

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Ağustos 2009 Cilt 52 Sayı 2
August 2009 Volume 52 Number 2

ISSN 1016-9164



TMMOB JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Chamber of Geological Engineers of Turkey

TMMOB
JEOLJİ 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 JEOLJİ BÜLTENİ
Geological Bulletin of Turkey

Yayın Kurulu / Publication Board

Editörler / Editors	Yardımcı Editör / Assistant Editor
Cemal TUNOĞLU, Hacettepe Üniversitesi tunay@hacettepe.edu.tr	İbrahim Kadri ERTEKİN, Hacettepe Üniversitesi iertekin@hacettepe.edu.tr
Kadir DİRİK, Hacettepe Üniversitesi kdirik@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 Tarihi	: 28.08.2009
Baskı Adedi	: 3000

TÜRKİYE JEOLojİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Ağustos 2009 Cilt 52 Sayı 2
August 2009 Volume 52 Number 2

ISSN 1016-9164

Engin MERİÇ, Niyazi AVŞAR, Atike NAZİK, Baki YOKEŞ, Mustafa ERGİN, Mustafa ERYILMAZ,
Fulya YÜCESOY- ERYILMAZ, Erkan GÖKAŞAN, Fikret Suner, Hüseyin TUR, Şenol AYDIN ve
Feyza DİNÇER

**Çanakkale Boğazı'nın Güncel Bentik Foraminifer, Ostrakod, Mollusk Topluluğunu Denetleyen Faktörler
ile Çökel Dağılımının Jeokimyası**

*Factors Controlling Formation of Benthic Foraminifera, Ostracod, Mollusc Assemblages and Sediment
Distribution of the Geochemistry in the Dardanelles*

Strait.....155

Hasan SÖZBİLİR, Ökmen SÜMER, Bora UZEL, Yalçın ERSOY, Fuat ERKÜL, Uğur İNCİ, Cahit HELVACI,
Çağlar ÖZKAYMAK

**17-20 Ekim 2005-Sığacık Körfezi (İzmir) depremlerinin sismik jeomorfolojisi ve bölgedeki gerilme
alanları ile ilişkisi, Batı Anadolu**

*The Seismic geomorphology of the Sığacık Gulf (Izmir) earthquakes of October 17 to 20, 2005 and their
relationships with the stress field of their Western Anatolian region.*217

Leyla KALENDER, Güllü KIRAT, Cemal BÖLÜCEK, Ahmet SAĞIROĞLU

Görgü (Malatya-Türkiye) Pb-Zn Yatağının Eski İmalat Pasalarının Jeokimyası

Geochemistry of Görgü Pb-Zn Mine-Waste, Malatya, Türkiye.....239

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)



Çanakkale Boğazı'nın Güncel Bentik Foraminifer, Ostrakod, Mollusk Topluluğunu Denetleyen Faktörler ile Çökel Dağılımının Jeokimyası

Factors Controlling Formation of Benthic Foraminifera, Ostracod, Mollusc Assemblages and Sediment Distribution of the Geochemistry in the Dardanelles Strait

Engin MERİÇ¹, Niyazi AVŞAR², Atike NAZİK³, Baki YOKEŞ⁴, Mustafa ERGİN⁵,
Mustafa ERYILMAZ⁶, Fulya YÜCESOY-ERYILMAZ⁶, Erkan GÖKAŞAN⁷, Fikret Suner⁸,
Hüseyin TUR⁹, Şenol AYDIN¹⁰ ve Feyza DİNÇER²

- 1 Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4 34710 Kadıköy-İSTANBUL
- 2 Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı-ADANA
- 3 Adıyaman Üniversitesi, Mesleki ve Eğitim Fakültesi 02040 ADIYAMAN
- 4 Haliç Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, 34093 Fındıkzade-İSTANBUL
- 5 Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Beşevler-ANKARA
- 6 Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343 Mezitli-MERSİN
- 7 Yıldız Teknik Üniversitesi, Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi 34349 Beşiktaş-İSTANBUL,
- 8 İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34626 Maslak-İstanbul
- 9 İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34850 Avcılar-İSTANBUL
- 10 TC DKK Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi, 81647 Çubuklu-İSTANBUL

ÖZ

Çalışma, Çanakkale Boğazı'nda derinliği 25.00-83.00 m arası değişen; 2007 yaz aylarında olmak üzere 12 ve geçmiş yıllarda ise 14 ayrı noktadan alınmış olan 26 örnek üzerinde yürütülmüştür. Örneklerden 8'i çok zengin denilebilecek foraminifer ve ostrakod topluluğunu içermektedir. Yalnız ikisi ise zengin bir mollusk faunasına sahiptir. Foraminifer topluluğu 73 cins ve 118 tür, ostrakod topluluğu ise 36 cins ve 41 tür ile temsil edilmektedir. Bunlara nazaran mollusk gurubundan pelesipodlar 13 cins ve 12 tür, gastropodlar 11 cins ve 16 türe sahiptir. Bu bilgilerin ışığında değinilen alanın Ege Denizi ve Akdeniz faunası etkisinde kaldığı anlaşılmaktadır. Örneklerden üçünün çok zengin bir bentik foraminifer ve ostrakod topluluğuna sahip olması, birinde iri foraminifer kavkılarının gözlenmesi ve bunlardan bazılarında renklenme ile jips kristallerinin varlığı, bu örneklerin alınmış olduğu alanlarda fay/faylara bağlı karbonat, sülfat ve eser elementçe zengin su çıkışlarının varlığını ortaya koymaktadır. Boğazın zemin çökelleri kum, siltli kum, çamurlu kum, kumlu silt, silt, çamur ve kumlu çamurdur. Amaç, Çanakkale Boğazı foraminifer, ostrakod ve mollusk faunasının Ege Denizi, Akdeniz ve Marmara Denizi toplulukları ile benzerlik ve farklılığını belirterek çalışılan alanın ekolojik özelliklerini ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: Bentik Foraminifer, Çanakkale Boğazı, Çökel Jeokimyası, Jips, Mollusk, Ostrakod, Yüzey Çökelleri.

ABSTRACT

26 sediments samples from Dardanelles were studied. 12 of which were collected in summer 2007 and 14 of them have been previously collected. The depths of the stations vary between 25.00-83.00 m. A very rich foraminifer and ostracod assemblages were observed in 8 of the stations, two of which also found to include a rich mollusc fauna. Foraminifer assemblages were represented with 73 genera and 118 species, where as 36 genera and 41 species of ostracods were recorded. Mollusc fauna were represented with 13 genera and 12 species of pelecypods and 11 genera and 16 species of gastropods. In the light of these findings the region can be considered to be influenced by the Aegean and Mediterranean fauna. Three of the samples contained a very rich benthic foraminifer and ostracod assemblages and one sample contained foraminifer specimens with large tests which also includes colored specimens and gypsum crystals, suggesting the presence of marine springs rich in carbonate, sulfate and trace elements related to fault/faults. Sediments of the strait were found to be sand, silty sand, muddy sand, sandy silt, silt, mud and sandy mud. The aim of the study was to figure out the similarities and differences of the foraminifer, ostracod and mollusc faunas between the Dardanelles Strait and the assemblages of Aegean, Mediterranean and Sea of Marmara, in order to understand the ecological characteristics of the study area.

Key words: benthic foraminifer, Dardanelles, Gypsum, Mollusc, Ostracod, Sediment
Geochemistry, Surface sediments.

GİRİŞ

Bu araştırmanın temel verisini oluşturan 12 adet deniz tabanı çökel örneği, 2007 yılı yaz aylarında Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi'ne (SHODB) bağlı Çubuklu Gemisi tarafından bölgede yürütülen çalışmalar sırasında toplanmıştır. Buna ilaveten, geçmiş yıllarda (Yücesoy-Eryılmaz, 1998) aynı kurum tarafından bölgeden alınan 14 adet örnek çalışmaya eklenerek, toplam 26 örnek üzerinde paleontolojik çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Örneklerin alınmış olduğu derinlikler 25.00 ile 83.00 m arasında değişmekte ise de, çoğu 40.00 m lerden derlenmiştir (Çizelge 1). Genç çökeller kum, siltli kum, kumlu çamur ve çamurdan oluşmaktadır. Özellikle çamur, kumlu çamur ve ince kumlar çok zengin denilebilecek benthic foraminifer ve ostrakod topluluğunu içermektedir. Buna karşın bazı örneklerde yine

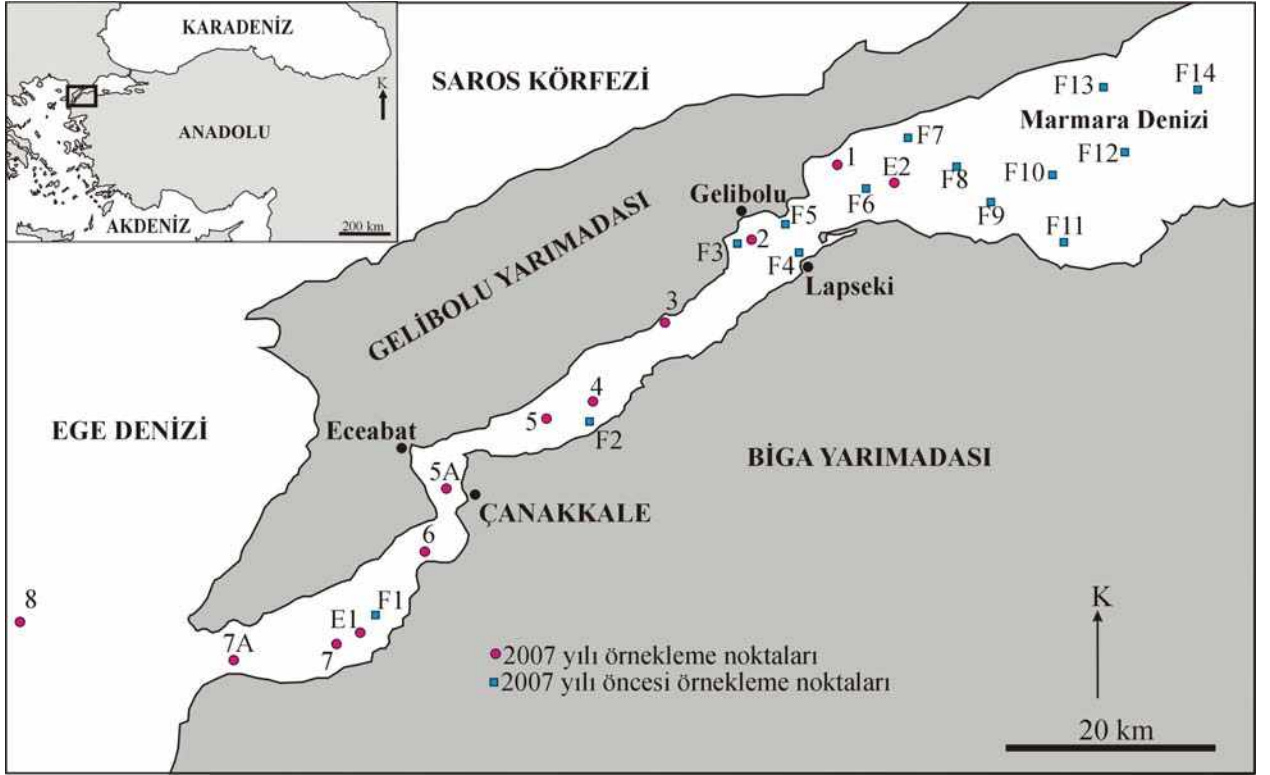
bu alan için önemli bir özellik sunan pelesipod ve gastropod toplulukları belirlenmiştir.

Bölge benthic foraminifer topluluğu Ege Denizi ve Akdeniz faunasına büyük benzerlik göstermektedir (Avşar, 2002; Meriç vd., 2004 a ve b). Ostrakod topluluğu (Şafak, 1999) ve mollusk faunası da benzer özelliklere sahiptir (Öztürk ve Çevik, 2000; Demir, 2003).

Uzun, dar ve akıntılı bir geçiş kanalını oluşturan Çanakkale Boğazı'nda çalışılması zor hidrografik koşulları nedeniyle, örnekleme ile yapılan çökel araştırmalarının sayısı azdır. Mevcut sedimentolojik veriler ise, boğazda çökel tür ve dağılım etkileşimleri (Ergin vd., 1991; Çağatay vd., 2006), taşınma süreçleri (Ergin ve Bodur, 1999) ve mineral dağılımları (Bayhan vd., 2001) üzerine olup, jeokimyasal çalışmalar ise kapsam veya bölgesel yönden oldukça sınırlıdır

(Ergin vd., 1993; Bodur ve Ergin, 1994; Balkıs ve Çağatay, 2001; Sarı ve Çağatay, 2001; Algan vd., 2004; Çağatay vd., 2006). Bu çalışmada,

Çanakkale Boğazı'nın güncel deniz tabanını örten çökellerin inorganik jeokimyası ortaya konulmakta ve sonuçları tartışılmaktadır.



Şekil 1. Çanakkale Boğazı örnekleme istasyonları.

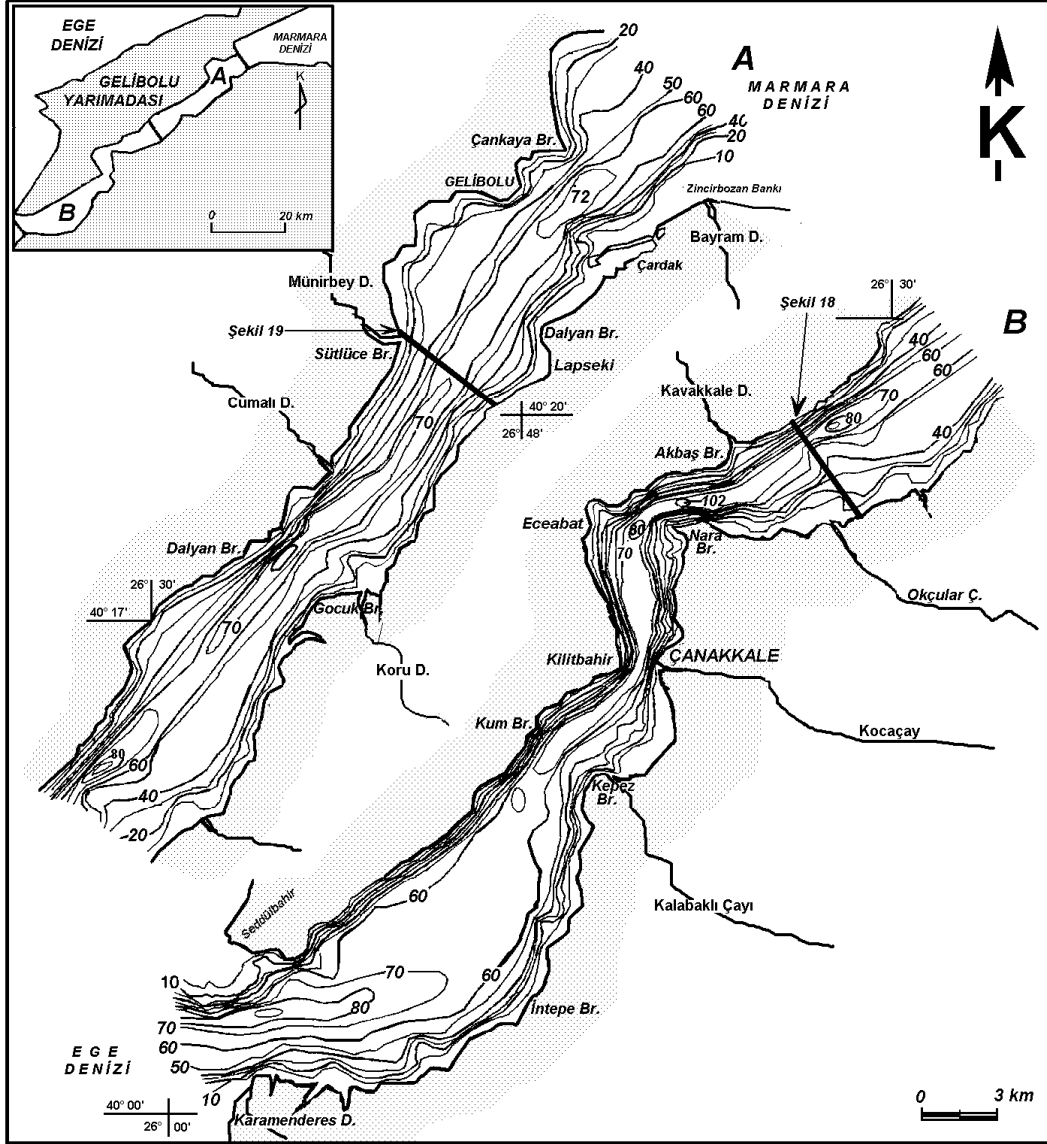
Figure 1. Sampling locations in the Dardanelles.

Çizelge 1. Örneklerin koordinat, derinlik değerleri ile çökel türü.
Table 1. Coordinates, depth and sediment types of the samples.

İst. No	Enlem	Boylam	Derinlik (m)	Çökel Türü
1	402642	264400	10	ince taneli çamur
2	402248	263912	35	ince taneli çamur
3	401848	263500	41	kumlu çamur
4	401430	263106	47	kumlu çamur
5	401330	262903	25	siltli kum
5A	400954	262342	81	siltli kum
6	400642	262236	34	kum
7	400200	261800	68	kumlu çamur
7A	400100	261242	40	siltli kum
8	400300	260126	48	kum
E1	400224	261942	44	kumlu silt
E2	402542	264648	48	kumlu çamur
F1	400428	262038	68	az çakıllı kumlu çamur
F2	401400	263057	47	az çakıllı çamur
F3	402242	263857	72	az çakıllı kumlu çamur
F4	402215	264100	51	çamurlu kum
F5	402351	264003	31	kumlu çamur
F6	402542	264436	45	az çakıllı kumlu çamur
F7	402803	264633	23	çamurlu çakıl
F8	402706	264927	31	çamurlu çakıl
F9	402545	265142	83	az çakıllı kumlu çamur
F10	402720	265458	43	az çakıllı çamurlu kum
F11	402424	265612	37	kumlu çamur
F12	402845	265845	53	çamur
F13	403136	265708	36	çamur
F14	403150	270230	53	çakıllı çamurlu kum

**ÇANAKKALE BOĞAZI'NIN
BATİMETRİSİ VE MORFOLOJİK YAPISI**
Çanakkale Boğazı genel şekli itibariyle KD-GB
uzanımlı doğrusal bir kanal görünümündedir. Bu
doğrusal kanal, Eceabat ile Çanakkale arasında

kalan K-G yönlü bölüm ile kesilir ve boğaz bu
alandaki zig-zag'lı bir yapı kazanmıştır. Nara
Geçişi olarak adlandırılan bu bölge boğazın en
dar ve -113 m ile en derin bölgesidir (Gökaşan
vd., 2008) (Şekil 2).



Şekil 2. Çanakkale Boğazı multi-beam batimetri haritası (Göktaşan vd., 2008'den değiştirilerek alınmıştır).

Figure 2. Multi-beam bathymetric map of the Dardanelles (modified from Göktaşan et al., 2008)

Marmara Denizi'nden Çanakkale Boğazına doğru ilerledikçe derinlik giderek azalır ve 50-60 metreye ulaşır. Genel olarak boğazdaki derinlik değerleri İstanbul Boğazına göre daha fazladır ve ortalama derinlik 70-90 m arasında değişir. Çanakkale Boğazı'nda da İstanbul Boğazı'nda olduğu gibi boğaz tabanında

gelişigüzel dizilmiş, yaklaşık elips şekilli çukurluklar bulunmaktadır ve bunların büyük eksenini boğaz eksenine paralel uzanır (Eryılmaz 1997, 2000; Eryılmaz vd. 2001). Çanakkale Boğazı tabanında tipik bir asimetrik "V" tipi vadi (Gelibolu Yarımadası'na doğru yatık şekilli) kanal, boğaz batimetresindeki en önemli unsur

oluşturmaktadır. Marmara'dan Ege Denizi'ne kadar uzanan ve ortalama -50 metrede takip edilen kanal şeklinde morfolojik yapı boğaz boyunca da gözlenmektedir. Boğazın yüksek kıyılara sahip kesimlerinde, kıyıdan derinlere doğru inişi yar şeklinde olup, oldukça dik eğimlidir ve en derin yerleri Nara Burnu kuzeyinde 104 m ve kuzeyde Sütluçe önlerinde 102 m'dir (TR 212, 1991). Dip yapısında yer yer, düzgün olmayan keskin kaya sırtları, engebeler yer almaktadır (Şekil 1).

Derinlik boğazda Marmara Denizi girişinde, Zincirbozan Bankı açıklarında 60-70 m ye ulaşır.Yine, Zincirbozan önlerinde kum bankları oluşmuştur ve bu sığ sahil kesimde derinlik 7.3 metreye kadar düşer (Eryılmaz, 2000). Ayrıca, aynı sahil kesiminde Zincirbozan Bankı'dan güneye doğru inen ve Çardak Lapseki'ye kadar devam eden kıyı kesiminde kum bankı nedeniyle derinlik, Çardak açıklarında 3.0 metreye kadar düşmektedir. Gelibolu-Çardak arası alanda ise 75 m'ye kadar ulaşmaktadır. Ege Denizi'ne doğru derinlik giderek artar, Sütluçe açıklarında 78 m'ye, Burhanlı önlerinde 94 m'ye, Uzun Burun açıklarında 90 m'ye, Nara Burnu önlerinde 102 ve 104 metrelere, Kilitbahir önlerinde 93 m'ye, İntepe-Kumkale arasında 70-80 metrelere, Kumkale Burnu-Seddülbahir arasında 88 metreye ve Ege Denizi çıkışında 50-60 metrelere ulaşmaktadır (Eryılmaz vd., 2001; TR 212, 1991) (Şekil 2).

Çanakkale Boğazı'na Gelibolu Yarımadası'ndan ve Anadolu kıyılarından çok sayıda akarsu sularını boşaltır. Bunların yatakları genelde boğaza dik vadiler şeklindedir. Gelibolu Yarımadası'ndaki derelerin başlıcaları kuzeyden güneye doğru Munipbey Deresi, Cumalı Deresi, Ilgaz Dere, Kayaaltı Deresi, Şarlayan Dere ve

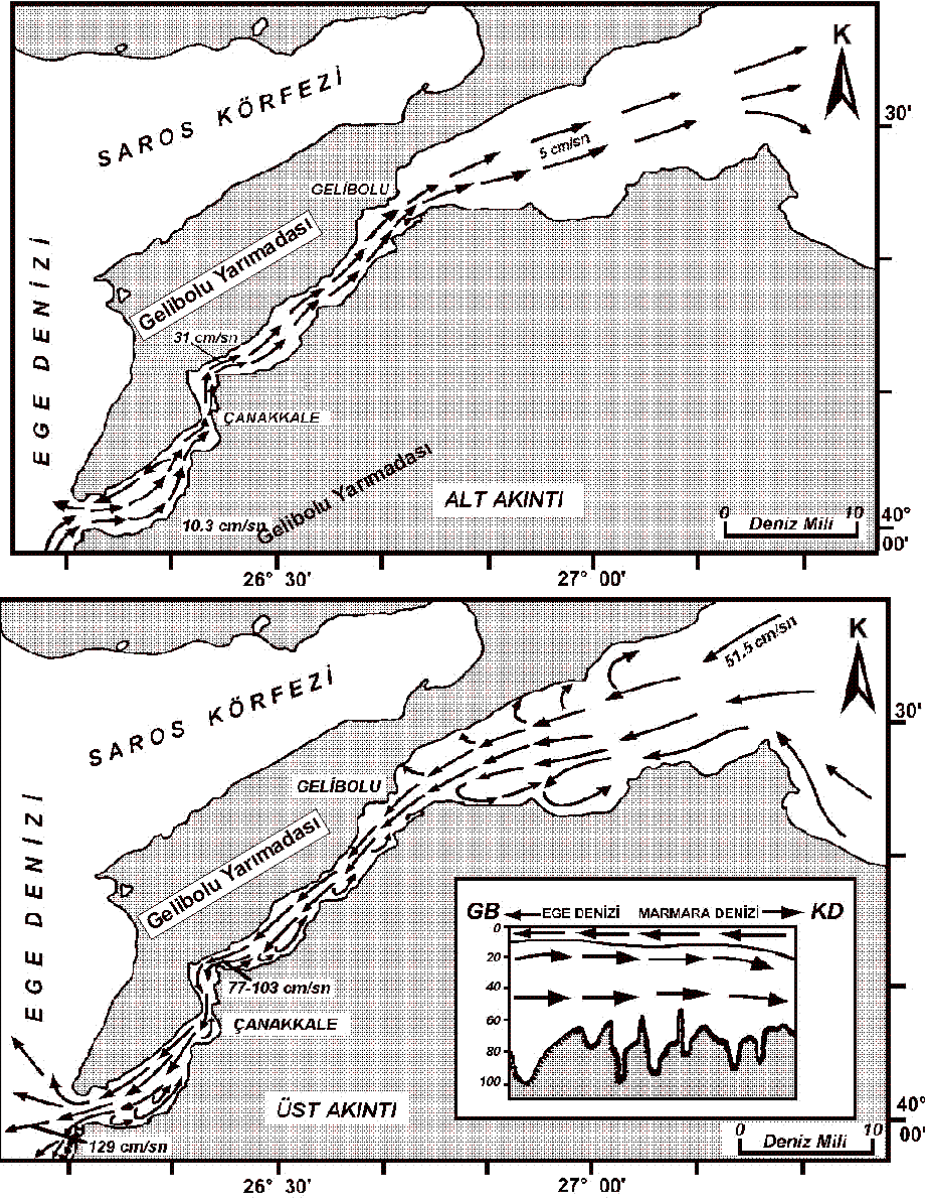
Soğanlı Dere'dir. Anadolu yakasındaki akarsuların uzunlukları ve su toplama havzaları daha büyük olup, başlıcaları kuzeyden güneye doğru Umurbey Çayı, Yapıldak Çayı, Çanakkale Çayı, Kepez Çayı, İntepe Irmağı ve Karamenderes Çayı'dır. Bu akarsuların ağızlarında boğazın yüzey akıntı sistemine bağlı olarak deltaya benzer çökel depoları da gelişmiştir. Bu morfolojik şekiller genelde yüzey akıntılarının az olduğu yerlerde denize doğru çıkıntılar meydana getirmiştir. Yüzey akıntılarının Gelibolu Yarımadası kıyılarında daha etkin oluşunun yanında bölgedeki hakim rüzgarların kuzeydoğu yönlü (poyraz) oluşu ve yüzey suyunun batı kıyılarını aşındırıcı yönde etkilemesi sonucu bu yarımadaadaki akarsuların ağızlarında büyük delta oluşumu pek görülmez. Yalnız Cumalı Çayı ağızında denize doğru uzanan ufak bir delta şekilli morfolojik yapı mevcuttur (Eryılmaz, 1997).

DENİZ SUYUNUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

İki farklı suyun ters yönlerde geçiş yaptığı Çanakkale Boğazı'nda yüzey ve dip akıntıları (Şekil 3) Karadeniz ve Ege Denizi arasındaki seviye ve yoğunluk farklarından meydana gelmektedir. Yoğunluğu fazla Akdeniz kökenli sular dipten akarak Marmara Denizi'ne geçerken, daha az yoğunluktaki Karadeniz kökenli sular yüzeyden Ege Denizi'ne geçer. Marmara Denizi tarafında 20 m olan yüzey suyu kalınlığı, Ege Denizi'ne doğru 5 metreye kadar inmektedir. Bu faktör Çanakkale Boğazı'nda sudaki düşey sıcaklık dağılımını etkileyen en önemli unsurlardan biridir. İlkbahar mevsiminde yüzeyde su sıcaklığı 16.8-17.6 °C iken 40 metre derinlikte 14.8-15.2 °C; yaz mevsiminde yüzeyde 19.8-22.3 °C, 45 metre derinlikte 15.4-15.7 °C; sonbahar mevsiminde yüzeyde 16.4-

17.7 °C, 75 metre derinlikte 15.7-17.2 °C; kış mevsiminde yüzey sıcaklığı 13.0-13.2 °C, 80 metre derinlikte 15.5-16.6 °C'dır (SHOD,1994; Eryılmaz vd, 2001). İlkbahar mevsiminde yüzey tuzluluğu ‰ 22.7-23.0 iken, 30 metre derinlikte ‰ 38.9-39.1; yaz mevsiminde yüzeyde ‰ 23.5-

28.0, 30 metre derinlikte ‰ 38.6-39.1; sonbahar mevsiminde yüzeyde ‰ 23.6-26.4, 30 metre derinlikte ‰ 39.0; kış mevsiminde yüzey tuzluluğu ‰ 23.5-26.4, 30 metre derinlikte ‰ 38.9-39.0 'dur (SHOD,1994; Eryılmaz, 1997 ve1998; Eryılmaz vd., 2001).



Şekil 3. Çanakkale Boğazı akıntı sistemleri (Eryılmaz vd.,2001)

Figure 3. Currents systems in the Dardanelles (Eryılmaz et al., 2001).

Yüzey akıntısı yer yer kıyı şekline uyumlu bir ırmak gibi Ege Denizi'ne akar. Hızı boğazın kuzey girişinde düşüktür, güneye doğru ise giderek artar ve Nara Burnu önlerinde en yüksek değere erişir. Ege Denizi çıkışına doğru kısmen azalır (SHOD, 1994; Eryılmaz, 1995; Eryılmaz vd., 2001). Yüzey akıntısı hızı Lapseki-Nara arasında 1.0-1.5 knot civarındadır. Normal koşullarda Nara Burnu önlerinde akıntı hızı 1.5-2.0 knot olup, bu değer kuzeydoğudan esen rüzgarlar ile 5.0 knot'a kadar çıkabilmektedir ve Seddülbahir-Kumkale arasında 2-3 knot'tur. Aynı bölgedeki dip akıntısı ise 0.2-0.3 knot'tur. Akıntı hızı Nara Burnu önlerinde 0.5, Nara-Gelibolu arasında 0.3-0.4 knot'tur (SHOD, 1994; Eryılmaz, 1997, 1998 ve 2000; Eryılmaz vd., 2001).

MALZEME VE YÖNTEM

Çanakkale Boğazı'nın farklı nokta ve derinliklerinden alınmış olan 12 çökel örneği ile daha önceki çalışmalarda (Yücesoy-Eryılmaz, 1998) toplanmış 14 örnek, 5'er gr olarak tartılmış, üzerine % 10'luk hidrojen peroksit (H_2O_2) ilave edilerek 24 saat bekletildikten sonra 0.063 mm'lik elekte tazyikli su ile yıkanmış, 50°C etüvde kurutulmuştur. Bu işlemi takiben 2.00, 1.00, 0.500, 0.250 ve 0.125 mm'lik eleklerde elenerek binoküler mikroskopta incelenmiştir. Mollusk'ler 2.00 ve 1.00 mm'lik eleklerde, bentik foraminifer ve ostrakodlar az olarak 0.500 ve çoğunlukla 0.250 mm'lik eleklerden derlenmiştir. Buna karşın 0.125 mm'lik elek fazla olmasa da derin denizel foraminiferleri içermektedir.

Çökellerin jeokimyasal özellikleri konusunda 1991-1995 yılları arasında SHOD tarafından alınmış olan F1-F14 örnekleri ile ilgili değerlendirmeler için Yücesoy-Eryılmaz (1998)'ın doktora tezinden yararlanılmıştır. Orange-peel ve van veen tipi kepçe (grap) ile alınan yüzey örnekleri Chester ve Hughes (1967), Agemian ve Chau (1976), UNEP/IAEA (1986), Loring (1987), Loring ve Rantala (1988), metodları ile çözüldürülmüş, analizler İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü laboratuvarında Shimadzu AA-6701-F atomik absorpsiyon spektrofotometresinde hava-asetilen alevinde ölçülmüştür.

Çanakkale Boğazı boyunca 2007 yılında SHOD tarafından 12 nokta istasyondan (Şekil 1) kepçe ile alınan yüzeysel çökel örnekleri üzerinde aynı yıl içinde Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarında, Polarized Energy Dispersive XRF (PEDXRF) yöntemi ile, Spectro XLAB 2000 PEDXRF Spectrometer kullanılarak ve firmaca önerilen tekniklere göre çok sayıda element analizleri yapılmıştır. Analizler, toz haline öğütülmüş ve pellet oluşturulmuş örnekler üzerinde yapılmıştır. Analitik yöntem ve analiz doğruluğu GO1-GSD-09 (Deniz Çökeli) ve KO4-NIST-2704 (Akarsu Çökeli) standartları ile kontrol edilmiştir (Timothy ve Tour, 1989; Johnson vd., 1999; Stephens ve Calder, 2004). Çizelge 2 sertifikalı ve ölçülen analiz sonuçlarını ve sapmaları göstermektedir.

