen des norddeutschen Kreidegebirges*, Hannover, 1-145.
- Sars, G. O., 1866. Oversigt af Norges marine ostracoder, *Förhandl. Vidensk. Selskab, Christiania*, 7, 1-130.
- Sars, G. O., 1923. An account on the Crustacean of Norway. *Bergen Museum (Norway)*, 9, 1-27.
- Sars, G. O., 1927. Notes on the crustacean fauna of the Caspian Sea, In. *Festschrift Knipowitsch*.
- Scheremeta, V., G., 1969. Ostracody Paleogena Ukrainy. *Lvovskij Universitet, Lvov*, 1-273.
- Serra-Kiel, J., Hottinger, L., Caus, E., Drobne, K., Ferrández, C., Jauhri, A.K., Less, G.,

- Pavlovec, R., Pignatti, J., Samsó, J.M., Schaub, H., Sirel, E., Straugo, A., Tambareau, Y., Tosquella, J. and Zakrevskaya, E., 1998. Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. *Bull. Soc. Géol. France*, 169, 2, 281-299.
- Sirel, E., 2003. Foraminiferal description and biostratigraphy of the Bartonian, Priabonian and Oligocene shallow-water sediments of the southern and eastern Turkey. *Rev. Paléobiol*, 22, 1, 269-339.
- Shahin, A., El Halaby, O. and El Baz S., 2008. Middle Eocene Ostracodes of the Qattamiya area, Northwest Eastern Desert, Egypt: Systematics, biostratigraphy, paleobiogeography, *Revue de Paléobiologie*, 27, 1, 123-157
- Sönmez-Gökçen, N., 1973. Etude Plaeontologique (Ostracodes) et stratigraphique de niveaux du Paleogene du Sud-Est de le Thrace. *MTA Derg.*, 147, 1-117.
- Sylvester-Bradley, P. C., 1946. Some ostracod genotypes. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 11, 13, 192-199.
- Sylvester-Bradley, P. C., 1948. Bathonian ostracods from the Boueti Bed of Langton Herring, Dorset. *Geol. Mag.* 85, 4, 185-204.
- Szzechura, J., 1977. Ostracodes from the Upper Eocene of East Poland. *Acta Paleontologica Polonica*, Warszawa, 22, 1, 55-92.
- Şafak, Ü., 1997. Bakırköy Havzası (İstanbul) Tersiyer Çökellerinin ostrakod faunası, *Yer bilimleri*, 30, 255-285
- Şengör, A. M. C., 1984. The Cimmeride Orogenic System and the Tectonics of Eurasia, Geological Society of America, Special Paper 195, 82 p.
- Tambareau, Y., 1972. Thanétian Supérieur et Ilerdien Inférieur des Petites Pyrénées, du Plantaurel et des Chaînons audois. Thèse, Toulouse, 377 pp.
- Tunoğlu, C., 1991a. Devrekani kuzey yöresinin (Kastamonu) jeolojik incelenmesi, Phd. Thesis, Hacettepe University, Institute of Pure and Applied Science, 269 p. (unpublished).
- Tunoğlu, C., 1991b. Orta Pontidlerde Devrekani Havzasının (Kastamonu Kuzeyi) Litostratigrafik Birimleri, Suat Erk Sempozyumu, Bildirileri, A.Ü. Fen Fakültesi, 24.
- Tunoğlu, C., 1992a. Devrekani Havzası (Kastamonu kuzeyi) Üst Jura-Alt Kretase yaşlı karbonat istifinde mikrofasiyes analizleri, T.P.J.D. Bült. C 3/1, 75-86.
- Tunoğlu, C., 1992b. Devrekani Havzası'nın (Kastamonu kuzeyi) Maastrichtiyen yaşlı pelajik karbonat istifinde mikrofasiyes analizleri, Türkiye 9. Petrol Kongresi ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 84-91.
- Tunoğlu, C., 1993. Devrekani Havzasında (Orta Pontidler) İncigez ve Davutlar Formasyonları Kumtaşlarının Çökelme Koşullarının İncelenmesi, *Yer bilimleri*, 16, 145-160.
- Tunoğlu, C., 1994. Devrekani Havzası (Kastamonu kuzeyi) Üst Paleosen-Orta Eosen yaşlı karbonat istifinde mikrofasiyes analizleri, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 37, 2, 43-51.
- Tunoğlu, C., 2001. Eocene (Lutetian-Bartonian) Ostracoda of the Sinop Basin, Black Sea Coast of Turkey. Proceeding of the 2nd International Symposium on the Petroleum Geology and Hydrocarbon Potential of the Black Sea Area, 22-24 September 1996, Şile-İstanbul-Turkey, Turkish association of Petroleum Geologists Special Publication 4, 149-163.
- Tunoğlu, C. and Bilen, C., 2001. Burdigalian-Langhian (Miocene) Ostracod biostratigraphy and chronostratigraphy of the Kasaba Basin (Kaş/Antalya), SW Turkey, *Geologica Carpathica*, 52, 4, 247-258, Bratislava.
- Yeşilyurt, N., 2004. Seydiler (Kastamonu) Kuzeyi Geç Lütésiye-Bartoniye yaşlı Seydiler formasyonu'nun ostrakod topluluğu-Ostracoda association of Late Lutetian-Bartonian Seydiler formation at the north of

Seydiler (Kastamonu), Msc Thesis, Hacettepe University, Institute of Pure and Applied Science, 108 p. (unpublished).

- Yeşilyurt, N., Ertekin, İ. K. and Tunoğlu, C., 2005. Batı Pontidlerde (Seydiler/Kastamonu) yeni bir litostratigrafik birim önerisi: Geç Lütésiyen-Bartoniye yaşlı Seydiler Formasyonu, Türkiye Jeoloji Bülteni, 48, 1, 41-54.
- Yıldız, A., Yeşilyurt, N. and Tunoğlu, C., 2007. Eosen yaşlı Seydiler formasyonunun (Kastamonu, KB Türkiye) planktonik foraminifer, kalkerli nannoplankton biyostratigrafisi, ostrakod topluluğu ve eskiortam yorumu, Yerbilimleri, 28, 1, 33-55.

Makale Geliş Tarihi: 22 Ocak 2009

Kabul Tarihi : 18 Nisan 2009

Received : *January 22, 2009*

Accepted : *April 18, 2009*



A Late Pliocene - Quaternary Pinched Crustal Wedge in NW Central Anatolia, Turkey: A Neotectonic Structure Accommodating the Internal Deformation of the Anatolian Plate

KB Orta Anadolu'da Geç Pliyosen – Kuvaterner Kıstırılmış Kabuksal Tektonik Kama: Anadolu Levhasının iç Deformasyonunu Üstlenen Bir Neotektonik Yapı

Gürol SEYİTOĞLU^{1*}, Bahadır AKTUĞ², Levent KARADENİZLİ³, Bülent KAYPAK⁴, Şevket ŞEN⁵, Nizamettin KAZANCI¹, Veysel IŞIK¹, Korhan ESAT¹, Oktay PARLAK³, Baki VAROL¹, Gerçek SARAÇ³, İlker İLERİ¹

¹Ankara University, Dept. of Geological Eng., Tectonics Research Group, TR-06100 Tandoğan, Ankara, Turkey.

²General Command of Mapping, GPS Section of Geodesy Dept., Space Techniques Division, Cebeci, Ankara, Turkey.

³General Directorate of Mineral Research and Exploration, TR-06520 Ankara, Turkey.

⁴Ankara University, Dept. of Geophysical Eng., Seismology Division, TR-06100 Tandoğan, Ankara, Turkey.

⁵UMR 5143 du CNRS, Museum National d'Historie Naturelle, 8 rue Buffon, 75005 Paris, France

ABSTRACT

The Neo-Tethyan suture zone in the western margin of the Çankırı basin (NW central Anatolia, Turkey) has been reactivated as a pinched crustal wedge due to a NW – SE compression created by the right lateral North Anatolian Fault Zone and the Kırıkkale – Erbaa Fault Zone. This neotectonic structure, the Eldivan-Elmadağ pinched crustal wedge-(EPCW), having a thrustured eastern and normal faulted western margin, has accommodated a 2.8 km shortening since the Late Pliocene. This result accords with the model in which the Anatolian plate is squeezed from the east rather than pulled from the southwest. The EPCW, a recently active structure, should be regarded as a potential source in the earthquake risk assessment of central Anatolia, particularly for the capital city Ankara and for Çankırı.

Keywords: Neotectonics, Central Anatolia, GPS, Seismicity, Turkey

* Corresponding author: Gürol Seyitoğlu, Tel: 90 312 203 33 70, Fax: 90 312 215 04 87, e-mail: Gurol.Seyitoglu@eng.ankara.edu.tr

ÖZ

Sağ yanal Kuzey Anadolu Fayı Zonu ve Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu tarafından yaratılan KB-GD sıkışma sonucu Çankırı havzasının batı kenarında Neo-Tetis kenet zonu tektonik kama şeklinde yeniden hareketlenmiştir. Eldivan-Elmadağ Kısırılmış Tektonik Kaması (EKTK) adı verilen bu neotektonik yapı, bindirme faylı doğu kenarına ve normal faylı batı kenarına sahip olup, Geç Pliyosen'den beri 2.8 km'lik kısalmayı karşılamaktadır. Bu sonuç Anadolu levhasının GB'dan çekilmesi modelinden ziyade doğudan itilmesi modeli ile uyumludur. Güncel olarak aktif bir yapı olan EKTK, Orta Anadolu'nun özellikle başkent Ankara ve Çankırı'nın deprem riski değerlendirilmesinde potansiyel kaynak olarak algılanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Neotektonik, Orta Anadolu, Küresel Konumlama Sistemi, Depremsellik, Türkiye

INTRODUCTION

There is agreement about the closure of the northern branch of the Neo-Tethys during Cretaceous and Eocene times along the north dipping subduction that produced the İzmir - Ankara- Erzincan suture zone in Anatolia, Turkey (Şengör and Yılmaz, 1981; Tüysüz et al., 1995; Erdoğan et al., 1996; Görür et al., 1998; Okay and Tüysüz, 1999). However, debate continues concerning the post-collisional tectonic evolution of central Anatolia. Following the classical “neotectonic ova regime” view of Şengör (1979; 1980), Görür et al. (1998) suggested that the neotectonic period in central Anatolia started at the middle to late Miocene with an intracratonic basin development. Koçyiğit et al. (1995) proposed another hypothesis, claiming that the intracontinental convergence related to the closure of the Neo-Tethys, i.e. "the Ankara Orogenic Phase", continuing until late Pliocene. Alternatively, Seyitoğlu et al. (1997) suggest that post-collisional intracontinental convergence gave way to the extensional tectonics at the beginning

of the Miocene, probably due to orogenic collapse, and that the effect of the North Anatolian Fault Zone can be seen in the region following Pliocene times.

One of the key locations regarding the post-collisional tectonic evolution in central Anatolia is the western margin of the Çankırı basin which is surrounded by the Neo-Tethyan suture zone (Fig. 1). In this area, a Miocene-lower Pliocene extensional basin fill is fragmented by a NNE-trending east-vergent tectonic sliver. It has been proposed that this neotectonic structure was created after the late Pliocene by the movement of the North Anatolian Fault Zone and its splay the Kırıkkale – Erbaa Fault Zone (Seyitoğlu et al., 2000; 2004).

The aims of this paper are (a) to give a detailed description of the tectonic sliver named here as the Eldivan – Elmadağ pinched crustal wedge (EPCW) that is one of the rare structures in the geological literature to have sub-parallel normal and thrust faults in its western and eastern margins respectively, and (b) to discuss the internal deformation of NW central Anatolia by

combining geological, seismological and GPS data and to contribute to the discussion concerning whether the westward translation of the Anatolian plate is created by squeezing from east (Şengör, 1980; Şengör et al., 1985; 2005) or

by pulling from the west - southwest (Chorowicz et al., 1999; Adıyaman et al., 2001; Mart and Ryan, 2002; Mart et al., 2005; Reilinger et al., 2006).

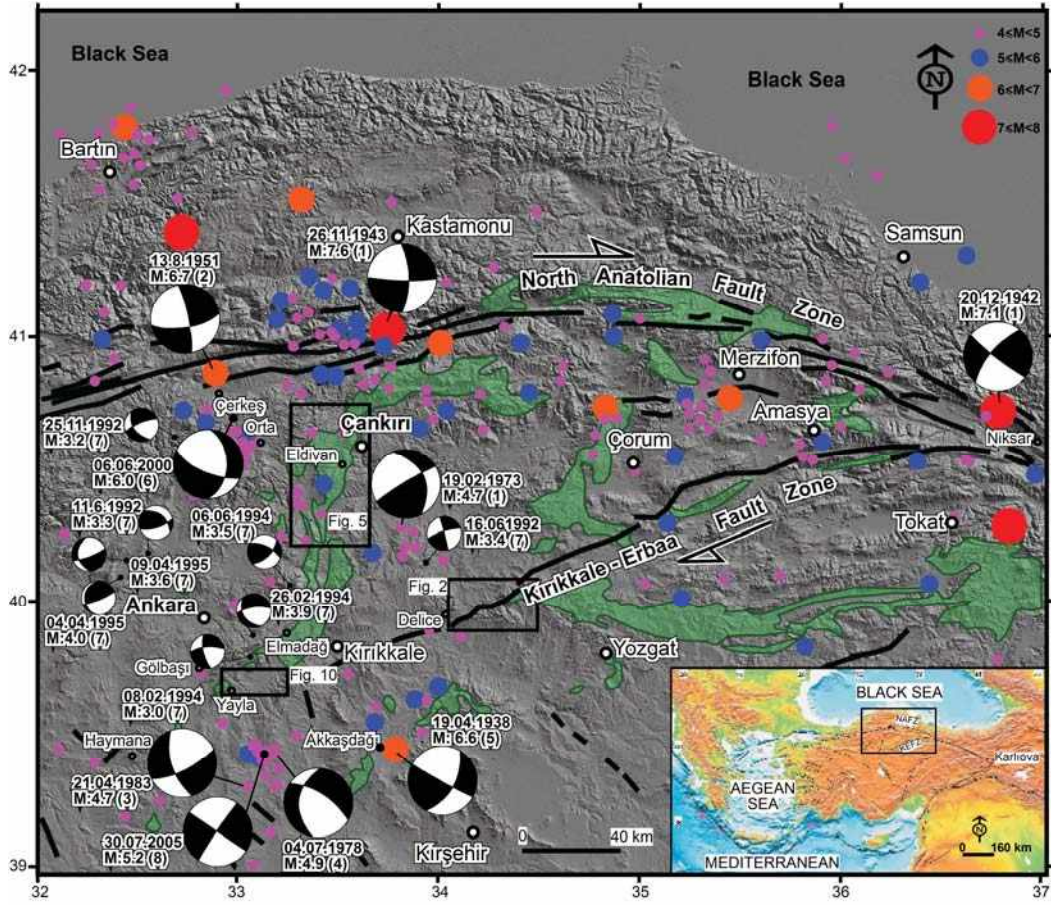


Figure 1. General location map of the studied areas. Green areas represent the Neo-Tethyan suture zone. Focal Mechanism Solutions are from (1) Canitez and Büyükaşikoğlu, 1984; (2) Mc Kenzie, 1972; (3) Kalafat, 1998; (4) Kocaeffe, 1981; (5) Jackson and Mc Kenzie, 1984; (6) Taymaz et al., 2007; (7) Baran, 1996; (8) Harvard CMT solution (<http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>). The earthquake epicenters are provided by the Turkish Republic, General Directorate of Disaster Affairs, Earthquake Research Department.

Şekil 1. Çalışma alanlarının genel yerbulduru haritası. Yeşil alanlar Neo-Tetis kenet zonunu göstermektedir. Odak Mekanizması çözümleri aşağıdaki referanslara aittir. (1) Canitez and Büyükaşikoğlu, 1984; (2) Mc Kenzie, 1972; (3) Kalafat, 1998; (4) Kocaeffe, 1981; (5) Jackson and Mc Kenzie, 1984; (6) Taymaz et al., 2007; (7) Baran, 1996; (8) Harvard CMT solution (<http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>). Deprem dışmerkezleri Afet İşleri genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Bölümüne aittir.