Çizelge 2. Bu çalışmada XRF ile ölçülen elementlere ait miktarların uluslararası standard/referans sediment örneklerindeki dağılımı.

Table 2. Distribution of international standard values of measurement to elements by XRF in the sediment samples.

Element	Birim	Sertifikalı miktar G01-GSD-09 (Çökel)	Ölçülen miktar G01-GSD-09 (Çökel)	Sertifikalı miktar K04-NIST-2704 (Nehir çökeli)	Ölçülen miktar K04-NIST-2704 (Nehir çökeli)
Al	%	5,972±0,018	5,10	7,006±0,02	8,26
Si	%	28,17±0,03	27,98	25,78±0,03	26,28
Mg	%	1,824 ± 0,024	1,76	1,369±0,022	1,98
K	%	1,744±0,004	1,65	2,152±0,004	2,95
Na	%	0,755 ± 0,084	0,79	0,201±0,076	0,36
Ca	%	4,252±0,006	4,65	2,739±0,004	3,10
Fe	%	3,528±0,005	3,80	4,277±0,006	5,72
Ti	%	0,5349±0,0013	0,43	0,4629±0,0012	0,52
P	%	0,0853±0,0013	0,091	0,1274±0,0014	0,23
S	ppm	365 ±4,4	371	4116±16	4287
Mn	%	0,06287±0,00024	0,072	0,06069±0,00022	0,0762
Ba	ppm	430,1±1,5	439	421,6±1,5	430,23
Sr	ppm	166,1±0,6	168,21	128,6±0,5	131,23
Cl	ppm	95,6±1,2	92,87	186,6±2	191
Br	ppm	0,8±0,2	0,92	6,1±0,2	8,62
I	ppm	1,4±0,4	1,0	1,3±0,4	1,90
Cr	ppm	162,7±1,5	160,72	177,1±1,4	171,26
Ni	ppm	33,4±1,1	34,27	44,5±1,2	45,29
Co	ppm	13,9±1,9	14,82	27,1±2,7	28,22
Cu	ppm	36±0,9	35,72	100±1,4	102,21
Pb	ppm	22,9±0,6	22,83	157,8±1,2	167
Zn	ppm	71,8±1	70,65	422,5±v	430
As	ppm	10,3±0,5	9,82	23,5±1,1	25,76
Bi	ppm	0,7±0	0,63	0,9±0	0,54
Mo	ppm	1,2±0,2	1,67	4,7±0,2	5,90
V	ppm	93,7±4,3	92,76	104,6±4	106,20
U	ppm	2,5±0,8	13,11	2,8±0,9	3,30
W	ppm	2,7±0	2,1	4,2±-2,4	5,62
Hf	ppm	7±1,8	6,73	9,5±2,3	11,04
Ce	ppm	81,4±1,7	83,87	58,6±1,7	60,9
Th	ppm	13,3±0,5	14,76	11,4±0,6	9,72
Y	ppm	26,3±0,4	27,87	30,5±0,4	32,82
Zr	ppm	381±0,9	376,23	281,9±0,7	287,5
Nb	ppm	15,5±0,2	14,22	12,8±0,2	13,77
Rb	ppm	80,6±0,4	78,92	100,8±0,5	103,71
Sn	ppm	3,1±0,1	3,98	9,6±0,2	11,62
Sb	ppm	1±0,1	1,77	3,7±0,2	4,66
La	ppm	42,3±1,3	45,43	29,5±1,3	31,43
Ta	ppm	5,8±-5	5,44	8,0±-5,2	9,10
Ge	ppm	1,4±0,3	1,22	2±0,3	2,77
Se	ppm	0,3±02	0,1	0,5±0,2	0,9
Cd	ppm	0,5±0	0,4	2,9±0,2	3,98
In	ppm	0,7±-0,4	0,62	0,7±0	0,21
Te	ppm	1,2±0	1,90	1,2±0	1,87
Cs	ppm	7,1±0,5	6,12	5,2±0,5	7,72
Hg	ppm	0,8±0	0,98	0,7±0,4	0,4

ÇÖKEL DAĞILIMI

Çanakkale Boğazı güncel çökellerinin gelişiminde, boğazın morfolojik yapısı, akıntı değerleri ve diğer oşinografik faktörler etkindir. Alınan örneklerde (F1-F14) ortalama çakıl miktarı % 6 olarak belirlenmiş iken, en yüksek oranın ise % 40'a ulaştığı gözlenir (istasyon F7, Şekil 1). Kum tane boyu ortalaması ise, % 25 olarak belirlenmiştir ve en düşük değer % 1 (istasyon F12); en yüksek değer ise %70 (istasyon F10) olarak hesaplanmıştır. Çanakkale Boğazı örneklerinde ortalama silt % 46, en yüksek silt % 68.5 ile istasyon F5'te ve en düşük silt % 17.7 ile istasyon F10 ve F14'te bulunmuştur (Şekil 1). Çanakkale Boğazı'nda çalışılan 14 yüzey örneğinde belirlenen kil ortalaması ise % 22'dir. Boğazda en düşük kil oranı % 9 ile F14, en yüksek kil oranı ise % 45 ile F12 no'lu istasyonlarda ölçülmüştür. Çanakkale örneklerinde % 68 ortalamaya sahip çamurun değişim aralığı % 27 (F14) ile % 99 (F12) arasındadır (Şekil 1).

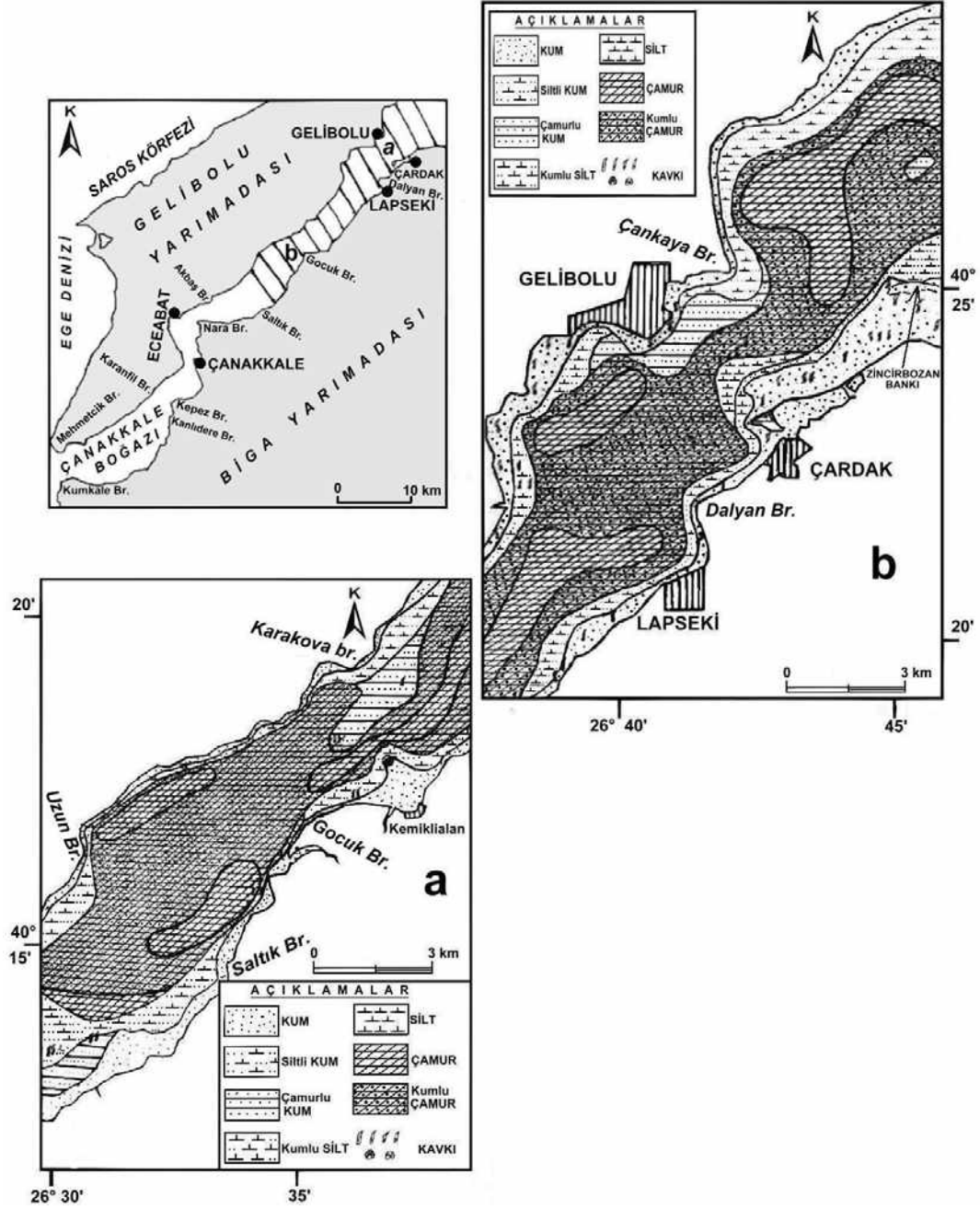
Çanakkale Boğazı çökellerinin içerik dağılımına bakıldığında, çakıl boyu malzemede az oranda gastropod, pelesipod, bryzoon, alg ve terrijenik tane belirlenmiştir. Keza, çakıl boyutlu çökeller, % 90 dan fazla kırıntılı biyojenik malzemeden oluşmuştur. Kum boyu çökelleri içerik sınıflamasına göre ise, gastropod % 0-4.2; pelesipod % 0-9.7 arasındadır. Foraminifer % 4.1-47.1 ve ostrakod % 1.7-29.7 aralığında değişmektedir. Boğazda düşük miktarlarda ostrakod, bryzoon ve vermes tüpleri gözlenirken, ekinoderm dikenli oranı göreceli daha yüksektir. Algler 3 istasyonda görülmektedir. Çökellerde kuvars az olup, mika miktarı ise fazladır. Bunların dışında çökeller içerisinde cüruf olarak isimlendirilen antropojenik maddeler de bulunmaktadır.

Çanakkale Boğazı'nda çökел dağılımı, boğazın akıntı sistemi ile boğazın batimetrisi ve morfolojik yapısından etkilenmektedir. Akıntı hızının fazla olduğu bölgelerde ince taneli çökел birikmemekte; genellikle kaba taneli malzeme depolanmaktadır ve bu yerlerde güncel çökел kalınlığı azdır. Genellikle kumlu birimler ile kavkı parçaları ve bazı yerlerde silt görülür. Boğazın kıyısında yer alan ufak koy, körfez ve liman gibi yerlerde kıyılarda genellikle kumlu ve çakıllı malzeme ile ince taneli silt, kil ve çamur bileşenli çökeller depolanmaktadır. Dip akıntısı ve eğim arttıkça çökelin birikmesi mümkün olmamaktadır. Çökeller 10° ve daha fazla eğim gösteren yerlerde bulunmamaktadır (Eryılmaz, 1997 ve 1998; Yücesoy-Eryılmaz ve Eryılmaz, 1998 ve 2000 a, b) (Şekil 4 a, b).

Çanakkale Boğazı'nın çökел dağılımı dört ana hakim birimi içermektedir. Bunlar çakıllı, kumlu, çamurlu ve az olarak da siltli çökellerdir. Çakıllı birimler çakıl ve kumlu çakıldan ibarettir. Kumlu birimler; kum, siltli kum ve çamurlu kum birimlerinden oluşmaktadır. Çamurlu birimler çamur ve kumlu çamurdan ibarettir. Siltli birimler ise silt ve kumlu silttir. Derinliği 5 m'ye kadar olan sığ su bölgesinde ve genellikle yüksek enerjili deniz ortamında, çakıl ve kumlu çakıllar yer alır. Boğazın dik yamaçlarla denize doğru indiği sahil şeridinde, denizin aşındırmasından dolayı yer yer blok şeklinde kayalıklar da görülür. Yine, benzer şekilde boğaz boyunca görülen koylarda yüksek kıyıların bulunduğu sahil şeridinde de kayalık bölgelerle, kumların üzerinde blok şeklinde döküntüler yer alır. Dalga erozyonu ve kıyıdaki heyelanlar nedeni ile kaya blokları kumlu çakıllı birimlerin üzerinde, dağınık bir şekilde yer almaktadır. Çakıl birimi tek başına sınırlı

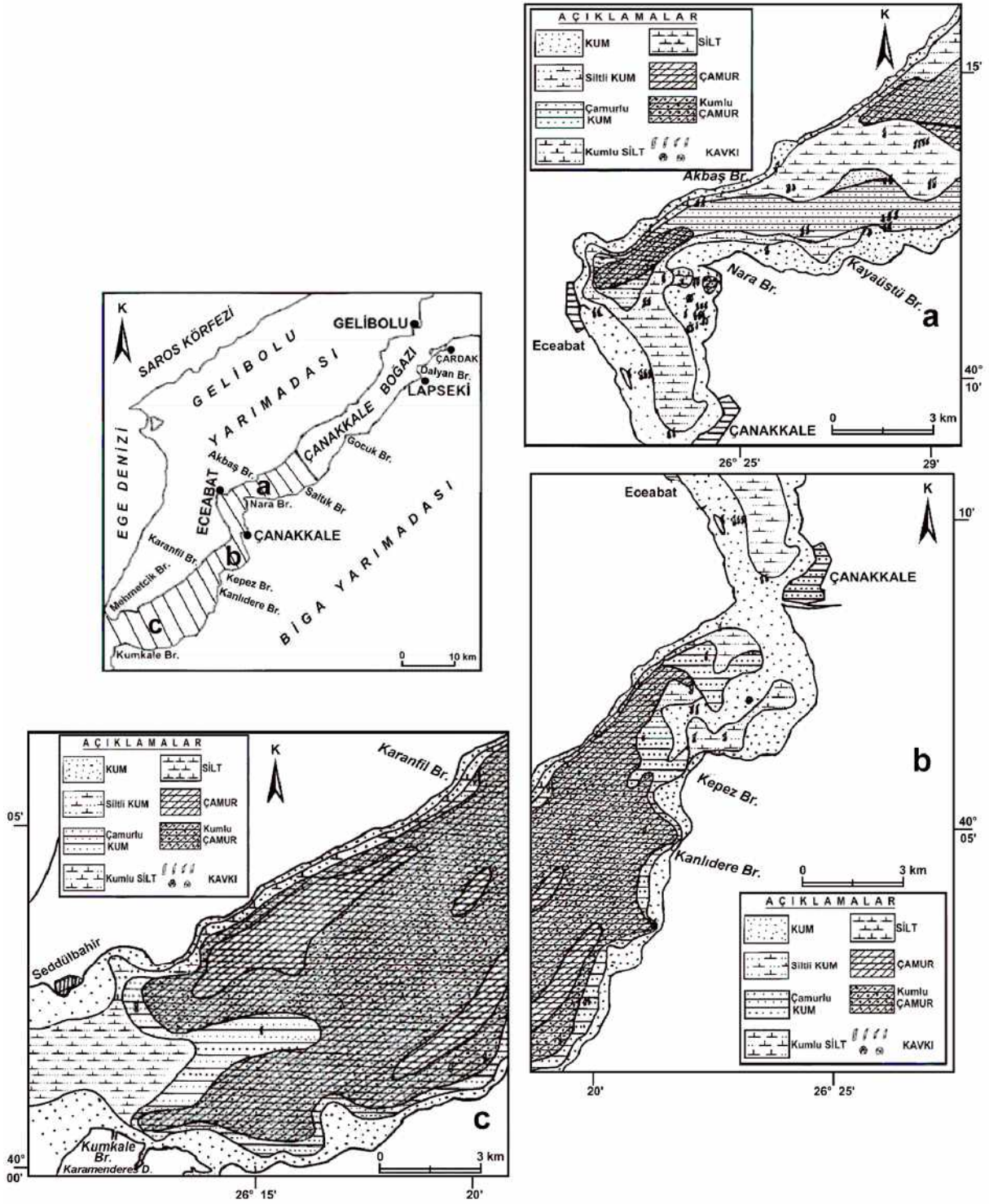
alanlarda görülmektedir. Konglomera ve kireçtaşından oluşan yüksek kıyıların önündeki deniz alanlarında kıyıda çakıl birimi bulunmaktadır. Ayrıca, boğaza sularını boşaltan

akarsu ve derelerin ağızlarında çakıl depolarına da rastlanmaktadır (Eryılmaz, 1997 ve 1998; Eryılmaz vd., 2001) (Şekil 4 a, b).



Şekil 4a. Çanakkale Boğazı KD bölümü güncel çökel dağılımı (Eryılmaz 1997; Eryılmaz vd 2001).

Figure 4a. Recent sediment distribution in the NE Dardanelles (Eryılmaz 1997; Eryılmaz et al., 2001).



Şekil 4b. Çanakkale Boğazı GB bölümü güncel çökel dağılımı (Eryılmaz 1997; Eryılmaz vd 2001).

Figure 4b. Recent sediment distribution in the SW Dardanelles (Eryılmaz 1997; Eryılmaz et al., 2001).

Yaklaşık 20 m derinliğe kadar genel olarak kumlu birimler gözlenir. Bu malzemeler çok miktarda kavkı ve kavkı kırıntıları içermektedir. Kumlu birimler boğazın Marmara girişinde, en yaygın olarak Zincirbozan Bankı, Çardak Bankı ve Lapseki önlerinde yer alır. Çanakkale Boğazı'nın Anadolu kıyıları daha az eğimli kıyı ve denizaltı yapısına sahip olduğu için, Anadolu tarafında kumlu birimlerin yayılımı daha geniştir. Saltık Burnu ile Akbaş Burnu kuzeybatısından başlayıp Nara Burnu ve Kanlıdere Burnu arasında bulunan ve boğazın en dar yerini oluşturan bölgede kumlu birimler gözlenir. Eceabat ile Çanakkale arasında siltli kum ve çamurlu kum birimleri çökelmiştir. 10-20 m su derinliği olan deniz alanında kum ve siltli birimler bulunmaktadır. Seddülbahir-Kumkale Burnu ve Karamenderes Deresi ile boğazın Ege Denizi çıkışı arasında yer alan bölgede yine kum, çamurlu kum ve siltli kum birimleri görülür. Bu deniz alanı tamamen kumlu birimler ile kaplıdır (Şekil 4 a, b).

Su derinliğinin 20-30 m den daha fazla olduğu alanlarda özellikle 50 m den sonra kumlu çamur ve çamur birimleri çökelmiştir. Bu malzeme, özellikle Zincirbozan Bankı'ndan Akbaş Burnu'na kadar devam ettikten sonra yanal olarak siltli kum, çamurlu kum ve kum birimlerine geçiş yapar. Burada 60 m den daha derin alanlar çamur birimi ile kaplıdır. Karanfil Burnu-Kanlıdere Burnu ile Kumkale-Seddülbahir arası Çanakkale Boğazı'nın en geniş kesimini oluşturmaktadır. Bu alanı kumlu çamur ve çamur birimleri kaplamaktadır. Boğaz boyunca yapılan yüksek ayırımı sığ sismik çalışmalarda, kavkı ve kavkı kırıntısı içeren bu çamurlu malzemenin oldukça kalın bir çökel örtüsü oluşturduğu saptanmıştır (Eryılmaz, 1995; Eryılmaz vd., 2001) (Şekil 4 a, b).

Çanakkale Boğazı boyunca siltli birimler çok sınırlı şekilde yer almaktadır. En yaygın olarak Çardak Bankı önünde kumlu silt dar bir alanda yayılım gösterir. Ayrıca, Eceabat-Çanakkale arasında da siltler gözlenir (Şekil 4 a,b). Bölgede biyojenik malzeme olarak kavkı, kavkı kırıntıları, çeşitli bitki artıkları ve organizma kalıntıları çökel içinde yer almaktadır. Bu tür oluşumlar, boğaz boyunca oldukça fazla bulunmaktadır (Eryılmaz, 1995 ve 1997; Eryılmaz vd., 2001).

BENTİK FORAMİNİFER TOPLULUĞU

Çalışma alanında bentik foraminifer topluluğu olarak 73 cins ve 118 tür tanımlanmıştır. Bunların taksonomik tanımlarının yapılmasında Parker ve Jones, 1865; Cimerman ve Langer, 1991; Hatta ve Ujiie, 1992; Hottinger vd., 1993; Sgarella ve Moncharmont-Zei, 1993; Loeblich ve Tappan, 1994; Hayward vd., 1999; Avşar ve Meriç, 2001; Avşar ve Ergin, 2001; Meriç ve Avşar, 2001; Avşar, 2002; Kaminski vd., 2002; Meriç vd., 2002 a, b ve c; 2003 a ve b; 2004 a ve b; 2005; Aksu, 2005; Avşar vd., 2006; Avşar, 2008 gibi çalışmalardan yararlanılmıştır. Ayrıca, foraminiferlerin sistematik sınıflandırılmasında Loeblich ve Tappan (1988) esas alınmıştır.

Foraminifer topluluğu olarak *Rhabdammina abyssorum* Sars, *Spiroplectammina sagittula* (d'Orbigny), *Eggerelloides scabrus* (Williamson), *Bigenerina nodosaria* d'Orbigny, *Textularia bocki* Höglund, *T. truncata* Höglund, *Siphotextularia concava* (Karrer), *Connemarella rudis* (Wright), *Spirillina vivipara* Ehrenberg, *Vertebralina striata* d'Orbigny, *Adelosina cliarenensis* (Heron-Allen ve Earland), *A. duthiersi* Schlumberger, *A. mediterraneanensis* (le Calvez J. ve Y.), *A. pulchella* d'Orbigny, *Spiroloculina angulosa* Terquem, *S.*

antillarum d'Orbigny, *S. depressa* d'Orbigny, *S. dilatata* d'Orbigny, *S. excavata* d'Orbigny, *S. tenuiseptata* Brady, *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny), *Cycloforina contorta* (d'Orbigny), *C. villafranca* (le Calvez J. ve Y.), *Lachlanella bicornis* (Walker ve Jacob), *L. undulata* (d'Orbigny), *Massilina secans* (d'Orbigny), *Quinqueloculina berthelotiana* d'Orbigny, *Q. bidentata* d'Orbigny, *Q. eburnea* (d'Orbigny), *Q. jugosa* Cushman, *Q. laevigata* d'Orbigny, *Q. lamarckiana* d'Orbigny, *Q. seminula* (Linné), *Biloculinella globula* (Bornemann), *B. labiata* (Schlumberger), *Miliolinella subrotunda* (Montagu), *M. webbiana* (d'Orbigny), *Pseudotriloculina rotunda* (d'Orbigny), *Triloculina marioni* Schlumberger, *T. plicata* Terquem, *Sigmoilina sigmoidea* (Brady), *Sigmoilinita costata* (Schlumberger), *S. edwardsi* (Schlumberger), *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri), *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel ve Moll), *Sorites orbiculus* Ehrenberg, *Dentalina guttifera* d'Orbigny, *Lenticulina cultrata* (Montfort), *Neolenticulina peregrina* (Schwager), *Amphicoryna scalaris* (Batsch), *Astaculus crepidolus* (Fichtel ve Moll), *Lagena doveyensis* Haynes, *L. laevis* (Montagu), *L. striata* d'Orbigny, *L. strumosa* Reuss, *Polymorphina* sp. 1, 3, 6, *Cushmanina striatopunctata* (Parker ve Jones), *Favulina hexagona* (Montagu), *F. scalariformis* (Williamson), *Fissurina eburnea* (Buchner), *F. orbignyana* Seguenza, *Fissurina* sp. A, *Parafissurina staphyllearia* (Schwager), *Brizalina alata* (Seguenza), *B. spathulata* (Williamson), *Cassidulina carinata* Silvestri,

Globocassidulina subglobosa (Brady), *Rectuvigerina phlegeri* le Calvez, *Bulimina costata* d'Orbigny, *B. elongata* d'Orbigny, *B. marginata* d'Orbigny, *Globobulimina affinis* (d'Orbigny), *G. pseudospinescens* (Emiliani), *Uvigerina mediterranea* Hofker, *Angulogerina angulosa* (Williamson), *Reussella spinulosa* (Reuss), *Fursenkoina acuta* (d'Orbigny), *Valvulineria bradyana* (Fornasini), *Eponides concameratus* (Williamson), *Neoeponides bradyi* le Calvez, *Gavelinopsis praegeri* (Heron-Allen ve Earland), *Neoconorbina terquemi* (Rzehak), *Rosalina bradyi* Cushman, *R. floridensis* (Cushman), *R. globularis* d'Orbigny, *Planoglabratella opercularis* (d'Orbigny), *Siphonina reticulata* (Czjzek), *Discorbinella bertheloti* (d'Orbigny), *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob), *Planorbulina mediterraneensis* d'Orbigny, *Sphaerogypsina globula* (Reuss), *Asterigerinata mamilla* (Williamson), *Nonion depressulum* (Walker ve Jacob), *Nonionella turgida* (Williamson), *Astrononion stelligerum* (d'Orbigny), *Melonis pompilioides* (Fichtel ve Moll), *Chilostomella mediterraneensis* Cushman ve Todd, *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) olarak adlanan cins ve türler belirlenmiştir (Çizelge 3) (Levha 1-5).

Çizelge 3. Çanak kale Boğazi'nda bentik foraminiferlerinin istasyonlara göre dağılımı.
Table 3. Distribution of benthic foraminifer species among the stations in the Dardanelles.

FORAMİNİFERA	İSTASYONLAR																										
	1	2	3	4	5	5A	6	7	7A	8	E-1	E-2	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10	F-11	F-12	F-13	F-14	
<i>Rhabdammina abyssorum</i>	*																										
<i>Spiroplectamina sagittula</i>					*			*	*	*		*			*							*					
<i>Eggerelloides scabrus</i>		*		*				*	*			*						*					*				
<i>Bigenerina nodosaria</i>						*		*	*			*			*							*					
<i>Textularia bocki</i>	*			*	*			*	*			*			*	*						*		*	*		*
<i>Textularia truncata</i>												*															
<i>Siphotextularia concava</i>								*														*					
<i>Commemarella rudis</i>												*															
<i>Spirillina vivipara</i>					*																						
<i>Vertebralina striata</i>										*	*																
<i>Adelosina cliarensis</i>	*	*	*		*			*	*	*		*			*	*	*	*				*					
<i>Adelosina duthiersi</i>									*																		
<i>Adelosina mediterraneensis</i>			*		*				*						*	*		*									
<i>Adelosina partschi</i>																					*						
<i>Adelosina pulchella</i>									*			*									*	*					
<i>Spiroloculina angulosa</i>					*					*	*																
<i>Spiroloculina antillarum</i>	*																										
<i>Spiroloculina depressa</i>					*																						
<i>Spiroloculina dilatata</i>									*												*						
<i>Spiroloculina excavata</i>					*				*		*										*		*	*			*
<i>Spiroloculina ornata</i>		*							*					*	*						*	*	*				*
<i>Spiroloculina tenuiseptata</i>	*				*	*		*	*	*		*			*	*		*									
<i>Siphonaperta aspera</i>	*			*					*	*																	
<i>Cycloforina contorta</i>					*			*	*	*				*	*							*		*			
<i>Cycloforina villafranca</i>					*			*	*	*					*	*					*	*	*				
<i>Lachlanella bicornis</i>									*	*		*									*	*	*				
<i>Lachlanella undulata</i>										*	*																
<i>Massilina secans</i>									*	*																	
<i>Quinqueloculina berthelotiana</i>	*	*			*				*	*					*												
<i>Quinqueloculina bidentata</i>					*				*																		
<i>Quinqueloculina eburnea</i>					*																						
<i>Quinqueloculina jugosa</i>									*																		
<i>Quinqueloculina laevigata</i>		*																									
<i>Quinqueloculina lamarckiana</i>					*				*	*											*						
<i>Quinqueloculina seminula</i>	*	*	*		*	*		*	*	*		*	*		*	*		*	*		*			*	*		*
<i>Biloculinella globula</i>												*															
<i>Biloculinella labiata</i>								*																			
<i>Miliolinella subrotunda</i>					*				*	*					*						*						
<i>Miliolinella webbiana</i>									*			*															
<i>Pseudotriloculina laevigata</i>															*							*					
<i>Pseudotriloculina oblonga</i>												*									*	*					
<i>Pseudotriloculina rotunda</i>					*				*	*										*	*						
<i>Pyrgo elongata</i>																											*
<i>Triloculina marioni</i>					*				*	*		*			*	*		*	*		*	*	*	*			
<i>Triloculina plicata</i>									*			*															
<i>Triloculina schreiberiana</i>																						*					
<i>Sigmoilina sigmoidea</i>												*			*												
<i>Sigmoilinita costata</i>	*	*	*	*	*			*			*				*												
<i>Sigmoilinita edwardsi</i>	*							*			*																
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i>	*	*	*	*				*		*	*	*		*	*		*				*						*
<i>Peneroplis pertusus</i>	*								*	*			*					*				*					*

Çizelge 3. Devamı

FORAMİNİFE RA	İSTASYONLAR																												
	1	2	3	4	5	5A	6	7	7A	8	E-1	E-2	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10	F-11	F-12	F-13	F-14			
<i>Peneroplis planatus</i>										*																			
<i>Sorites orbiculus</i>										*																			
<i>Dentalina flintii</i>																		*				*							
<i>Dentalina guttifer</i>												*																	
<i>Lenticulina cultrata</i>								*																					
<i>Neolenticulina peregrina</i>										*																			
<i>Amphicoryna scalaris</i>	*							*																					
<i>Astacolus crepidolus</i>											*					*													
<i>Lagena doveyensis</i>				*																									
<i>Lagena laevis</i>											*																		
<i>Lagena striata</i>		*						*						*															
<i>Lagena strumosa</i>	*				*			*		*																			
<i>Polymorphina</i> sp. 1			*	*	*																								
<i>Polymorphina</i> sp. 3		*			*			*	*																				
<i>Polymorphina</i> sp. 6								*	*																				
<i>Cushmanina striatopunctata</i>		*																											
<i>Favulina hexagona</i>								*																					
<i>Favulina melosquamosa</i>								*																					
<i>Fissurina eburnea</i>								*																					
<i>Fissurina orbignyana</i>								*																					
<i>Fissurina</i> sp. A					*																								
<i>Parafissurina staphyllearia</i>	*							*																					
<i>Brizalina alata</i>				*				*		*		*																	
<i>Brizalina spathulata</i>	*	*	*	*				*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cassidulina carinata</i>	*	*	*	*				*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Globocassidulina subglobosa</i>	*	*		*				*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Rectuvigerina phlegeri</i>	*	*	*	*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Bulimina costata</i>								*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Bulimina elongata</i>	*	*	*	*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Bulimina marginata</i>	*		*	*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Globobulimina affinis</i>			*	*				*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Globobulimina pseudospinescens</i>				*				*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Uvigerina mediterranea</i>	*					*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Angulogerina angulosa</i>								*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Reussella spinulosa</i>	*				*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Fursenkoina acuta</i>	*		*							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Valvulineria bradyana</i>	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Eponides concameratus</i>				*				*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Stomatorbina concentrica</i>																					*								
<i>Neoeponides bradyi</i>	*			*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Gavelinopsis praegeri</i>								*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Neoconorbina terquemii</i>				*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Rosalina bradyi</i>	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Rosalina floridensis</i>								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Rosalina globularis</i>	*			*						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Planoglabratella opercularis</i>									*																				
<i>Siphonina reticulata</i>								*						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Cibicidoides pachyderma</i>														*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Discorbinella bertheloti</i>			*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Hyalinea balthica</i>														*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Lobatula lobatula</i>				*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Planorbulina mediterraneensis</i>	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Sphaerogypsina globula</i>								*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Asterigerinata mamilla</i>			*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	

Çizelge 3. Devamı

FORAMİNİFE RA	İSTASYONLAR																										
	1	2	3	4	5	5A	6	7	7A	8	E-1	E-2	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10	F-11	F-12	F-13	F-14	
<i>Nonion depressulum</i>	*				*												*		*								
<i>Nonionella turgida</i>	*	*	*		*						*																
<i>Astrononion stelligerum</i>	*				*																						
<i>Melonis pompilioides</i>				*				*			*	*	*		*	*		*				*					
<i>Chilostomella mediterraneensis</i>								*																			
<i>Ammonia compacta</i>	*	*	*	*	*			*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*			*
<i>Ammonia parkinsoniana</i>				*			*		*	*									*								
<i>Ammonia tepida</i>	*	*	*	*	*			*	*	*		*	*	*			*				*		*	*			
<i>Challengerella bradyi</i>									*						*												
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	*	*			*						*	*	*	*									*	*	*		
<i>Porosonion subgranosum</i>	*	*			*				*								*						*				
<i>Elphidium aculeatum</i>	*							*		*				*													
<i>Elphidium advenum</i>	*								*																		
<i>Elphidium complanatum</i>	*							*	*	*																	
<i>Elphidium crispum</i>					*			*	*	*	*	*	*		*				*	*		*	*	*	*	*	*
<i>Elphidium depressulum</i>	*		*				*												*								
<i>Elphidium macellum</i>		*	*	*						*																	

Buna karşılık Çanakkale Boğazi'nin Ege Denizi girişinden derlenmiş olan 9 (örnek no: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) ile boğazın tam girişinden derlenen 1 örnekte (örnek no: 17) *Lagenammina fusiformis* (Williamson), *Alveolophragmium scitulum* (Brady), *Discammina compressa* (Goes), *Labrospira subglobosa* (Sars), *Trochammina inflata* (Montagu), *Eggerelloides advenus* (Cushman), *Textularia agglutinans* d'Orbigny, *T. pseudorugosa* Lacroix, *Cornuspira involvens* (Reuss), *Adelosina partschi* (d'Orbigny), *Spiroloculina rostrata* Reuss, *Siphonaperta agglutinans* (d'Orbigny), *Cycloforina tenuicollis* (Wiesner), *Quinqueloculina limbata* d'Orbigny, *Q. stelligera* Schlumberger, *Biloculinella depressa* (Wiesner), *Miliolinella elongata* Kruit, *Pseudotriloculina laevigata* (d'Orbigny), *P.*

oblonga (Montagu), *Pyrgo elongata* (d'Orbigny), *Triloculina serrulata* McCulloch, *Articulina carinata* Wiesner, *Laevidentalina inflexa* (Reuss), *Parafissurina lateralis* (Cushman), *Brizalina spathulata* (Williamson), *Bulimina aculeata* d'Orbigny, *Fursenkoina complanata* Egger, *Stomatorbina concentrica* (Parker ve Jones), *Hyalinea balthica* (Schroter), *Cibicides advenum* (d'Orbigny), *Gyroidina umbonata* (Silvestri), *Pararotalia spinigera* (le Calvez) gibi cins ve türlere rastlanılmıştır (Avşar, 2002).