THE MAIN NEOTECTONIC ELEMENTS OF NW CENTRAL ANATOLIA, TURKEY

There are three main neotectonic elements in NW central Anatolia, namely the North Anatolian Fault Zone (NAFZ), the Kırıkkale-Erbaa Fault Zone (KEFZ) and the Eldivan-Elmadağ pinched crustal wedge (EPCW) (Fig.1).

The North Anatolian Fault Zone and the Kırıkkale-Erbaa Fault Zone

The North Anatolian Fault is a right lateral strike-slip fault (Ketin, 1948) extending from Karlıova in the east to the northern Aegean Sea in the west (Fig. 1 inset). The age range of the NAFZ is Late Miocene to Pliocene and the offset values range between 25 and 85 km (Şengör, 1979; Barka, 1992). The present day slip rate in this fault zone has been determined as 25-80 mm/yr by seismic data (Jackson and McKenzie, 1988) and as 17 - 26 mm/yr by GPS data (Barka and Reilinger, 1997; Mc Clusky et al., 2000; Provost et al., 2003; Reilinger et al., 2006). Fault mechanism solutions of the earthquakes show a typical right lateral strike-slip (Fig. 1). There are two main views of the evolution of the NAFZ. The most widely accepted is the tectonic escape model (Şengör, 1980; Şengör et al., 1985). It suggests that collision of the Arabian and Eurasian plates created the North and East Anatolian Fault Zones, and the Anatolian plate moves westward. This model implies that the NAFZ is younger towards the west, as documented by the evolution of shear distribution along the NAFZ (Şengör et al., 2005). On the other hand, Chorowicz et al. (1999) suggest that the escape wedges are moving from west to east and continue to the present day Karlıova (Fig. 1 inset). The backward retreat of the Hellenic slab is given as the cause

of the west – southwest motion of the Anatolian plate that creates generally extensional deformation.

The NAFZ has several NE- SW trending splays (Bozkurt and Koçyiğit, 1995; 1996; Koçyiğit and Beyhan, 1998; Westaway and Arger, 2001), and the Kırıkkale- Erbaa Fault (Şengör et al., 1985; 1989; Polat, 1988) is one of its important splays (Fig. 1). This fault is also known as the Ezinepazarı Fault (Şaroğlu et al., 1992), the Ezinepazarı – Sungurlu Fault (Koçbulut et al., 2003) and the Sungurlu Fault (Kaymakçı et al., 2003; Şengör et al., 2005). Its eastern end was activated by the 1939 Erzincan earthquake (Ketin, 1948; 1957; Ambraseys 1970; Barka and Kadinsky-Cade, 1988; Tatar et al., 1995) and connected to the NAFZ by a 15 degree restraining bend to the southwest of the Niksar basin (Barka and Kadinsky-Cade, 1988). Its southwestern end reaches south of Kırıkkale via the northern part of Keskin pluton. In detail, this fault zone shows an anastomosing structure to the east of Delice (Figs. 1 and 2). Although statistically insignificant, GPS measurements (Reilinger et al., 2006; KKIR and YOZG stations) indicate a 1.35 mm/yr right lateral displacement; that KEFZ is an active neotectonic element evidenced by recent seismic activities (Fig. 1).

The Eldivan-Elmadağ pinched crustal wedge (EPCW)

The İzmir – Ankara - Erzincan suture zone, a remnant of the Neo-Tethyan oceanic crust, has an omega shape between Ankara and Sungurlu (Çorum) and limits the Çankırı basin from the west, north and east (Fig. 1). Neogene stratigraphy in the Çankırı basin starts with a

lower Miocene Kılçak formation (Şen et al., 1998; Kaymakçı, 2000; Özcan et al., 2007) having fluvio-lacustrine conglomerates sandstones and mudstones with lignite layers (Fig. 3). It is conformably overlain (Özcan, 2003) by the Lower- Middle Miocene alluvial fan and fluvialite red conglomerates and sandstones of the Kumartaş formation (Şen et al., 1998; Karadenizli et al., 2003; 2004; Esat, 2004). The Kumartaş formation passes laterally and vertically into the yellowish conglomerates, sandstones and dominantly marl and mudstones

of the lacustrine Hançili formation (Karadenizli et al., 2003; Savaşçı and Seyitoğlu, 2004). The Çankırı member of the Kumartaş formation is covered by the Upper Miocene evaporitic Bayındır formation and its red mudstones of the Süleymanlı member, which represents flood plain deposits (Karadenizli et al., 2004). It is overlain by the Pliocene evaporitic Bozkır formation (Varol et al., 2002). Late Pliocene to Pleistocene alluvial fan deposits of the Deyim formation (Aziz, 1975; Kaymakçı, 2000) cover the earlier units with an angular unconformity (Fig. 3).

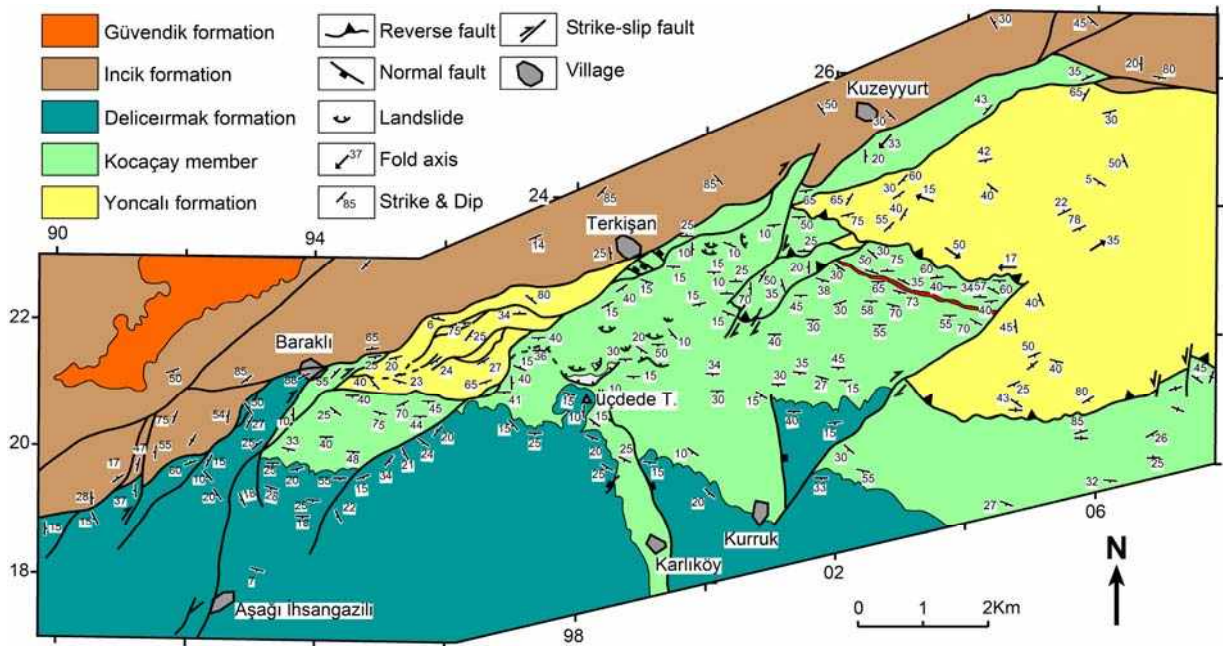


Figure 2. The anastomosing structure along the KEFZ (Seyitoğlu unpublished data-1987, Lithostratigraphy is adapted from Erdoğan et al. 1996, Karadenizli 1999, Karadenizli et al. 2004).

Şekil 2. Kırıkale-Erbaa Fay Zonu boyunca dallanmalı-örgülü yapı (Seyitoğlu 1987 – yayınlanmamış veri. Litostratigrafi Erdoğan vd. 1996, Karadenizli 1999, Karadenizli vd. 2004'den uyarlanmıştır).

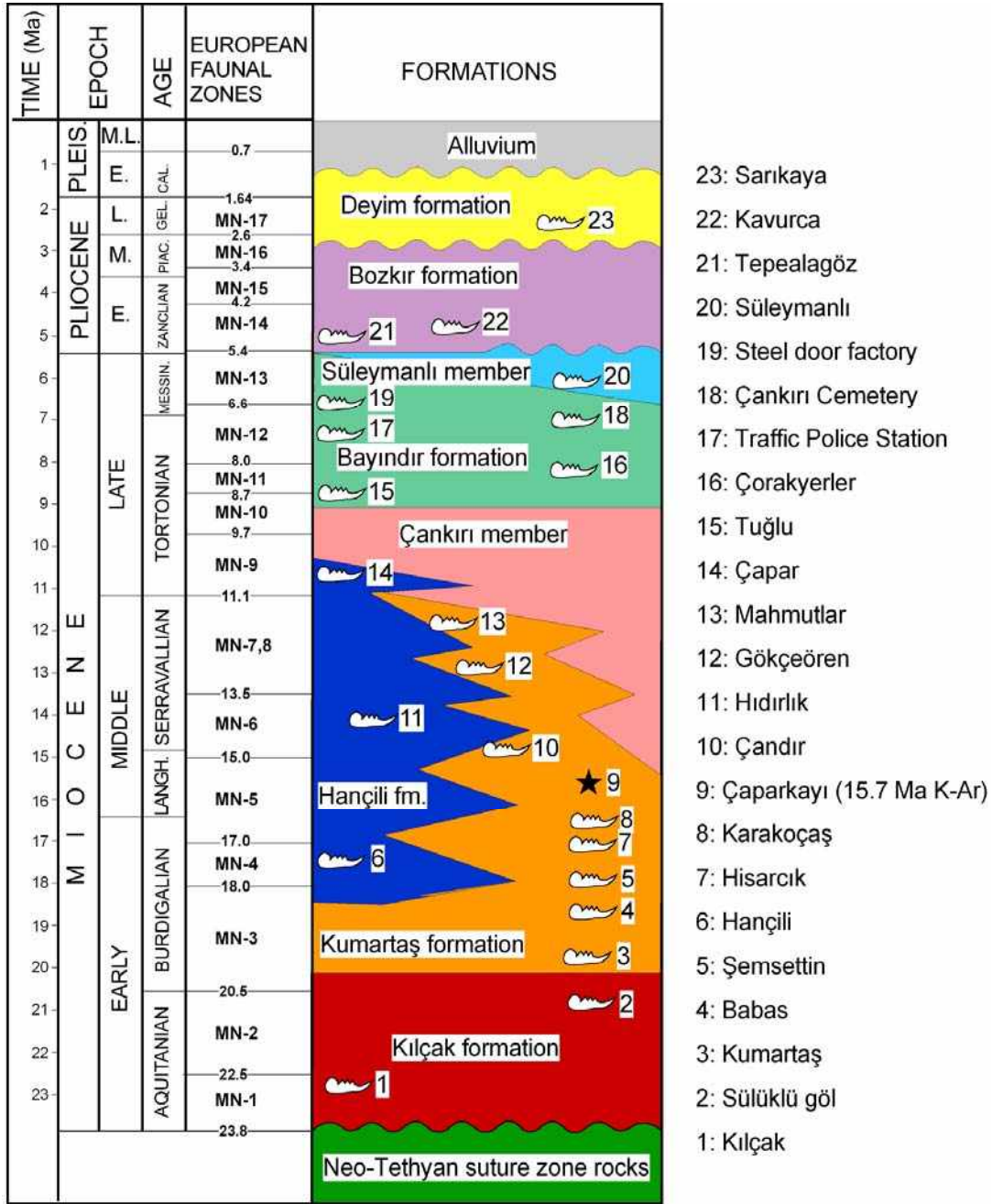


Figure 3. Generalized Neogene stratigraphy of western Çankırı basin. The numbers indicate micromammalian fossil locations (after Karadenizli et al., 2004).

Şekil 3. Çankırı havzası batısının genelleştirilmiş Neojen stratigrafisi. Numaralar mikromemeli fosil lokasyonlarını göstermektedir (Karadenizli vd. 2004'den alınmıştır).

The lower Miocene - lower Pliocene basin fill, on the western side of the Çankırı basin, is fragmented by an east-vergent tectonic sliver. The western side of this NNE-trending tectonic sliver shows a normal fault character, but its eastern side has acted as a thrust. It has been proposed that this east vergent tectonic sliver was created by the movement of the NAFZ and its

splay the Kırıkkale-Erbaa Fault Zone after the late Pliocene, accommodating the internal deformation of the Anatolian Plate (Seyitoğlu et al., 2000; 2004) (Fig. 4). This tectonic sliver, named as the Eldivan-Elmadağ pinched crustal wedge (EPCW), is mapped in detail from Çankırı to Kalecik (Fig. 5).

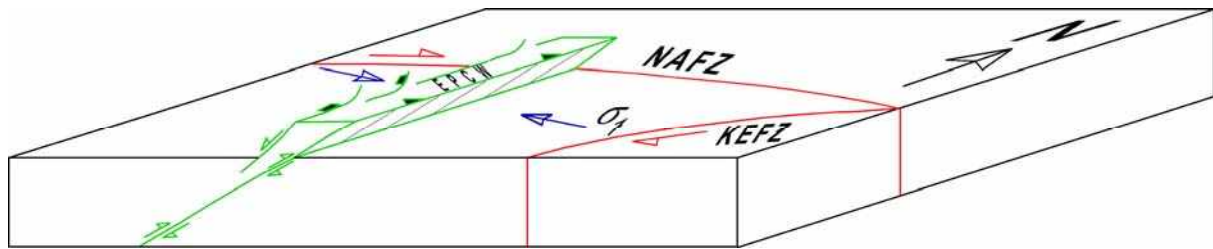


Figure 4. A simplified block diagram showing the position of the Eldivan-Elmadağ pinched crustal wedge (EPCW) between the North Anatolian Fault Zone (NAFZ) and the Kırıkkale-Erbaa Fault Zone (KEFZ).

Şekil 4. Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu arasında Eldivan-Elmadağ Kısırılmış Tektonik Kamasının (EKTK) durumunu gösteren blok diyagramı.

SW of Çankırı, a structure of the easternmost sector of EPCW is composed of two small wedges (Fig. 6a and b). These small scale wedges, having thrustured eastern and normal faulted western margins, fragment the Çankırı member of Kumartaş formation, as well as the Bayındır and Bozkır formations (Esat, 2004). The main eastern border of the EPCW is located further west and thrustured over the Çankırı member of the Kumartaş and Bozkır formations, and it is responsible for the accumulation of the clastic Deyim formation (Fig. 5). The main

normal faulted western border of the EPCW outcrops around Çapar, where the Hançili formation and overlying Çankırı member of Kumartaş formation form a drag fold syncline in the hanging wall of the west-dipping normal fault (Fig. 6c). The same fault can be followed further north to the east of Karatekin village (Fig. 5) and to the east of Korgun town, where it controls the accumulation of the Deyim formation (Fig. 6d). The relative structural position of the Korgun location is shown in Figure 7a.