OSTRAKOD TOPLULUĞU

Boğazda gözlenen ostrakod faunası zengin denilebilecek bir özellik sunmaktadır. Bu faunanın tanımlanmasında Van Morkhoven, 1963; Breman, 1975; Sissingh, 1972; Bonaduce ve diğ., 1979; Yassini, 1979; Guillaume ve diğ.,

1985; Tunoğlu, 1999 ve 2002; Şafak, 1999, Nazik, 2001, Schneider vd., 2005'in yaptıkları çalışmalardan yararlanılmıştır.

Akdeniz, Ege Denizi ve Adriyatik Denizi faunasını içeren bu toplulukta *Bairdoppilata (B.) supradentata* (Terquem), *Neonesidea frequens* (G. W. Müller), *Cytherella vulgata* Ruggieri, *Cytherella* sp., *Cytherelloidea sordida* (G. W. Müller), *Aurila convexa* (Baird), *Cytheretta* sp., *Tenedocythere prava* (Baird), *Buntonia sublatissima* (Neviani), *Buntonia* sp., *Basslerites berchoni* (Brady), *Acanthocythereis hystrix* (Reuss), *Echinocythereis* sp., *Henryhowella* sp., *Bosquetina carinella* (Reuss), *Carinocythereis carinata* (Roemer), *C. rhombica* Stambolidis, *Costa edwardsii* Roemer, *Callistocythere intricatoides* (Ruggieri), *C. pallida* (G. W. Müller), *Callistocythere* sp., *Cyprideis torosa* (Jones), *Cyprideis* sp., *Heterocypris salina* (Brady), *Hiltermannicythere rubra* (G. W. Müller), *H. turbida* (G. W. Müller), *Leptocythere* sp., *Cytheridea acuminata* Bosquet, *C. neapolitana* Kollmann, *Loxoconcha elliptica* (Brady), *L. rhomboidea* (Fischer), *L. turbida* (G. W. Müller), *Loxoconcha* sp., *Paracytheridea depressa* G. W. Müller, *Pontocythere elongata* (Brady), *Pseudocytherura calcarata* (Seguenza), *Pterigocythereis ceratoptera* (Bosquet), *P. jonesii* (Baird), *Semicytherura inversa* (Seguenza), *S. sulcata* (G. W. Müller), *Semicytherura* sp., *Microcytherura* sp., *Urocythereis crenulosa* (Terquem), *U. oblonga* (Brady), *Urocythereis* sp., *Bythocythere minima* Bonaduce, Ciampo ve Masoli, *Paradoxostoma triste* G. W. Müller, *Pontocypris acuminata* (G. W. Müller), *Argilloecia* sp., *Cytheropteron latum*

G. W. Müller, *Cytheropteron* sp., *Xestoleberis communis* (G. W. Müller), *X. depressa* Sars, *X. dispar* Müller gibi cins ve türler gözlenmiştir (Çizelge 4).

Foraminiferlerde olduğu gibi yine boğaz girişinden derlenmiş olan 4 örnekte (örnek no: 4, 7, 8 ve 9) değinilen cins ve türlerden başka *Cytherella vandenboldi* Sissingh, *Bairdia formosa* Brady, *Leptocythere* cf. *psammophila* Ruggieri, *Callistocythere montana* Doruk, *Buntonia subulata subulata* Ruggieri, *Aurila speyeri* (Brady), *Bosquetina dentata* (Müller), *Eucytherura gibbera* Müller, *Semicytherura acuminata* (Müller), *Xestoleberis* sp., *Cytherois* sp., *Argillaecia conoidea* (Sars) bulunmuştur (Şafak, 1999).

Elde edilen topluluk Cezayir, Adriyatik Denizi, Ege Adaları, Gökçeada-Bozcaada-Çanakkale, İzmir ve Edremit Körfezi, Marmara Denizi, Güney Marmara Şelfi ve Batı Karadeniz'de yapılan çalışmalarda bulunan ostrakod topluluğu ile karşılaştırılmış olup; cins ve türlerde büyük benzerlik olduğu ve *Aurila convexa* (Baird), *Neonesidea frequens* (G. W. Müller), *Carinocythereis carinata* (Roemer), *Hiltermannicythere turbida* (G. W. Müller), *Costa edwardsii* Roemer, *Pseudocytherura calcarata* (Seguenza), *Pterigocythereis ceratoptera* (Bosquet), *Pytherigocythereis jonesii* (Baird), *Cytheridea acuminata* Bosquet, *C. neapolitana* Kollmann, *Loxoconcha rhomboidea* (Fischer), *Xestoleberis communis* (G.W.Müller), *Bosquetina dentata* (Müller), *Tenedocythere prava* (Baird) ile *Acanthocythereis hystrix* (Reuss) türlerinin de yaygın olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4. Çanakkale Boğazı'nda ostrakodların istasyonlara göre dağılımı.
Table 4. Distribution of ostracod species among the stations in the Dardanelles.

OSTRACODA	İSTASYONLAR																									
	1	2	3	4	5	5A	6	7	7A	8	E-1	E-2	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10	F-11	F-12	F-13	F-14
<i>Acanthocythereis hystrix</i>							*			*	*				*	*		*		*		*				*
<i>Argilloecia</i> sp.							*																			
<i>Aurila convexa</i>			*	*					*	*	*	*		*	*	*			*	*				*		
<i>Bairdoppilata(B.)supradentata</i>				*							*				*	*		*		*	*					*
<i>Basslerites berchoni</i>				*								*					*									
<i>Bosquetina carinella</i>				*	*					*					*	*		*					*			*
<i>Buntonia sublatissima</i>				*				*		*																*
<i>Buntonia</i> sp.,	*	*																								
<i>Bythocythere minima</i>											*				*	*										
<i>Callistocythere intricatoides</i>			*	*	*																					
<i>Callistocythere pallida</i>				*				*		*		*	*	*	*			*	*				*			*
<i>Carinocythereis carinata</i>				*				*			*											*				*
<i>Carinocythereis rhombica</i>			*																							
<i>Costa batei</i>																										*
<i>Costa edwardsii</i>	*	*	*	*	*			*			*	*	*		*	*	*	*				*	*	*	*	*
<i>Cyprideis</i> sp.							*																			
<i>Cyprideis torosa</i>				*				*	*		*												*			
<i>Cytherella</i> sp.,		*								*																
<i>Cytherella vulgata</i>	*		*	*			*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*		*					
<i>Cytherelloidea sordida</i>				*				*															*			*
<i>Cytheretta</i> sp.,								*			*	*	*	*								*	*	*	*	*
<i>Cytheridea acuminata</i>				*						*	*	*	*	*								*		*	*	*
<i>Cytheridea neapolitana</i>	*	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cytheropteron</i> sp.								*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Cytheropteron latum</i>								*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Echinocythereis</i> sp.								*																		
<i>Henryhowella</i> sp.							*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Hiltermannicythere rubra</i>				*						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Hiltermannicythere turbida</i>				*						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Leptocythere</i> sp.	*			*			*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Loxoconcha rhomboidea</i>			*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Loxoconcha turbida</i>			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Microcytherura</i> sp.				*																						*
<i>Neonesidea frequens</i>				*			*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Paracytheridea depressa</i>									*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Paradoxostoma triste</i>										*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pontocypris acuminata</i>				*																						
<i>Pontocythere elongata</i>	*	*						*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pseudocytherura calcarata</i>																										*
<i>Pterygocythereis ceratoptera</i>							*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Pterygocythereis jonesii</i>	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Semicytherura inversa</i>				*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Semicytherura</i> sp.	*						*	*																		
<i>Semicytherura acuta</i>															*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Semicytherura sulcata</i>	*			*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Tenedocythere prava</i>			*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Urocythereis crenulosa</i>									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Urocythereis oblonga</i>			*											*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Urocythereis</i> sp.								*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Xestoleberis communis</i>	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Xestoleberis depressa</i>		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Xestoleberis dispar</i>								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Çizelge 5. Çanakkale Boğazı'nda molluskların istasyonlara göre dağılımı.

Table 5. Distribution of mollusc species among the stations in the Dardanelles.

PELESİPODA	İSTASYONLAR									
	7A	E2	F3	F4	F7	F8	F9	F10	F14	
<i>Nucula hanleyi</i>	*									
<i>Saccella commutata</i>		*	*	*			*	*	*	
<i>Lembulus pellus</i>	*									
<i>Arca tetragonata</i>	*	*								
<i>Glycymeris</i> sp.	*									
<i>Chlamys varia</i>		*								
<i>Gonillia calliglypta</i>	*									
<i>Acanthocardia tuberculata</i>									*	
<i>Plagiocardium papillosum</i>	*	*	*				*		*	
<i>Timoclea ovata</i>	*	*							*	
<i>Gouldia minima</i>	*	*								
<i>Corbula gibba</i>	*	*								
<i>Hiatella arctica</i>	*	*								
GASTROPODA										
<i>Lepetella laterocompressa</i>						*				
<i>Jujubinus exasperatus</i>						*				
<i>Jujubinus striatus striatus</i>	*									
<i>Bittum latreillii</i>	*				*	*				
<i>Cerithidium submamillatum</i>	*									
<i>Turritella communis</i>	*	*								
<i>Turritella turbona</i>			*	*			*	*		
<i>Rissoa splendida</i>						*				
<i>Alvania cimex</i>	*				*					
<i>Alvania cimicoides</i>	*									
<i>Alvania geryonia</i>	*									
<i>Alvania punctura</i>	*					*				
<i>Pusillina inconspicua</i>	*									
<i>Tornus subcarinatus</i>	*									
<i>Payraudeautia intricata</i>	*									
<i>Aclis ascaris</i>		*								

MOLLUSK TOPLULUĞU

Boğazdan derlenmiş olan 26 örneğin 9'unda zengin denilebilecek bir mollusk topluluğu gözlenmişse de, bazılarında cins ve tür çeşitliliği oldukça azdır. Pelesipodlar'dan *Nucula hanleyi* Winckworth, *Saccella commutata* (Philippi), *Lembulus pellus* (Linné), *Arca tetragonata* Poli, *Glycymeris* sp., *Chlamys varia* (Linné), *Gonillia calliglypta* (Dall), *Acanthocardia tuberculata* (Linné), *Plagiocardium papillosum* (Poli), *Timoclea ovata* (Pennant), *Gouldia minima* (Montagu), *Corbula gibba* (Olivi), *Hiatella arctica* (Linné) ve gastropodlar'dan *Lepetella*

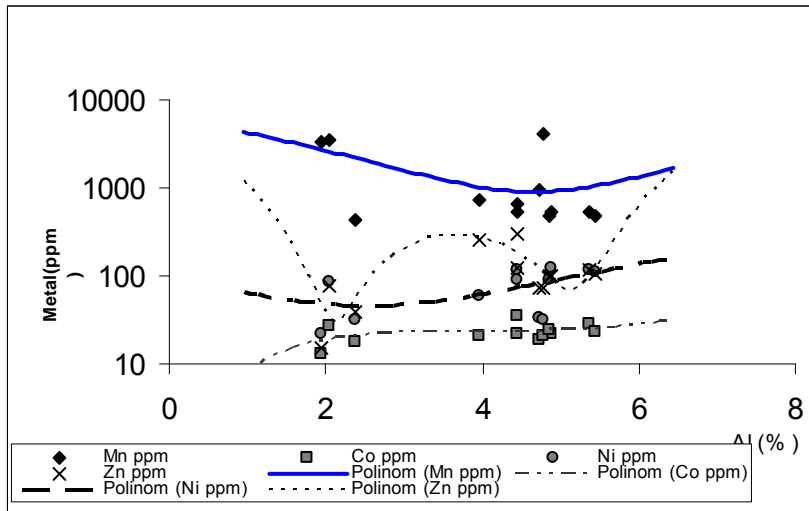
laterocompressa (De Rayneval ve Poniz), *Jujubinus exasperatus* (Pennant), *Jujubinus striatus striatus* (Linné), *Bittum latreillii* (Payraudeau), *Cerithidium submamillatum* (De Rayneval ve Ponzi), *Turritella communis* Risso, *Turritella turbona* Monterosato, *Rissoa splendida* Eichwald, *Alvania cimex* (Linné), *A. cimicoides* (Forbes), *A. geryonia* (Nardo), *A. punctura* (Montagu), *Pusillina inconspicua* (Alder), *Tornus subcarinatus* (Montagu), *Payraudeautia intricata* (Donovan), *Aclis ascaris* (Turton) gibi cins ve türler bulunmuştur (Çizelge 5) (Öztürk ve Çevik, 2000; Demir, 2003).

JİPSLER VE ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

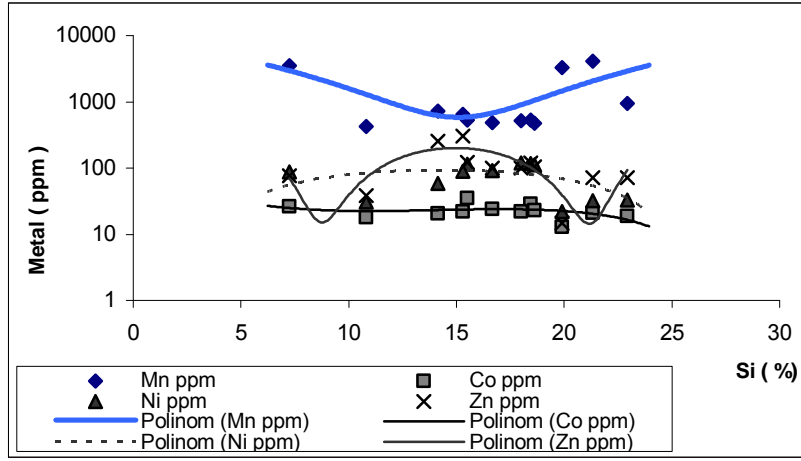
Çanakkale Boğazı'ndan alınmış olan 26 örnekten boğazın kuzey kesimi ile Marmara Denizi'nin batısındaki iki örnekte (F5 ve F7) jips kristallerine rastlanılmıştır. *Bittium latreillii* (Payraudeau) gibi bazı gastropod kavkıları etrafında da oluşmuş olan bu kristaller iri boyutlu olup, mattır. Bu örneklerin alınmış olduğu noktalarda, sakin bir evrede kil oranının düşük, karbonatlaşmanın ise yüksek olduğu ve olası girdilerin etkisini yitirdiği kısa bir dönemde jips oluşumunun geliştiği düşünülmektedir. Örneklerde gözlenen Al ve Si, kil oluşumlarında ortamda yer almış olan elementlerdir. Si ayrıca antropojen kökenli? olabilir. İncelenen diğer tüm elementlerin Al ve Si ile benzer davranış gösterdiği izlenmiştir (Şekil 5-9). Başka deyişle Al ve Si elementlerinin malzemeler içerisindeki gelişimleri ile metallerin gelişimleri benzerlik içersindedir. Örneğin Mn, Zn ele alınırrsa, her iki elementinde Si karşısında da Al karşısında da benzer özellik sergilediği görülmektedir. Yani Al ile Si karşısında elementler gelişimlerinde ve malzeme içersinde yer almalarında bir farklılık göstermemektedir. Yine, Pb-Zn'nin Al-Si ile bu

bağlamda benzer özellik gösterdiği görülmüştür. Bu husus ise bölgedeki cevherleşmelerin benzer bir davranış içersinde gelişmiş olabilecekleri düşüncesini kuvvetlendirmektedir. Çökeller arasında farklı evrelerdeki yoğunlaşma lineer olmayıp, değişkenlik gösterir ve bu durum bir azalma - artma eğilimi sergiler. Diğer elementlerden Mo-Co, Ni-Cu ve Mn-As'nin benzer davranışları kısmen belirgindir. Ayrıca, örneklerde ele alınan elementlerden Zn, Pb, Ni, Cr, Co, Mn, Fe, Al düzeylerinin F7 de en düşük ve bunun dışında değinilen noktada karbonat içeriğinin de en yüksek düzeyde olması dikkat çekicidir.

Ayrıca işaret edilebilir ki Al ve Si davranışları da yer yer değişiklik göstermiş ve ortamda Si yükselmesine bağlı olarak kısa süren bir Al azalışı ve devamında beraberce artan bir pozitif eğilim görülmüştür. Ancak, ortamdaki birliktelikleri genel elementsel davranışları etkilememiştir. Bu husus, Al düzeyinin olası kısmi bir çökelim ve/veya bünye içersinde oransal olarak Si ye göre daha çok absorbe edilme ile ilişkili olmalıdır.

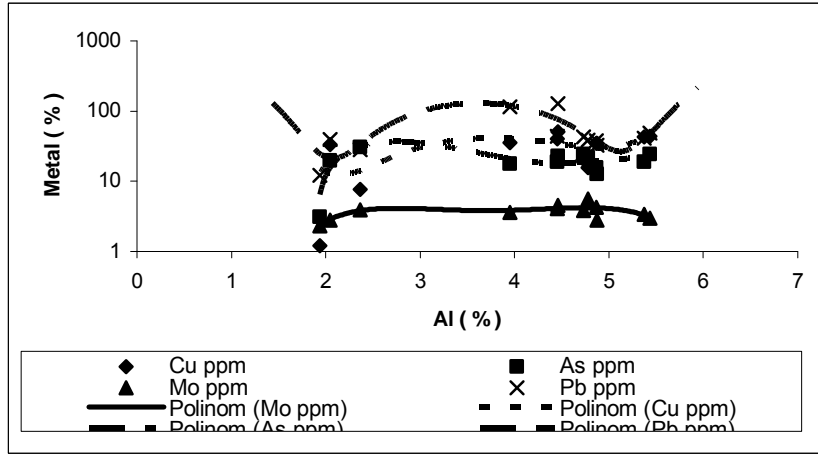


Şekil 5. Jipsli örneklerdeki Al (ppm)-Metal (ppm) ilişkisi.
Figure 5. Al (ppm)-Metal (ppm) relation in samples with gypsum.



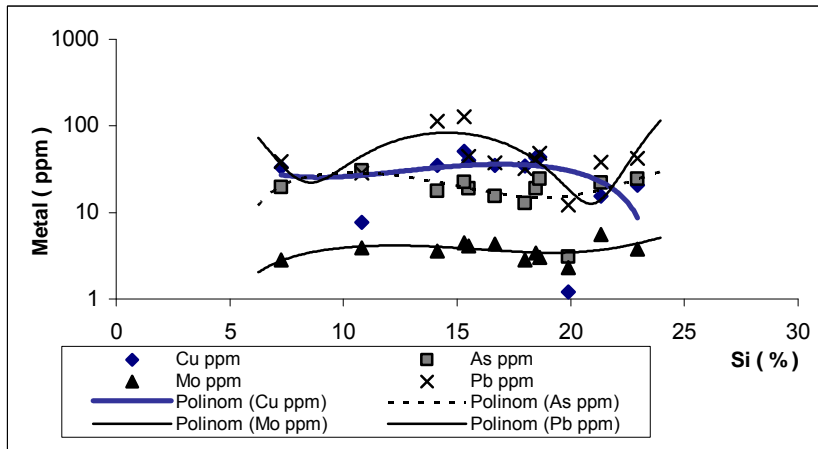
Şekil 6. Jipsli örneklerdeki Si (ppm)-Metal (ppm) ilişkisi.

Figure 6. Si (ppm)-Metal (ppm) relation in samples with gypsum.



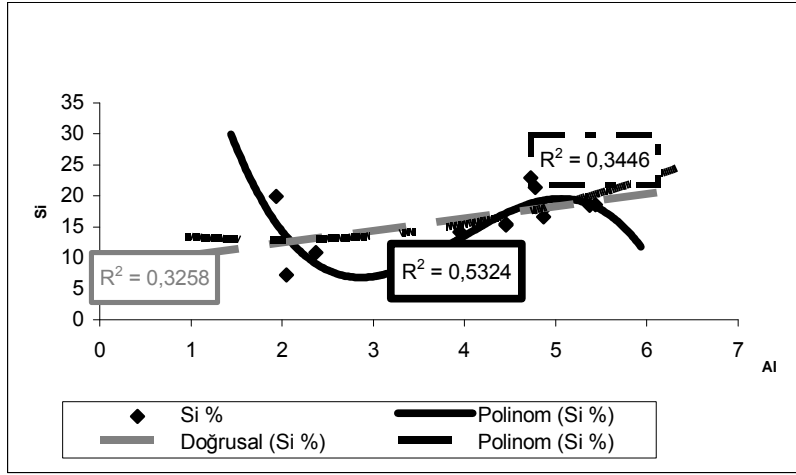
Şekil 7. Jipsli örneklerdeki Al (%) -Metal (%) ilişkisi.

Figure 7. Al (%) -Metal (%) relation in samples with gypsum.



Şekil 8. Jipsli örneklerdeki Si (%) -Metal (ppm) ilişkisi.

Figure 8. Si (%) -Metal (ppm) relation in samples with gypsum.



Şekil 9. Jipsli örneklerdeki Al (%) -Si-(%) ilişkisi.

Figure 9. Al (%) -Si (%) relation in samples with gypsum.

ÇÖKELLERİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Araştırmanın bu bölümünde 2007 yılında alınan 12 ve geçmiş yıllarda derlenmiş olan 14 örnek değerlendirilmiştir.

Çanakkale Boğazi çökellerine ait element miktarlarının (Çizelge 6) değişimi, ortalama ve median değerler ile diğer kayaçların (yerkabuğu, şeyl, kumtaşı, kireçtaşı gibi) ortalama miktarları Çizelge 7 ve Şekil 10'de sergilenmektedir (Turekian ve Wedepohl, 1961; Mason ve Moore, 1982; Çağatay vd., 2006). Al ile birlikte, Si, Mg, K, Ca, Ti, P, S, Mn, Cu, V, Ce, Th, Y, Rb, Sb ve Ga miktarları yerkabuğunu oluşturan kayaçların ve özellikle de çökel kayaçların ortalama bileşimlerine benzemektedir (Algan vd., 2004; Çağatay vd., 2006). Boğaz boyunca, bu elementlerin oranlarında tesbit edilen farklılıklar çökelde değişen oranlarda bulunan kil, kum ve çakıl boyu malzemeler ile litojenik (karasal kırıntılı) ve biyojenik (çoğunlukla denizel fakat karasal da olabilir) kökenli malzemelerden kaynaklanmaktadır (Bayhan vd., 2001).

Çökeldeki silikat, oksit-hidroksit, karbonat, sülfid ve organik madde bileşimleri söz konusudur. Al ile K, Ti, Rb ve Ga arasındaki kuvvetli ve pozitif ilişkiler ($r > 0.70$) bu birlikteliği desteklemektedir. Çoğunlukla kil, mika ve feldispat gibi silikat bileşimlerini ve kısmende olası oksit bileşimini temsil eden Al miktarları 1 ve 7 nolu istasyonlar arasında % 3.95-5.38 arasında seyrederken, bu değerler Ege çıkışındaki 7A, 8 ve E1 nolu istasyonlarda % 1.94'e kadar düşmektedir. Si kısmen kuvars bileşiminde, kısmen de Al, Mg, K, Na, Fe, Ti, Rb ile birlikte alüminyum-silikat bileşimlerinde bulunabilir. Mg ile Ni, Cu, W ve Ta; K ile Ti, V, Y, Rb ve Ga; Ti ile Ni, V, Y, Rb ve Ga arasındaki kuvvetli pozitif ilişkiler litojenik faktörün yani elementlerin mineral kristal yapılarında bulunmaları ve birbirleri ile yer değiştirmeleri gibi, (Rose vd., 1979; Mason ve Moore, 1982) baskınlığını açıkça ortaya koymaktadır. Nitekim, benzer fizikokimyasal özelliklerinden dolayı, Mg ile Ni ve K ile Rb birbirleri ile yer değiştirebilmektedir.

Çizelge 6. Bu çalışmaya ait yüzeyel Çamakkale Boğazı çökeltilerinin kimyasal bileşimi. Ortalama yer kabuğu, şeyl, kumtaşı ve kireçtaşı kaycaş bileşimleri karşılaştırmak için verilmiştir. *Kaynak: Turekian ve Wedepohl (1961), Mason ve Moore (1982), na= veri yok*** Çağatay vd. (2006), ICP.

Table 6. Chemical composition of the surface sediments collected from the Dardanelles for this study. Average composition of the earth's crust, shale, sand stone and limestone are given for comparison; references: *Turekian and Wedepohl (1961), Mason and Moore. 1982) na: no data. ***Çağatay et al... (2006), ICP.

	Al	Si	Mg	K	Na	Ca	Fe	Ti	P	S	Mn	Ba	Sr	Cl	Br	I	Cr	Ni	Co	Cu	Pb	Zn	As	Bi
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	4.46	15.5	1.58	1.58	6.38	5.88	13.8	0.37	0.04	0.17	529	456	398	4.59	128	144	102	116	34.9	39.9	44.1	123	19	1.1
2	5.38	18.5	1.82	1.68	1	5.97	12.7	0.35	0.05	0.22	533	568	367	1.19	98.6	99.6	102	116	28.5	42.7	41	118	19.1	0.5
3	4.87	18	1.63	1.56	1.64	5.48	3.28	0.32	0.04	0.19	523	510	314	1.31	68.6	39.6	223	121	22.1	34.5	32.3	99.1	12.8	0.7
4	4.46	15.3	1.3	1.65	5.7	4.04	5.73	0.29	0.04	0.23	652	2877	348	4.34	92.4	98.8	101	90.2	21.8	50.6	127	304	22.6	0.8
5	3.95	14.1	1.47	1.34	0.36	13.4	6.63	0.24	0.05	0.27	725	2309	1537	0.94	95.5	91.5	132	58.7	20.8	35.3	11.4	252	17.6	0.9
5A	4.73	22.9	0.74	1.91	1.56	2.22	4.67	0.28	0.04	0.2	946	727	313	0.78	22	14.4	102	32.8	19	20.6	42.5	71.2	24.4	1
6	4.78	21.3	0.86	1.81	1.44	2.07	3.45	0.32	0.04	0.18	406	776	318	0.99	24.2	7	211	32.4	21	15.6	38.4	71.9	22.1	1
7	5.44	18.6	1.61	1.75	0.89	4.66	3.75	0.35	0.05	0.2	474	493	365	0.9	102	193	211	111	23	43.4	48.6	104	24.4	1.2
7A	2.37	10.8	1.14	0.95	0.99	16.9	3	0.16	0.05	0.14	328	463	1536	1.32	37.2	28.3	201	31	18	7.7	28.4	38.4	30.6	1.2
8	1.94	19.9	0.62	0.94	1.52	3.29	5.93	0.20	0.01	0.23	428	416	237	1.32	27.9	2.9	106	22.1	13	1.2	12.2	14.9	3.1	0.7
E1	2.05	7.25	0.8	1	15.2	2.43	2.8	0.23	0	0.17	350	405	272	11.4	78.9	51.4	101	87.4	26.5	33.4	39.1	76.8	19.7	0.5
E2	4.87	16.7	1.48	1.58	0.71	9.18	3.46	0.34	0.04	0.21	481	426	688	1.04	84.1	68	201	91.8	24	34.9	37.8	99.2	15.5	0.6
Yerkabuğu*	8.13	27.7	2.09	2.59	2.83	3.63	5	0.44	0.1	0.03	950	425	375	130	2.5	0.5	100	75	25	55	13	70	1.8	0.15
Şeyl*	8	27.3	1.5	2.66	0.96	2.21	4.72	0.46	0.07	0.24	850	580	300	180	4	2.2	90	68	19	45	20	95	13	0.4
Kumtaşı*	2.5	36.8	0.7	1.07	0.33	3.91	0.98	0.15	0.02	0.02	50	50	20	10	1	1.7	35	2	0.3	5	7	16	1	0.2
Kireçtaşı*	0.42	2.4	4.7	0.27	0.04	30.2	0.38	0.04	0.04	0.12	1100	10	610	150	6.2	1.2	11	20	0.1	4	9	20	1	0.2

	Mo	V	U	W	Hf	Ce	Th	Y	Zr	Nb	Rb	Sr	Sb	La	Ta	Ga	Ge	Se	Cd	In	Te	Cs	Hg	Tl	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
1	4.1	88	7.8	6.1	5.2	75.4	12.1	19	186	17.5	102	3	1.1	8	7.6	15	1.1	0.6	1	0.9	1.4	4	4	1.3	1.3
2	3.4	89	9	6.4	5.1	25.5	9.9	19.7	209	5.7	99.6	1.3	1.1	19.2	7.6	14.8	0.8	0.4	1.1	0.9	1.4	4.8	1.2	1.1	
3	2.8	84.4	7.2	6.1	4.5	92.5	8	17.9	199	12.8	88.9	1	0.6	7.7	6.8	14.5	1.7	0.4	1	0.8	1.3	3.9	1.2	1	
4	4.5	70	9.9	7.3	8.4	11	10.6	19.4	248	19.7	100	7.2	1.3	24.8	7.9	13.1	1.1	0.5	3.2	1.1	1.6	13.3	1.3	1.5	
5	3.6	65	8.1	7.5	7.1	11	6.2	12.3	158	5.5	61.7	0.8	1.1	21	7.4	9.5	0.4	0.4	1.2	1	1.4	3.8	1.4	1.3	
5A	3.8	92.7	8.3	4.6	4.9	44.6	12	16.7	235	19.3	96.5	2.1	1	24.3	5.3	12.8	1.7	0.4	1	0.9	1.4	6.8	1.2	1.1	
6	5.6	81.9	4.3	4.8	5.2	63.4	12	17.3	284	18.6	94.3	3.6	1	40.4	5.1	13.6	0.4	0.4	1	0.9	1.4	8.9	1.1	0.7	
7	3	69.7	6.8	6.1	5.7	11	13.4	18.3	276	20.5	104	1.5	1.2	27.4	7.5	16.3	0.8	0.5	3.8	1.4	1.6	4.2	1.2	0.9	
8	3.9	61.5	11.6	5	3.8	82.8	8.5	11.5	154	5.7	61	1.5	1.1	51.3	5.2	7.6	0.7	0.5	0.5	1	1.5	8.3	1.4	0.9	
7A	2.3	38.4	6.9	3.6	2.9	11	5	11.9	247	12.6	43.7	1.4	1	8.3	3.2	8.4	0.6	0.3	0.9	0.8	1.3	4.1	0.9	0.9	
E1	2.8	60	7	5.4	4.6	44.1	11	16.6	245	11.4	85.5	2.5	0.9	28.5	6.7	13.3	0.9	0.4	0.9	0.6	1.2	10.2	1.2	0.6	
E2	4.3	98	3.7	5.9	7.6	33.9	8.7	15.6	190	21.9	83.8	2.4	1.1	13.5	7.1	14.1	0.8	0.5	1.7	1.6	1.4	3.9	1.4	1.5	
Yerkabuğu	1.5	135	1.8	1.5	3	60	7.2	33	165	20	90	2	0.2	30	2	15	1.5	0.05	0.2	0.1	0.01	3	0.08	0.5	
Şeyl	2.6	130	3.7	1.8	2.8	70	12	26	160	11	140	6	1.5	24	0.8	19	1.6	0.6	0.3	0.1	0.07	5	0.4	1	
Kumtaşı	0.2	20	0.45	1.6	3.9	92	1.7	15	220	0.05	60	0.05	0.05	16	0.05	12	0.8	0.05	0.5	0.005	na	0.5	0.3	0.5	
Kireçtaşı	0.4	20	2.2	0.6	0.3	na	1.7	6.4	19	0.3	3	0.05	0.2	6	0.05	4	0.2	0.08	0.09	0.05	na	0.5	0.3	0.2	

Çizelge 7. Çalışılan örneklerde (1995-1996) ve yakın denizlerde ölçülen metal değerleri.
Table 7. Metals measured in the samples studied (1995-1996) and near seas.