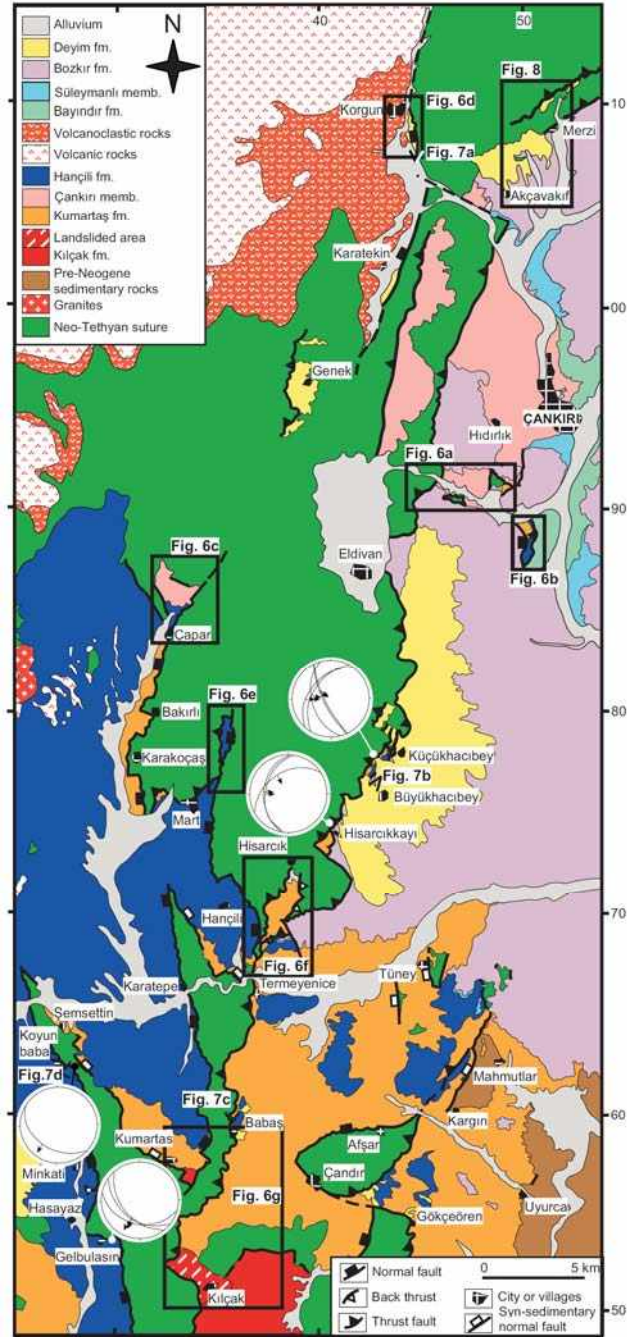


Figure 5. The geological map of the Eldivan-Elmadağ pinched crustal wedge (EPCW) in the western margin of Çankırı basin. For location see Fig. 1.

Şekil 5. Çankırı havzasının batı kenarındaki Eldivan-Elmadağ kısırılmış tektonik kamasının (EKTk) jeoloji haritası. Konumu için Şekil 1'e bakınız.

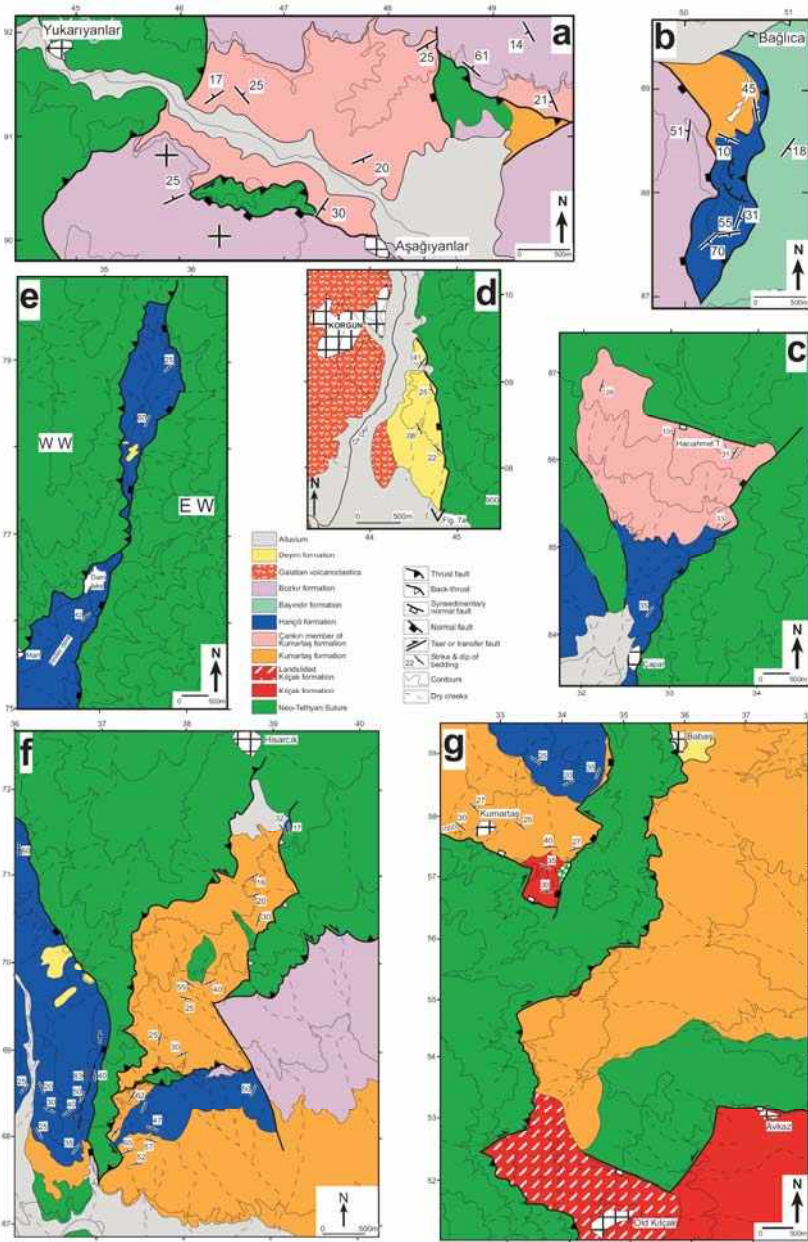


Figure 6. Detailed geological maps of the EPCW. a) Geological map of eastern margin of the EPCW at the SW of Çankırı. b) Details of the eastern small scale wedge. c) Geological map of Çapar area at the western margin of the EPCW (after Esat, 2004). d) Geological map of Korgun area. e) Geological map of north of the Mart village. f) Geological map of the Hisarcık village, the complex structure of eastern thrust margin of EPCW. g) Geological map between the Kumartaş and Kılçak villages (after Özcan, 2003; Özcan et al., 2007). See Fig. 5 for locations.

Şekil 6. ETK'nin ayrıntılı jeoloji haritaları. a) Çankırı'nın GB'sında ETK'nin doğu kenarının jeoloji haritası. b) En doğudaki küçük ölçekli kamanın ayrıntısı. c) ETK'nin batı kenarında Çapar civarının jeoloji haritası (Esat, 2004'ten alınmıştır). d) Korgun civarının jeoloji haritası. e) Mart köyü kuzeyinin jeoloji haritası. f) Hisarcık köyü civarında ETK'nin bindirmeli doğu kenarının karmaşık yapısı. g) Kumartaş ve Kılçak köyleri arasındaki jeoloji haritası (Özcan, 2003; Özcan vd. 2007'den alınmıştır). Haritaların konumları için Şekil 5'e bakınız

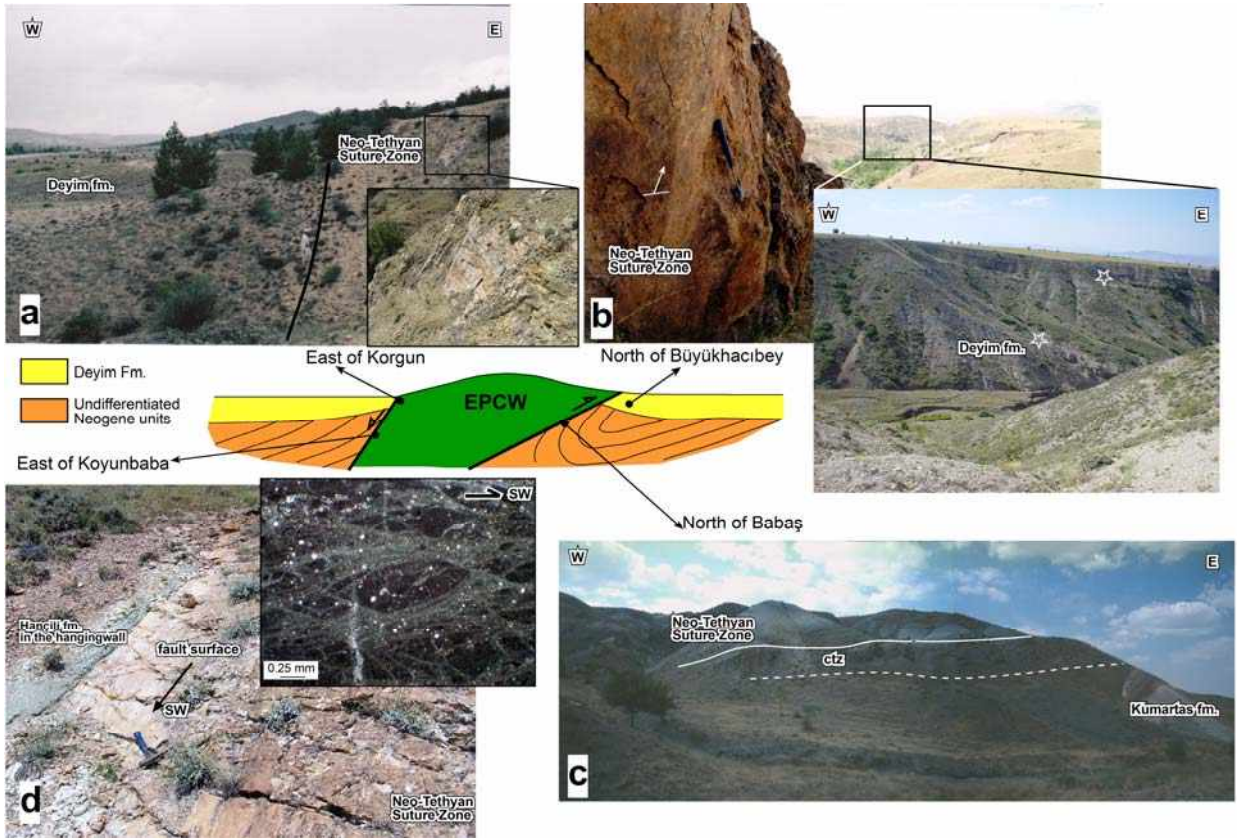


Figure 7. A simplified composite cross section of the EPCW, indicating geological observations from different structural levels a) Photo showing west dipping Korgun fault that limits the western border of the EPCW at the southeast of Korgun town. Corrugations indicate normal slip of the fault, see inset. b) The Deyim formation deposited in front of the eastern thrust margin of the EPCW. Inset shows the intraformational unconformity in the Deyim formation. Stars indicate the strata having different dip values. c) A photo of SW dipping normal faulted western margin of the EPCW near the Koyunbaba village. Inset is a microphotograph obtained from an oriented sample showing top to the SW sense of shear. d) Thrusted eastern margin of the EPCW with a cataclastic zone (ctz) at the north of Babaş village. See Fig. 6 for all locations.

Şekil 7. ETKK'nın farklı yapısal seviyelerindeki jeolojik gözlemleri basitleştirilmiş olarak gösteren birleşik enine kesit.. a) Korgun GD'sunda ETKK'nın batı kenarını temsil eden batıya eğimli Korgun fayına ait fotoğraf. Fay düzlemi üzerindeki ondülasyonlar normal fayı işaret etmektedir, küçük resme bakınız. b) ETKK'nın bindirmeli doğu kenarı önünde çökelen Deyim formasyonu. Küçük resim Deyim formasyonu içindeki formasyon içi uyumsuzluğu göstermektedir. Yıldızlar farklı eğimlere sahip tabakaları işaret etmektedir. c) Koyunbaba köyü yakınlarında ETKK'nın GB'ya eğimli normal faylı batı kenarını gösteren fotoğraf. Küçük resim fay yüzeyinden alınan yönlü örnek üzerinde üst GB makaslamayı gösteren mikrofotodur. d) Babaş köyü kuzeyinde ETKK'nın bindirmeli doğu kenarındaki kataklastik zon (ctz). Konum bilgisi için Şekil 6'ya bakınız.

Further south, along the line of Karakoçuş and Hisarcıkayı villages (Fig. 5), the EPCW is composed of western and eastern wedges (here below WW and EW respectively) (Fig. 6e). The western margin of the WW has west-dipping normal fault surfaces separated by a few transfer faults. North of Mart village, the eastern margin of the WW is thrust on the normal faulted western margin of the EW (Fig. 6e). This relationship shows that the WW is younger than the EW and indicates an out-of-sequence thrusting. The western normal faulted border of the EW can be followed continuously from north of Mart village to the north of the Termeyenice river (Fig. 5). The eastern margin of the EW also represents the main eastern border of the EPCW, which is clearly thrust onto the Bozkır formation (Karabıyıkoglu, 2000) (Fig. 5). In deep cutting valleys, overturned folds are common in older stratigraphic units such as the Kumartaş and Hançili formations between Küçükhabıbey village and the Termeyenice river (Fig. 5). In the same area, the late Pliocene – Pleistocene Deyim formation unconformably overlies the earlier sedimentary units. The differences in thickness of this formation and its intra-formational unconformities demonstrate that this clastic unit is accumulated in front of the thrust eastern margin of the EPCW (Figs. 5 and 7b).

Further south around Hisarcık, tear faults, small ophiolitic wedges and back thrusting make the structure of the eastern margin of the EPCW more complex. Finally, the normal faulted western margin and thrust eastern margin of the EPCW meet north of the Termeyenice river (Fig. 6f). South of the Termeyenice river, structurally lower levels of the EPCW are exposed due to relatively deeper erosion. In this

area, the thrust eastern margin of the EPCW is continuously followed towards the south and its best exposure can be seen north of Babaş village, displaying well developed fault zone features (Figs. 5 and 7c). The zone is characterised by intense fracturing and crushing in a hanging wall along this contact. This eventually results in the formation of cataclastic rocks, such as mainly breccias and lesser amounts of cataclasites. Cataclastic rocks contain angular and sub-rounded ophiolitic rock fragments in a fine grained matrix. Clasts and matrix materials of cataclastic rocks have no preferred orientation. An overturned syncline of the Kumartaş and Hançili formations is developed on the footwall. Beyond the fault zone, the rocks are relatively undeformed both in the hanging wall and the footwall (Fig. 7c). On the other hand, the western margin of the EPCW is exposed as two, en echelon, N-NW trending west-southwest dipping normal faults. Well-developed fault surfaces are exposed to several tens of metres in Koyunbaba village (Fig. 5), displaying a NW-striking fault surface dipping between 25 and 40° to the SW. The fault surface contains well-developed slickenside lineations which trend NE-SW and plunge SW (Fig. 7d). The fault surface is not planar but displays corrugations on a scale of centimetres to a meter. The corrugation axes are parallel to the lineations on the fault surface. A cataclastic zone occurs along the fault up to 1 meter wide. This zone consists of breccias and cataclasites with brittle kinematic indicators. The cataclastic zone locally displays cataclastic foliations, especially near the fault surface, characterized by short-fractures on a meso-scale that are parallel and subparallel to the main fault surface. The boundaries of the cataclastic zone and host rock are transitional and the degree of deformation decreases towards the host rock.

Both fault surface and the cataclastic zone of the fault comprise some kinematic indicators, such as trails of inclined planar structures, fractures, and deformed elements, indicating that the hanging wall of the fault moves to the SW (Fig. 7d-inset) (Önal et al., 2006). Thus, the brittle features (meso- and micro-scale) of the fault demonstrate that a SW-dipping normal fault juxtaposing the rocks of the Hançili formation over the Neo-Tethyan suture zone, constitutes the western margin of the EPCW (Figs. 6 and 7d). On the footwall of this fault, the syn-sedimentary normal faults limiting the intra-basinal highs and controlling the deposition of the Kılçak, Kumartaş and Hançili formations (Karadenizli et al., 2003; Savaşçı and Seyitoğlu, 2004) are exposed between the normal faulted western and thrust eastern margins of the EPCW. Our detailed geological mapping and fossil determinations in the area demonstrate the existence of the Kılçak formation on both sides of the EPCW (Özcan et al., 2007) (Fig. 6g). Further to the east, a relatively small body of the EPCW also exists around Çandır village (Fig. 5).

Evidence for the timing and contemporaneous development of the normal faulted western and thrust eastern margins of the EPCW are based on Neogene stratigraphy of the western Çankırı basin, dated by micromammalian fossils (Fig. 3). As documented above, the normal faulted western margin of the EPCW deforms the Kılçak, Kumartaş and Hançili formations. An apparent drag fold syncline can be observed on the hanging wall of the normal faulted western margin to the north of Çapar village (Fig. 6c). The location further northeast, immediately east of Korgun town, provides the youngest age for the normal faulted western margin of the EPCW. In this area, a west dipping

normal fault surface limits the poorly sorted, very angular conglomerates and mudstones of the late Pliocene – Pleistocene Deyim formation. Its down-dip movement is documented by corrugations on the fault surface and drag folds in the hanging wall that creates increasing dip angles of the sedimentary strata of Deyim formation towards the fault (Figs. 6d and 7a). The intra-formational unconformities demonstrate a syn-tectonic accumulation of the Deyim formation that has been dated by micromammalian fossils in the other part of the Çankırı basin (MN 17: Upper Pliocene to lower Quaternary, Kaymakçı, 2000).

The youngest sedimentary unit thrust by the eastern margin of the EPCW is the Pliocene Bozkır formation (Fig. 3), which is well dated by micromammalian fossils indicating an MN 14 zone (early Pliocene) (Karadenizli et al., 2004). For this reason, the initiation age of the thrust eastern margin of the EPCW must be post early Pliocene. Moreover, the thrusts control the accumulation of the Deyim formation, as clearly evidenced by intra-formational unconformities (Fig. 7b) and syn-tectonic wedge geometries at Büyükhacıbey, Küçükacıbey and around Merzi villages (Fig. 5). 1.5 km SW of Merzi village (Fig. 8), a small scale tectonic sliver deformed the Bozkır and lower parts of the Deyim formation, but this sliver is covered by the upper part of the Deyim formation in the west. The eastward continuation of this tectonic sliver acted as a blind thrust and created an asymmetric anticline in the Bozkır formation. The upper part of the Deyim formation is accumulated on this structure, having well developed thickness differences that indicate the syn-tectonic deposition of the Deyim formation (Fig. 9a and b).

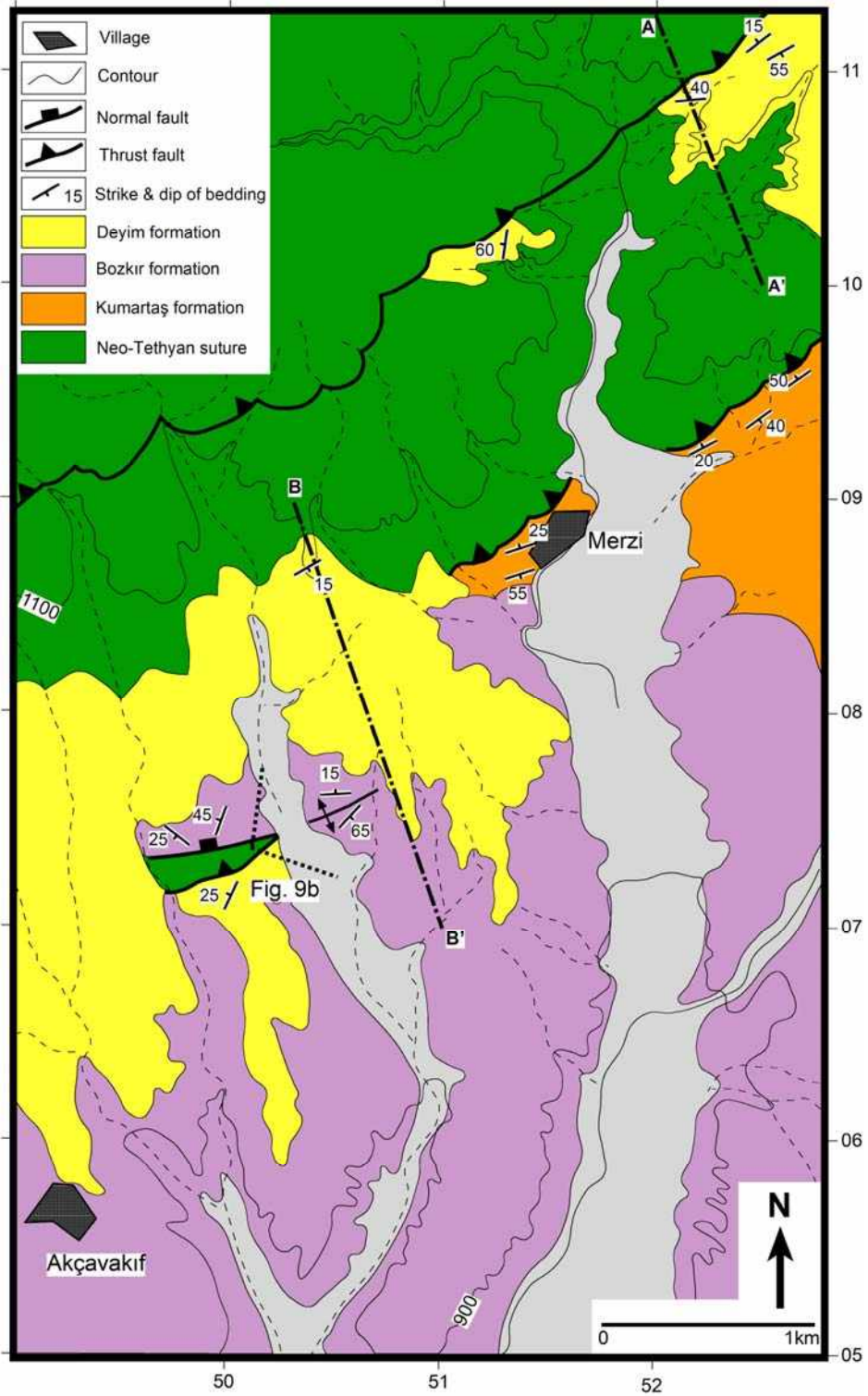


Figure 8. The geological map of the Akçavakıf- Merzi area.

Şekil 8. Akçavakıf – Merzi arasındaki jeoloji haritası.

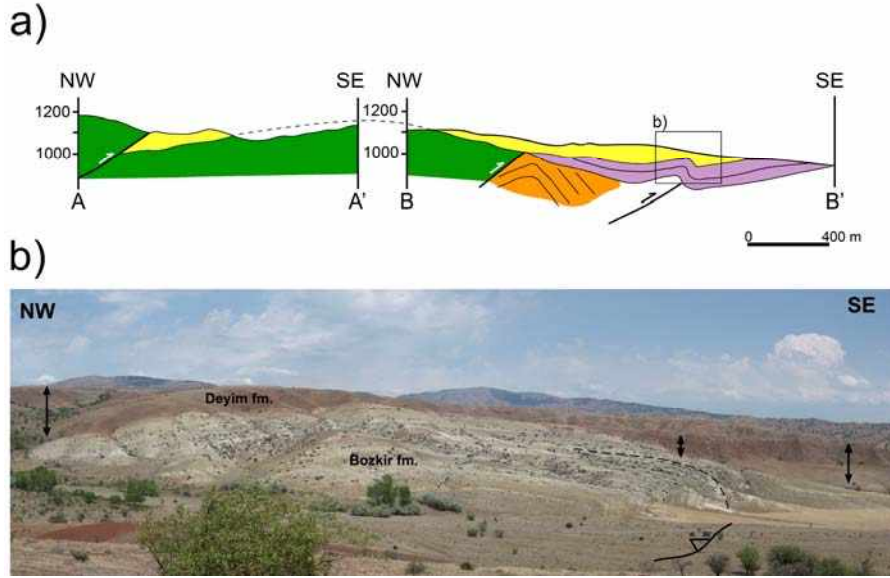


Figure 9. a) The cross sections show relationship between the thrusted eastern margin of the EPCW and the Deyim formation. b) Evidence of syn-tectonic deposition of the Deyim formation. Arrows indicate the thickness differences in the Deyim formation. For locations see Fig. 8.

Şekil 9. a) Deyim formasyonu ile ETKK'nın bindirmeli doğu kenarının ilişkisini gösteren enine kesit. b) Deyim formasyonunun tektonikle eş zamanlı olarak çökeldiğine ait veri. Oklar Deyim formasyonundaki kalınlık farklarını göstermektedir. Konum bilgileri için Şekil 8'e bakınız.

A post-early Pliocene activation time of both the normal faulted western and the thrusted eastern margins of the EPCW is documented by the syn-tectonic, clastic-dominated Deyim formation. The coeval development of normal and thrust faults under the NW-SE compression might have occurred in a fashion similar to the elastic model developed by Yin (1993). Similar cases have also been observed in the Himalayas, as shown by Burchfiel et al. (1992), and in Algeria during El Asnam earthquake (King and Yielding, 1984), although the scales are different.

Seyitoğlu et al. (2000) proposed that the EPCW was created as a neotectonic structure by a NW - SE trending contraction developed between the NAFZ and the KEFZ. The southern sector of the EPCW is a key area for testing this

proposal (Fig. 1). If it is correct, the southern sector of the EPCW should be restricted along the KEFZ's trend, and no thrust faults affecting Neogene sediments should be observed to the south of the KEFZ where it is beyond the contractional area. Indeed, the geometry of the Neo-Tethyan suture zone shows a dramatic change south of Elmadağ that corresponds to the meeting point between the EPCW and the trend of the KEFZ (Fig. 1). In this location, a NNE trending thrust fault within the late Miocene – Pliocene (?) (Saraç, 2003) sedimentary unit of the Balaban basin is observed (Figs. 10 and 11a) and this sector is considered as a thrusted eastern margin of the EPCW. This thrusting can be followed southwards until the approximately E-W trending right lateral transpressional strike-slip of the Akarlar fault that passes between

Yayla and Akarlar villages (Figs. 1 and 10). This active strike-slip fault causes a right lateral displacement on the line of creeks and creates a rapid uplift of its northern block, that is evidenced by a down-cutting of the creeks creating steep cliffs (Figs. 11 b and c) (İleri,

2007). To the south of this fault (Fig. 1) no thrusting disrupts Miocene sedimentary successions (i.e. in the Akkaşdağı area, Seyitoğlu et al., 2005). This, in turn, indicates that the EPCW is a neotectonic element of NW Central Anatolia created by the NAFZ and the KEFZ.

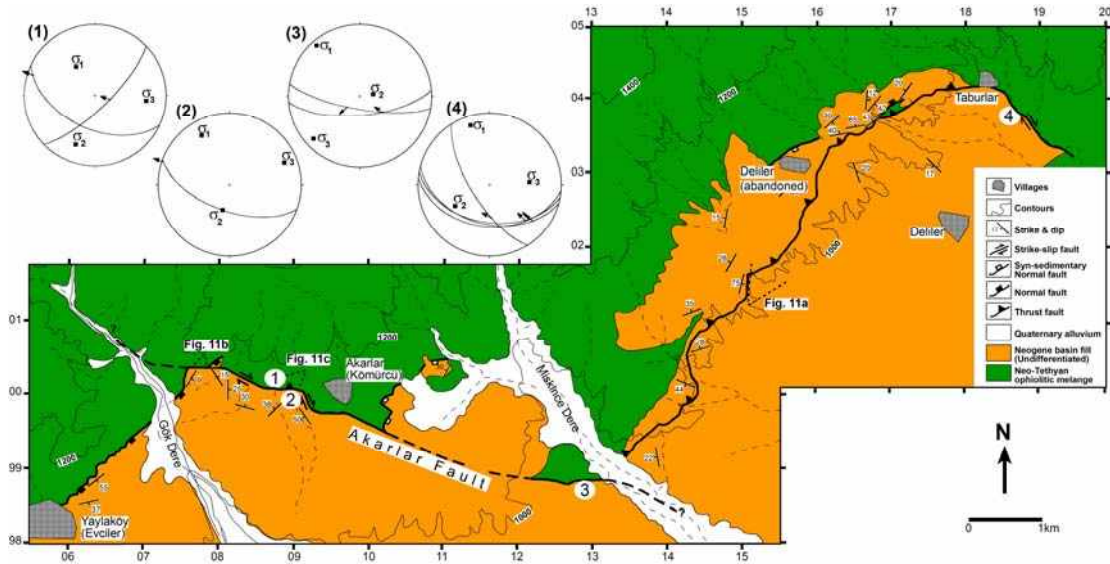


Figure 10. The geological map of the southern edge of the EPCW (after İleri, 2007). The numbers on the map indicate locations of fault slip data presented on the lower hemisphere, equal area stereographic projections.

Şekil 10. ETKK'nın güney sınırının jeoloji haritası (İleri 2007'den alınmıştır). Harita üzerindeki numaralar, eşit alan alt yarımküre stereografik projeksiyonlarda gösterilen fayların kayma verilerini işaret etmektedir.

THE ROLE OF THE EPCW ON THE INTERNAL DEFORMATION OF THE ANATOLIAN PLATE: GPS AND SEISMOLOGICAL DATA

Strain Analysis and Relative Velocity Vectors

While GPS data within the region (Reilinger et al., 1997; McClusky et al., 2000; Reilinger et al., 2006) are too sparse for the detection of low-rate deformation, they are very useful in quantifying the first-order deformation of Central Anatolia. We used the most recent GPS velocity vectors of 11 sites from Reilinger et al. (2006), which lie in

the northern part of Anatolia (Fig. 12). We formed polygonal elements and defined a homogenous strain within each element. While different polygonal elements can be chosen, the detection of relatively small-scale processes requires elements as small as possible, namely triangles. On the other hand, configuration of relatively sparse networks and the need to focus on the area of interest do not always allow for freedom to form the smallest elements. In this respect, we chose a mixed approach which involves polygons of different sizes with an effort to form as many smallest elements as possible.



Figure 11. a) Thrusted eastern margin of the EPCW deforms upper Miocene-Pliocene(?) basin fill of the Balaban basin. Dashed yellow lines indicate bedding of the sedimentary succession. b) Right lateral displacement on the line of creeks along strike-slip fault that limits the southern margin of the EPCW. c) Steep cliffs in the down cutting creeks indicating recent rapid uplift of the EPCW. See Fig.10 for locations.

Şekil 11. a) ETKK'nın bindirmeli doğu kenarı Balaban havzasının üst Miyosen-Pliyosen (?) çökellerini deforme etmiştir. Kesikli sarı çizgiler sedimanter birimlerdeki tabakalanmayı göstermektedir. b) ETKK'nın güney kenarını sınırlayan sağ yanallı fayın derelerde meydana getirdiği sağ yanallı ötelenme. c) Derine doğru hızla kazılmış dere yataklarındaki dik kenarlar, ETKK'nın yakın zamanda hızla yükseldiğini göstermektedir. Konum bilgileri için Şekil 10'a bakınız.

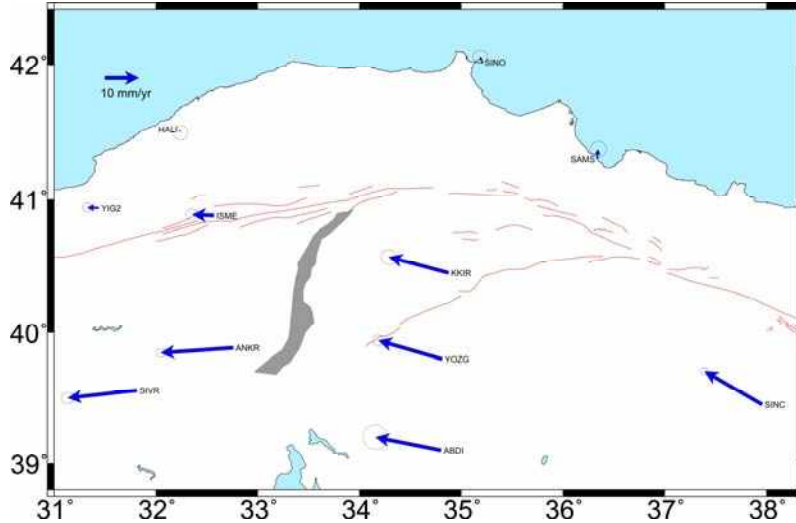


Figure 12. GPS velocities relative to a Eurasia-fixed frame. Error ellipses are at 95% confidence level, velocities are taken from Reilinger et al. (2006).