	Cu(ppm)	Co(ppm)	Cr(ppm)	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Ni(ppm)	Mn(ppm)	Fe(%)	Al(%)
1	13,9-27,9	7,5-14,8	33,6-128	12-28	42-108	22-71	238-565	1,49-3,39	2,53-9,36
2	21	12	85	20	77	45	381	2,72	6,39
3	17	8	46	19	49	19	272	1,88	3,58
4	22	14	106	21	86	60	450	3,01	6,77
5	18	16	92	17	39	143	925	2,42	
6	6-44			2-80	23-157	14-145	114-1740	0,20-4,6	0,6-9,6
7	14-104	13-33	89-186	31-106	50-169	42-173	307-2059	1,7-5,1	
8	3-52	6-29	11-238	19-61	34-272	8-149	168-746	0,8-4,6	1,1-9,2
9	15-82	0-20	13-224	12-66	24-138	11-202	112-1064	0,23-4,9	
10	50	20	100	20	90	80	850	4,7	9,2

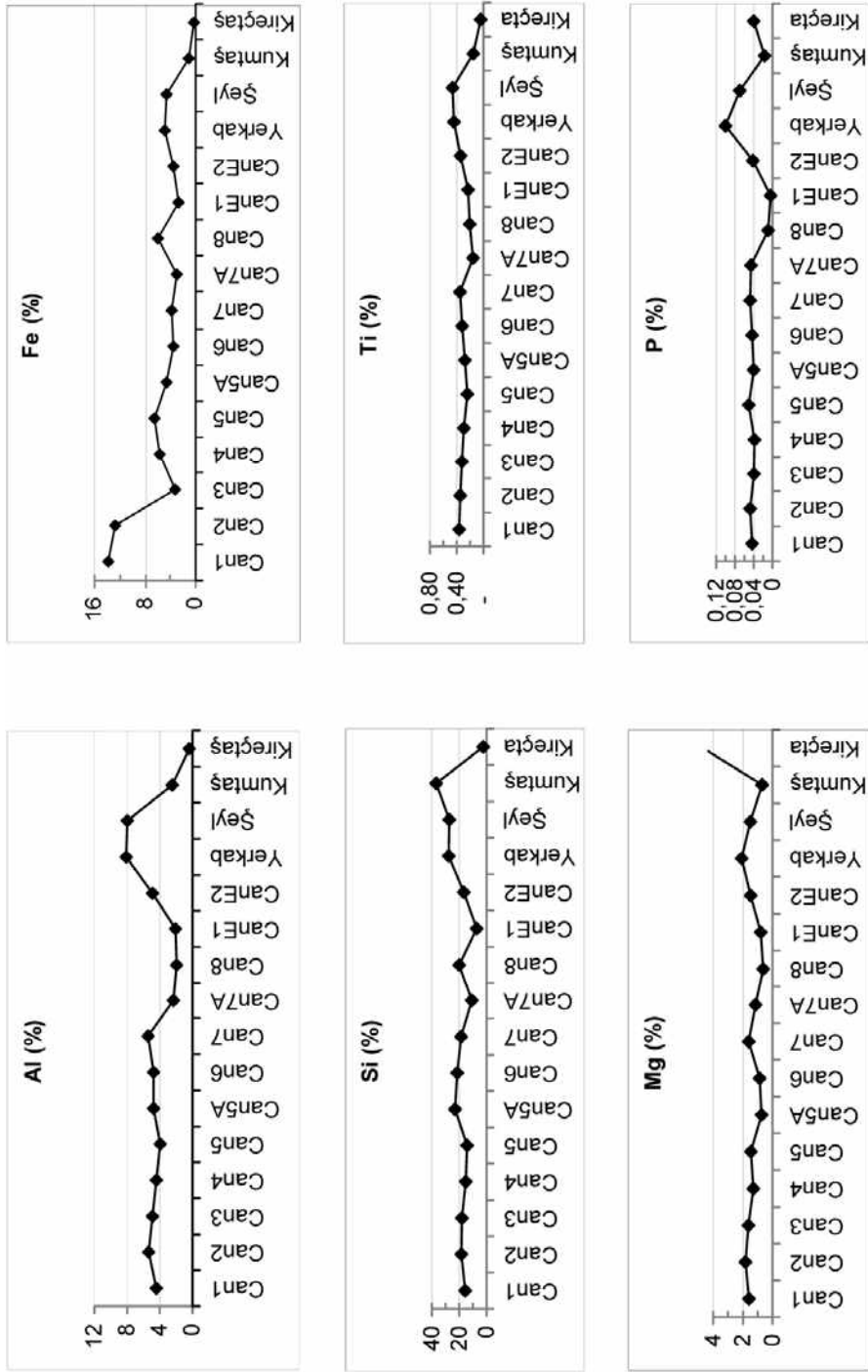
1. Çanakkale Boğazı örneklerinde metal aralıkları
 2. Çanakkale Boğazı örneklerinde metal ortalamaları
 3. KD Ege Denizi yüzey örneklerinde ortalama değerler (Yücesoy Eryılmaz 1998)
 4. ÇBMG yüzey örneklerinde ortalama değerler (Yücesoy Eryılmaz 1998)
 5. Doğu Ege Denizi yüzey çökelleri (Voutsinou-Taliolari and Satsmadjis, 1982)
 6. Saros Körfezi yüzey örnekleri (Sarı, 1997)
 7. Marmara Denizi yüzey çökelleri (Bodur & Ergin, 1994)
 8. Erdek Körfezi yüzey çökelleri (Balkıs, 1997)
 9. Güney Karadeniz yüzey çökelleri (Yücesoy ve Ergin, 1992)
 10. Ortalama şeyl (Krauskopf, 1985)

Genelde % 5-10 arasında bulunan Ca ve 1500 ppm'e ulaşabilen Sr miktarları 5 ve 7A no'lu örneklerde tesbit edilmekte ve nisbeten yüksek karbonat oranlarına işaret etmektedir. Ca ile diğer elementler arasındaki negatif ilişki, karbonat faktörüne yani karbonatın diğer elementler üzerine seyreltme etkisine işaret etmektedir. Yerkabuğu ve çökel kayaç ortalamalarına göre, Na genelde % 2'den az olup, E1 (% 15.2) ve 4 no'lu (% 5.7) örneklerde nisbeten yüksektir. Bu durum örneklerin saklanması ve kurutulması esnasında insan faktöründen kaynaklanmış olabilir.

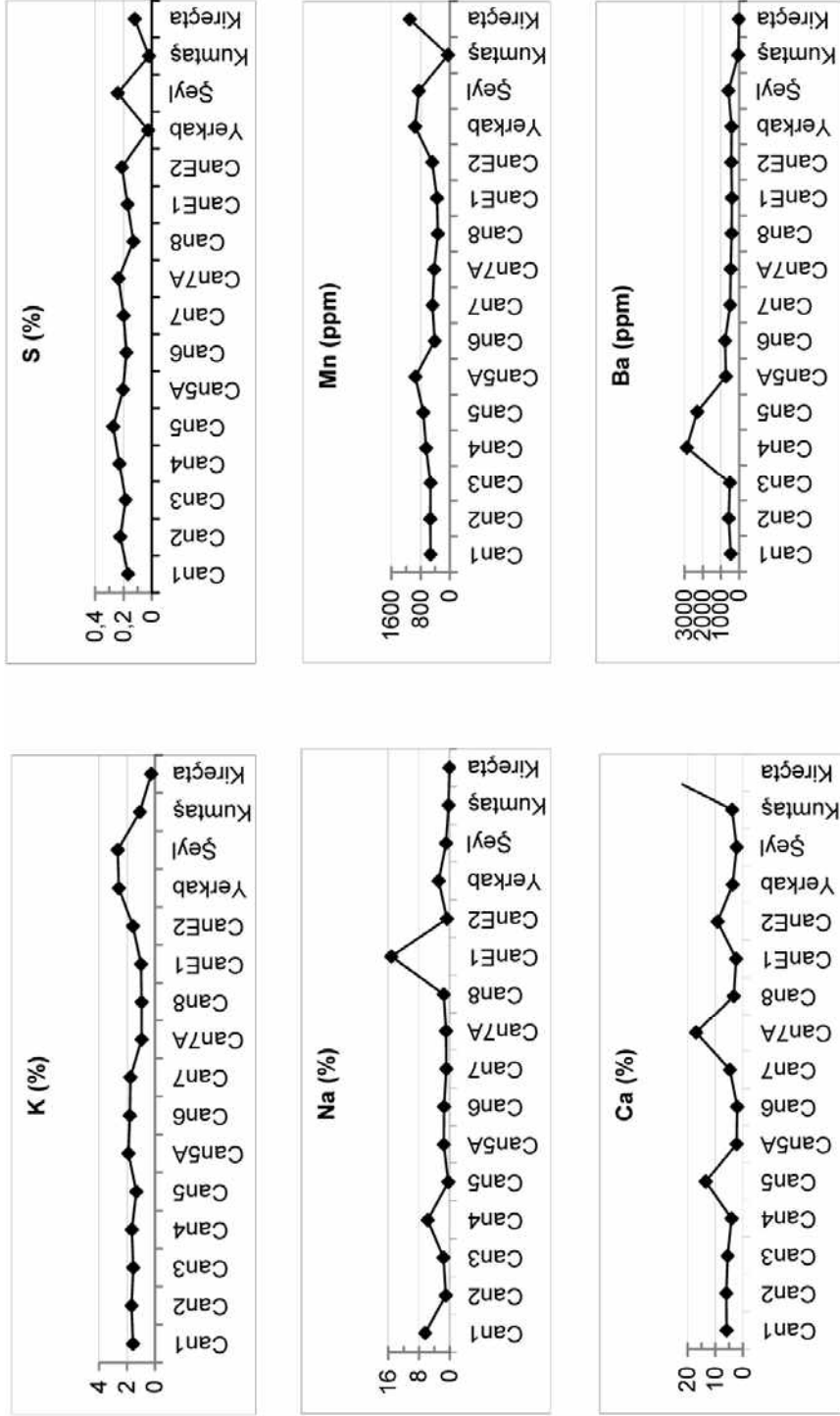
Çoğunlukla yerkabuğu ve şeyl seviyelerinde seyreden Fe (% 3-6) ve Co (19-26 ppm) miktarları, 1 ve 2 no'lu örneklerde oldukça yüksektir (% 12.7-13.8 Fe ve 28-35 ppm Co). Bunun kaynağının kirlilik olabileceği gibi kıyıardı maden-mineral yataklarından (MTA,

2000) getirim de olabilir. Mn değerlerinin genelde düşük olması (328-946 ppm) olası diyajenetik Fe ve Co zenginleşmesini desteklememektedir. Fe ve Mn diğer elementler ile önemli bir ilişki göstermemektedir (Çizelge). Bu nedenle de bu iki element çoğunlukla alüminyum silikatlara bağlı değildir. (Fe ve Mn sülfidleri/ oksitleri/ hidroksitleri; Rose vd., 1979).

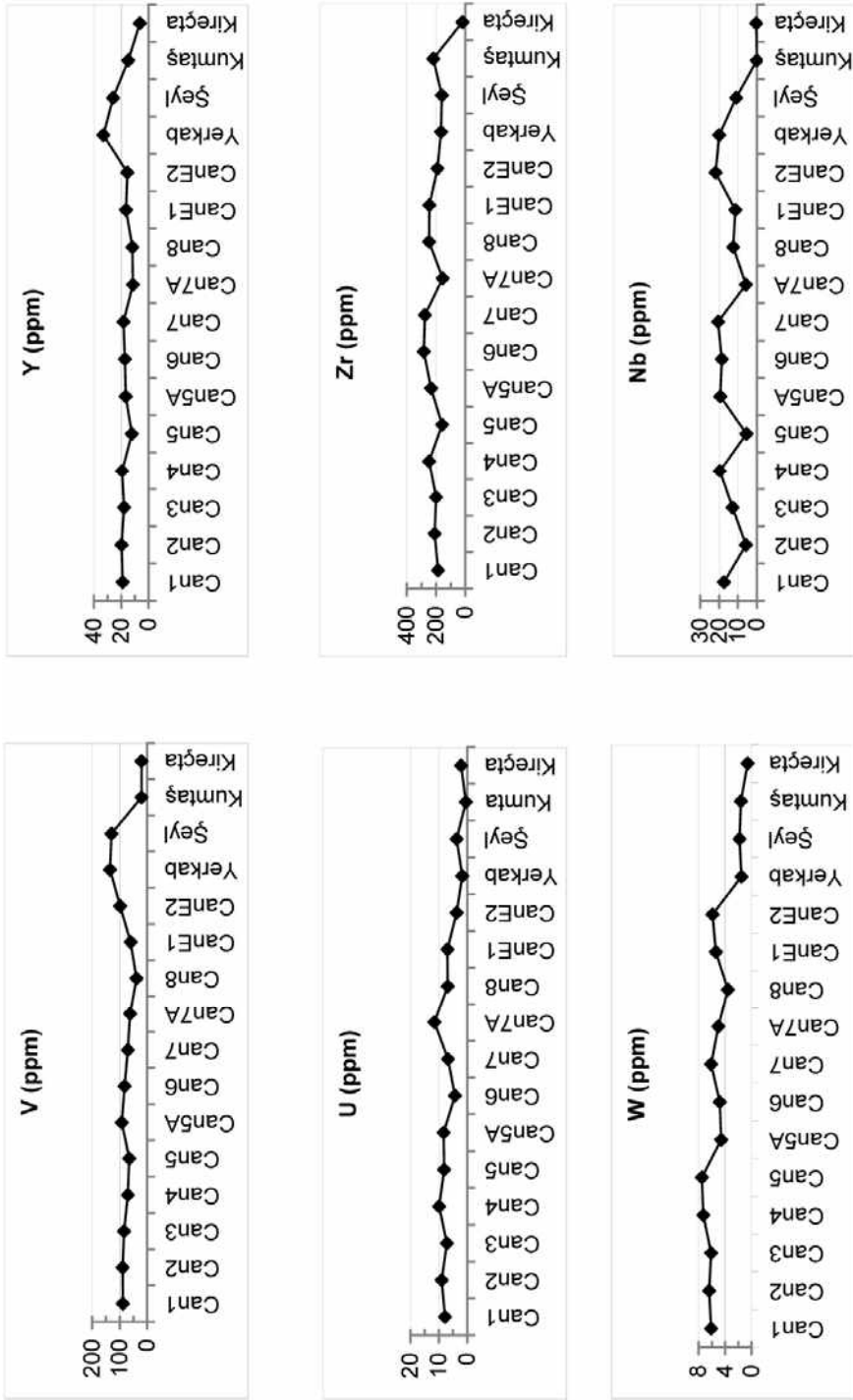
Ba miktarları çoğunlukla 405-776 ppm arasında tesbit edilmiş olup, 4 ve 5 no'lu örneklerde çok yüksek değerlere (2309 ppm, 2877 ppm) rastlanılmaktadır. Ba ile Pb ve Zn arasında belirlenen pozitif ve kuvvetli ilişki ($r > 0.70$), bu elementlerin kısmen Biga Yarımadası maden yatakları ve granitik kayaçlarından (Apaydın ve Erşen, 1981; MTA, 2000) gelmiş olabileceğine işaret etmektedir.



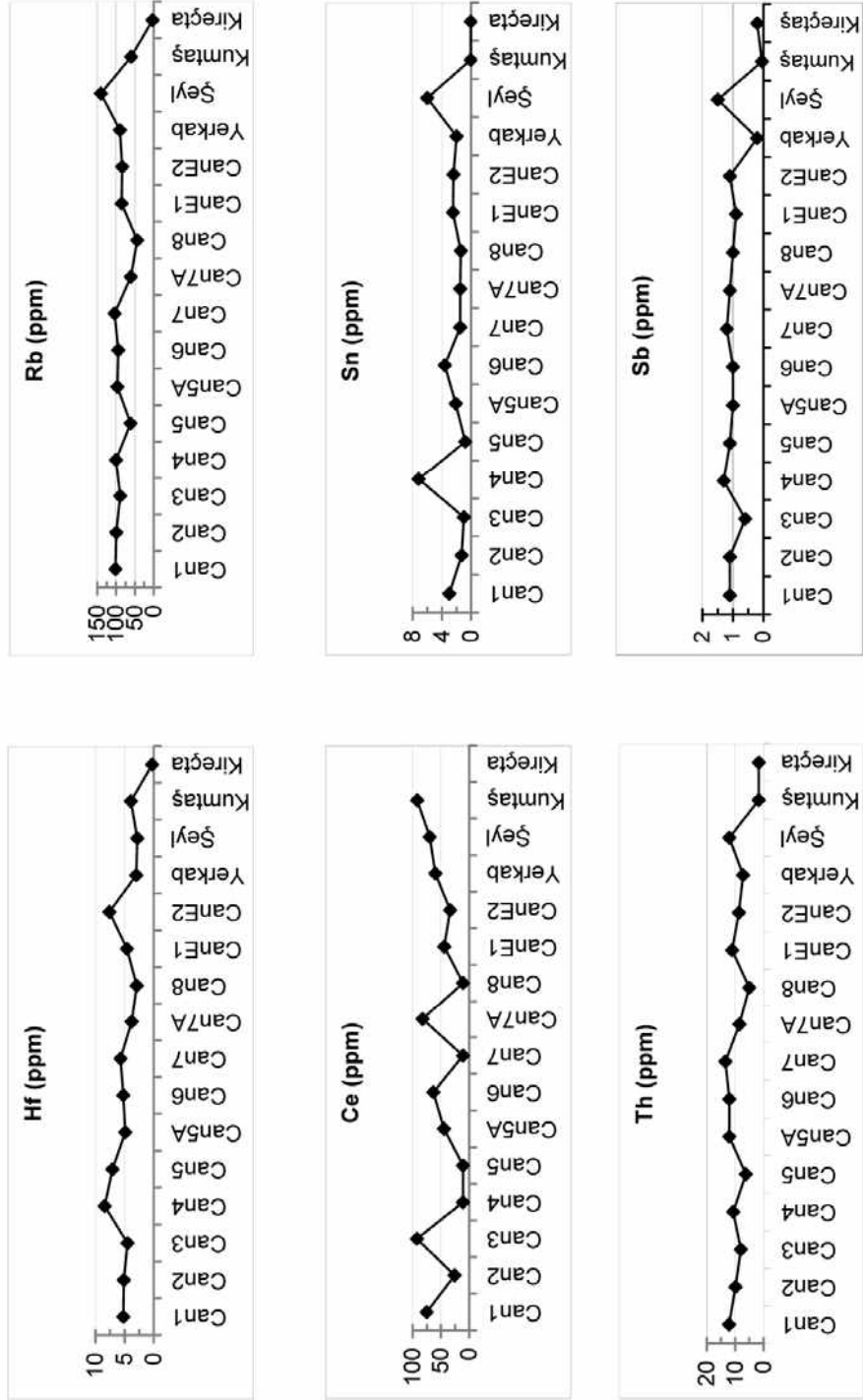
Şekil 10. Çanakkale Boğazi yüzeyel çökellerde element dağılımı, diğer jeolojik verilerle karşılaştırılmı olarak. Kaynaklar Tablo 2'de verilmiştir.
Figure 10. Distribution of elements in surface sediments in the Dardanelles, compared to other geological data (references in Table 2).



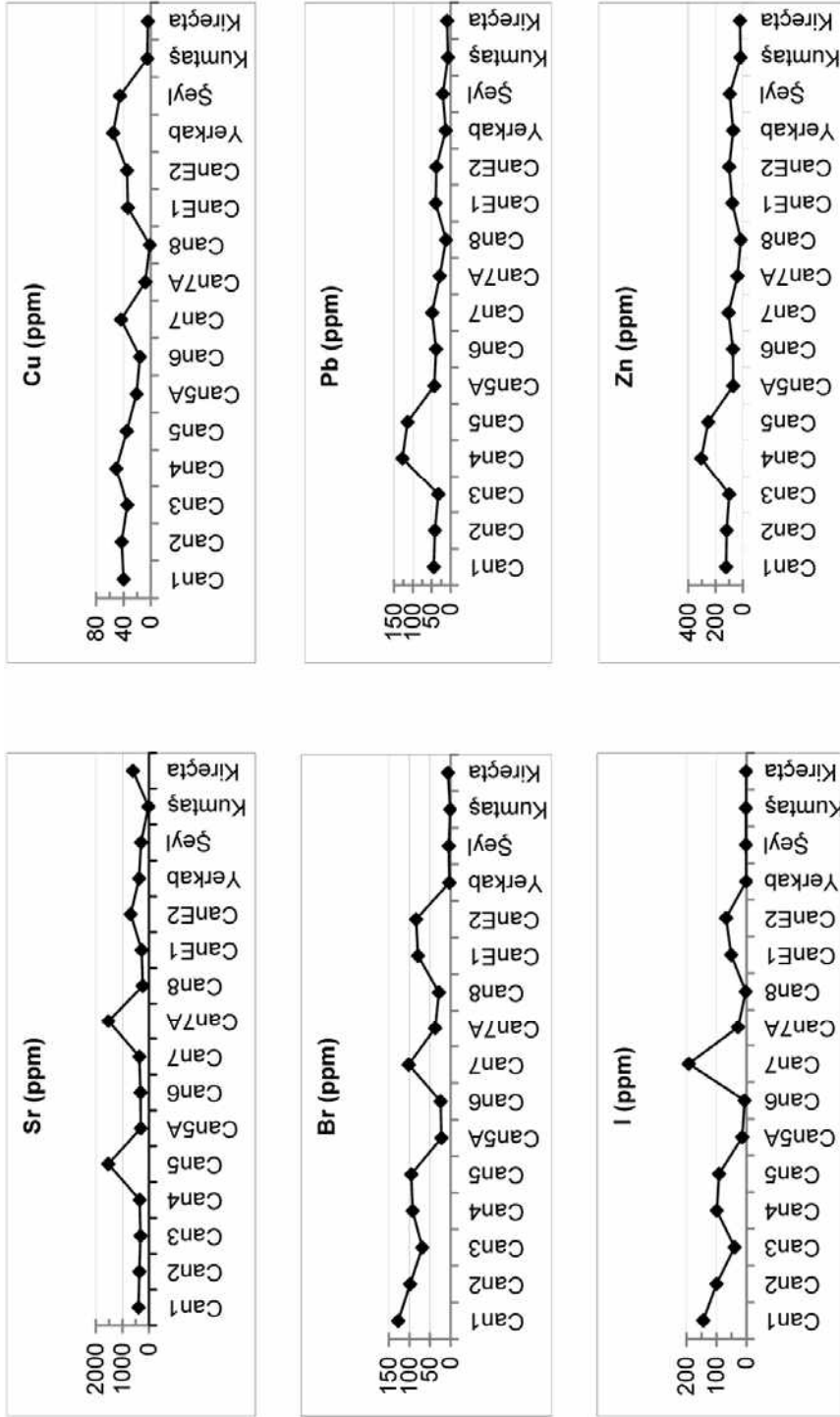
Şekil 10'un devamı.



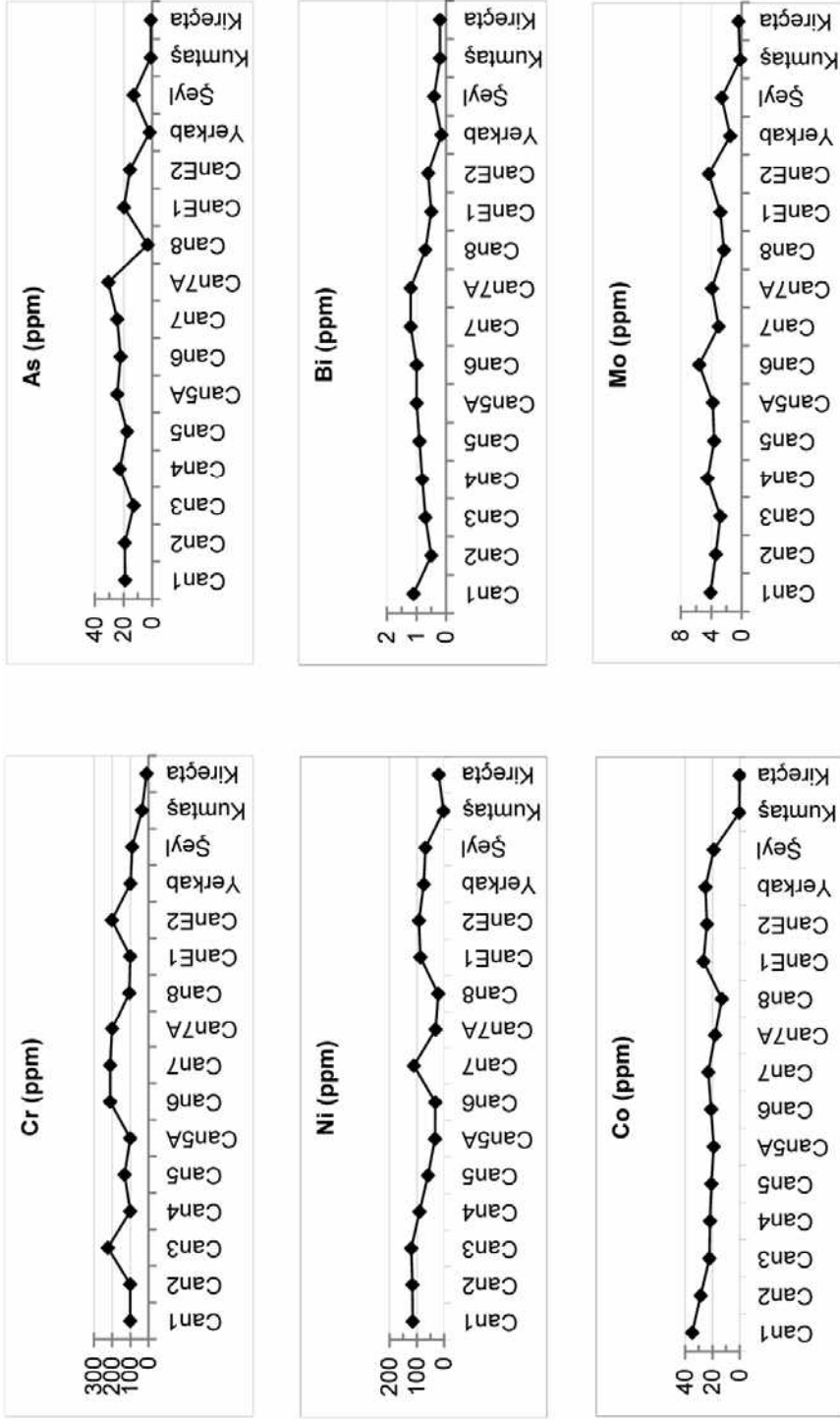
Şekil 10'un devamı.



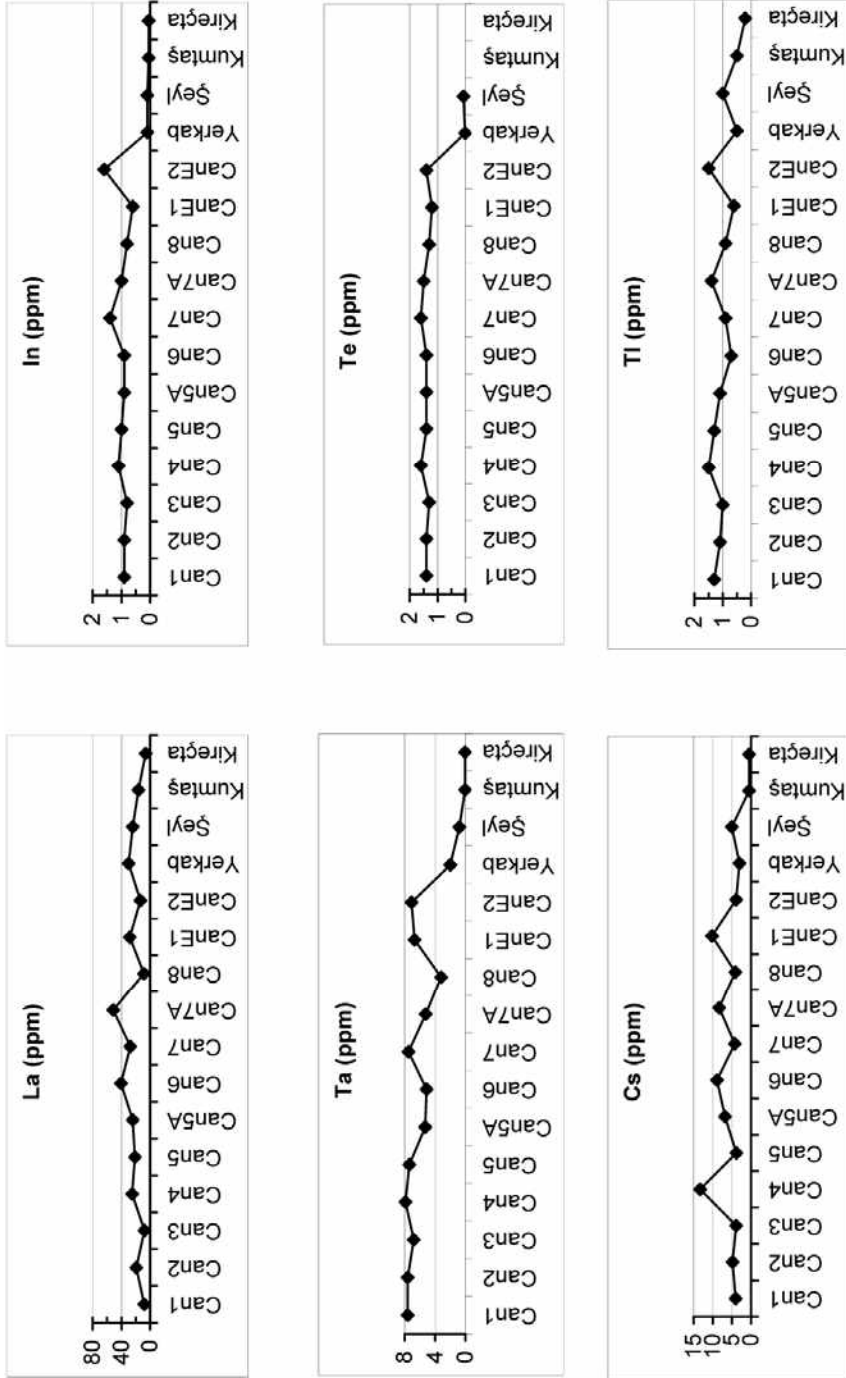
Şekil 10'un devamı.



Şekil 10'un devamı.



Şekil 10'un devamı.



Şekil 10'un devamı.

Br (100-223 ppm) ve I (3-193 ppm) miktarları genelde yerkabuğu ve çökel kayaç ortalamalarına (< 6 ppm) göre yüksektir ve bu iki elementin dağılımları birbirlerine oldukça benzemektedir. Burada yüksek Br ve I miktarlarının kaynağı tartışmalıdır. Herhangi bir antropojenik etki ya da bu iki elementce zengin bir kıyıardı jeolojik getirimi de olabilir. Nitekim, Br ve I ile Ni, Co, Cu, Mg, Ta arasında orta kuvvetli ve pozitif ($r>0.70$) bir ilişki söz konusudur.

Cr miktarları (101-223 ppm) yerkabuğunu oluşturan ortalama kayaç değerlerinin takriben iki katıdır (Çizelge 6). Örneklerden 3, 6, 7A ve E2'de Cr oldukça yüksektir (201-223 ppm; Şekil 5). Bölgede bilinen önemli bir antropojenik getirim olmadığından, Cr çoğunlukla Biga Yarımadası'nda kıyıardı mağmatik-ultramafik kayaçların ayrışma ürünü olabilir. Ni 5, 6 ve 8 no'lu istasyonlar arasında 22-58 ppm civarında ve ortalama yerkabuğu seviyesinde tesbit edilirken, diğerlerinde bu değer 121 ppm'e kadar çıkmaktadır. Ni ile birlikte Co, Cu, Y, Mg, Ti ve I pozitif ve kuvvetli ilişki ($r>0.70$) göstermekte ve çoğunlukla bir litojenik kaynağa işaret etmektedir. (Algan vd., 2004; Çağatay vd., 2006).