Şekil 12. Avrasya sabit alınarak göreceli Küresel Konumlama Sistemine ait hızlar. Hata elipsleri %95 güven seviyesindedir, hızlar Reilinger vd. (2006)'dan alınmıştır.

For the computation of strain parameters, tensor elements were obtained from velocity observations through linear least squares in which rotation rates and tensor elements are simultaneously estimated. Following the method given in Feigl et al. (1990), the observed velocities can be decomposed into two parts as follows:

$$u = Lx + \dot{t} \quad (1)$$

where u : velocities, \dot{t} : translation rates, x : position vector, and L : a matrix consisting of rigid body rotation ($\dot{\omega}$) and strain rates ($\dot{\epsilon}$) matrices given as

$$L = \dot{\epsilon} + \dot{\omega} \quad (2)$$

(Feigl, 1990). While the rigid body rotation rate matrix $\dot{\omega}$ is a square matrix with a main diagonal consisting of zeros:

$$\dot{\omega}_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right), \quad i \neq j \quad (3)$$

$$\dot{\omega}_{ii} = 0, \quad i = j$$

Strain tensor is symmetric and defined as:

$$\dot{\epsilon}_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \quad (4)$$

in Turcotte and Schubert (1982), where partial derivatives correspond to gradients of north and east velocities, respectively. The computed strain rates are shown in Figure 13. One obvious result from these strain rates is that the Çankırı basin is, in general terms, under a strike-slip strain. The high contraction rate observed in the ISME-SAMS-KKIR block is attributed to its proximity to the NAFZ and its bending. On the other hand, the direction of the NW-SE contraction in the ISME-KKIR-ANKR-SIVR block is compatible with the geological observations. Geologically observed thrusting on the eastern side of the EPCW and recently observed thrusts in the

further west of the EPCW (Kutluay, 2007) are nearly perpendicular to the contraction direction obtained from strain analysis. One particular result is that the area to the south of the KEFZ is almost non-deforming, which implies that the deformation has been localized between the NAFZ and the KEFZ.

The obtained contraction rate for the block (ISME-KKIR-SAMS) is about 140 ± 20 nanostrain/yr at an azimuth of $316.7^\circ \pm 2.1^\circ$ (~ N43W), which corresponds to a contraction rate of 1.4 mm/yr over 10 km. The NW-SE contraction in the ISME-KKIR-ANKR-SIVR block is about 80 ± 20 nanostrain/yr at an azimuth of $305.2^\circ \pm 2.1^\circ$ (~ N43W), which corresponds to a contraction rate of 0.8 mm/yr over 10 km. If we assume that this contraction is accommodated by a narrow corridor such as the EPCW, rather than by the whole block homogeneously, then the EPCW should have taken up a shortening of 2.8 km since late Pliocene (~3.5 Ma).

Structural data

A total of 21 fault slip measurements were obtained from both the normal faulted western and the thrust eastern margins of EPCW (Table 1). The fault slip data from the normal faulted western margin of EPCW has σ_3 =N50E, 09NE, indicating a NE-SW extension (Fig. 14 a). The fault slip data obtained from thrust faults limiting the eastern margin of the EPCW provide σ_1 =N75W, 02NW, representing a NW-SE contraction (Fig. 14 b). These data can be evaluated as a kinematically compatible population. All fault slip measurement data indicate σ_1 =N51W, 08SE and σ_3 =N34E, 30 NE (Fig. 14c) that conform with the strain analysis of the ISME-KKIR-ANKR-SIVR block (see Fig. 13).

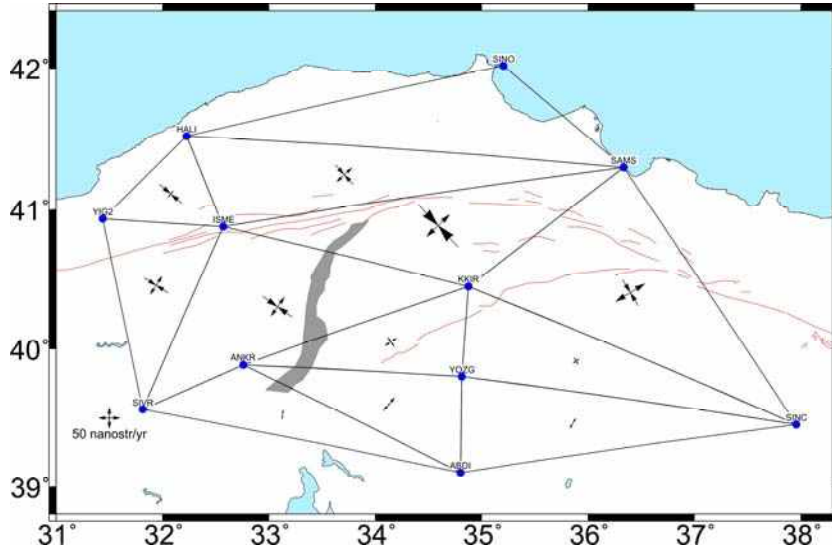


Figure 13. Principle strains computed at the centroids of each element. The velocities are taken from Reilinger et al. (2006).

Şekil 13. Her elemanın merkezinde hesaplanan ana yamulmalar. Hızlar Reilinger vd. (2006)'dan alınmıştır.

Seismicity and Focal Mechanisms

The seismicity of the region from 1900 to 1999 and from 2000 to the present is shown in Figures 15 a & b respectively. All earthquake locations were obtained from the Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (KOERI). On the basis of Figures 15 a and b, the existence of some clusters can clearly be seen on the maps. Each clustering region in the figures is shown by a numbered rectangular area. The high seismicity in the region of A1 was a result of a moderate earthquake ($M_s=5.6$) that occurred around Mecitözü (Çorum) on 14 August 1996, and continuing seismic activity in this area can be seen at A7 in Fig. 15b. A dramatic increment is observed specially in the areas A2 – A6 after 2000 (Figure 15b). Indeed, the 6 June 2000 Orta (Çankırı) earthquake ($M_w=6.0$) and the 31 July 2005 ($M_w=5.3$) and 20 December 2007 ($M_l=5.6$) Bala earthquakes played important roles in increasing the seismicity in the areas A2 and A5, respectively. The area of A3 is a local clustering

region in the west of the EPCW. The clustering regions at A4 and A6 are directly related to the seismic activity on the EPCW.

Our local seismic network (AnkNET) has been established in the region to observe seismic activity on the EPCW and other main neotectonic elements around Ankara, following 19. 09 2007. The first results of this monitoring are presented in this section. The most recent 10 events with a magnitude (M_d) between 2.2 and 3.1 have been analyzed to determine their focal mechanisms (Fig. 15c) (Appendix I). The majority of focal mechanism solutions belong to thrust faulting, indicating a NW-SE contraction, and this agrees with GPS and structural data obtained from fault surfaces (see Figs. 13 and 14). Earthquakes due to normal faulting provide focal mechanism solutions that indicate a NE-SW extension. These seismic data support the contention of geological observations presented in this paper that normal and thrust faults work simultaneously in the region.

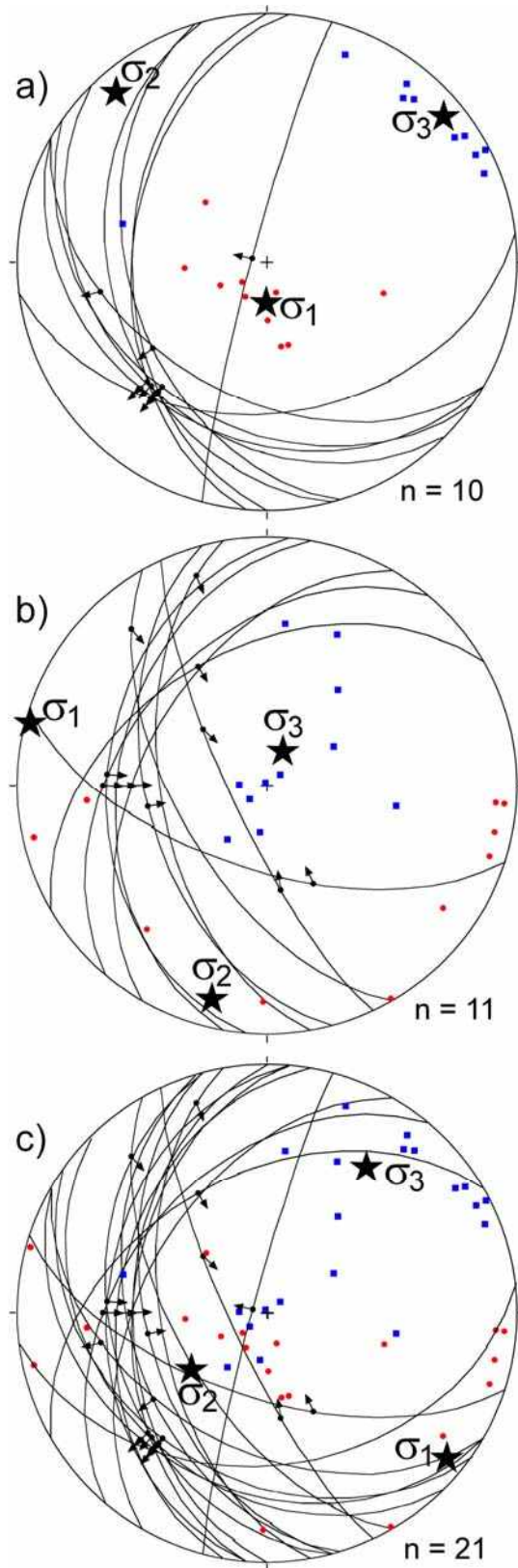


Figure 14. Lower hemisphere, equal area stereographic projections of structural data from EPCW. For detail see Table 1. Filled blue squares and red circles are extension and shortening axes respectively. a) Normal fault planes and slickenlines from western margin of the EPCW. $\sigma_1 = N02E, 77SW$; $\sigma_2 = N42W, 10NW$; $\sigma_3 = N50E, 09NE$ b) Thrust planes and slickenlines from eastern margin of the EPCW. $\sigma_1 = N75W, 02NW$; $\sigma_2 = N14E, 12SW$; $\sigma_3 = N25E, 78NE$ c) All available fault slip data from the western and eastern margins of the EPCW. $\sigma_1 = N51W, 08SE$; $\sigma_2 = N52E, 59SW$; $\sigma_3 = N34E, 30NE$.

Şekil 14. ETKK'dan elde edilen yapısal verilerin eşit alan alt yarımküre stereografik projeksiyonu. Detaylar için Tablo 1'e bakınız. İçi dolu mavi kareler genişleme, kırmızı daireler sıkışma eksenlerini temsil etmektedir. a) ETKK'nın batısından elde edilen Normal fay düzlemleri ve kayma çizikleri. $\sigma_1 = N02E, 77SW$; $\sigma_2 = N42W, 10NW$; $\sigma_3 = N50E, 09NE$ b) ETKK'nın doğusundan elde edilen bindirme düzlemleri ve kayma çizikleri. $\sigma_1 = N75W, 02NW$; $\sigma_2 = N14E, 12SW$; $\sigma_3 = N25E, 78NE$ c) ETKK'nın doğu ve batı kenarındaki fayların tümünden elde edilen kayma çizikleri. $\sigma_1 = N51W, 08SE$; $\sigma_2 = N52E, 59SW$; $\sigma_3 = N34E, 30NE$.

Seismicity Map (1900-1999)

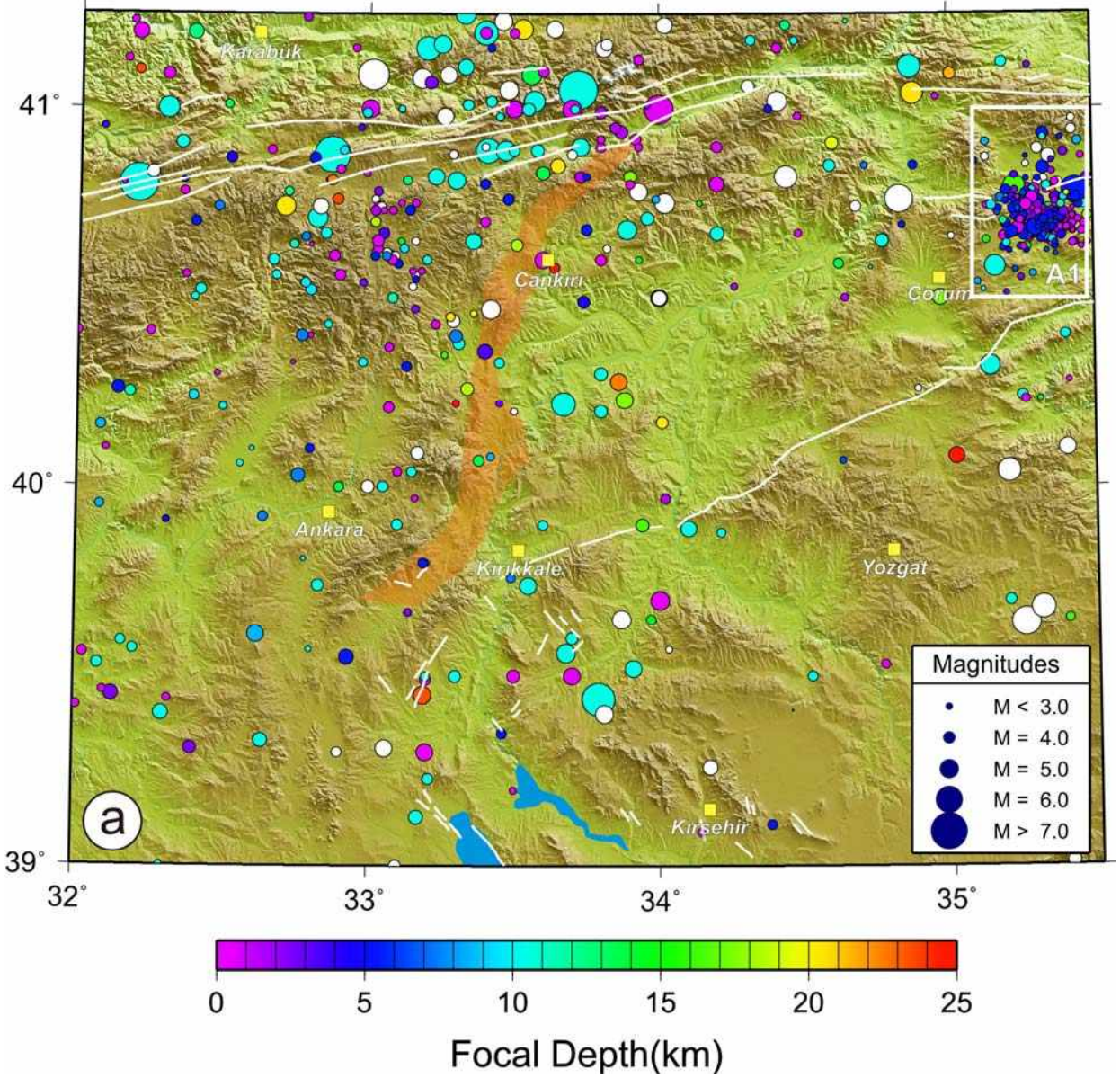
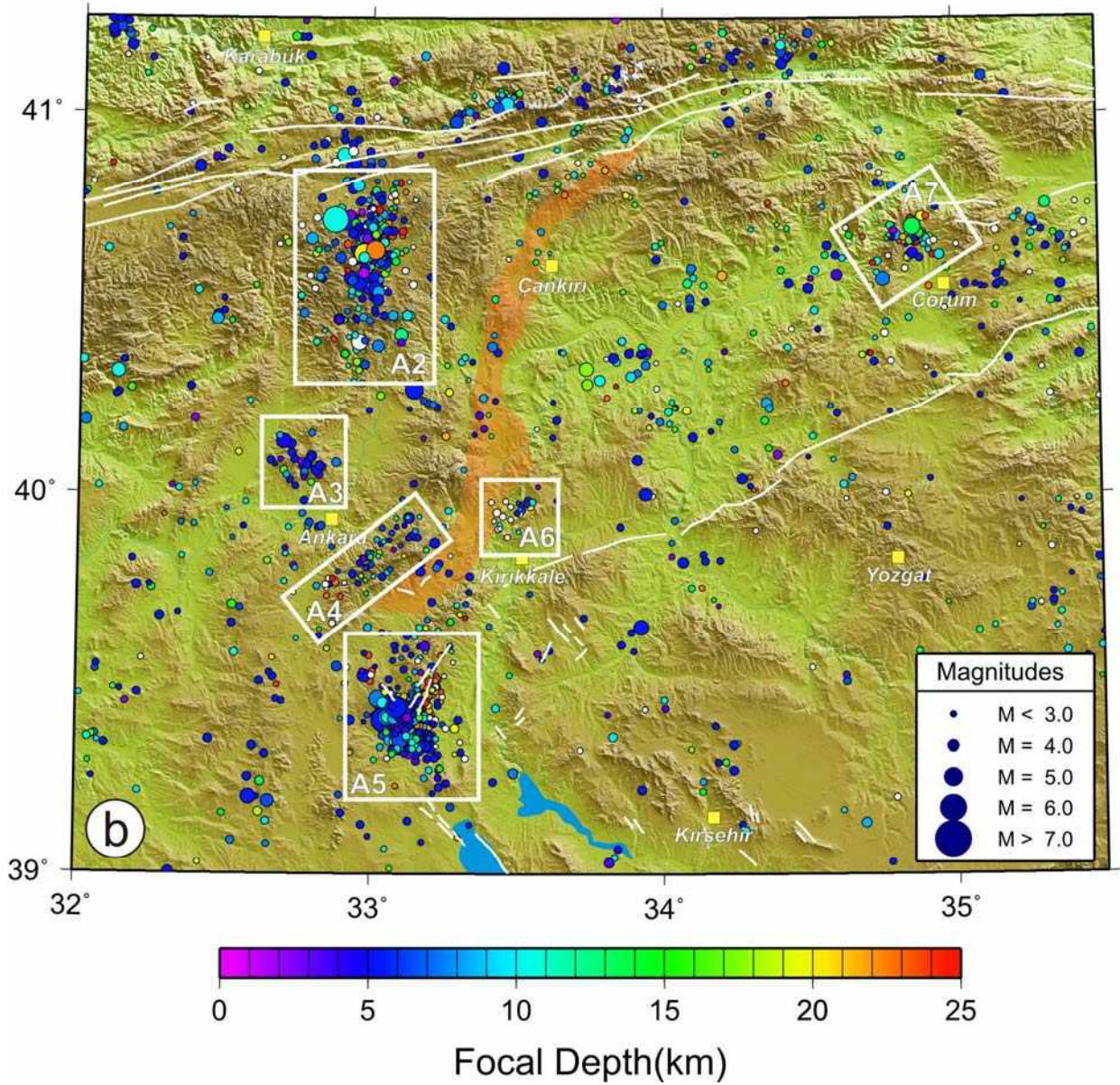


Figure 15. The seismicity map of the region during 1900-1999 a) and 2000-Present b). The rectangular areas denote the earthquake clustering regions. c) Focal mechanisms of selected 10 earthquakes. Sizes and colors of the beachballs are scaled by magnitude and depth respectively. Triangles denote seismic stations of AnkNET. Shaded area represents overall location of the EPCW.

Şekil 15. Bölgenin depremselliği a) 1900-1999, (b) 2000-Günümüz. Dikdörtgen alanlar depremlerin yoğunlaştığı kesimleri göstermektedir. c) Seçilmiş 10 depremin odak mekanizması çözümleri. Çözümlerin sunulduğu balonların çapı ve rengi depremin büyüklüğüne ve derinliğine göre ayarlanmıştır. Üçgenler AnkNET istasyonlarını temsil etmektedir. Gölge alan ETKK'nın genel durumunu göstermektedir.

Seismicity Map (2000-present)



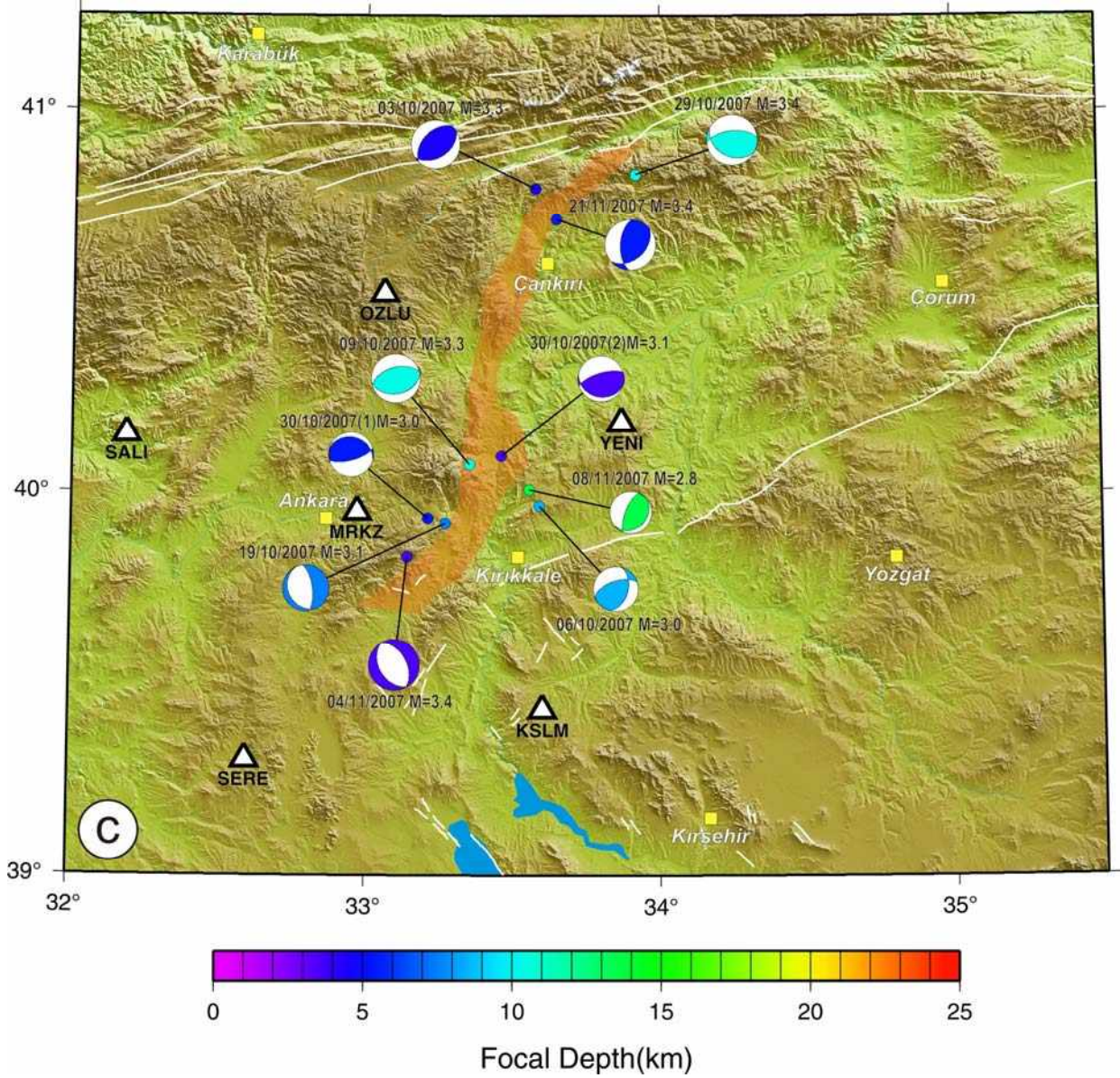


Table 1. Fault slip measurements from the normal faulted western and thrust faulted eastern margins of the EPCW.

Tablo 1. EKTK'nın normal faylı batı kenarı ve bindirmeli doğu kenarından elde edilen fay çizikleri.

Location (UTM)	Strike	Dip	Trend	Plunge	
40 632 - 74 483	N05E	36NW	N86W	37NW	Reverse
40 523 - 74 407	N10E	40NW	E-W	36W	Reverse
42 782 - 77 539	N40E	42NW	E-W	34W	Reverse
40 632 - 74 483	N60E	44NW	N30W	45NW	Reverse
42 782 - 77 539	N30E	49NW	E-W	45W	Reverse
42 782 - 77 539	N15W	50SW	N80E	50SW	Reverse
45 882 - 91 246	N10W	55SW	N17W	12NW	Reverse
42 782 - 77 539	N30W	60SW	N39W	18NW	Reverse
49 276 - 91 292	N72W	62SW	N75E	47SW	Reverse
45 882 - 91 246	N25W	78SW	N08W	55SE	Reverse
42 782 - 77 539	N25W	78SW	N47W	62NW	Reverse
48 480 - 91 395	N60W	45SW	N80E	35SW	Normal
27 972 - 62 350	N55W	35SW	N40E	36SW	Normal
33 239 - 66 870	N15E	85NW	N75W	85 NW	Normal
28 591 - 61 350	N17W	44SW	N53E	43SW	Normal
27 973 - 62 354	N60W	30SW	N45E	26SW	Normal
27 973 - 62 354	N-S	45W	N40E	35SW	Normal
27 973 - 62 354	N05E	45NW	N45E	35SW	Normal
27 973 - 62 354	N15W	37SW	N43E	34SW	Normal
29 836 - 53 708	N83E	39SE	N40E	27SW	Normal
29 836 - 53 708	N45W	32SW	N40E	30SW	Normal

DISCUSSION

One of the key locations on the post-collisional history of Central Anatolia is the western margin of the Çankırı basin where different tectono-sedimentary models have been proposed. Previous studies (Akyürek et al. 1980; Hakyemez et al. 1986; Koçyiğit et al. 1995) mapped the Neo-Tethyan suture zone as a double vergent thrusting towards the east and west. Koçyiğit et al. (1995) interpreted the Miocene sediments as deposited in front of the thrust sheets and they suggest that, following the Pliocene, the shortening ceased as indicated by the development of vertical faults that cut the thrust zone. It is suggested that these vertical faults control the accumulation of the Deyim formation. The thrusting of Neo-Tethyan suture zone rocks onto Neogene successions is used as evidence of continuing intracontinental convergence until the Pliocene (Ankara Orogenic Phase) (Koçyiğit et al. 1995). However, during our field studies, two different normal fault systems were distinguished in the region (Fig. 6). The younger ones are normal faults on the western margin of the EPCW. The older ones are syn-sedimentary normal faults controlling the accumulation of lower – middle Miocene sedimentary units, namely the Kılçak, Kumartaş and Hançili formations (Savaşçı, 2003; Karadenizli et al., 2003; Savaşçı and Seyitoğlu, 2004). This indicates that intracontinental convergence due to the closure of the Neo-Tethyan Ocean must have ceased prior to the Early Miocene. In other words, the Ankara Orogenic Phase model of Koçyiğit et al. (1995) is not confirmed by our field observations.

Kaymakçı (2000) reported that the Kılçak formation, which is interpreted as being

deposited in front of the thrust sheets, is the last product of the compressional regime caused by intracontinental convergence between the Sakarya continent and the Kırşehir block. Kaymakçı (2000) suggests that during the early-middle Miocene, there was an extensional tectonic regime due to orogenic collapse (see also Seyitoğlu et al., 1997) that created a normal faulted topographical high separating the Hançili basin in the west and the Çankırı basin in the east. This separation is believed to have created different stratigraphies, such as the Kumartaş (Altıntaş) and Hançili formations in the Hançili basin, and the Çandır formation in the Çankırı basin. Normal faults that limit the topographical high were later inverted to double vergent thrust faults under transpression, following the late Miocene (Kaymakçı, 2000; Fig. 4.23). However, our geological map of the area (Fig. 5) shows that the Kılçak, Kumartaş and Hançili formations crop out in both the western and the eastern sides of the EPCW, indicating fragmentation of a single Çankırı basin by the EPCW. These observations invalidate the tectono-sedimentary model that Kaymakçı (2000) and Kaymakçı et al. (2001; 2003) proposed for the western margin of the Çankırı basin.

Adıyaman et al. (2001) proposed an extensional escape wedge immediately west of our study area supporting the model of Chorowicz et al. (1999). This extensional wedge was limited by the NAFZ and by the left lateral strike-slip Korgun Fault which plays an important role in accommodating the south-westerly extension of the wedge, and this model requires no early – middle Miocene sedimentary succession deposited under extensional tectonics to the east of the Korgun Fault (Adıyaman et al., 2001; Fig. 11). However, an early – middle

Miocene sedimentary succession that accumulated under extensional tectonics (Şen et al., 1998; Seyitoğlu et al., 2000; Savaşçı and Seyitoğlu, 2004) has been described in the east of the Korgun Fault. In addition, the detailed field observations presented in this paper indicate that the Korgun Fault corresponds to the western margin of the EPCW that was activated following the late Pliocene. Consequently, the Korgun Fault has no capacity to control the sedimentation of the early – middle Miocene successions in the region. This, in turn, invalidates Adıyaman et al.'s (2001) extensional wedge model for the region.

A recent study by Rojay & Karaca (2008) suggests that normal faulting postdates the reverse faults in the south of the Galatian Volcanic Province indicating a NW-SE and ENE-WSW extensional regime. Our data presented in this paper do not concur with this suggestion.

Our geological, GPS and seismological data indicate that the NW-SE contraction is dominant between the NAFZ and the KEFZ. The contractional nature of the EPCW supports the view that the Anatolian plate is pushed from the east (Şengör, 1980; Şengör et al., 1985; 2005) rather than pulled from the southwest due to the Hellenic trench (Chorowicz et al., 1999; Mart et al., 2005; Reilinger et al., 2006). Moreover, the GPS horizontal velocities of McClusky et al. (2000; Fig. 2) in a Eurasia-fixed reference frame show a fan shape distribution on the north of the Bitlis suture zone, and this, together with the regional paleomagnetic data of Gürsoy et al. (2003; Fig. 8), indicate indentation tectonics due to the Arabian plate. This relationship demonstrates that stations with positive north

velocities in Central Anatolia such as the KKIR, YOZG and ABDI are influenced by the indentation tectonics of the Arabian plate.

Conclusions

The NNE-trending EPCW is located between Çankırı and Ankara and limited by coevally developed thrust and normal faults in the eastern and western margins, respectively. It is a post - early Pliocene neotectonic structure developed under the NW-SE compression created by the NAFZ and KEFZ, and accommodates a 2.8 km shortening within the Anatolian plate. It is clear that this structure plays an important role on the internal deformation of the Anatolian plate and should be regarded as a potential source in the earthquake risk assessment of Ankara and Çankırı.

Acknowledgements

This paper is one of the results of projects sequentially supported by TUBITAK (198Y014), TUBITAK-CNRS (101Y108), CNRS-INSU (ECLIPSE), MTA 16-A3, and Ankara University (2001.070.5053; 2005.074.5008 HPD; 2006.074.5052).

Appendix I

The regional waveforms recorded by digital broadband stations of the Ankara University Seismic Network (AnkNET) are used in the focal mechanism solutions in NW central Anatolia. The seismic stations of AnkNET are shown in Figure 15c. For the computation of the source parameters of the events, a full waveform moment tensor inversion method was applied to three component broadband seismograms provided by AnkNET.

The moment tensor inversion method for multiple point sources has been developed and extended to full waveform data at regional or local distances by Zahradnik et al (2005), based on Kikuchi and Kanamori (1991). This method allows full waveform inversion, on the basis of the discrete wavenumber method of Bouchon (1981) and Coutant (1989). The moment tensor is calculated by minimizing the difference between observed and synthetic displacement in the least square sense at any predefined trial source position and any origin time. More detailed information about the method can be obtained from Zahradnik et al (2005).