Cu miktarları (1-50 ppm) genelde yerkabuğu ve çökel kayaç ortalamalarına benzemekte, fakat 5A, 7A ve 8 no'lu örneklerde azalmaktadır (1-20 ppm). Özellikle Cu ile Zn, W ve Ni arasında tesbit edilen pozitif ve kuvvetli korelasyon ($r>0.70$) Biga Yarımadası kıyıardı maden yataklarının (MTA, 2000) etkilerini göstermektedir. Nisbeten yüksek Cu miktarlarının kaynağı kısmende antropojenik girimler olabilir (Algan vd., 2004; Çağatay vd., 2006).

Zn (14-252 ppm) ve Pb (12-127 ppm) miktarları çoğunlukla yerkabuğu ve çökel kayaç ortalamalarından (Zn= 16-95 ppm; Pb= 7-20 ppm) biraz yüksektir. Özellikle 4 ve 5 no'lu örneklerde bu elementler en yüksek oranlarına ulaşmaktadır (Şekil 5). Diğer taraftan, bu elementlerin miktarları genelde kuzeydoğudan güneybatıya doğru hafifçe azalmaktadır. Zn ile Pb, Ba, W arasındaki kuvvetli ve pozitif ilişkiler ($r>0.70$), bu elementlerin kısmen Biga Yarımadası maden yataklarından (Apaydın ve Erseçen, 1981; MTA, 2000) gelmiş olabileceğinin kanıtıdır. Antropojenik Zn ve Pb girimlerinin olası etkileri de (Algan vd., 2004; Çağatay vd., 2006) burada söz konusu olabilir.

As miktarları (3-30 ppm), yerkabuğu ve çökel kayaç ortalamalarına (1-13 ppm) göre biraz yüksektir. As kısmen antropojenik kısmen de sülfidli kıyıardı maden yataklarından (Apaydın ve Erseçen, 1981) taşınmış olabilir. As'nin fosil yakıt ve diğer antropojenik atıklardan Marmara Denizi'ne taşındığı Çağatay vd. (2006) tarafından da bahsedilmiştir. Çanakkale Boğazı girişindeki 7A no'lu istasyondan genelde Marmara Denizi'ne doğru azalan As miktarları kaynak ve taşınma mekanizmasındaki değişimi gösterebileceği gibi, çökel bileşimindeki farklılıklardan da gelmiş olabilir. Benzer şekilde, Bi miktarları da hem genelde yüksek (0.5-1.2 ppm), hem de As'de olduğu gibi, Ege Denizi'nden Marmara'ya doğru hafifçe azalmaktadır. Bi'un kaynağı kısmen sülfidli maden yataklarına bağlanabilir. Mo oranları (2.3-5.6 ppm) yerkabuğu ve çökel kayaç ortalamalarından biraz fazladır, As ve Bi gibi sülfidli maden yataklarından gelmiş olabilir.

V (38-98 ppm) oranları hem nisbeten düşük, hem de boğaz boyunca çok az değişim göstermektedir. En yüksek V değeri Marmara girişindeki E2 no'lu istasyonda belirlenmiş olup, burada kıyıardı maden yatakları ve bazaltik kayaç ayrışma ürünleri ile antropojenik etkiler söz konusu olabilir. V ile Al, K ve Ti arasındaki pozitif ve kuvvetli ilişki ($r>0.70$) ise, litojenik kaynak katkısını ortaya koyabilir. Boğaz boyunca fazla değişim sergilemeyen Y miktarları (11-20 ppm) genelde çökel kayaç ortalamaları ile uyum içindedir. W miktarları (3.6-7.3 ppm) genelde hem nisbeten yüksek olup, hem de Marmara'dan Ege'ye doğru azalma göstermektedir. Diğer taraftan, W ve Cu, Pb, Zn gibi elementler arasında bulunan kuvvetli ve pozitif ilişki ($r>0.70$) bu elementin kıyıardı maden yatakları ve granitik kayaçlar (Apaydın ve Erseçen, 1981; Çağatay vd., 2006) ile olası ilişkisini göstermektedir.

U miktarları (4-11 ppm) ortalama çökel kayaçların değerlerinden (1-4 ppm) nisbeten fazladır ve Ege çıkışında (istasyon 7A; 11.6 ppm) tesbit edilen yüksek değer, kısmen Biga Yarımadası kayaçlarından kaynaklandığı düşünülebilir. Özellikle granit ve gnaysların ayrışma ürünleri de boğaza U katkısında bulunmuş olabilir (Çağatay vd., 2006). Genelde nisbeten yüksek Hf miktarları da (2.9-8.4 ppm) kıyıardı kaynak kayaç minerallerine bağlanabilir. Th miktarları (5-13 ppm) 5 ve 8 no'lu örneklerde biraz daha az olsa da, genelde şeyl ortalamasına benzemekte ve boğaz boyunca nisbeten az değişken görülmektedir. Ce oranları (11-92 ppm) bölgesel çok değişim gösterse de değerler genelde çökel kayaç ortalamalarına oldukça benzemektedir.

Zr oranları (154-284 ppm) 5 ve 7A örneklerindeki nisbeten düşük değerler hariç, boğaz boyunca oldukça benzer ve çökel kayaç ortalamasına yakındır. Rb, Nb, Sb, Ga ve Se miktarları boğaz boyunca hem fazla değişmemekte ve hem de oldukça çökel kayaç ortalamasına benzemektedir. Sn derişimleri (1-7 ppm) genelde çökel kayaç ortalaması ile uyum sağlamasına rağmen, 4 no'lu örnekte tesbit edilen en yüksek değer in kaynağı antropojenik girdiden de olabilir. Gelibolu açıklarında antropojenik kökenli Sn girimleri Çağatay vd. (2006) tarafından da belirtilmiştir.

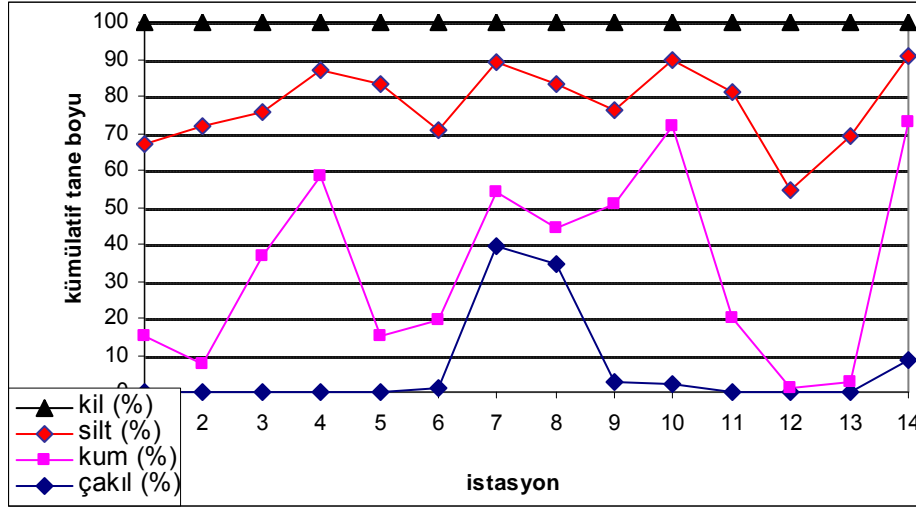
La derişimleri 1 no'lu istasyondan (8 ppm) 7A'ya (51 ppm) doğru artmakta ve buradan E2'ye doğru azalmaktadır (13 ppm). Yerkabuğu kayaçlarında ortalama 30 ppm'i geçmeyen La miktarları boğazda ve özellikle de 6, 7 ve 7A'da biraz daha fazladır. Bu, kısmen kıyıardı jeolojik yapısından ve özellikle de granitik kaynak kayaçlarla (MTA, 2000) izah edilebilir. Marmara ve Ege'ye doğru bu element oranlarındaki azalma, kaynağın değinilen istasyonlara daha yakın olduğu izlenimini vermektedir. La ile As ilişkisi pozitif ve kuvvetlidir ($r>0.70$).

Ta miktarları (3-8 ppm) genelde yüksek olup, özellikle 7, E1 ve E2 örneklerinde en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu boğazın güney yani Ege kısmından nisbeten fazla bir Ta girimini sergilemektedir. Ta ile Mg, Ni, Co, Cu ve W arasında pozitif ve kuvvetli ilişki ($r>0.70$) mevcuttur. Bu durum kıyıardı jeolojik kaynakların etkisini göstermektedir. Ge derişimleri çoğunlukla ortalama yerkabuğu ve çökel kayaçlar seviyesinde (0.4-1.7 ppm) olup, yüksek değerleri 3 ve 5 no'lu örneklerde sergilemektedir.

Cd içeriği (0.5-3.2 ppm) ortalama çökel kayaç bileşiminden (0.1-0.5 ppm) daha fazladır. Yüksek Cd değerlerine 4 (3.2 ppm) ve 7 (3.8 ppm) no'lu örneklerde rastlanılmıştır. Kıyıardı jeolojik kaynaklar ve olası antropojenik etki de Cd değerlerinin yüksek olmasını tetikleyebilir. (Çağatay vd., 2006). Benzer şekilde, In (6.6-1.6 ppm), Te (1.2-1.6 ppm) ve Tl (0.6-1.5 ppm) miktarları da yer kabuğu ve çökel kayaç ortalamasından yüksektir. Bu elementlerin en yüksek oranlarına E2 no'lu Ege istasyonunda rastlanılmıştır. Cs miktarları (4-13 ppm) çoğu örnekte ortalama çökel kayaç seviyesinde olmakla birlikte, 4 (13 ppm), 6 (8.9 ppm), 7A (8.3 ppm) ve E1 (10.2 ppm) no'lu örneklerde yüksek seviyelere ulaşmaktadır. Kıyıardı jeolojik kaynak ve belki de biraz antropojenik etkiler söz

konusu olabilir. Cs ile Sn, Te ile Cd ve Sb arasındaki pozitif ve kuvvetli ilişkiler ($r > 0.70$) Biga Yarımadası maden-mineral yataklarına (MTA, 2000) işaret edebilir.

Geçmiş yıllarda Çanakkale Boğazı'ndan alınan 14 yüzey çökel örneğinde yapılan tane boyu analizi sonucunda F7 ve F8 no'lu istasyonlarda en yüksek çakıl tane boyu (Şekil 11); F4, F10, ve F14 no'lu istasyonlarda kum tane boyu bulunmuştur. Çanakkale Boğazı örneklerinde en yüksek tane boyu ortalaması silt olup (% 44), en yüksek % 68 ile istasyon F5 te hesaplanmıştır. Şekil 11 de görüldüğü üzere kil tane boyu en fazla F12 no'lu çökelde bulunmuştur.



Şekil 11. Çanakkale Boğazı çökellerinde kümülatif tane boyu dağılımı

Figure 11. Distribution of cumulative grain size in Dardanelles sediments.

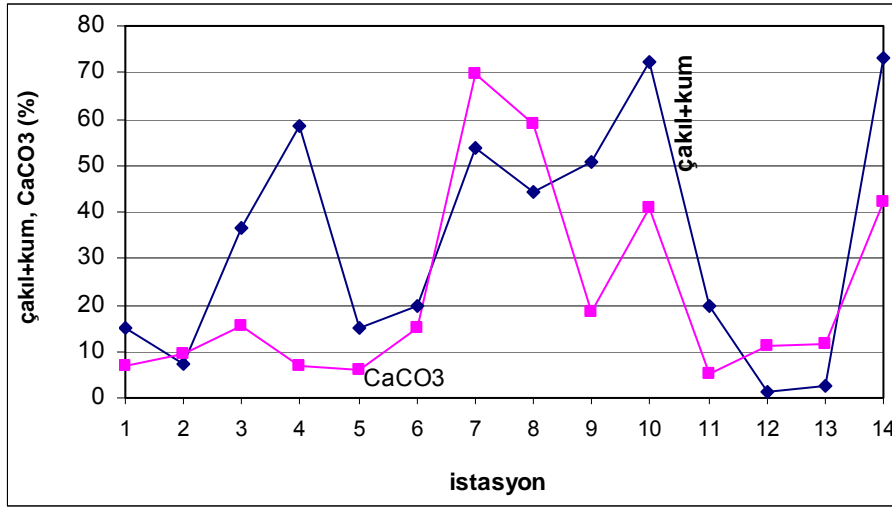
Karbonat mineralleri çökellerin esas bileşenleridir. Bu mineraller daha çok aragonit, kalsit ve yüksek magnezyum kalsit minerallerinin oluşturduğu kavkı ve çimento

malzemesinden oluşur. Ortalama karbonat değeri % 23, olmasına rağmen F7 ve F8 no'lu çökellerde (ki bunlar en yüksek çakıl tane boyuna sahip) karbonat % 70 ve % 60 tır (Şekil

12). Ancak, en yüksek kum boyuna sahip çökelerde (F4, F10 ve F14) aynı yüksek değerlere ulaşmamaktadır. Özellikle F4 de düşük karbonat değeri kaba tane boyunun terrijenik olduğunu göstermektedir.

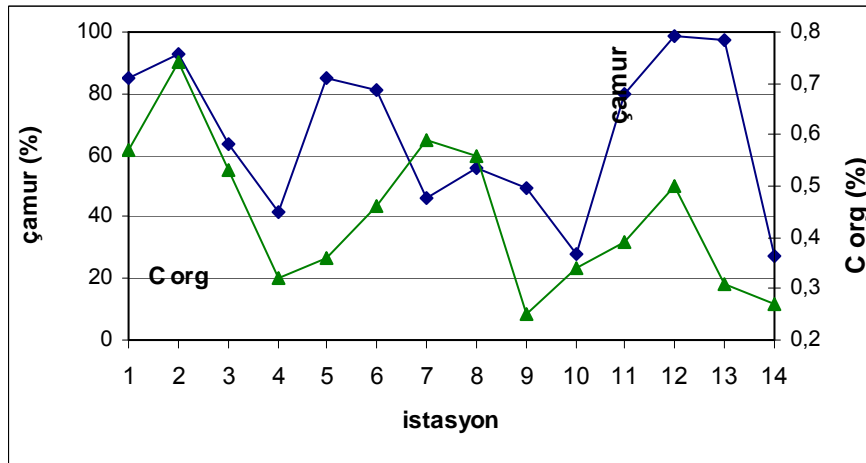
Çanakale Boğazı yüzey çökellerinde ölçülen organik karbon ortalaması % 0.44, değişim aralığı % 0.25 (F9)-% 0.74 (F2) ile düşük organik karbonu dolayısıyla oksijenin ve

akıntının yüksek olduğu ortamı ifade etmektedir (Şekil 13). Organik karbon ince tane boyu karşılaştırmasında (Şekil 13) tüm örnekler içinde F7 ve F8 no'lu çökeller oranlamada diğerlerinden farklı olarak çoklukta yer değiştirmiştir. Bu da, organik birikimin (beraberindeki yaşamın) bu örnekleme noktalarında daha fazla olduğunu göstermektedir.



Şekil 12. Çanakale Boğazı çökellerinde toplam karbonat ile kaba tane boyunun karşılaştırılması

Figure 12. Comparison of total carbonate and coarse grain size in Dardanelles sediments.

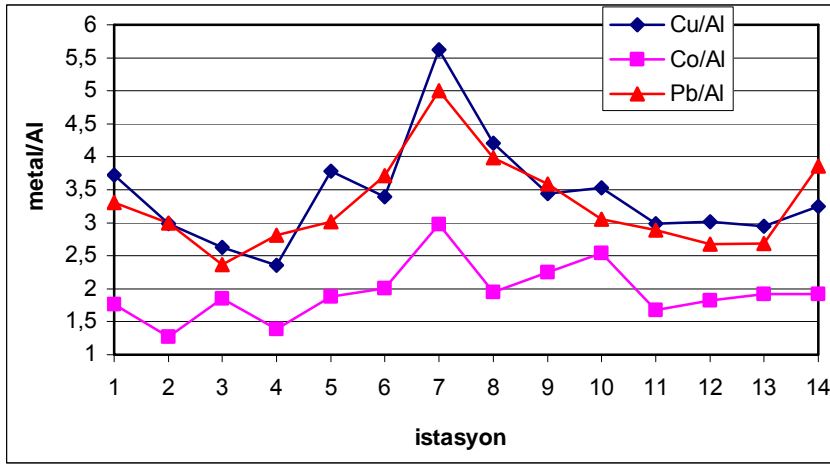


Şekil 13. Çamur ile organik karbon karşılaştırması.

Figure 13. Comparison of mud and organic carbon

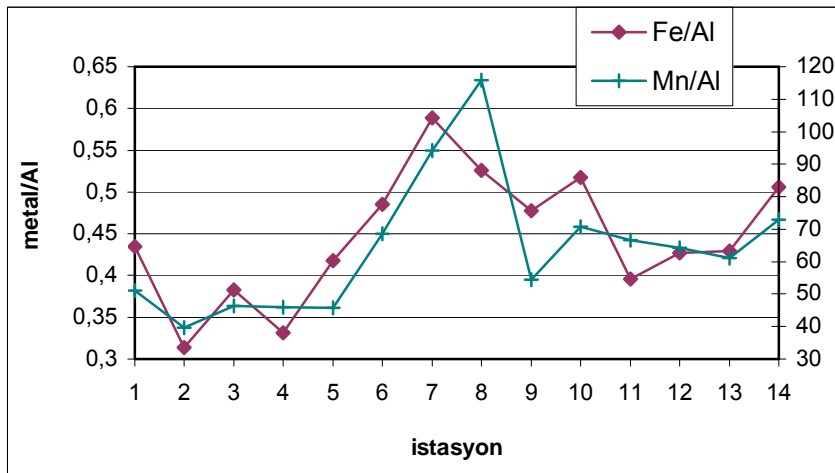
Çanakkale Boğazı'nda 14 yüzey çökel örneğinde çalışılan metallerin minimum-maksimum ve ortalama değerleri ile yakın deniz çökellerinin metal aralıkları Çizelge 7'de yer almaktadır. Çanakkale Boğazı çökellerinde tane boyu dağılımının çok değişken olması dikkate alınarak ağır metal verileri Al ile oranlanarak kullanılmıştır. Buna göre Şekil 14, 15 ve 16 da görüldüğü gibi Pb, Cu, Fe ve Mn F7 ile F8 no'lu

çökellerde en yüksek düzeydedir. Daha az olarak Co da benzer özellik sunarken, Cr, Ni ve Zn tüm örneklerde az salımlı benzer dağılım göstermektedir. Şekil 14'teki Cu ve Pb nin, Şekil 15'teki Fe ve Mn nin F7 ve F8, daha sonra da F6 ve F9 no'lu çökellerdeki benzer pikler göstermesi, diğer metallerle (Ni, Cr, Zn) farklı kaynaktan beslendiklerinin göstergesi olarak düşünülebilir.



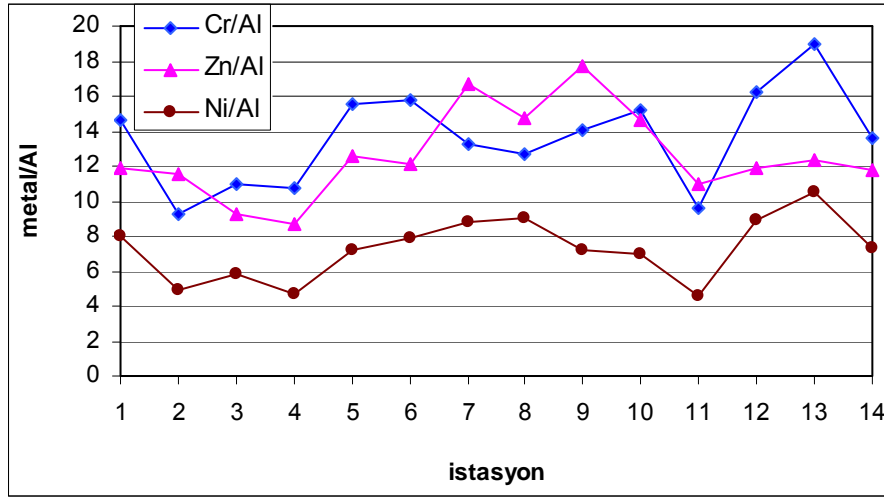
Şekil 14. Çanakkale Boğazı çökellerinde Cu/Al, Co/Al, Pb/Al grafikleri.

Figure 14. Cu/Al, Co/Al and Pb/Al graphics obtained from çökels of the Dardanelles sediments.



Şekil 15. Çanakkale Boğazı çökellerinde Fe/Al, Mn/Al grafikleri.

Figure 15. Fe/Al and Mn/Al graphics obtained from Dardanelles sediments.



Şekil 16. Çanakkale Boğazı çökellerinde Cr/Al, Zn/Al, Ni/Al grafikleri.

Figure 16. Cr/Al, Zn/Al and Ni/Al graphics obtained from Dardanelles sediments.

Çanakkale Boğazı dolayında ve Biga Yarımadası'nda yer alan Intra-Pontid ve Karakaya karmaşıkları'na ait mafik-ultramafik kayaların dere-çay taşınımları ile bu bölgelerde konsantrasyonu yükseltmesi olasıdır. Ercan ve Gedik (1983)'e göre Biga Yarımadası'nda Eosen volkanitleri dasitik lavlardan oluşmakta ve kireçtaşıyla dokanak zonlarında Pb-Zn-Cu cevherleşmesi içermektedir. Bu cevherleşmelerin aşınım ürünleri Çanakkale Boğazı çökellerinde yüksek Pb, Zn ve Cu değerlerine katkıda bulunması da bir olasılıktır. Karakaya ve Intra-Pontid karmaşıkları'na ait mafik-ultramafik kayalardan akarsular ile taşınan Co muhtemelen Cr'un da kaynağını oluşturmaktadır.

Yine boğazda çalışılan 14 istasyondan 8 inde Pb değerleri ortalama şeyl (20 ppm; Krauskopf, 1985) değerinin üstünde, 5 tanesinde de Zn değerleri ortalama şeyl (90 ppm) değerinin üstündedir. Türkiye'nin önemli maden yataklarını gösteren Jeoloji Mühendisleri Odası (JMO, 1997)'nin haritasında Biga Yarımadası'nda

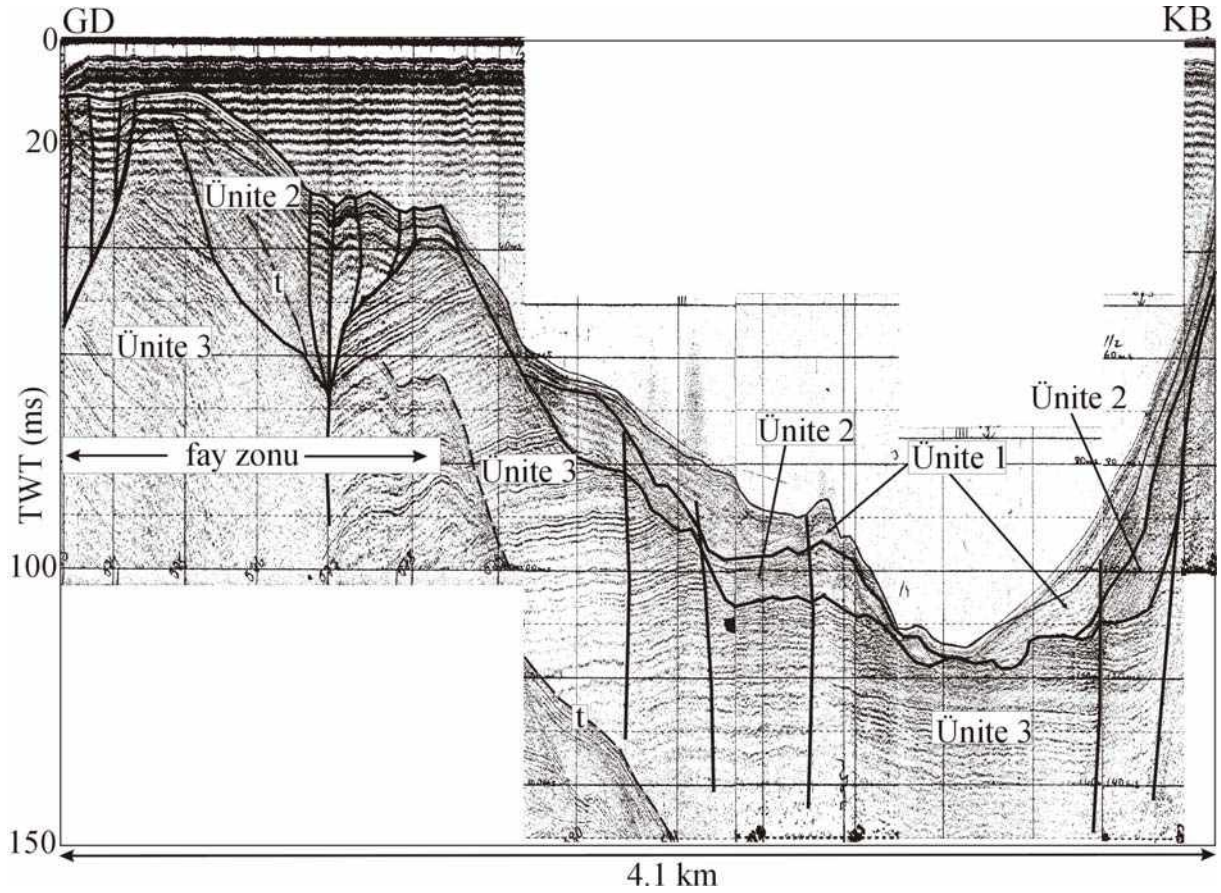
zengin Pb-Zn yatakları bulunmaktadır. Çökel ortamda kurşun ince taneli ve organik malzemeye adsorbe olup, hemen çökme eğilimi göstermektedir. Organik madde tarafından adsorblanan metal karbon zincirine, karbon atomuna bağlanarak girebilir. Oluşan bileşik, metallo-organik bileşiktir (Krauskopf, 1985).

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Çanakkale Boğazı'nın Marmara Denizi çıkışı ile Umurbey arasında, boğaza yaklaşık paralel olarak uzanan ve benzer özelliklere sahip bir fayın varlığı sismik ve batimetrik verilerden yararlanılarak belirlenmiştir (Gökaşan vd., 2008). Gökaşan vd. (2008), sismik kesitler üzerinde yaptıkları yorumlama sonucunda Çanakkale Boğazı çökellerinin üç ayrı üiteden oluştuğunu belirtmişlerdir. Yazarlar, bu üitelerden en altta yer alanının (ünite 3) karada, boğaz kıyıları boyunca yaygınca yüzeylenen Üst Miyosen yaşlı birimlerin denizaltındaki devamı olduğu sonucuna varmışlardır (Şekil 17, 18). Çanakkale Boğazı'nın da içerisinde geliştiği belirtilen

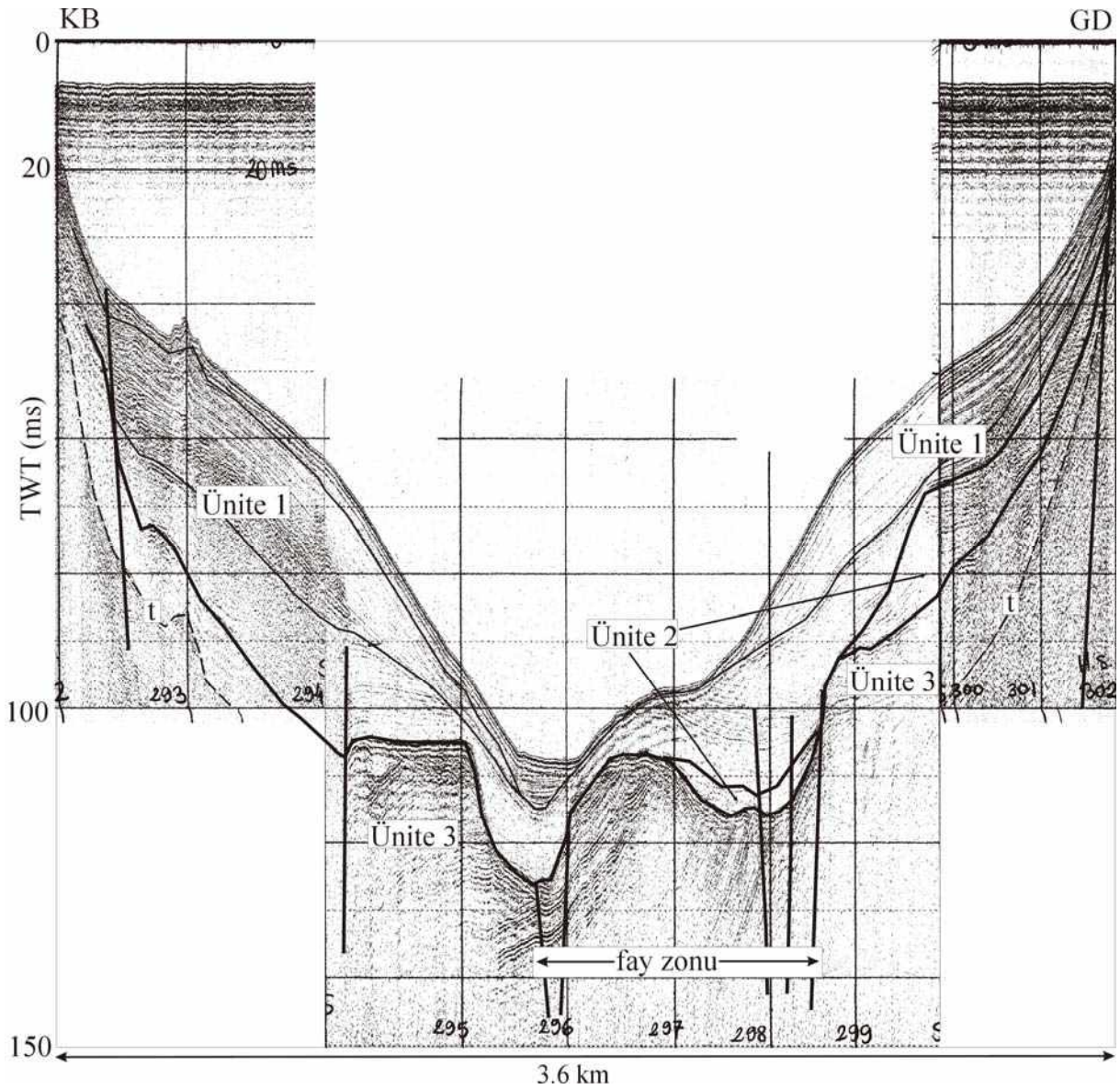
(Gökaşan vd., 2008) ünite 3'ün üzerinde yer alan çökeller ise (ünite 1 ve 2), boğaz oluşumunu izleyen dönemlerde istiflenmiş olan akarsu delta

çökelleri ve güncel denizel çökeller olarak tanımlanmıştır (Şekil 17, 18; Gökaşan vd., 2008).



Şekil 17.Çanakkale Boğazı'nda Nara Burnu kuzeyinde izlenen fay. Kesitte yer alan üniteler metinde açıklanmıştır (Gökaşan vd., 2008'den değiştirilerek alınmıştır, t=Tekrarlı yansıma, yerbulduru için Şekil 2'ye bakınız).

Figure 17.The fault observed North of the Nara Cape in the Strait of Çanakkale. Units on the profiles are explained in the text (modified from Gökaşan et al., 2008, t=Multiple, see Fig. 2 for location).



Şekil 18. Çanakkale Boğazı Marmara Denizi çıkışı ile Umurbey arasında boğaz boyunca izlenen fay. Kesitte yer alan üniteler metinde açıklanmıştır (Gökaşan vd., 2008'den değiştirilerek alınmıştır, t=Tekrarlı yansıma, yerbulduru için Şekil 2'ye bakınız).