For the focal mechanism solution, the events selected are given in Table A1. During the processes, only digital seismograms recorded by

three component broadband seismometers were used for the focal mechanism determination.

In our analyses, a simple velocity model (Toksöz et al., 2003) was used for computation (Table A2). This velocity model is also used for the earthquake location procedure by AnkNET. Only seismograms with quality waveforms (high Signal/Noise) were considered for the computation. Before the inversion, for all velocity seismograms, instrument correction was carried out and all records were then windowed between 200 and 400 sec for the analyses.

After all computations, the source parameters of the selected 10 earthquakes were obtained. The resulting source parameters and moment magnitudes of the events are given in Table A3 and shown in Figure 15c.

Table A1. List of the events recorded and analyzed in this study. The hypocentral locations were computed by AnkNET.

Tablo A1. Bu çalışmada kaydedilen ve incelenen depremlerin listesi. İç merkez konumları AnkNET verilerinden hesaplanmıştır.

AnkNET						
<i>Event No</i>	<i>Date</i>	<i>Origin Time</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Depth</i>	<i>Magnitude (Md)</i>
1	03/10/2007	11:26:19.71	40.7968	33.5763	4.8	3.1
2	06/10/2007	11:35:08.88	39.9660	33.5892	8.2	2.6
3	09/10/2007	13:54:51.11	40.0748	33.3520	10.4	2.6
4	19/10/2007	04:24:42.37	39.9205	33.2708	7.6	2.7
5	29/10/2007	01:31:16.00	40.8337	33.9170	10.7	2.7
6	30/10/2007	10:07:20.90	39.9332	33.2113	5.0	2.4
7	30/10/2007	14:17:51.43	40.0965	33.4597	3.0	2.2
8	04/11/2007	06:21:32.32	39.8328	33.1412	3.2	2.9
9	08/11/2007	10:40:57.51	40.0088	33.5563	13.5	2.9
10	21/11/2007	01:15:29.57	40.7158	33.6478	5.0	2.9

Table A2. Crustal P-wave velocity model used in the inversions (Toksöz et al., 2003). S-wave velocities and densities are calculated empirically.

Tablo A2. Kabuksal P-dalga hız modeli (Toksöz vd., 2003) tersçözümlerde kullanılmıştır. S-dalga hızları ve yoğunluklar ampirik olarak hesaplanmıştır.

<i>Depth of layer top(km)</i>	<i>V_p(km/s)</i>	<i>V_s(km/s)</i>	<i>ρ(gr/cm³)</i>
0.0	5.00	2.81	2.70
5.0	5.40	3.03	2.78
10.0	6.15	3.46	2.93
20.0	6.40	3.60	2.98
36.0	7.80	4.38	3.26

Table A3. The results of the inversion for the 10 events analyzed in this study.

Tablo A3. Bu çalışmada incelenen 10 depremin tersçözüm sonuçları.

AnkNET													
<i>Event No</i>	<i>Date</i>	<i>Depth (km)</i>	<i>M_w</i>	<i>Nodal Plane 1</i>			<i>Nodal Plane 2</i>			<i>P-axis</i>		<i>T-axis</i>	
				<i>strike</i>	<i>dip</i>	<i>rake</i>	<i>strike</i>	<i>dip</i>	<i>rake</i>	<i>Azim.</i>	<i>Plunge</i>	<i>Azim.</i>	<i>Plunge</i>
1	03/10/2007	3.0	3.3	58	44	101	222	47	80	319	2	63	83
2	06/10/2007	5.0	3.0	251	60	126	16	46	44	316	9	213	59
3	09/10/2007	3.0	3.3	254	53	87	79	37	93	346	9	152	82
4	19/10/2007	18.0	3.1	352	67	-82	153	24	-108	275	67	76	22
5	29/10/2007	5.0	3.4	119	35	120	264	61	71	7	14	135	69
6	30/10/2007 ⁽¹⁾	6.0	3.0	74	69	77	287	25	120	173	23	322	65
7	30/10/2007 ⁽²⁾	3.5	3.1	101	23	116	254	70	80	351	24	146	65
8	04/11/2007	2.5	3.4	332	49	-88	149	41	-92	259	87	60	4
9	08/11/2007	5.0	3.1	185	57	119	320	43	53	254	8	149	65
10	21/11/2007	5.0	3.4	183	58	62	48	42	126	292	9	41	66

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Orta Anadolu'nun KB'sında Çankırı havzasının batı kenarında yer alan Neo-Tetis Kenet Zonu, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Kırıkkale-Erbaa Fay Zonu (KEFZ) arasında gelişen KB-GD sıkışma nedeniyle neotektonik bir yapı olarak yeniden hareketlenmiş ve KKD gidişli batı kenarı normal faylı, doğu kenarı ise bindirmelerle sınırlı bir tektonik kama oluşturmuştur (Şekil 1, 3, 4) (Seyitoğlu vd. 2000).

Bu makalenin amacı Eldivan-Elmadağ Kısıtlanmış Tektonik Kaması (EGTK) olarak isimlendirilen bu neotektonik yapının ayrıntılarını ortaya koymak ve bu yapının Anadolu levhasının deformasyonundaki rolünü tartışmaktır. EGTK Çankırı havzasının Neojen çökellerini deforme ettiğinden bu havzanın stratigrafisini gözden geçirmek gerekir. Çankırı havzasının Neojen stratigrafisi Erken Miyosen yaşlı Kılçak formasyonu (Şen vd. 1998) ile başlar. Bu birim Alt -Orta Miyosen Kumartaş formasyonu tarafından uyumlu olarak üzerlenir (Özcan vd. 2007). Kumartaş formasyonu yanal ve düşey olarak Hançili formasyonuna geçer (Karadenizli vd. 2003; Savaşçı & Seyitoğlu, 2004). Kumartaş formasyonu'nun Çankırı üyesi, Üst Miyosen Bayındır formasyonu ve onun Süleymanlı üyesi tarafından üzerlenir (Karadenizli vd. 2004). Bunu Pliyosen Bozkır formasyonu izler (Varol vd. 2002). Üst Pliyosen - Pleyistosen Deyim formasyonu ise tüm birimleri uyumsuzlukla örter (Şekil 3).

EGTK'nın bindirmeli doğu kenarı Çankırı'nın batısında gözlenir, güneybatısında ise ana yapının küçük ölçekli kopyaları dikkat çekicidir. Daha güneyde EGTK batı ve doğu kama olmak üzere iki kamadan oluşur. Batı

kamanın doğu kama üzerine bindirdiği Mart köyü kuzeyinde açıkça gözlenmektedir. Termeyenice civarında EGTK'nın bindirmeli doğu kenarının derin kazılmış vadilerde Kumartaş ve Hançili formasyonlarını deforme ettiği ve Bozkır formasyonu üzerine itildiği görülür. Bindirmenin en iyi izlendiği yerlerden biri olan Babaş köyü yakınında bindirme zonunda iyi gelişmiş kataklastik zon bulunur. Kuzeye doğru yapısal olarak daha üst kesimlerin gözlendiği Büyükhacıbey, Küçükacıbey ve Merzi civarında görüleceği gibi EGTK'nın bindirmeli doğu kenarı Deyim formasyonunun çökelişini denetlemektedir.

EGTK'nın batı kenarı ise normal faylarla sınırlıdır. Koyunbaba ve Karatepe civarında normal faylar KKB gidişli ve GB'ya eğimlidir. Üzerlerindeki hareketin normal fay olduğu mikrotektonik çalışma ile belirlenmiştir (Önal vd. 2006). ETK'nın normal faylı batı sınırı kuzeye doğru devam eder. Karatekin ve Korgun'un doğusunda fay düzlemleri açıkça görülür ve Deyim formasyonunun çökelişini denetler. Jeolojik ilişkilere göre EGTK Erken Pliyosen sonrasında etkin olmuş olmalıdır (Şekiller 5, 6, 7, 8, 9).

EGTK'nın KAFZ ve KEFZ arasında neotektonik bir yapı olarak geliştiğini onun güney sınırını inceleyerek de denetleyebiliriz. Elmadağ güneyinde Balaban havzasının batı kenarında EGTK'nın doğu kenarına ait bindirme, havzanın Miyosen – Pliyosen çökellerini deforme etmiş ve D-B gidişli sağ yanal Akarlar fayına bağlanmıştır (Şekil 10 ve 11). Bu fayın güneyinde herhangi bir bindirmeye rastlanmamıştır.

Yayınlanmış Küresel Konumlama Sistemi verileri (Reilinger vd. 2006) değerlendirildiğinde

(Şekiller 12 ve 13) bölgedeki sıkışmanın KB-GD yönlü olduğu görülmektedir. Bu veri EKTK'nın konumu ile uyum içinde olup, aynı zamanda EKTK'nın normal ve bindirmeli sınırlarından elde edilen yapısal veriler de birbirlerine uyumludur (Şekil 14).

Bölgedeki sismik etkinlik Ankara Üniversitesi tarafından kurulup işletilen AnkNET adlı sismik ağ tarafından gözlenmektedir. İlk veriler arasından seçilen 10 depremin odak mekanizma çözümleri de (Şekil 15) EKTK'nın batı kenarı normal faylı, doğu kenarı bindirmeli neotektonik bir yapı olduğunu göstermektedir. Bu sıkışmalı yapının varlığı Anadolu levhasının GB'dan çekiliyor olmasından ziyade GD'dan itildiğini göstermesi açısından önemlidir.

REFERENCES

- Adıyaman, O., Chorowicz, J., Arnaud, O.N., Gündoğdu, M.N., and Gourgau, A., 2001. Late Cenozoic tectonics and volcanism along the North Anatolian Fault: new structural and geochemical data. *Tectonophysics* 338, 135-165.
- Akyürek, B., Bilginer, E., Çatal, E., Dağ, Z., Soysal, Y., and Sunu, O., 1980. Eldivan-Şabanözü (Çankırı) ve Hasayaz-Çandır (Kalecik-Ankara) dolayının jeolojisi [Geology of Eldivan-Şabanözü (Çankırı) ve Hasayaz-Çandır (Kalecik-Ankara) area]. MTA Report No: 6741.
- Ambraseys, M.N., 1970. Some characteristic features of the Anatolian fault zone. *Tectonophysics* 9, 143-165.
- Aziz, A., 1975. İskilip civarı ile güney ve güneybatısının detay jeolojisi ve petrol olanakları [Detailed geology and oil possibility around south and southwest of İskilip]. MTA report no: 6132.
- Baran, B., 1996. Ankara batısının sismotektonik incelemesi [The seismotectonics of the western part of Ankara]. MSc thesis, Ankara University, p. 52.
- Barka, A., 1992. The North Anatolian Fault Zone. *Annales Tectonicae* 6, 164-195.
- Barka, A., and Reilinger, R., 1997. Active tectonics of the Eastern Mediterranean region: deduced from GPS, neotectonic and seismicity data. *Annali di Geofisica* 40, 587-610.
- Barka, A., and Kadinsky-Cade, K., 1988. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics* 7, 663-684.
- Bouchon, M., 1981. A simple method to calculate Green's functions for elastic layered media. *Bulletin of Seismological Society of America* 71, 959-971.
- Bozkurt, E., and Koçyiğit, A., 1995. Almus Fault Zone: its age, total offset and relation to the North Anatolian Fault Zone. *Turkish Journal of Earth Sciences* 4, 93-104.

- Bozkurt, E., and Koçyiğit, A., 1996. The Kazova basin: an active negative flower structure on the Almus Fault Zone, a splay fault system of the North Anatolian Fault Zone, Turkey. *Tectonophysics* 256, 239-254.
- Burchfiel, B.C., Zhiliang, C., Hodges, K.V., Yuping, L., Royden, L.H., Changrong, D., and Jiene, X., 1992. The south Tibetan detachment system, Himalayan Orogen: Extension contemporaneous with and parallel to shortening in a collisional mountain belt. *The Geological Society of America Special Paper* 269, 48p.
- Canitez, N., and Büyükaşkoğlu, S., 1984. Seismicity of the Sinop nuclear power plant site. Final report, Istanbul Technical University.
- Chorowicz, J., Dhont, D., and Gündoğdu, N., 1999. Neotectonics in the eastern North Anatolian fault region (Turkey) advocates crustal extension: mapping from SAR ERS imagery and Digital Elevation Model. *Journal of Structural Geology* 21, 511-532.
- Coutant, O., 1989. Program of Numerical Simulation AXITRA, Research report, LGIT, Grenoble.
- Erdoğan, B., Akay, E., and Uğur, M.S., 1996. Geology of the Yozgat Region and evolution of the collisional Çankırı Basin. *International Geology Review* 38, 788-806.
- Esat, K., 2004. Çankırı – Eldivan arasının stratigrafisi ve tektoniği [Stratigraphy and tectonics of the area between Çankırı-Eldivan]. MSc Thesis, Ankara University, 57p.
- Feigl, K.L., King, R.W., and Jordan, T.H., 1990. Geodetic measurements of Tectonic Deformation in the Santa Maria Fold and Thrust Belt, California. *J. Geophys. Res.* 95 (B3), 2679–2699.
- Gürsoy, H., Piper, J.D.A., and Tatar, O., 2003. Neotectonic deformation in the western sector of tectonic escape in Anatolia: paleomagnetic study of Afyon region, central Turkey. *Tectonophysics* 374, 57-79.
- Görür, N., Tüysüz, O., and Şengör, A.M.C., 1998. Tectonic evolution of the Central Anatolia Basin. *International Geology Review* 40, 831-850.
- Hakyemez, Y., Barkurt, M.Y., Bilginer, E., Pehlivan, S., Can, B., Dağer, Z., and Sözeri, B., 1986. Yapraklı-Ilgaz-Çankırı-Çandır dolayının jeolojisi [Geology of Yapraklı-Ilgaz-Çankırı-Çandır]. MTA Report No: 7966.
- İleri, İ., 2007. Eldivan – Elmadağ tektonik kaması güney sınırının yapısal özellikleri [Structural properties of southern margin of Eldivan – Elmadağ tectonic sliver]. MSc thesis, Ankara University, 67p.
- Jackson, J.A., and Mc Kenzie, D., 1984. Active tectonics of the Alpine Himalayan Belt between western Turkey and Pakistan. *Geophys. J. R. Astron. Soc.* 77, 185-264.
- Jackson, J.A., and Mc Kenzie, D., 1988. The relationship between plate motions and seismic moment tensors and rates of active deformation in the Mediterranean and Middle East. *Geophysical Journal* 93, 45-73.
- Kalafat, D., 1998. Anadolu'nun tektonik yapılarının deprem mekanizmaları açısından irdelenmesi. *Deprem Araştırma Bülteni* 77, 1-216.
- Karabıykoğlu, T., 2000. Çankırı - Çorum Havzasında Pliyosen birimlerinin tektono-sedimanter gelişimi [Tectono-sedimentary development of Pliocene units in the northwest part of the Çankırı – Çorum basin]. MSc thesis Ankara University, 50p.
- Karadenizli, L., 1999. Çankırı-Çorum Havzasındaki Orta Eosen-Erken Miyosen Tortullarının Sedimantolojisi [Sedimentology of Late Eocene units in the Çankırı-Çorum basin, Turkey]. Ph.D. Thesis, Ankara University, 251p.
- Karadenizli, L., Seyitoğlu, G., Saraç, G., Kazancı, N., Şen, Ş., Hakyemez, H.Y., and Savaşçı, D., 2003. Çankırı – Çorum havzası batı kenarının Erken – Orta Miyosen Paleocoğrafik evrimi [Early-Middle Miocene palaeogeographic evolution of the western margin of the Çankırı-Çorum Basin]. MTA Bulletin 126, 69-86.