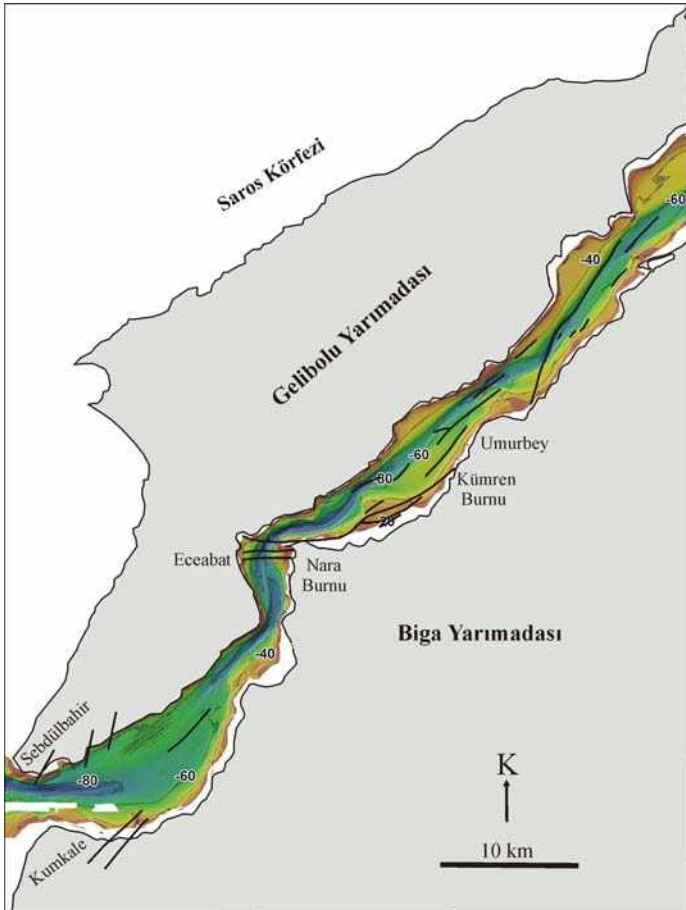
Figure 18. The fault observed along the Strait of Çanakkale between Umurbey and Marmara Sea exit of the strait. Units on the profiles are explained in the text (modified from Gökaşan et al., 2008, t=Multiple, see Fig. 2 for location).

Yazarlar ayrıca, boğazdaki tüm birimler ile yer yer deniz tabanını da etkileyen bazı fayların varlığını gözlemişlerdir (Şekil 19; Gökaşan vd., 2008). Bu faylardan en önemlisi Nara Burnu'nun kuzeydoğusunda yaklaşık Biga Yarımadası kıyısına paralel olarak uzanmaktadır.

Söz konusu fay sismik kesitlerde, kuzeyde Kümren Burnu açıklarından itibaren izlenmeye başlar ve güneyde Nara Burnu'nu kuzeyden sınırladıktan sonra, Çanakkale Boğazı'nın K-G uzanımlı bölümünü keserek Eceabat boyunca Gelibolu Yarımadası'na doğru uzanır (Şekil 17;

Gökaşan vd., 2008). Söz konusu fay, kabaca tabaka yüzeyleri olarak kabul edilebilecek olan yansıma yüzeylerinin eğim değerleri üzerinde önemli derecelerde değişimler yaratmakta ve etkisi deniz tabanına kadar izlenebilmektedir (Şekil 17). Sismik kesitler üzerinde oluşturduğu çiçek yapısından dolayı söz konusu fayın bir doğrultu atımlı fay olduğu sonucuna varılmıştır (Gökaşan vd., 2008). Fayın, Biga Yarımadası boyunca Nara Burnu kıyılarına paralel olarak uzanması, burnun ve dolayısıyla Nara Geçişi'nin, sahip olduğu zig-zag şekillenmenin bu fay tarafından kontrol ediliyor olabileceğini işaret eder. Kesit üzerinde boğaz kanalı içerisinde bazı ikincil faylara da rastlanılmıştır. Boğazın Marmara Denizi çıkışı ile Umurbey arasında, boğaza yaklaşık paralel olarak uzanan ve benzer

özelliklere sahip bir başka fayın varlığı da yine sismik ve batimetrik verilerden yararlanılarak belirlenmiştir (Şekil 18; Gökaşan vd., 2008). Sismik kesitler üzerinde izlenen yansıma yüzeylerinin eğim değerlerinde yaratmış olduğu ani değişimler söz konusu fayın varlığını ortaya koyar (Şekil 18). Bu fayın da, yaratmış olduğu deformasyon dikkate alındığında, doğrultu atımlı bir fay olması gerektiği sonucunda varılmıştır. Nara Burnu'nu etkileyen fayın aksine, bu alanda yer alan fayın ağırlıklı olarak boğazın orta eksenini izlediği gözlenir. Söz konusu fay güneyde karaya doğru devam ederek Biga Yarımadası üzerinde yer alan Umurbey Deresi'ni keserken, fayın kuzeydeki devamı, muhtemelen Marmara Denizi içerisine doğru olmalıdır.



Şekil 19. Çanakkale Boğazı içerisinde gözlenen faylar (Gökaşan vd., 2008'den değiştirilerek alınmıştır).

Figure 19. Faults observed along the Strait of Çanakkale (modified from Gökaşan et al 2008)

Boğazın Ege Denizi çıkışında da, kuzeydeki benzerlikleri kadar sismik kesitler üzerinde belirgin bir şekilde gözlenmiyor olsa da, Gelibolu ve Biga yarımadaları üzerinde yer alan Kumkale ve Kilitbahir kıyılarındaki ötelemeler de dikkate alınarak bazı KD-GB uzanımlı fayların varlığı da olasılıklı olarak göz önünde bulundurulmaktadır (Şekil 19).

Çanakkale Boğazı çökel dağılımı İstanbul Boğazı'nda olduğu gibi, iki tabakalı akıntı sistemine bağlı olarak gelişmiştir/gelişmektedir. Boğazın morfolojik yapısı ve batimetrisi boğaz boyunca çökel dağılımını önemli ölçüde etkilemiştir. Yüksek enerjiye sahip olan boğazın dar kesimlerinde, özellikle -50 m de takip edilen kanal boyunca, genellikle iri taneli kırıntılılar depolanabilmiştir. Akıntı hızının yüksek olduğu bu alanlarda tabandaki çökel kalınlığı diğer kesimlere göre incedir. Ancak, boğazın genişlediği ve akıntı hızının düştüğü alanlar ile boğazın her iki yakasında yer alan küçük koylarda kohezyonlu ince taneli çökel birikimi söz konusu olup, burada yer yer birkaç on metreyi bulan kavkı içeren, kumlu çamur ve çamur birikimi mümkün olmakta ve bu alanlarda akıntı hızı azdır. Ayrıca, kuzeyden güneye doğru olan üst akıntının tersine bu alanda ters akıntılar da mevcut olduğundan ince taneli çökeller için uygun depolanma imkanı oluşmaktadır.

Çalışılan alan 73 cins ve 118 tür gibi zengin bir foraminifer topluluğuna sahiptir. Çanakkale Boğazı'nın kuzey ve güneyinde kalan alanlar ile karşılaştırıldığında: Kuzey Marmara Denizi'nde yapılan çalışmalarda 112 tür (Meriç vd., 1996 ve 1998; Avşar, 2008), Güney Marmara Denizi Kapıdağ Yarımadası çevresi ve Gemlik Körfezi'nde 115 tür (Aksu, 2005; Meriç

vd., 2005; Avşar vd., 2006), Gökçeada-Bozcada-Çanakkale Üçgeni'nde 160 tür (Avşar, 2002), Saros Körfezi'nde 163 tür (Meriç vd., 2004 b), Saros Körfezi Harmantaşı Mevkii'nde 102 tür (Meriç vd., 2002 c), Gökçeada çevresinde 104 tür (Meriç ve Avşar, 2001), Bozcaada çevresinde 58 tür (Meriç vd., 2002 a), Edremit Körfezi'nde 97 tür (Meriç vd. 2003 a) ve Ayvalık çevresinde 72 türün varlığı gözlenmiştir (Meriç vd., 2008 a ve b). Bu verilere göre Kuzeydoğu Ege Denizi ve Marmara Denizi'nin kuzey ve güney alanlarına karşın Çanakkale Boğazı güncel dip çökellerinin oldukça zengin denilebilecek bir foraminifer faunasına sahip olduğu ve dolayısı ile sıcak ve tuzlu Akdeniz sularının boğazda etken özellik taşıdığı ortaya çıkmaktadır (Sakinç, 2000; Meriç vd., 2004 a). Yine çalışılan örneklerden 5, 7A ve E2'de bentik foraminifer kavkılarının iri ve bazılarının renkli olması açısından dikkat çekici bir özellik taşımaktadır. Ege Denizi'nin çeşitli noktalarında olduğu gibi (Çağlar, 1947; Başkan ve Canik, 1983; Meriç, 1986; Thierman vd., 1997; Varnavas vd., 1999; Avşar ve Meriç, 2001; Meriç vd., 2002 a ve b; 2003 a, b ve c; Meriç vd., 2004 b; Yalçın vd., 2004; Santorini Adası batısı, Meriç kişisel gözlem, 23.05.2007) Çanakkale Boğazı'nda da var olan fay/faylara bağlı gelişmiş normal veya termal kaynakların varlığı, kaynak sularının CaCO₃, CaSO₄ ve ağır metal açısından zengin olduğunu düşündürmektedir.

Bir diğer özellik ise belirlenen foraminifer topluluğu arasında gözlenmiş olan *Cushmanina striatopunctata* (Parker ve Jones)'nın varlığıdır. Kuzey Atlantik'de bulunmuş olan bu türün (Parker ve Jones, 1865) Akdeniz'de bulunduğu dair bir yayına rastlanılmamıştır. Adı geçen foraminiferin Cebelitarık Boğazı'nı geçerek bu alana ulaşmış olduğu düşünülürse de, farklı türlerinin

Kızıldeniz'deki varlığı bu türün Süveyş Kanalı ile Akdeniz ve Ege Denizi'ne ulaşmış olabileceği fikrini vermektedir. Bunun dışında Kızıldeniz kökenli *Fissurina* sp. A'nın varlığı da (Hottinger vd., 1993) bu düşünceye destek vermektedir.

Ostrakod topluluğu dikkate alındığında çalışılan örneklerden 1, 2, 3, 4, 7 ve E1'de kavkılarının ince ve küçük boyutta, 5, 7A ve E2 örneklerinde ise büyük boyutta olması dikkat çekici bir durum yaratmaktadır. Bu çalışmada bulunan ostrakodlar, kavkı morfolojisi, derinlik ve taban yapısı ilişkisi açısından Van Morkhoven, 1963 ve Breman, 1975'in yaptığı çalışmalarla karşılaştırıldığında; Trachyleberidinae alt familyasına ait *Semicytherura*, *Callistocythere* ve *Aurila* cinsleri kıyı alanında çalkantılı ortamın, *Pterigocythereis*, *Cytheropteron*, *Bythocythere*, *Cytheridea* gibi cinsler ise çamurlu zeminlerin varlığını; kavkıları düz ve süssüz olan *Paradoxostoma*, *Xestoleberis* ve *Pontocypris*'ler ise deniz diplerindeki bitki topluluklarının bulunduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada bazı örneklerde saptanan *Bairdoppilata* (B.) *supradentata* (Terquem)'in genellikle 70 m'den daha derin ortamlarda, *Neonesidea* cinsinin CaCO₃'ün bol bulunduğu ortamlarda ve 20-60 m arası derinliklerde bol olarak bulunduğu ve *Aurila convexa* Baird'in ise çoğunlukla 5-140 m (optimum olarak 20-40 m) arasındaki derinliklerde ve kumlu zeminlerde yaygın olduğu bilinmektedir (Breman, 1975). *Aurila convexa*, özellikle 7A no'lu örnekte bol olarak bulunmaktadır. Açıklanan bu verilerin ışığı altında ostrakod cins ve türlerinin sığ denizel ortam (Van Morkhoven, 1963 ve Breman, 1975) için karakteristik oldukları söylenebilir.

Mollusk topluluğu olarak pelesipodlar'dan 13 cins ve 12 tür; gastropodlar'dan da 11 cins ve 16 tür gözlenmiştir. Bunlar tipik olarak Akdeniz kökenli olup, Marmara Denizi topluluğuna da benzerlik sunmaktadır.

Çalışılan örneklerden üçündeki bentik foraminifer kavkılarının iri ve bazılarının renkli olması, boğazda var olan fay/faylara bağlı gelişmiş normal veya termal kaynakların varlığını ve kaynak sularının CaCO₃ ile ağır metal açısından zengin olduğunu düşündürmektedir. Bunun dışında, İstanbul Boğazi ile Çanakkale Boğazi bentik foraminifer ve ostrakod toplulukları karşılaştırıldığında İstanbul Boğazi güncel çökellerinde gözlenen gerek foraminifer, gerekse ostrakod cins ve tür sayısı ile bunlara ait birey sayısının Çanakkale Boğazi topluluklarına göre çok az sayıda olduğu ortaya çıkmaktadır (Sakinç, 1998; Meriç vd., 2000 ve 2001; Kerey vd., 2004). Bu durum, Akdeniz suyu kalınlığı (Eryılmaz vd., 2001) ve dolayısı ile etkisinin Çanakkale Boğazi'nda daha fazla olduğunu belirgin bir şekilde kanıtlamaktadır. Belirlenen türlerin bazılarında gözlenen renklenme, irilik ve morfolojik bozukluklar ile Çanakkale Boğazi içerisinde gözlenen fayların mevkileri arasında da doğrusal bir ilişki belirlenmiştir. Aynı bölgede bulunan F5 ve F7 örneklerinde rastlanan jipsler ile E2, 5 ve 7A örneklerinin alınmış olduğu alanlardaki faylar (Şekil 19) termal oluşumların varlığını desteklemektedir (Meriç ve Suner, 1995; Suner ve Meriç 2001; Meriç vd., 2008 a ve b).

Elde edilebilir geçmiş verilere göre, Çanakkale Boğazi yüzey çökellerinde tesbit edilen Fe, Ba, Sr, Br, I, Cr, Ni, Co, Pb, Zn, As, Bi, Mo, U, Hf, Ce, La, Ta, Cd, In, Te, Cs ve Tl

miktarları yer kabuğu ve çökel kayaçların ortalama bileşimlerine göre nisbeten yüksektir. Bu elementler, çoğunlukla kıyıardını oluşturan Biga Yarımadası maden ve mineral yatakları ile magmatik kayaçlarından gelmektedir (Apaydın ve Erseçen, 1981; MTA, 2000). Bodur ve Ergin (1994), Balkıs ve Çağatay (2001), Sarı ve Çağatay (2001), Algan vd. (2004), Çağatay vd. (2006) boğaz ve yakın çevresine ait çalışmalarında benzeri yorumlara varmışlardır. Biga Yarımadası'nın boğazda çökelen çökellere önemli katkısı kil mineral çalışmalarından da (Bayhan vd., 2001) anlaşılmaktadır.

Boğaz boyunca çökelerde değişen element miktarları kısmen, çökeli oluşturan farklı tane boyu, litojenik ve biyojenik kökenli malzemelerin değişen oranlarından kaynaklanmaktadır. Boğaz boyunca çökelerde değişen tane boyunun boğazın morfoloji, hidrografi ve akıntı sisteminden kaynaklandığı daha öncede belirtilmiştir (Ergin vd., 1991; Ergin ve Bodur, 1999). Diğer taraftan, boğaza çökel taşıyan ve farklı coğrafi konumdaki akarsu ve kolları ile, boğazdaki değişken akıntı sistemi, elementlerin çökelerde değişen miktarlarda olmasına da katkıda bulunmaktadır. Bunun sonucu olarak da, Çanakkale Boğazı yüzey çökel örnekleri, içerdikleri nisbeten yüksek element miktarına göre 3 gruba ayrılabilir:

1. Grup: Kuzey bölgeler (Marmara Denizi çıkışı); 1, Fe; 2, Fe; E2, Tl, In, Ga, Ta, Br, Cr, Co, W, Hf.

2. Grup: Orta bölgeler; 3, Ge, Ce; 4, Pb, Zn, Ta, Tl, Cs, Ba, Hf, Sn; 5, Pb, Zn, Ta, Ba, W; 5A, Ge.

3. Grup: Güney bölgeler (Ege Denizi çıkışı); E1, Cs, Ga, Ta, Br, Co; 7, Ga, Ta, Br, I, Cr, Ni, Cu, Bi; 7A; Tl, La, Cr, As, Bi, U, Ce.

Antropojenik kaynak ve getirimlerle ilgili ayrıntılı veri olmadığından, bu süreçlerin bazı element miktarlarındaki artış üzerindeki katkıları burada fazla tartışılmamıştır. Bununla beraber Pb, Zn, Cu gibi elementlerin farklı antropojenik süreçlerle boğaza taşınmış olabileceği önceki benzer çalışmalarda da (Bodur ve Ergin, 1994; Balkıs ve Çağatay, 2001; Sarı ve Çağatay, 2001; Algan vd., 2004; Çağatay vd., 2006) belirtilmiştir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmada kullanılan 12 yüzey yüzey numune örneği TÜBİTAK-ÇAYDAG-104Y024 No'lu proje çerçevesinde toplanmıştır. Yazarlar, incelenen örneklerin temini konusundaki katkıları için DKK Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı'na, S.E.M. (Jeol JSM-5600) fotoğraflarının çekimi için gerekli imkanı sağlayan ASSAN A.Ş. Ar-Ge Müdürü Murat DÜNDAR ile fotoğrafları çeken Teknisyen Hüsnü ÖZTÜRK'e ve jeokimyasal analizleri gerçekleştiren Doç. Dr. Yusuf Kaan Kadioğlu (AÜ)'na teşekkürlerini sunarlar. Yine, yapıcı eleştirileri için Yrd. Doç. Dr. Sevinç KAPAN-YEŞİLYURT (ÇÖMÜ) ile admin açıklanmasını istemeyen meslekdaş'a ayrıca teşekkür ederler.

EXTENDED SUMMARY

26 sediment samples from Dardanelles were studied. 12 of which were collected in summer 2007 and 14 of them have been previously collected. The depths of the stations vary between 25.00-83.00 m. A very rich foraminifer and ostracod assemblages were observed in 8 of the stations, two of which also found to include a

rich mollusc fauna. Foraminifer assemblages were represented with 73 genera and 118 species, where as 36 genera and 41 species of ostracods were recorded. Mollusc fauna were represented with 13 genera and 12 species of pelecypods and 11 genera and 16 species of gastropods. In the light of these findings the region can be considered to be influenced by the Aegean and Mediterranean fauna. Three of the samples contained a very rich benthic foraminifer and ostracod assemblages and one sample contained foraminifer specimens with large tests which also includes colored specimens and gypsum crystals, suggesting the presence of marine springs rich in carbonate, sulfate and trace elements related to fault/faults.

Sediment distribution in the Dardanelles is affected by the current system, bathymetry and morphological structure of the strait. Not the fine, but the coarse sediment is deposited where the speed of the current is high. Thus, the thickness of the recent sediment in these areas is small. Usually sandy units with fragmented tests and silt are observed. Sandy and gravelly units with fine silt, clay and muddy components are deposited in small coves, bays and harbors on the coasts of the strait. Four sedimentary units are dominantly observed in the Dardanelles Strait, which are gravelly, sandy, muddy and to some extent silty sediments. As biogenic components, tests, test fragments, various remains of plants and other organisms are found in the sediments.

26 samples were collected from Dardanelles Strait. Gypsum crystals were observed in two of the samples (F-5 and F-7) which were collected from the north of the strait and west of the Sea of Marmara. The crystals were large in size and opaque, found on some gastropod tests such as

Bittium latreillii (Payraudeau). The gypsum formations in F-7 (most probably also in F-5) have occurred in a short period of time in such an environment of low concentration of clay, high rate of carbonate deposition. Al and Si observed in the samples are involved in clay formation. Si can have an anthropogenic origin.

The values of Fe, Ba, Sr, Br, I, Cr, Ni, Co, Pb, Zn, As, Bi, Mo, U, Hf, Ce, La, Ta, Cd, In, Te, Cs and Tl in the surface sediments from Dardanelles Strait are found to be high compared to the mean values of the previous data from earth's crust and sedimentary rocks.

The main parameters affecting the geochemical characteristics of the strait are the clay, sand and gravel found variable amounts in the sediment, as well as lithogenic and biogenic (mainly marine but can also be terrestrial) materials. Silicate, oxide-hydroxide, carbonate, sulfide and organic compounds are found in the sediment. High positive correlation ($r > 0.70$) between Al, K, Ti Rb and Ga supports this observation. Al percentages in Stations 1 and 7 varies between 3,95 - 5,38 %, representing clay, mica and feldspar compounds of silicates. However, percentage drops to 1.94 % in the Stations 7A, 8 and E1, on the Aegean exit. Si can be found as quartz, and also partially in aluminum silicate compounds, together with Al, Mg, K, Na, Fe, Ti, and Rb.

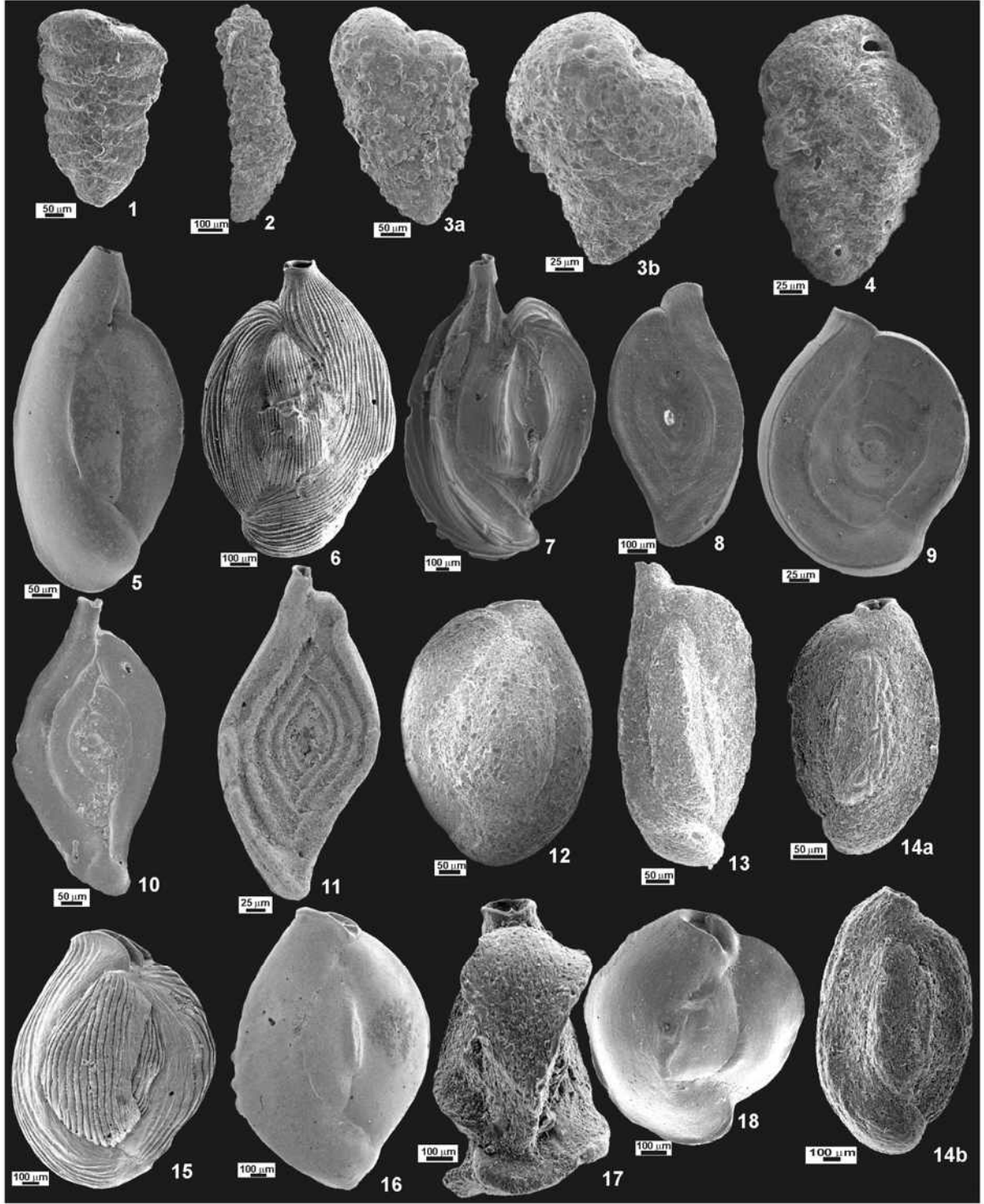
The aim of this study is to figure out the similarities and differences of foraminifer, ostracod and mollusc faunas of Dardanelles Strait with the assemblages of Aegean, Mediterranean and Sea of Marmara, in order to understand the ecological characteristics of the study area.

LEVHA 1

- Şekil 1. *Spiroplectinella sagittula* (d'Orbigny). Dış görünüm, istasyon 5, Çanakkale Boğazı.
Şekil 2. *Bigenerina nodosaria* d'Orbigny. Dış görünüm, istasyon 5, Çanakkale Boğazı.
Şekil 3. *Textularia bocki* Höglund. Dış görünüm, istasyon 4, Çanakkale Boğazı.
Şekil 4. *Siphotextularia concava* (Karrer). Dış görünüm, istasyon 7, Çanakkale Boğazı.
Şekil 5. *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen ve Earland). Dış görünüm, istasyon 7A, Çanakkale Boğazı.
Şekil 6. *Adelosina duthiersi* Schlumberger. Dış görünüm, istasyon 7A, Çanakkale Boğazı.
Şekil 7. *Adelosina pulchella* d'Orbigny. Dış görünüm, istasyon E2, Çanakkale Boğazı.
Şekil 8. *Spiroloculina angulosa* Terquem. Dış görünüm, istasyon 8, Çanakkale Boğazı.
Şekil 9. *Spiroloculina excavata* d'Orbigny. Dış görünüm, istasyon E2, Çanakkale Boğazı.
Şekil 10. *Spiroloculina ornata* d'Orbigny. Dış görünüm, istasyon 5, Çanakkale Boğazı.
Şekil 11. *Spiroloculina tenuiseptata* Brady. Dış görünüm, istasyon E2, Çanakkale Boğazı.
Şekil 12. *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny). Dış görünüm, istasyon 8, Çanakkale Boğazı.
Şekil 13. *Cycloforina contorta* (d'Orbigny). Dış görünüm, istasyon 5, Çanakkale Boğazı.
Şekil 14. *Cycloforina villafranca* (le Calvez J. ve Y.). Dış görünüm, istasyon 5, Çanakkale Boğazı.
Şekil 15. *Lachlanella bicornis* (Walker ve Jacob). Dış görünüm, istasyon 7A, Çanakkale Boğazı.
Şekil 16. *Massilina secans* (d'Orbigny). Dış görünüm, istasyon 7A, Çanakkale Boğazı.
Şekil 17. *Quinqueloculina bidentata* d'Orbigny. Dış görünüm, istasyon 5, Çanakkale Boğazı.
Şekil 18. *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny. Dış görünüm, istasyon 5, Çanakkale Boğazı.

PLATE 1

- Figure 1. *Spiroplectinella sagittula* (d'Orbigny). External view, Station 5, Dardanelles.
Figure 2. *Bigenerina nodosaria* d'Orbigny. External view, Station 5, Dardanelles.
Figure 3. *Textularia bocki* Höglund. External views, Station 4, Dardanelles.
Figure 4. *Siphotextularia concava* (Karrer). External view, Station 7, Dardanelles.
Figure 5. *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen ve Earland). External view, Station 7A, Dardanelles.
Figure 6. *Adelosina duthiersi* Schlumberger. External view, Station 7A, Dardanelles.
Figure 7. *Adelosina pulchella* d'Orbigny. External view, Station E2, Dardanelles.
Figure 8. *Spiroloculina angulosa* Terquem. External view, Station 8, Dardanelles.
Figure 9. *Spiroloculina excavata* d'Orbigny. External view, Station E2, Dardanelles.
Figure 10. *Spiroloculina ornata* d'Orbigny. External view, Station 5, Dardanelles.
Figure 11. *Spiroloculina tenuiseptata* Brady. External view, Station E2, Dardanelles.
Figure 12. *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny). External view, Station 8, Dardanelles.
Figure 13. *Cycloforina contorta* (d'Orbigny). External view, Station 5, Dardanelles.
Figure 14. *Cycloforina villafranca* (le Calvez J. ve Y.). External views, Station 5, Dardanelles.
Figure 15. *Lachlanella bicornis* (Walker ve Jacob). External view, Station 7A, Dardanelles.
Figure 16. *Massilina secans* (d'Orbigny). External view, Station 7A, Dardanelles.
Figure 17. *Quinqueloculina bidentata* d'Orbigny. External view, Station 5, Dardanelles.
Figure 18. *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny. External view, Station 5, Dardanelles.

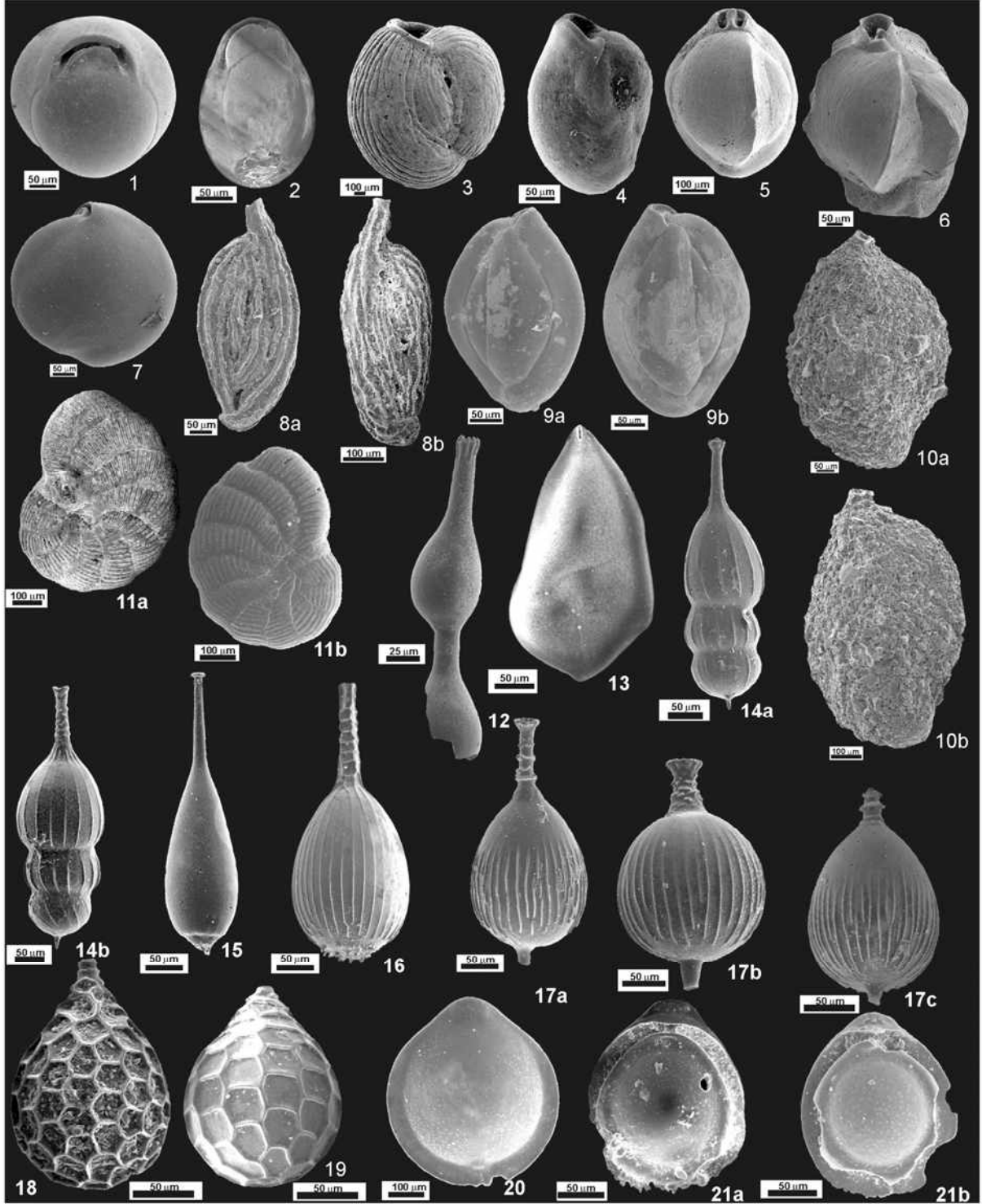


LEVHA 2

- Şekil 1. *Biloculinella globula* (Bornemann). Dış görünüm, istasyon E2, Çanakkale Boğazı.
Şekil 2. *Biloculinella labiata* (Schlumberger). Dış görünüm, istasyon 7, Çanakkale Boğazı.
Şekil 3. *Miliolinella webbiana* (d'Orbigny). Dış görünüm, istasyon E2, Çanakkale Boğazı.
Şekil 4. *Pseudotriloculina rotunda* (d'Orbigny). Dış görünüm, istasyon 8, Çanakkale Boğazı.
Şekil 5. *Triloculina marioni* Schlumberger. Dış görünüm, istasyon 7A, Çanakkale Boğazı.
Şekil 6. *Triloculina plicata* Terquem. Dış görünüm, istasyon E2, Çanakkale Boğazı.
Şekil 7. *Sigmoilina sigmoidea* (Brady). Dış görünüm, istasyon E2, Çanakkale Boğazı.
Şekil 8. *Sigmoilinita costata* (Schlumberger). Dış görünüm, istasyon 3 ve 5, Çanakkale Boğazı.
Şekil 9. *Sigmoilinita edwardsi* (Schlumberger). Dış görünüm, istasyon 7, Çanakkale Boğazı.
Şekil 10. *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri). Dış görünüm, istasyon 2 ve 4, Çanakkale Boğazı.
Şekil 11. *Peneroplis pertusus* (Forskal). Dış görünüm, istasyon 8, Çanakkale Boğazı.
Şekil 12. *Dentalina guttifera* (d'Orbigny). Dış görünüm, istasyon E2, Çanakkale Boğazı.
Şekil 13. *Neolenticulina peregrina* (Schwager). Dış görünüm, istasyon E1, Çanakkale Boğazı.
Şekil 14. *Amphicoryna scalaris* (Batsch). Dış görünüm, istasyon 1 ve 7, Çanakkale Boğazı.
Şekil 15. *Lagena laevis* (Montagu). Dış görünüm, istasyon E1, Çanakkale Boğazı.
Şekil 16. *Lagena striata* d'Orbigny. Dış görünüm, istasyon 2, Çanakkale Boğazı.
Şekil 17. *Lagena strumosa* Reuss. Dış görünüm, istasyon 1, 5 ve E1, Çanakkale Boğazı.
Şekil 18. *Favulina hexagona* (Montagu). Dış görünüm, istasyon 7, Çanakkale Boğazı.
Şekil 19. *Favulina melosquamosa* (McCulloch). Dış görünüm, istasyon 7, Çanakkale Boğazı.
Şekil 20. *Fissurina eburnea* (Buchner). Dış görünüm, istasyon 7, Çanakkale Boğazı.
Şekil 21. *Fissurina orbignyana* Seguenza. Dış görünüm, istasyon 7, Çanakkale Boğazı.