- Karadenizli, L., Saraç, G., Şen, Ş., Seyitoğlu, G., Antoine, P.O., Kazancı, N., Varol, B., Alçiçek, M.C., Gül, A., Erten, H., Esat, K., Özcan, F., Savaşçı, D., Antoine, A., Filoreau, X., Hervet, S., Bouvrain, G., De Bonis, L., and Hakyemez, H.Y., 2004. Çankırı – Çorum havzasının batı ve güney kesiminin memeli fosillere dayalı Oligo-Miyosen biyostratigrafisi ve dolgulama evrimi. MTA report no: 10706.
- Kaymakçı, N., 2000. Tectono-stratigraphical evolution of the Çankırı basin (Central Anatolia Turkey). PhD Thesis Univ. Utrecht. Geologia Ultraiectina no: 190, 247p.
- Kaymakçı, N., Özçelik, Y., White, H.S., and Vandijk, P.M., 2001. Neogene tectonic development of the Çankırı basin (Central Anatolia, Türkiye). TAPG Bulletin 13, 27-56.
- Kaymakçı, N., White, S.H., and Vandijk, P.M., 2003. Kinematic and structural development of the Çankırı Basin (Central Anatolia, Turkey): a paleostress inversion study. Tectonophysics 364, 85-113.
- Ketin, İ., 1948. Über die tektonisch-mechanischen Folgerungen aus den grossen anadoluischen Erdbeben des letzten Dozennimus. Geologische Rundschau 36, 77-83.
- Ketin, İ., 1957. Kuzey Anadolu deprem fayı. İTÜ Bulletin 15, 49-52.
- Kikuchi, M., and Kanamori, H., 1991. Inversion of complex body waves III. Bulletin of Seismological Society of America, 81, 2335-2350.
- King, G., and Yielding, G., 1984. The evolution of a thrust fault system: Process of rupture initiation, propagation, and termination in the 1980 El Asnam (Algeria) earthquake. Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society, 77, 915-933.
- Kocaefe, S.S., 1981. Batı Anadolu aktuel tektoniği ve Ege-Anadolu plakacıkları arası yapısal ilişkinin saptanması. PhD thesis Hacettepe University, 187p.
- Koçbulut, F., Kavak, K.S., and Tatar, O., 2003. Structural and lithological features around the Göynücek (Amasya) region and highlighting Ezinepazarı-Sungurlu splay of NAFZ using Landsat TM imagery. International Workshop on the North Anatolian, East Anatolian and Dead Sea Fault systems-METU Ankara Turkey Abstracts 73.
- Koçyiğit, A., Türkmenoğlu, A., Beyhan, A., Kaymakçı, N., and Akyol, E., 1995. Post-Collisional Tectonics of Eskişehir-Ankara-Çankırı Segment of İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone: Ankara Orogenic Phase. TAPG Bulletin 6, 69-86.
- Koçyiğit, A., and Beyhan, A., 1998. A new intracontinental transcurrent structure: The Central Anatolian Fault Zone, Turkey. Tectonophysics 284, 317-336.
- Kutluay, A., 2007. Yenikent civarının (KB Ankara – Türkiye) Neojen stratigrafisi ve tektoniği [Neogene stratigraphy and tectonics of Yenikent and surrounding region (NW Ankara – Turkey)]. Hacettepe University, MSc Thesis, 65p.
- Mart, Y., and Ryan, W.B.F., 2002. The complex tectonic regime of the Cyprus Arc: A short review. Israel Journal of Earth Sciences 51, 117-134.
- Mart, Y., Ryan, W.B.F., and Lunina, O.V., 2005. Review of the tectonics of the Levant Rift System: the structural significance of oblique continental break up. Tectonophysics 395, 209-232.
- Mc Clusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gurkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksoz, M.N., and Veis, G., 2000. Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. Journal of Geophysical Research 105 B3, 5695-5719.

- Mc Kenzie, D., 1972. Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophys. J. R. Astr. Soc.* 30, 109-185.
- Okay, A.I., and Tüysüz, O., 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horvarth, F., Seranne, M. (Eds.), *The Mediterranean Basins: Extension within Alpine Orogen*. Geological Society London, Special Publications, vol. 156, pp. 475-515.
- Önal, Z., Işık, V., and Seyitoğlu, G., 2006. Çankırı havzası batısında bulunan Koyunbaba Fayının karakteri hakkında mezoskopik ve mikroskopik gözlemler ve bunların bölgesel tektonik modeller üzerine etkisi [Mesoscopic and microscopic observations on the character of Koyunbaba fault between Koyunbaba and Hasayaz in the western part of Çankırı basin and their implications on the regional tectonic models]. *Geological Bulletin of Turkey* 49, 1-12.
- Özcan, F., 2003. Kılçak formasyonu'nun Çankırı havzası stratigrafisindeki yeri ve tektonik konumu [The stratigraphical and tectonic position of Kılçak formation in Çankırı basin]. MSc thesis, Ankara University, 43p.
- Özcan, F., Karadenizli, L., Şen, Ş., Saraç, G., and Seyitoğlu, G., 2007. Lithostatigraphy and mammalian fossil content of lower Miocene deposits in the western part of Çankırı basin: A test for post - collisional tectonic models of NW Central Anatolia. *Geological Bulletin of Turkey* 50, 150-156.
- Polat, A., 1988. Büyük Polat – Yarımsöğüt (Sungurlu – Çorum) yöresinde Paleotektonik ve Neotektonik geçiş döneminin izleri ve Kırıkkale – Erbaa fay zonunun oluşumu [Evidence for Paleo to Neotectonic transition period in the Büyük Polat – Yarımsöğüt region and the origin of the Kırıkkale – Erbaa fault zone]. *TAPG Bulletin* 1/2, 127-140.
- Provost, A. S., Chery, J., and Hassani, R., 2003. 3D mechanical modeling of the GPS velocity field along the North Anatolian fault. *Earth and Planetary Science Letters* 209, 361-377.
- Reilinger, R.E., McClusky, S.C., Oral, M.B., King, R.W., Toksöz, M.N., Barka, A.A., Kinik, I., Lenk, O., and Sanli, I., 1997. Global Positioning System measurements of the present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone, *J. Geophys. Res.* 102, 9983–9999.
- Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Çakmak, R., Özener, H., Kadirov, F., Guliev, I., Stepanyan, R., Nadariya, M., Hahubia, G., Mahmoud, S., Sakr, K., ArRajehi, A., Paradissis, D., Al-Aydrus, A., Prilepin, M., Guseva, T., Evren, E., Dmitrova, A., Filikov, S.V., Gomez, F., Al-Ghazzi, R., and Karam, G., 2006. GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *Journal of Geophysical Research*, 111 B05411, doi:10.1029/2005JB004051.
- Rojay, B., and Karaca, A. 2008. Post-Miocene deformation in the south of the Galatian Volcanic Province, NW of Central Anatolia (Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17, 653-672.
- Saraç, G., 2003. Türkiye Omurgalı fosil yatakları [Vertebrate fossil locations of Turkey]. MTA Report no: 10609.
- Savaşçı, D., 2003. Çankırı havzasında yeralan Hançili formasyonunda çökme ile eş yaşlı yapısal unsurlar [The synsedimentary structures of the Hançili formation in the Çankırı basin]. MSc thesis, Ankara University, 44p.
- Savaşçı, D., and Seyitoğlu, G., 2004. Çankırı havzasına ait Kumartaş ve Hançili formasyonları içerisinde çökme ile eş yaşlı tektonik yapılar [Syn-sedimentary tectonic structures in the Kumartaş and Hançili Formations, Çankırı basin]. *Geological Bulletin of Turkey* 47, 63-73.
- Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Karakuş, K., Fodor, L., Araz, H., and Karadenizli, L., 1997. Does continuous compressive tectonic regime exist during Late Palaeogene to Late Neogene in NW Central Anatolia, Turkey?

- Preliminary observations. *Turkish Journal of Earth Sciences* 6, 77-83.
- Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Karadenizli, L., Şen, Ş., Varol, B., and Karabıyıkoglu, T., 2000. Rockfall avalanche deposits associated with normal faulting in the NW of Çankırı basin: implication for the post-collisional tectonic evolution of the Neo-Tethyan suture zone. *Terra Nova* 12, 245-251.
- Seyitoğlu, G., Kazancı, N., Karadenizli, L., Şen, Ş., Varol, B., and Saraç, G., 2004. Neogene tectono-sedimentary development of the western margin of the Çankırı Basin, central Turkey: reply to the comment of Kaymakçı 2003. *Terra Nova* 16, 163-165.
- Seyitoğlu, G., Karadenizli, L., Kazancı, N., and Şen, Ş., 2005. The position of Akkaşdağı mammal locality in the tectonic framework of Çankırı basin, Turkey. *Geodiversitas* 27, 519-525.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., and Kuşçu, I., 1992. Active fault map of Turkey, General Directorate of Mineral Research and Exploration, Ankara, Turkey, scale: 1/1,000,000.
- Şen, Ş., Seyitoğlu, G., Karadenizli, L., Kazancı, N., Varol, B., and Araz, H., 1998. Mammalian biochronology of Neogene deposits and its correlation with the lithostratigraphy in the Çankırı-Çorum basin, central Anatolia, Turkey. *Eclogae geol Helv.* 91, 307-320.
- Şengör, A.M.C., 1979. The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance. *Journal of the Geological Society of London* 136, 269-282.
- Şengör, A.M.C., 1980. Türkiye'nin neotektoniğinin esasları [Fundamentals of the neotectonics of Turkey]. Publication of Geological Society of Turkey 40p.
- Şengör, A.M.C., and Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics* 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., Görür, N., and Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip deformation basin formation and sedimentation: Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle, K.T., Christie-Blick, N. (Eds.) *Strike-slip faulting and basin formation*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogist, Special Publication, vol. 37, pp 227-264.
- Şengör, A.M.C., Görür, N., and Polat, A., 1989. The Kırkkale – Erbaa Fault Zone and Alaca pull-apart basin: An inactive branch of the North Anatolian Fault, Central Turkey. International workshop on Active and Recent Strike-Slip Tectonics, Abstracts, Florence.
- Şengör, A.M.C., Tüysüz, O., İmren, C., Sakınç, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Le Pichon, X., and Rangin, C., 2005. The North Anatolian Fault: A New Look. Annual Review of Earth and Planetary Sciences doi: 10.1146/annurev.earth.32.101802.120415.
- Tatar, O., Piper, J.D.A., Park, R.G., and Gürsoy, H., 1995. Paleomagnetic study of block rotations in the Niksar overlap region of the North Anatolian Fault Zone, Central Turkey. *Tectonophysics* 244, 251-266.
- Taymaz, T., Wright, T. J., Yolsal, S., Tan, O., Fielding, E., and Seyitoğlu, G., 2007. Source characteristics of the 6 June 2000 Orta-Çankırı (central Turkey) earthquake: a synthesis of seismological, geological and geodetic (InSAR) observations, and internal deformation of the Anatolian plate. In: Taymaz, T., Yılmaz, Y. and Dilek, Y. (Eds) *The Geodynamics of the Aegean and Anatolia*. Geological Society, London, Special Publications, vol. 291, pp 259-290.
- Toksöz, M. N., Kuleli, S., Gürbüz, C., Kalafat, D., Bekler, T., Zor, E., Yılmaz, M., Ögütçü, Z., Schultz, C. A., and Harris, D. B., 2003. Calibration of regional seismic stations in the Middle East with shots in Turkey, Proceedings, 25th Annual DoD/DOE Seismic Research Review, Arizona.
- Turcotte, D.L., and Schubert G., 1982. *Geodynamics: Applications of Continuum Physics to Geological Problems*, John Wiley&Sons, New York.
- Tüysüz, O., Dellaloğlu, A.A., and Terzioğlu, N., 1995. A magmatic belt within the Neo-Tethyan

- suture zone and its role in the tectonic evolution of northern Turkey. *Tectonophysics* 243, 173-191.
- Westaway, R., and Arger, J., 2001. Kinematics of the Malatya – Ovacık fault zone. *Geodinamica Acta* 14, 103-131.
- Varol, B., Araz, H., Karadenizli, L., Kazancı, N., Seyitoğlu, G., and Şen, Ş., 2002. Sedimentology of the Miocene evaporitic succession in the north of Çankırı-Çorum basin, central Anatolia, Turkey. *Carbonates and Evaporites* 17, 197-209.
- Yin, A. 1993. Mechanics of wedge-shaped fault blocks: 1. An elastic solution for compressional wedges. *Journal of Geophysical Research*, 98 14245-14256.
- Zahradnik, J., Serpetsidaki, A., Sokos, E., and Tselentis, G.A., 2005. Iterative Deconvolution of Regional Waveforms and a Double-Event Interpretation of the 2003 Lefkada Earthquake, Greece. *Bulletin of the Seismological Society of America* 95, 159-172.
-
- Makale Geliş Tarihi: 30 Ocak 2009
Kabul Tarihi : 16 Nisan 2009
- Received* : *January 30, 2009*
Accepted : *April 16, 2009*

TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Nisan 2009 Cilt 52 Sayı 1
April 2009 Volume 52 Number 1

İÇİNDEKİLER CONTENTS

Yavuz OKAN and İzzet HOŞGÖR

Early Eocene (middle-late Cuisian) Molluscs Assemblage from the Harpactocarcinid Beds, in the Yoncalı Formation of the Çankırı Basin, Central Anatolia, and Implications for Tethys Paleogeography

Çankırı Havzası Yoncalı Formasyonu (Orta Anadolu) Harpactocarcinid Yatağında Erken Eosen (orta-geç Küviziyen) Mollusk Birlikteliği ve Tetis Paleocoğrafyasındaki Yeri.....1

Engin MERİÇ , Niyazi AVŞAR , Figen MEKİK , Baki YOKEŞ , İpek F. BARUT , Özcan DORA , Fikret SUNER, Fulya YÜCESOY-ERYILMAZ , Mustafa ERYILMAZ, Feyza DİNÇER ve Erol KAM
Alibey ve Maden Adaları (Ayvalık-Balıkesir) Çevresi Genç Çökellerinde Gözlenen Bentik Foraminifer Kavkılarındaki Anormal Oluşumlar ve Nedenleri

Abnormal Test Formations Observed in the Benthic Foraminifers from Recent Sediments of Alibey and Maden Islands (Ayvalık-Balıkesir)31

Nazan YEŞİLYURT , Cemal TUNOĞLU and İbrahim K. ERTEKİN

Ostracoda Assemblage and Environmental Interpretation of the Bartonian-Priabonian Seydiler Formation (Kastamonu-Northern Turkey)

Bartoniyen-Priaboniyen Yaşlı Seydiler Formasyonu'nun (Kastamonu-Kuzey Türkiye) Ostrakod Topluluğu ve Ortamsal Yorumu.....85

Gürol SEYİTOĞLU, Bahadır AKTUĞ, Levent KARADENİZLİ, Bülent KAYPAK, Şevket ŞEN, Nizamettin KAZANCI, Veysel IŞIK, Korhan ESAT, Oktay PARLAK, Baki VAROL, Gerçek SARAÇ, İlker İLERİ

A Late Pliocene - Quaternary Pinched Crustal Wedge in NW Central Anatolia, Turkey: A neotectonic Structure Accommodating the Internal Deformation of the Anatolian Plate

KB Orta Anadolu'da Geç Pliyosen – Kuvaterner Kıstırılmış Kabuksal Tektonik Kama: Anadolu Levhasının iç Deformasyonunu Üstlenen bir Neotektonik Yapı.....121

Türkiye Jeoloji Bülteni makale dizin ve özleri:

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS ve ULAKBİM Veri tabanlarında yer almaktadır.

Geological Bulletin of Turkey is indexed and abstracted in:

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS and ULAKBİM Database

Yazışma Adresi

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası
PK. 464 Yenışehir, 06410 Ankara
Tel: (312) 434 36 01
Faks: (312) 434 23 88
E-posta: jmo@jmo.org.tr
URL: www.jmo.org.tr

Correspondence Address

UCTEA Chamber of Geological Engineers of Turkey
PO Box 464 Yenışehir, TR-06410 Ankara
Phone: +90 312 434 36 01
Fax: +90 312 434 23 88
E-Mail: jmo@jmo.org.tr
URL: www.jmo.org.tr