PLATE 2

- Figure 1. *Biloculinella globula* (Bornemann). External view, Station E2, Dardanelles.
Figure 2. *Biloculinella labiata* (Schlumberger). External view, Station 7, Dardanelles.
Figure 3. *Miliolinella webbiana* (d'Orbigny). External view, Station E2, Dardanelles.
Figure 4. *Pseudotriloculina rotunda* (d'Orbigny). External view, Station 8, Dardanelles.
Figure 5. *Triloculina marioni* Schlumberger. External view, Station 7A, Dardanelles.
Figure 6. *Triloculina plicata* Terquem. External view, Station E2, Dardanelles.
Figure 7. *Sigmoilina sigmoidea* (Brady). External view, Station E2, Dardanelles.
Figure 8. *Sigmoilinita costata* (Schlumberger). External views, Stations 3 and 5, Dardanelles.
Figure 9. *Sigmoilinita edwardsi* (Schlumberger). External views, Station 7, Dardanelles.
Figure 10. *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri). External views, Stations 2 and 4, Dardanelles.
Figure 11. *Peneroplis pertusus* (Forskal). External views, Station 8, Dardanelles.
Figure 12. *Dentalina guttifera* (d'Orbigny). External view, Station E2, Dardanelles.
Figure 13. *Neolenticulina peregrina* (Schwager). External view, Station E1, Dardanelles.
Figure 14. *Amphicoryna scalaris* (Batsch). External views, Stations 1 and 7, Dardanelles.
Figure 15. *Lagena laevis* (Montagu). External view, Station E1, Dardanelles.
Figure 16. *Lagena striata* d'Orbigny. External view, Station 2, Dardanelles.
Figure 17. *Lagena strumosa* Reuss. External views, Stations 1, 5 and E1, Dardanelles.
Figure 18. *Favulina hexagona* (Montagu). External view, Station 7, Dardanelles.
Figure 19. *Favulina melosquamosa* (McCulloch). External view, Station 7, Dardanelles.
Figure 20. *Fissurina eburnea* (Buchner). External view, Station 7, Dardanelles.
Figure 21. *Fissurina orbignyana* Seguenza. External views, Station 7, Dardanelles.

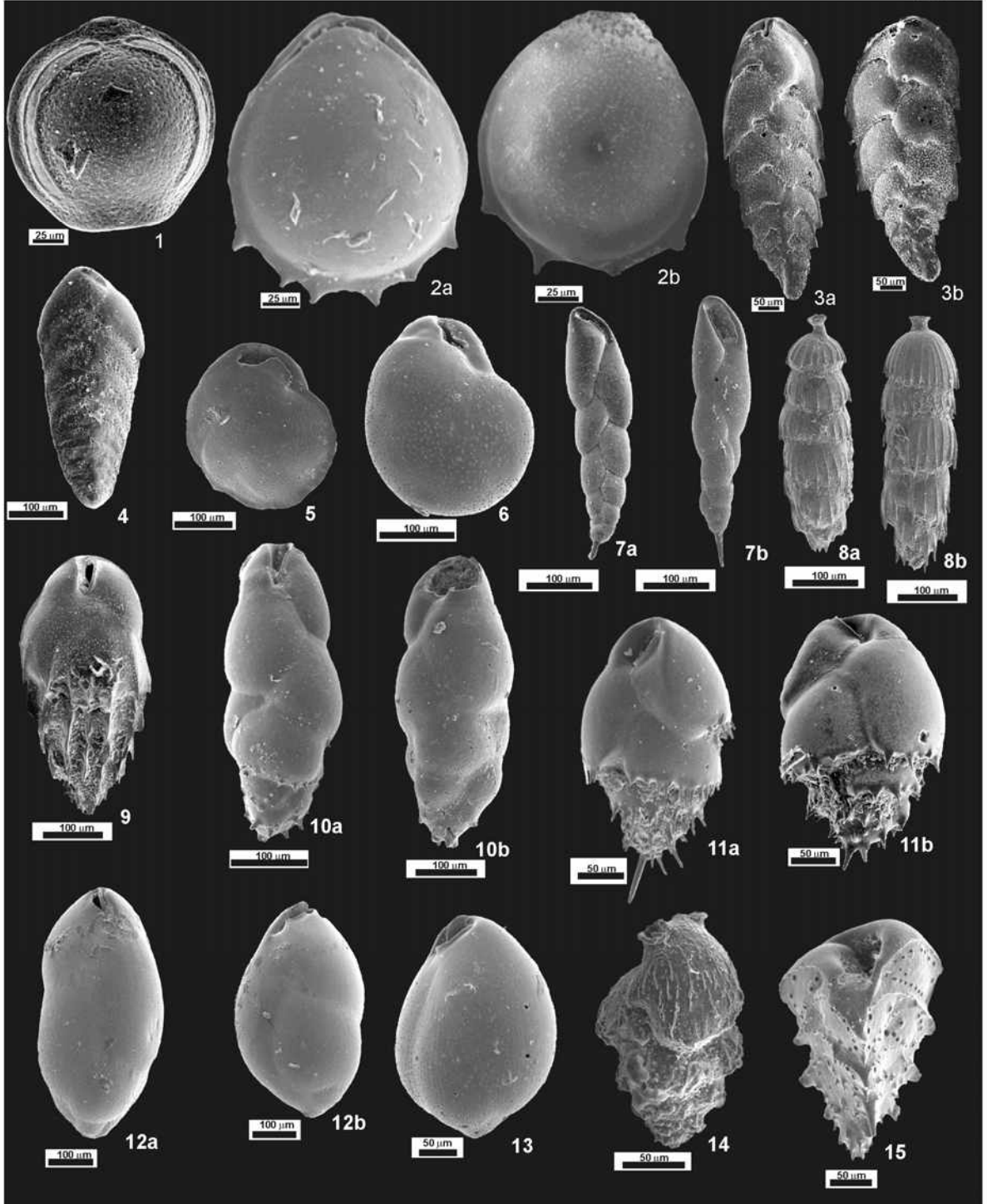


LEVHA 3

- Şekil 1. *Fissurina* sp. A. Dış görünüm, istasyon 7, Çanakkale Boğazı.
Şekil 2. *Parafissurina staphyllearia* (Schwager). Dış görünümler, istasyon 1 ve 7, Çanakkale Boğazı.
Şekil 3. *Brizalina alata* (Seguenza). Dış görünümler, istasyon 7, Çanakkale Boğazı.
Şekil 4. *Brizalina spathulata* (Williamson). Dış görünüm, istasyon 2, Çanakkale Boğazı.
Şekil 5. *Cassidulina carinata* Silvestri. Dış görünüm, istasyon 1, Çanakkale Boğazı.
Şekil 6. *Globocassidulina subglobosa* (Brady). Dış görünüm, istasyon 4, Çanakkale Boğazı.
Şekil 7. *Fursenkoina acuta* (d'Orbigny). Dış görünümler, istasyon 1 ve E1, Çanakkale Boğazı.,
Şekil 8. *Rectuvigerina phlegeri* le Calvez. Dış görünümler, istasyon 1, Çanakkale Boğazı.
Şekil 9. *Bulimina costata* d'Orbigny. Dış görünüm, istasyon 7, Çanakkale Boğazı.
Şekil 10. *Bulimina elongata* d'Orbigny. Dış görünümler, istasyon 1, Çanakkale Boğazı.
Şekil 11. *Bulimina marginata* d'Orbigny. Dış görünümler, istasyon 1 ve 7, Çanakkale Boğazı.
Şekil 12. *Globobulimina affinis* (d'Orbigny). Dış görünümler, istasyon 3, Çanakkale Boğazı.
Şekil 13. *Globobulimina pseudospinescens* (Emiliani). Dış görünüm, istasyon 4, Çanakkale Boğazı.
Şekil 14. *Angulogerina angulosa* (Williamson). Dış görünüm, istasyon 7, Çanakkale Boğazı.
Şekil 15. *Reussella spinulosa* (Reuss). Dış görünüm, istasyon 1, Çanakkale Boğazı.

PLATE 3

- Figure 1. *Fissurina* sp. A. External view, Station 7, Dardanelles.
Figure 2. *Parafissurina staphyllearia* (Schwager). External views, Stations 1 and 7, Dardanelles.
Figure 3. *Brizalina alata* (Seguenza). External views, Station 7, Dardanelles.
Figure 4. *Brizalina spathulata* (Williamson). External view, Station 2, Dardanelles.
Figure 5. *Cassidulina carinata* Silvestri. External view, Station 1, Dardanelles.
Figure 6. *Globocassidulina subglobosa* (Brady). External view, Station 4, Dardanelles.
Figure 7. *Fursenkoina acuta* (d'Orbigny). External views, Stations 1 and E1, Dardanelles.
Figure 8. *Rectuvigerina phlegeri* le Calvez. External views, Station 1, Dardanelles.
Figure 9. *Bulimina costata* d'Orbigny. External view, Station 7, Dardanelles.
Figure 10. *Bulimina elongata* d'Orbigny. External views, Station 1, Dardanelles.
Figure 11. *Bulimina marginata* d'Orbigny. External views, Stations 1 and 7, Dardanelles.
Figure 12. *Globobulimina affinis* (d'Orbigny). External views, Station 3, Dardanelles.
Figure 13. *Globobulimina pseudospinescens* (Emiliani). External view, Station 4, Dardanelles.
Figure 14. *Angulogerina angulosa* (Williamson). External view, Station 7, Dardanelles.
Figure 15. *Reussella spinulosa* (Reuss). External view, Station 1, Dardanelles.

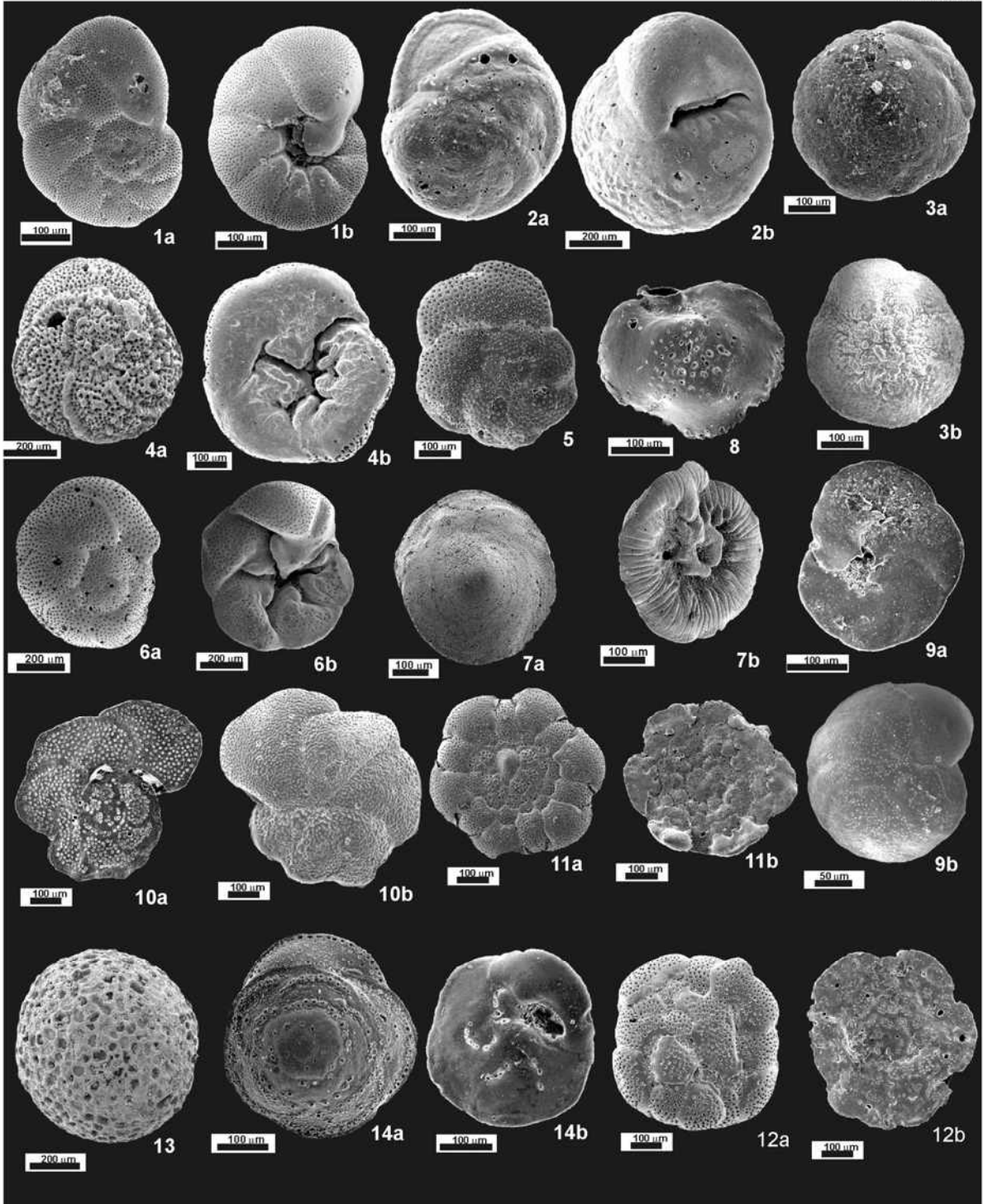


LEVHA 4

- Şekil 1. *Valvulineria bradyana* (Fornasini). Dış görünüşler, a, spiral ve b, ombilikal taraflar, istasyon 4, Çanakkale Boğazı.
- Şekil 2. *Eponides concameratus* (Williamson). Dış görünüşler, a, spiral ve b, ombilikal taraflar, istasyon 7A, Çanakkale Boğazı.
- Şekil 3. *Neoeponides bradyi* (le Calvez). Dış görünüşler, a, spiral ve b, ombilikal taraflar, istasyon 5, Çanakkale Boğazı.
- Şekil 4. *Rosalina bradyi* Cushman. Dış görünüşler, a, spiral ve b, ombilikal taraflar, istasyon 7A, Çanakkale Boğazı.
- Şekil 5. *Rosalina floridensis* Cushman. Dış görünüş, spiral taraf, istasyon 5, Çanakkale Boğazı.
- Şekil 6. *Rosalina globularis* d'Orbigny. Dış görünüşler, a, spiral ve b, ombilikal taraflar, istasyon E2, Çanakkale Boğazı.
- Şekil 7. *Planoglabratella opercularis* (d'Orbigny). Dış görünüşler, a, spiral ve b, ombilikal taraflar, istasyon 7A, Çanakkale Boğazı.
- Şekil 8. *Siphonina reticulata* (Czjzek). Dış görünüş, istasyon 7, Çanakkale Boğazı.
- Şekil 9. *Discorbinella bertheloti* (d'Orbigny). Dış görünüşler, a, spiral ve b, ombilikal taraflar, istasyon 7, Çanakkale Boğazı.
- Şekil 10. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Dış görünüşler, a, spiral ve b, ombilikal taraflar, istasyon 5, Çanakkale Boğazı.
- Şekil 11. *Planorbulina mediterraneensis* d'Orbigny. Dış görünüşler, a. serbest ve b, bağlı yüzeyler, istasyon E2, Çanakkale Boğazı.
- Şekil 12. *Planorbulina mediterraneensis* d'Orbigny. Dış görünüşler, a. serbest ve b, bağlı yüzeyler, istasyon 5, Çanakkale Boğazı.
- Şekil 13. *Sphaerogypsina globula* (Reuss). Dış görünüş, istasyon 7A, Çanakkale Boğazı.
- Şekil 14. *Asterigerinata mamilla* (Williamson). Dış görünüşler, a. spiral ve b, ombilikal taraflar, istasyon 5, Çanakkale Boğazı.

PLATE 4

- Figure 1. *Valvulineria bradyana* (Fornasini). External views, a, spiral and b, umbilical sides, Station 4, Dardanelles.
- Figure 2. *Eponides concameratus* (Williamson). External views, a, spiral and b, umbilical sides, Station 7A, Dardanelles.
- Figure 3. *Neoeponides bradyi* (le Calvez). External views, a, spiral and b, umbilical sides, Station 5, Dardanelles.
- Figure 4. *Rosalina bradyi* Cushman. External views, a, spiral and b, umbilical sides, Station 7A, Dardanelles.
- Figure 5. *Rosalina floridensis* Cushman. External view, spiral side, Station 5, Dardanelles.
- Figure 6. *Rosalina globularis* d'Orbigny. External views, a, spiral and b, umbilical sides, Station E2, Dardanelles.
- Figure 7. *Planoglabratella opercularis* (d'Orbigny). External views, a, spiral and b, umbilical side, Station 7A, Dardanelles.
- Figure 8. *Siphonina reticulata* (Czjzek). External view, Station 7, Dardanelles.
- Figure 9. *Discorbinella bertheloti* (d'Orbigny). External views, a, spiral and b, umbilical side, Station 7, Dardanelles.
- Figure 10. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). External views, a, spiral and b, umbilical side, Station 5, Dardanelles.
- Figure 11. *Planorbulina mediterraneensis* d'Orbigny. External views, a. unattached and b, attached sides, Station E2, Dardanelles.
- Figure 12. *Planorbulina mediterraneensis* d'Orbigny. External views, a. unattached and b, attached sides, Station 5, Dardanelles.
- Figure 13. *Sphaerogypsina globula* (Reuss). External view, Station 7A, Dardanelles.
- Figure 14. *Asterigerinata mamilla* (Williamson). External views, a. spiral and b, umbilical side, Station 5, Dardanelles.

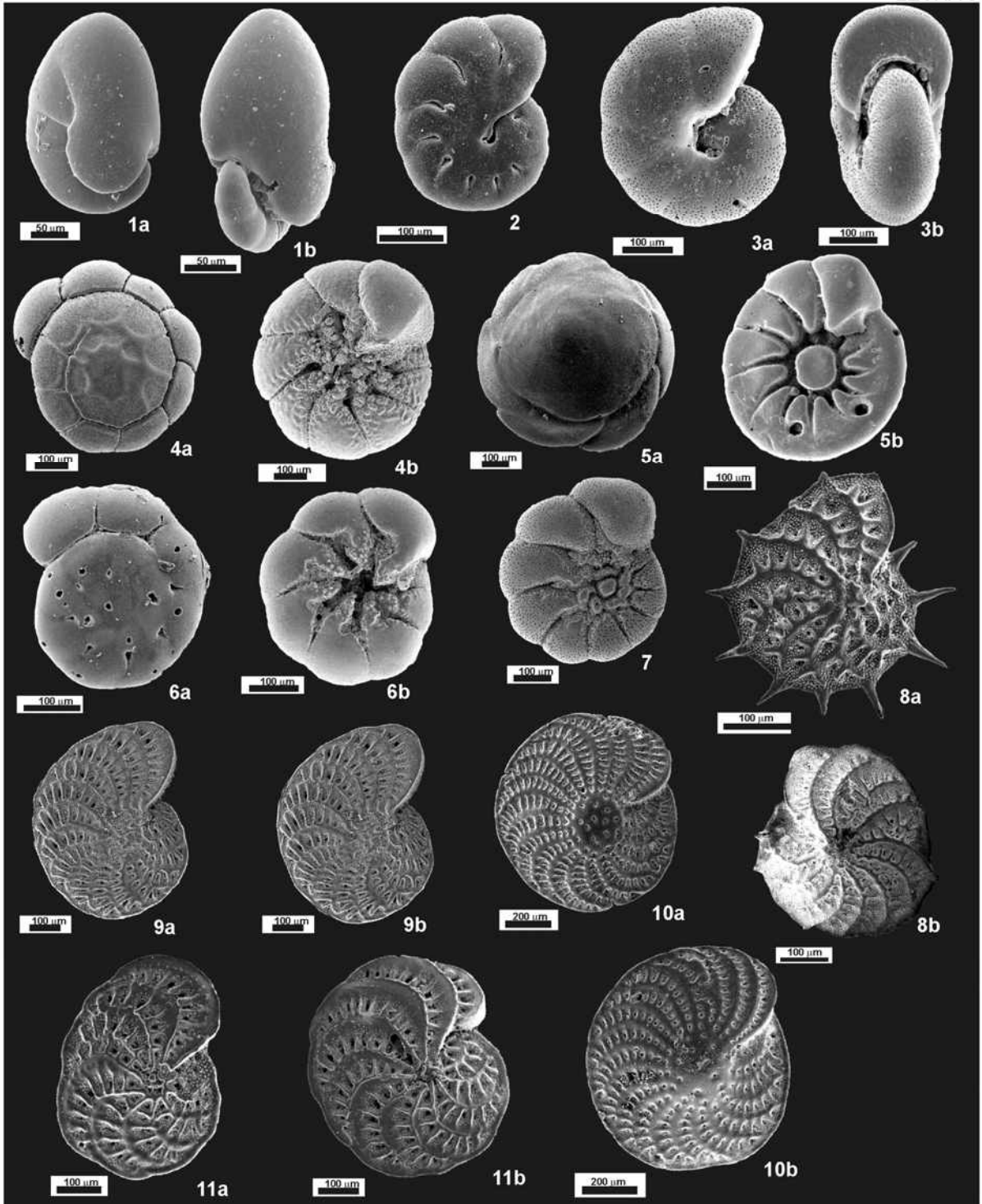


LEVHA 5

- Şekil 1. *Nonionella turgida* (Williamson). Dış görünüşler, istasyon 1 ve 3, Çanakkale Boğazı.
Şekil 2. *Astrononion stelligerum* (d'Orbigny). Dış görünüş, istasyon 1, Çanakkale Boğazı.
Şekil 3. *Melonis pompilioides* (Fichtel ve Moll). Dış görünüşler, istasyon 4, Çanakkale Boğazı.
Şekil 4. *Ammonia compacta* Hofker. Dış görünüşler, a, spiral ve b, omblikal taraflar, istasyon 2, Çanakkale Boğazı.
Şekil 5. *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny). Dış görünüşler, a. spiral ve b, omblikal taraflar, istasyon 7A, Çanakkale Boğazı.
Şekil 6. *Ammonia tepida* Cushman. Dış görünüşler, a, spiral ve b, omblikal taraflar, istasyon 2, Çanakkale Boğazı.
Şekil 7. *Porosonion subgranosum* (Egger). Dış görünüş, istasyon 7A, Çanakkale Boğazı.
Şekil 8. *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny). Dış görünüş, istasyon 7 ve 8, Çanakkale Boğazı.
Şekil 9. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). Dış görünüşler, istasyon E2 ve 8, Çanakkale Boğazı.
Şekil 10. *Elphidium crispum* (Linné). Dış görünüşler, istasyon 5, Çanakkale Boğazı.
Şekil 11. *Elphidium macellum* (Fichtel ve Moll). Dış görünüşler, istasyon 2, Çanakkale Boğazı.

PLATE 5

- Figure 1. *Nonionella turgida* (Williamson). External sides, Stations 1 ve 3, Dardanelles.
Figure 2. *Astrononion stelligerum* (d'Orbigny). External side, Station 1, Dardanelles.
Figure 3. *Melonis pompilioides* (Fichtel ve Moll). External sides, Station 4, Dardanelles.
Figure 4. *Ammonia compacta* Hofker. External sides, a, spiral and b, umbilical sides, Station 2, Dardanelles.
Figure 5. *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny). External sides, a. spiral and b, umbilical sides, Station 7A, Dardanelles.
Figure 6. *Ammonia tepida* Cushman. External sides, a, spiral and b, umbilical sides, Station 2, Dardanelles.
Figure 7. *Porosonion subgranosum* (Egger). External side, Station 7A, Dardanelles.
Figure 8. *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny). External side, Station 7 and 8, Dardanelles.
Figure 9. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). External sides, Stations E2 and 8, Dardanelles.
Figure 10. *Elphidium crispum* (Linné). External sides, Station 5, Dardanelles.
Figure 11. *Elphidium macellum* (Fichtel ve Moll). External sides, Station 2, Dardanelles.



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., 2005, Erdek Körfezi (GB Marmara Denizi) güncel sedimanlarında bulunan bentik foraminiferlerin taksonomik incelemesi. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 96 s., Adana.
- Algan, O., Balkıs, N., Çağatay, M.N., and Sarı, E., 2004, The sources of metal contents in the shelf sediments from the Marmara Sea, Turkey. *Environmental Geology*, 46, 932-950.
- Apaydın, N. ve Erseçen, N., 1981, Türkiye'nin Bilinen Maden Yatakları, MTA Yayın No. 185, Ankara, 67s.
- 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, Northern 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, 13-22, Ankara.
- Avşar, N., Aksu, A. Ve Dinçer, F., 2006, Erdek Körfezi (KB Marmara Denizi) bentik foraminifer toplulukları. *H. Ü. Yerbilimleri*, 27 (3), 125-161, Ankara.
- Avşar, N., 2008, Taxonomy and assemblages on benthic foraminifera in the coastal environment of the northern Marmara Shelf (NW Turkey). *Asian Earth Sciences* (in press).
- Balkıs, N., 1997, Erdek Körfezi sedimentlerinin jeokimyası, (Doktora Tezi), İ.Ü., Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.
- Balkıs, N., and Çağatay, M.N., 2001, Factors controlling metal distribution in the surface sediments of the Erdek Bay, Sea of Marmara, Turkey. *Environment International*, 27, 1-13.
- Başkan, E. ve Canik, B., 1983, Türkiye sıcak ve mineralli sular haritası Ege Bölgesi. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, No: 189, 80 s., Ankara.
- Bayhan, E., Ergin, M., Temel, A., and Keskin, Ş., 2001, Sedimentology and mineralogy of surficial bottom deposits from the Aegean-Çanakkale-Marmara transition (Eastern Mediterranean): effects of marine and terrestrial factors. *Marine Geology*, 175, 297-315.
- Bodur, M.N., and Ergin, M., 1994, Geochemical characteristic of the recent sediments from the sea of Marmara, *Geochemical Geology*, 114, 73-101.
- Bonaduce, G., Masoli, M., Minichelli, G. And Pugliese, N., 1979, The benthic ostracods. *Géologie Méditerranéenne la mer Pélagienne*. Tome VI, numero 1, 280-284.
- Breman, E., 1975, The distribution of ostracodes in the bottom sediments of the Adriatic Sea. *Vrije Universiteit te Amsterdam, Krips Repro, Meppel*, 165 s.
- 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, Akademia Scientiarum et Artium Slovenica*. 118 p., 93 plts., Ljubljana.
- Çağatay, M.N., Balkıs, N., Sancar, Ü., Çakır, Z., Yücesoy-Eryılmaz, F., Eryılmaz, M., Sarı, E., Erel, L., Akçer, S., ve Biltekin, D., 2006, Marmara Denizi Çökel Jeokimyası Atlası. TÜBİTAK Projesi (103Y053), 81s.

- Çağlar, K. Ö., 1947, Türkiye Maden Suları ve kaplıcaları. Maden Tetkik Arama Enstitüsü Yayınları, Seri B, No: 11, 94 s., Ankara.
- Demir, M., 2003, Shells of mollusca from the seas of Turkey. Turkish Journal of Zoology, 27, 101-140, Ankara.
- Ercan, T ve Gedik A., 1983, Pontitlerdeki volkanizma. Jeoloji Mühendisliği, TMMOB jeoloji mühendisleri yayın organı sayı 18, 3-22.
- Ergin, M., Bodur, M.N., and Ediger, V., 1991, Distribution of surficial shelf sediments in the northeastern and southwestern parts of the Sea of Marmara: Strait and canyon regimes of the Dardanelles and Bosphorus. Marine Geology, 96, 313-340
- Ergin, M., Bodur, M.N., Ediger, V., Yemenicioglu, S., Okyar, M., and Kubilay, N., 1993, Sources and dispersal of heavy metals in surface sediments along the Eastern Aegean shelf. Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata, XI, 1, 27-44.
- Ergin, M., and Bodur, M.N., 1999, Silt/clay fractionation in surficial Marmara sediments: implication for water movement and sediment transport paths in a semi-enclosed and two-layered flow system (northeastern mediterranean Sea). Geo-Marine Letters, 18, 225-233.
- Eryılmaz, M., 1995, Marmara Denizi, İstanbul ve Çanakkale Boğazları Fiber optik kablo güzergahı çalışmaları, Gemi İnş. ve Deniz Tek. teknik kong., 445-456, İstanbul.
- Eryılmaz, M., 1997, Türkiye, Çanakkale Boğazı yüzey sediment dağılım Haritası, Dz.K.K. Sey. Hid. ve Oşi. Dairesi Başkanlığı, 1: 200.000 ölçekli, SHOD, Şubat 1998, (Baskı Tarihi: Mart 1999), İstanbul.
- Eryılmaz, M., 1998, Türkiye, Çanakkale Boğazı Güney yaklaşımı, yüzey sediment dağılım Haritası, Dz.K.K. Sey. Hid. ve Oşi. Dairesi Başkanlığı, 1: 75.000 ölçekli, SHOD, Aralık 1997, İstanbul.
- Eryılmaz M., 2000, Marmara Denizi yüzey çökel dağılım haritası. 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri özleri. TBMMB Jeoloji Mühendisleri Odası 21-25 Şubat 2000, 364-365, Ankara.
- Eryılmaz M., Yücesoy-Eryılmaz F., Aydın, Ş., Türker, A. ve Kırca, Z., 2001, Çanakkale Boğazı'nın güncel çökel dağılımı. 54. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 5-6, 7-10 Mayıs 2001, CD file-no: 54-28, Ankara.
- Göktaşan, E., Ergin, M., Özyalvaç, M., Sur, H. İ., Tur, H., Görüm, T., Ustaömer, T., Batuk, F., Alp, H., Birkan, H., Türker, A., Gezgin, E., and Özturan, M., 2008, Factors controlling the present sea floor morphology of the Çanakkale Strait (Dardanelles, Turkey), Geo-Marine Letters, 28, 107-129.
- Guillaume, M.C., Peypouquet, J.P. et Tetart, J., 1985. Quaternaire et actuel. Atlas des Ostracodes de France, Ed: H.J. Oertli. Bull. Centres Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine. Mém.9, 337-377.
- Hatta, A. and Ujiie, H., 1992, Benthic foraminifera from Coral Seas between Ishigaki and Iriomote Islands. Southern Ryukyu Island Arc, Northwestern Pasific. Bulletin of the Colloge of Science, University of Ryukyus. 53, 49-119; 54, 163-287.
- Hayward, B. W., Grenfell, H. R., Reid, C. M. and Hayward, K. A., 1999, Revent New Zealand shallow-water benthic foraminifera. Taxonomy, ecologic distribution, biogeography, and use in paleoenvironmental assessment. Institut of Geological and Nuclear Sciences monograph 21, 258 p., 17 plts., New Zealand.
- Hottinger, L., Halicz, E. and Reiss, Z., 1993, Recent foraminifera from the Gulf of Aqaba, Red Sea. Slowenska Akademija Znanosti in Umetnosti. Academia Scientiarum et Artium Slovenica. 179 p., 230 plts., Ljubljana.
- JMO, 1997, Türkiye'nin önemli maden yataklarını gösteren genelleştirilmiş jeoloji haritası.
- Türkiye maden kaynakları ve sorunları sempozyumu. Jeoloji Müh. Odası.

- Johnson D.M., Hooper P.R., and Conrey R.M., 1999, XRF Analysis of Rocks and Minerals for Major and Trace Elements on a Single Low Dilution Li-tetraborate Fused Bead, International Centre for Diffraction Data, 843-867.
- Kaminski, M. A., Aksu, A., Box, M., Hiscott, R. N., Filipescu, S. and Al-Salameen, M., 2002, Late Glacial to Holocene benthic foraminifera in the Marmara Sea. Implications for Black Sea-Mediterranean Sea connections following the last deglaciation. *Marine Geology*, 190, 165-202.
- Kerey, İ. E., Meriç, E., Tunoğlu, C., Kelling, G., Brenner, R. L., Doğan, A. U., 2004, Black Sea-Marmara Sea Quaternary connections new data from the Bosphorus, Istanbul, Turkey. *Palaeogeography, Palaeo-climatology, Palaeoecology*, 204, 277-295, Amsterdam, Hollanda.
- Krauskopf, K.B., 1985, *Introduction to Geochemistry*, 2.nd edition. McGraw-Hill, 617.
- Loeblich, Jr. A. R. and Tappan, H., 1988, Foraminiferal genera and their classification. Van Nostrand Reinhold Company, 970 p., 842 pls., New York.
- Loeblich, Jr. A. R. and Tappan, H., 1994, Foraminifera of the Shelf and Timor Sea. Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication, No: 31, 663 p., 630 pls.
- 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.
- Mason, B., and Moore, C.B., 1982, *Principles of Geochemistry*, John Wiley & Sons, Hong Kong, 344s.
- Meriç, E., 1986, Deniz dibi termal kaynakların canlı yaşamına etkisi hakkında güncel bir örnek (Ilıca-Çeşme-İzmir). *T. J. K. Bülteni*, 29 (2), 17-21.
- Meriç, E. ve Suner, F., 1995, İzmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner istifinde gözlenen termal veriler. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Ed.E.Meriç), 81-90.
- Meriç, E., Avşar, N. ve Çetin, O., 1996, Kuşdili (Kadıköy-İstanbul) Kuvaterneri stratigrafisi hakkında yeni görüşler. *Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound)*, 29, 151-159, Adana.
- Meriç, E., Kerey, İ. E., Avşar, N., ve Nazik, A., 1998, Dilovası (Gebze-Kocaeli) Kuvaterner istifi. *Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound)*, 32, 199-218, Adana.
- Meriç, E., Kerey, İ. E., Avşar, N., Tunoğlu, C., Taner, G., Kapan-Yeşilyurt, S., Ünsal, İ., ve Rosso, A., 2000, Geç Kuvaterner (Holosen)'de İstanbul Boğazı yolu ile Marmara Denizi-Karadeniz bağlantısı hakkında yeni bulgular. *TJB* (1), 73-118, Ankara.
- Meriç, E. and Avşar, N., 2001, Benthic foraminiferal fauna of Gökçeada Island (Northern Aegean Sea) and its local variations. *Acta Adriatica*, 42 (1), 125-149.
- Meriç, E., Avşar, N., Eryılmaz, M., ve Yücesoy-Eryılmaz, F., 2001, İstanbul Boğazı'nın güncel bentik foraminifer topluluğu ve çökel dağılımı. *Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound)*, 38, 93-108, Adana.
- Meriç, E., Avşar, N. ve Nazik, A., 2002 a, 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., Avşar, N. ve Bergin, F., 2002 b, Midilli Adası (Yunanistan-Kuzeydoğu Ege Denizi) bentik foraminifer faunası ve bu toplulukta gözlenen yerel değişimler. *Ç.Ü. Yerbilimleri*, 40-41, 177-193, Adana.

- Meriç, E., Avşar, N., Görmüş, M. ve Orak, H., 2002c, Saros Körfezi (Kuzey Ege Denizi) Harmantaşı Mevkii sualtı yükseltisi çevresinin foraminifer faunası ile bu alandaki kaynakların canlı yaşamına etkisi hakkında ön bulgular. Sualtı Bilim ve Teknolojisi Toplantısı Bildiriler Kitabı, 182-193, 22-24 Kasım, 2002, İstanbul.
- Meriç, E., Avşar, N., Bergin, F. ve Barut, İ. F., 2003 a, Edremit Körfezi (Kuzey Ege Denizi) 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., 2003 b, Dikili Körfezi'nde (Kuzeydoğu Ege Denizi) bulunan üç anormal bentik foraminifer örneği: *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll), *Rosalina* sp. ve *Elphidium crispum* (Linné) hakkında. M. T. A. Dergisi, 127, 67-81, Ankara.
- Meriç, E., Kerey, İ. E., Avşar, N., Tuğrul, A. B., Suner, F. Ve Sayar, A., 2003 c, Haliç (İstanbul) kıyı alanlarında (Unkapanı-Azapkapı) gözlenen Holosen çökelleri hakkında yeni bulgular. H. Ü. Yerbilimleri, 28, 9-32, Ankara.
- Meriç, E., Avşar, N. and Bergin, F., 2004 a, Benthic foraminifera of Eastern Aegean Sea (Turkey) Systematics and Autoecology. Turkish Marine Research Foundation and Chamber of Geological Engineers of Turkey, Publication No: 18, 306 pages and 33 plates, İstanbul.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Eryılmaz, M. ve Yücesoy-Eryılmaz, F., 2004 b, 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'nin yüzey çökellerinin foraminifer, ostrakod ve mollusk faunası, foraminifer kavkılarında gözlenen morfolojik anomaliler ile sedimentolojik, hidrokimyasal ve biokimyasal özellikleri. M. T. A. Dergisi, 131, 21-48, Ankara.
- Meriç, E., Avşar, N., Mekik, F., Yokeş, B., Barut, İ.F., Dora, Ö., Suner, F., Yücesoy-
- Eryılmaz, F., Eryılmaz, M., Dinçer, F., Kam,E., 2008 a, Alibey ve Maden Adaları (Ayvalık-Balıkesir) çevresi genç çökellerinde gözlenen bentik foraminifer kavkılarındaki anormal oluşumlar ve nedenleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, bu sayı, Ankara.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Mekik, F., Yokeş, M.B., Suner, F., Sarı E., Barut, İ.F.,
- Eryılmaz, M., Yücesoy-Eryılmaz, F., Dora, Ö., Dinçer, F., 2008 b, Effects of heavy metals on benthic foraminiferal tests with abnormal morphological deformities observed in Alibey and Maden islands (NW Ayvalık-NW Turkey). International Geological Congress Oslo 2008, August 6-14th. (CD)33IGC\1349014.html.
- MTA, 2000, Türkiye Metalojeni Haritası. 1:1.000.000 Ölçekli, MTA, Ankara
- Nazik, A.,2001. Ostracode faunas of bottom sediments from the continental shelf, soth Marmara Sea, NW Turkey and their comparision with other shelf environments in the Mediterranean and Aegean regions, *Geological Journal*, 36:2, 111-123.
- Öztürk, B., and Çevik, C., 2000, Molluscs fauna of Turkish Seas. Club Conchylia Information, 32 (1/3), 27-53.
- Parker, W. K. and Jones, T. R., 1865, On the some foraminifera from the North Atlantic and Arctic Oceans, including Davis Straits and Baffin's Bay. Phil. Trans. Roy. Soc., 155, 325-441.
- Rose, A.W., Hawkes, H.E., and Webb, J.S., 1979, Geochemistry in Mineral Exploration. Acedemic Press, New York, 657 p.
- Sakınç, M., 1998, İstanbul Boğazi (Haliç-Sarayburnu-Üsküdar) Bentik Foraminifer (Holosen) Paleobiyofasiyesleri: Akdeniz-Karadeniz Su Geçişi Üzerine Yeni Bir Yaklaşım. M. T. A. Dergisi, 120, 223-232, Ankara.

- Sakınç, M., 2000, Doğu Ege Denizi Bentik Foraminiferleri: Sistematığı ve Otoekolojisi. TÜBİTAK YDABÇAG PROJE No: 198Y080, 154 s, Ankara.
- Sarı, E., 1997, Saros Körfezi'nin geç Kuvaterner çökellerinin Jeokimyasal ve sedimentolojik özellikleri, (Yüksek Lisans Tezi), İ.Ü., Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.
- Sarı,E., and Çağatay,M.N., 2001, Distribution of heavy metals in the surface sediments of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. *Environment International*, 26, 169-173.
- Sgarrella, F. and Moncharmont-Zei, M., 1993, Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy), systematic and autoecology. *Bulletino della Societa Paleontologica Italiana*, 32 (2), 145-264.
- Schneider, S., Witt, W. and Yiğitbaş, 2005. Ostracods and bivalves from an Upper Pleistocene (Tyrrhenian) marine terrace near Altinova (İzmit Province, Turkey). *Zitteliana*, A45, 87-114.
- SHOD, 1994, ITUR Project the strait Çanakkale Aegean exit region final report, 1994.
- Sissingh, W., 1972. Late Cenozoic ostracoda of the South Aegean Island Arc. *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, 187 pp.
- Stephens W.E. and Calder A., 2004, Analysis of non-organic elements in plant foliage using polarised X-ray fluorescence spectrometry. *Anal Chim Acta* 527, 89-96.
- Suner, F. and Meriç, E., 2001, A Geochemical Approach to Organic Matter Enrichment in Gulf of Izmit, NW Turkey. *Progress in Mining and Oilfield Chemistry*, 3, 263-267, Budapeşte-Macaristan.
- Şafak, Ü., 1999, Recent ostracoda assemblage of the Gökçedada-Bozcaada-Çanakkale region. *Ç.Ü. Yerbilimleri (Geosound)*, 35, 149-172, Adana.
- Thierman, 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.
- Timothy E., and Tour La, 1989, Analysis of Rocks using X-Ray Fluorescence Spectrometry, *The Rigaku Journal*, 6/1, 3-9
- TR 212, 1991, Çanakkale Boğazı 1/75 000 ölçekli deniz haritası, SHOD Yayını (basım tarihi 1991), İstanbul.
- Tunoğlu, C., 1999. Recent ostracoda association in the Sea of Marmara, NW Turkey. *Yerbilimleri*, 21, 63-87.
- Tunoğlu, C., 2002. Karadeniz'in İstanbul Boğazı çıkışı ile Zonguldak ve Amasra kıyı alanlarında Güncel Ostrakod topluluğu. *Yerbilimleri*, 26, 27-43.
- Turekian,K.K., and Wedepohl, K.H., 1961, Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geol. Soc. American Bull.*, 72, 175-192.
- 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.
- Van Morkhoven, F.P.C.M., 1963. Post Palaeozoic Ostracoda. Elsevir Amsterdam, (2), 478 pp.
- 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.
- Voutsinou-Taliolari, F. and Satsmadjis, J., 1982, Concentration of some heavy metals in east Aegean sediments. *Rev. Int. Oceanogr. Med.*, 66/67, 71-76.
- 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.
- Yassini, I., 1979, The littoral system ostracodes from the Bay of Bou-Ismaïl, Algiers, Algeria.

- Revista Espanola de Micropaleontologia, 11 (3), 353-416.
- Yücesoy, F., and Ergin, M., 1992, Heavy-metal geochemistry of surface sediments from the southern Black Sea shelf and upper slope, Chemical Geology, 99, 265-287.
- Yücesoy-Eryılmaz F., 1998, Kuzey Doğu Ege Denizi ve Çanakkale Boğazı Geç Kuvaterner çökellerinin sedimentolojisi ve jeokimyası, İ.Ü., Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Doktora Tezi (yayınlanmamış), 215sf., İstanbul.
- Yücesoy-Eryılmaz F. ve Eryılmaz M., 1998, Çanakkale Boğazı ve çevresi güncel çökellerinde metal dağılımı. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz alanları II. Ulusal Konferansı. Türkiye Kıyıları 98 Konferansı Bildiriler kitabı (ed.) E. Özhan, 649-658, 22-25 Eylül 1998, ODTÜ, Ankara.
- Yücesoy-Eryılmaz, F. ve Eryılmaz M., 2000a, Kuzeydoğu Ege Denizi-Çanakkale Boğazı-Çanakkale Boğazı Marmara Denizi girişindeki ince taneli çökellerin ağır metal dağılımına etkisi. 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, 126-127, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, 21-25 Şubat 2000, Ankara.
- Yücesoy-Eryılmaz, F ve Eryılmaz M., 2000b, Kuzey Ege Denizi Çukurluğu Güncel çökelleri sedimentolojik ve jeokimyasal özellikleri. 1. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı (30 Mayıs 2 Haziran 2000) ODTÜ-TUBİTAK, Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü, ODTÜ. Bildiriler ve poster özetleri kitabı, 285-286, Ankara.
-
- Makale Geliş Tarihi : 18 Haziran 2008
- Kabul Tarihi : 15 Haziran 2009
- Received* : 18 June 2008
- Accepted* : 15 June 2009

Engin MERİÇ, Niyazi AVŞAR, Atike NAZİK, Baki YOKEŞ, Mustafa ERGİN,
Mustafa ERYILMAZ, Fulya YÜCESOY-ERYILMAZ, Erkan GÖKAŞAN, Fikret Suner, Hüseyin TUR, Şenol AYDIN ve Feyza DİNÇER



17-20 Ekim 2005-Sığacık Körfezi (İzmir) depremlerinin sismik jeomorfolojisi ve bölgedeki gerilme alanları ile ilişkisi, Batı Anadolu

The Seismic geomorphology of the Sığacık Gulf (İzmir) earthquakes of October 17 to 20, 2005 and their relationships with the stress field of their Western Anatolian region.

Hasan SÖZBİLİR¹, Ökmen SÜMER¹, Bora UZEL¹, Yalçın ERSOY¹, Fuat ERKÜL², Uğur İNCİ¹, Cahit HELVACI¹, Çağlar ÖZKAYMAK¹

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü 35060, Buca-İZMİR

²Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 07058 Antalya

e-posta: hasan.sozbilir@deu.edu.tr

ÖZ

İzmir ili ve çevresi İzmir-Balıkesir Transfer Zonu olarak bilinen doğrultu-atımlı faylarca baskın bir zayıflık zonu içinde yer alır. Bu zonun son aktivitesi 17-20 Ekim 2005-Sığacık körfezi depremleriyle kanıtlanmıştır. Bu çalışmada Sığacık Körfezi depremlerinin sismo-jeomorfolojik özelliklerinin bölgedeki aktif faylar ve gerilme dağılımlarıyla ilişkisi tartışılacaktır.

Ana şokları Sığacık Körfezi'nde 17-20 Ekim 2005 tarihlerinde olan orta büyüklükteki üç deprem (17 Ekim 2005, saat: 05.45, büyüklük Mw=5.4, 17 ekim 2005, saat: 09.46, büyüklük Mw=5.8 ve 20 Ekim 2005, saat: 21.40, büyüklük Mw=5.9) Sığacık Körfezi'nin kara kısmında sismik şok sırasında gelişmiş tortullaşmayla yaşıt biçim değiştirme yapılarının (sismitlerin) oluşmasına neden olmuştur. Bu yapılar depremlerden hemen sonra haritalanmış ve sismo-jeomorfolojik özelliklerine göre değerlendirilmiştir.

Tortullaşmayla yaşıt biçim değiştirme yapıları Urla Havzası güneyindeki Demircili Köyü ve Yumlu Çiftliği çevresinde tespit edilmiştir. Bu yapılar karasal tortullarla girik olan çakıllı ve kumlu plaj çökellerinde gelişmiştir. Sismitler KD-GB ve D-B doğrultulu çatlaklar ile sıvılaşmayla oluşmuş kum volkanlarından yapıldır. KD-GB doğrultulu çatlaklar onlarca cm ile birkaç m uzunluğundadır ve yerel olarak kaynaşmış geometri sunan kademeli bir şekle sahiptir. Bunlar ana fay segmentleri ile uyumlu olarak K40-70 D doğrultusunda uzanır. D-B doğrultulu kırıklar ise, Sığacık Körfezi'nin kıyı çizgisine paraleldir ve 8 cm'ye ulaşan eğim atım sunar. Yumlu çiftliğinde, sismik sarsılma nedeniyle KKD

doğrultusunda kılcal bir çatlak oluşmuştur. Bununla beraber, Gülbahçe Körfezi'nin batı kenarı üzerindeki fayın sıçrama alanında (stepover) da küçük ölçekli kitle hareketleri saptanmıştır.

Tortullaşmayla yaşıt biçim değiştirme yapıları sismik sarsılmaya atfedilmesine rağmen, KD/KB doğrultu atımlı faylar ve D-B oblik atımlı faylarla şekillenmiş olan tektonik çatıyla da zamansal ve alansal anlamda yakın bir ilişkiye sahiptir. İzmir depremlerinin ana ve artçı şoklarının negatif bir çiçek yapısı sunan bu tektonik çatıyla uyumluluk sunması bunun en belirgin kanıtıdır. Bu çiçek yapısı Kuvaterner yaşlı Urla Havzasını şekillendiren ve yukarı doğru-ıraksayan doğrultu atımlı fay kollarıyla baskın bir fay zonuyla karakteristiktir.

Anahtar kelimeler: Sismik jeomorfoloji, Çiçek yapısı, Sığacık depremleri, İzmir, Batı Anadolu

ABSTRACT

İzmir city and its surroundings are located in the strike-slip dominated zone of weakness known as the İzmir-Balikesir Transfer Zone. The latest activity of the zone was evidenced by the October-2005 Sığacık earthquakes. In this study, we merge the seismic geomorphological features of the İzmir earthquakes with the active faults and stress field of the region.

Three main shocks (17 October 2005 at 05:45, Mw= 5.4; 17 October at 09:46, Mw =5.8 and 20 October at 21:40, Mw =5.9) occurred in the Gulf of Sığacık synsedimentary structures to form. These structures have been mapped and evaluated with respect to their seismo-geomorphological features.

The syn-sedimentary deformational structures occur around Demircili village and Yumlu Farm to the south of the Urla Basin. These structures developed in recent sediments which comprise beach gravels and sands that interfinger with the river deposits. The seismites are composed of NE- and E-W-trending fractures and sand volcanoes due to liquefaction. NE-trending cracks are from tens of centimetres up to several metres long and display an en-echelon pattern that locally forms an anastomosing geometry. They trend N40-70°E in accordance with main fault segments. E-W-trending cracks are oriented parallel to the coastline of the Sığacık Bay and have a dip-slip displacement up to a maximum of 8 cm. At Yumlu Farm, the shaking created a linear fissure that extends NNE in direction. To the north of the Urla Basin, we also observed a small-scale landslide that developed in the stepover area of the western margin of the basin.

Although syn-sedimentary deformational structures can be attributed to a simple seismic shaking, they appear to display a close spatial and temporal relationship with the tectonic framework of the region, shaped by NE/NW-trending strike-slip faults and E-W-trending oblique-slip normal faults of Quaternary age. The main events and aftershocks of the İzmir earthquakes clustered on this fault pattern, indicating a negative flower structure that is real evidence of earthquake related tectonic framework. This flower structure is characterized by an array of upward-diverging strike-slip dominated zone that shaped the Quaternary Urla Basin.

Key words: Seismic geomorphology, Flower structure, Sığacık earthquakes, İzmir, western Anatolia

GİRİŞ

Sismik jeomorfoloji deprem sırasında veya hemen sonrasında yeryüzünde/yeryüzüne yakın kesimlerde meydana gelen değişimleri/deformasyonları ve bu deformasyonların nedenlerini inceler (Dramis ve Blumetti, 2005). Sismik şoklar sırasında oluşan deformasyon yapıları aynı zamanda sismit olarak adlandırılır (Sims, 1975; Seilacher, 1984). Bu tür yapılar özellikle paleosismolojik çalışmalarda Holosen çökellerinde kullanılan eski deprem izlerine ait en önemli belirteçlerdir (McCalpin, 1996). Bu yapılar sismik olayın belirli bir magnitudün üstüne çıktığı durumlarda gelişir (Moretti ve diğ. 1999). Bu tür yapılara bakılarak eski depremlerin büyüklükleri konusunda fikir edinilebilir. Örneğin sıvılaşma ve kum volkanları ile daykların oluşumu en azından 5 büyüklüğündeki bir depremi öngörür (Atkinson, 1984; Rodriguez-Pascua ve diğ. 2000). Kum volkanlarının bir hat boyunca uzanması tabanda bir kum tabakasının olduğunu ve bu tabakadan belirli bir doğrultuda kum daykı şeklinde bir oluşumun geliştiğini göstermektedir. Bu tür oluşumların sismik şok sırasında geliştiği kabul edilmektedir (Audemard ve De Santis, 1991). Depremle ilişkili olarak gelişen bu yüzey şekilleri sismotektonik ve sismo-gravitasyonel olmak üzere iki ana sınıf altında incelenir (Tablo 1). Sismotektonik yüzey şekilleri tektonik streslere bağlı olarak gelişen yüzey kırığı ve çatlağı, yükselme-çökme ve uzunlamasına sırtlar şeklindeki yüzey deformasyonlarıdır. Sismo-gravitastonal yüzey şekilleri ise kitle hareketleri, kılcal çatlaklar ve sıvılaşma şeklindeki deformasyonlardır. Bu yapıların tanınması, haritalanması ve paleosismik analizi bir bölgenin

sismik risk analizinin ortaya çıkarılmasında çok önemlidir (Dramis ve Blumetti, 2005).

Batı Anadolu'da sismotektonik ve sismogravitasyonel yüzey deformasyonları oluşturan yıkıcı depremler tarihsel ve aletsel dönemde kaydedilmiştir (Şekil 1). Tarihsel dönemde yüzey deformasyonları sunan en önemli deprem 1899 Menderes depremidir (Altunel 1999). 28 Mart 1969'daki Alaşehir depremi sonrasında en uzun 12 km olan 6 adet yüzey kırığı haritalanmıştır (Arpat ve Bingöl, 1969; Temiz ve diğ. 1998). Yüzey deformasyonları oluşturan bir diğer deprem 1 Ekim 1995 Dinar depremidir (Koral, 2000). Mw=6.2 büyüklüğündeki Dinar depremine ait yüzey deformasyonları 10 km'lik KB-uzanımlı bir zon boyunca Öncel ve diğ. (1998) tarafından haritalanmıştır. İzmir ili ve çevresinde tarihsel dönemlerden beri yıkıcı depremler nedeniyle can ve mal kaybı olmuştur. İzmir körfezi ve çevresinde 496 BC ile 1949 AD arasında orta büyüklükte 20 adet yıkıcı deprem saptanmıştır (Altınok ve diğ. 2005). Bunlardan en önemlisi 10 Temmuz 1688 depremidir (Poirier ve Taher, 1980). Bu depremde İzmir şehrinin 2/3 ü hasar görmüştür. Bu depremi 1739'daki Foça ve 1788 yılındaki İzmir depremleri izler. Yaklaşık 50 yıllık periyotlarla birbirini izleyen bu üç depremden sonra, aletsel dönemde bölge; 1992-Doğanbey (6.0), 2003-Urla (5.7) ve 2005-Sığacık Körfezi (5.7, 5.8, 5.9) depremleriyle sarsılmıştır. Yukarıda da bahsedildiği gibi, Batı Anadolu'da ve özellikle çalışma alanının içerisinde bulunduğu İzmir ve çevresinde tarihsel dönemden günümüze kadar yüzey deformasyonu oluşturan depremlerin meydana geldiği bilinmektedir. Ancak bu depremlerin oluşturduğu yüzey deformasyonlarının detaylı analizi ve kayıt

altına alınması ancak 20. Yüzyılın ortalarından sonra başlamış ve özellikle son yıllarda gelişmekte olan sismik jeomorfoloji teknikleri ile daha da önem kazanmıştır.

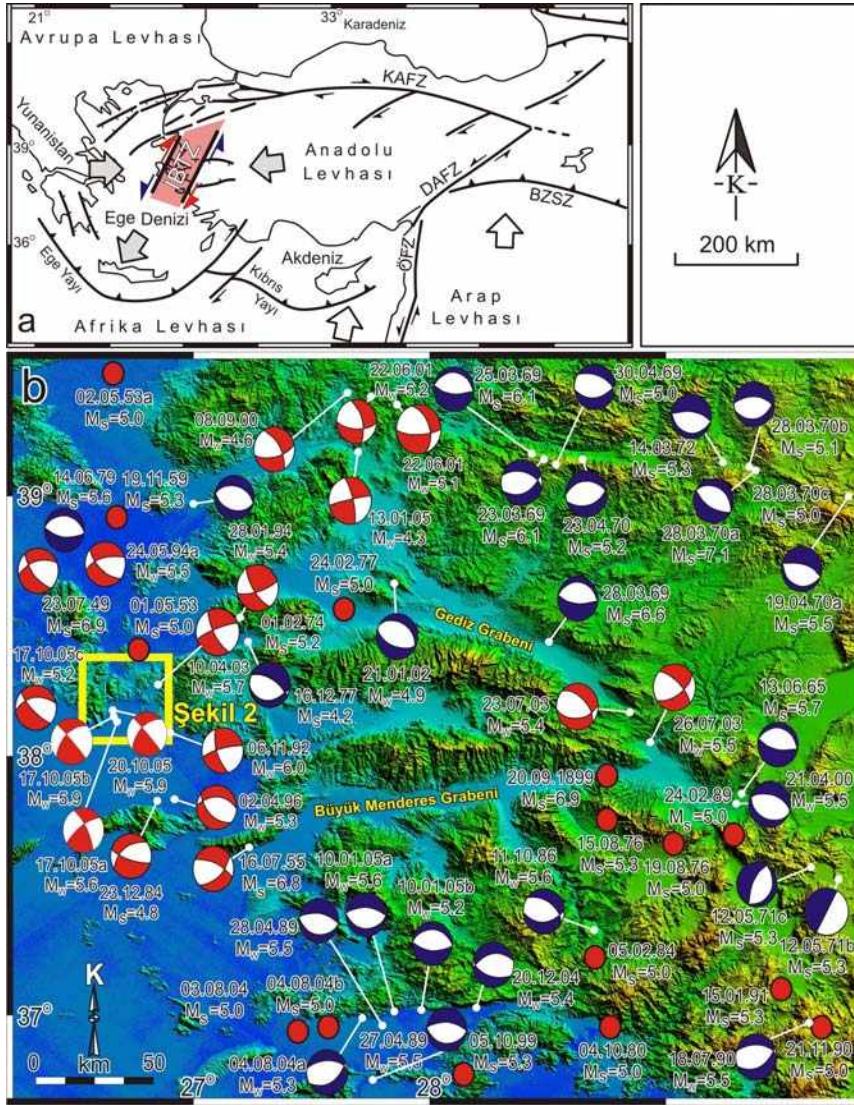
Bu çalışmada 17–20 Ekim 2005-Sığacık depremleri sırasında oluşan sismo-tektonik ve sismo-gravitasyonel yüzey şekilleriyle ilgili gözlemler ayrıntılı anlatılacak ve bu yapıların bölgedeki stres dağılımıyla ilişkisi tartışılacaktır. Bunun için 17 Ekim depremlerinden hemen sonraki 18 Ekim günü deprem odak noktalarına en yakın kara durumundaki Sığacık Körfezi-Demircili Koyu ve çevresi, Sığacık limanı, Gülbahçe ilçesi ve İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü-Gülbahçe Kampüsünde arazi çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen veriler değerlendirilirken 20 Ekim de 3. depremin olması nedeniyle 21 Ekim de yeniden arazi

çalışmasında bulunulmuş ve gözlenen yüzey deformasyonları haritalanmıştır. Yapılan incelemelerde, ilk iki depremde az hasar gören bazı yapıların duvarlarında yıkılmalar ve bacalarında devrilmeler gözlenmiş ve yüzey deformasyon zonunun daha da büyüyerek genişlediği saptanmıştır. Toplanan verilerin yeniden değerlendirilmesi aşamasında son depremden 15 gün sonra yeniden yüzey deformasyonlarının bulunduğu Demircili Koyu'na gidilmiş fakat deniz, rüzgâr ve yağmurun etkisiyle yüzey deformasyonlarına ait izlerin tamamen silindiği gözlenmiştir. Bu nedenle Ekim 2005-Sığacık Körfezi depremlerine ait yüzey deformasyonlarının bu çalışma yoluyla bilim dünyasına kazandırılması gerekli olmuştur.

Tablo 1. Depremlerle ilişkili olarak gelişmiş olan yüzey şekillerinin sınıflaması (Dravis ve Blumetti, 2005).

Table 1. Classification of landforms which developed in connection with earthquakes (Dramis ve Blumetti, 2005).





Şekil 1. a) Türkiye’deki depremlere neden olan ana fay zonları (Şengör ve diğ. 1985; Şengör, 1987; Reilinger ve diğ. 1997; Erkül diğ., 2005). İzmir ili ve çevresi İzmir-Balıkesir Transfer Fay Zonu (İBTZ) içinde kalmaktadır. KAFZ: Kuzey Anadolu Fay Zonu, DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu, ÖFZ: Ölü Deniz Fay Zonu, BZSZ: Bitlis-Zagros Sütur Zonu. b) Batı Anadolu’da meydana gelmiş önemli depremlerin yeri ve odak mekanizma çözümleri (McKenzie 1978; Jackson ve diğ. 1982; Ambraseys, 1988; Altunel 1999; Ambraseys ve Jackson 1998; Ambraseys 2001; Tan ve Taymaz 2002, 2003; KOERİ; USGS; SED; MED NET; HARVARD; EMSC; EMRCMT). Batı Anadolu’nun büyük bir kesiminde D-B uzanımlı normal fayların deprem etkinliği baskınken, İzmir ile Balıkesir arasındaki depremlerin doğrultu atımlı faylardan kaynaklandığına dikkat ediniz.

Figure 1. (a) Main fault zones generating earthquakes in Turkey (Şengör et al., 1985; Şengör, 1987; Reilinger et al., 1997; Erkül et al., 2005). İzmir city and surroundings are located in the İzmir-Balıkesir Transfer Zonu (İBTZ). KAFZ: North Anatolian Fault Zone, DAFZ: East Anatolian Fault Zone, ÖFZ: Death Sea Fault Zone, BZSZ: Bitlis-Zagros Suture Zone. (b) Location of focal mechanism solutions of the main earthquakes in Western Anatolia (McKenzie 1978; Jackson ve diğ. 1982; Ambraseys, 1988; Altunel 1999; Ambraseys ve Jackson 1998; Ambraseys 2001; Tan ve Taymaz 2002, 2003; KOERİ; USGS; SED; MED NET; HARVARD; EMSC; EMRCMT). Note that although the earthquakes related to the E–W trending normal faults are dominant in most parts of Western Anatolia, the region between İzmir and Balıkesir cities is characterized by earthquakes generated by strike-slip faults.

ÇALIŞMA ALANININ SİSMOTEKTONİK KONUSU

Batı Anadolu'nun da içinde yer aldığı Ege bölgesi Miyosen'den beri K-G doğrultusundaki genişleme kuvvetleri etkisinde şekil değiştiren bir kıtasal genişleme alanıdır (Le Pichon ve Angelier, 1981; Dewey ve Şengör, 1981; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör ve diğ. 1985). Kuzey Anadolu fayı ve Doğu Anadolu fayı ile sınırlı olan Anadolu levhası Afrika ve Avrasya levhalarının yaklaşması nedeniyle yılda 2.0 cm hızla batıya doğru hareket etmektedir. Bu hareketin doğrultusu Ege bölgesindeki Akdeniz okyanusal litosferinin Hellenik yayı boyunca dalması nedeniyle KD-GB'dir (Reilinger ve diğ. 1997). Söz konusu dalma batma nedeniyle Ege Denizi ve çevresi, günümüzde yaklaşık K-G doğrultulu genişleme kuvvetleri etkisinde şekil değiştirmektedir (Bozkurt, 2001). Tarihsel dönemde meydana gelen 1688, 1739, 1778 İzmir; 926, 1595, 1664, 1845 Manisa; 1880 Menemen ve 1653, 1899 Büyük Menderes depremleri gibi yıkıcı depremler bölgenin yoğun olan sismik aktivitesini göstermektedir (Ergin ve diğ. 1967; Soysal ve diğ. 1981; Ambraseys 1988; Guidoboni ve diğ. 1994; Ambraseys ve Jackson 1998; Ambraseys ve Finkel 2003; Tan ve diğ. 2008). Aletsel dönemde de etkinliği devam eden sismik aktivitenin büyük çoğunluğu grabenleri sınırlayan D-B uzanımlı normal faylardan kaynaklanmaktadır (Şekil 1b). Fakat İzmir ve çevresinde son 15 yılda meydana gelen orta büyüklükteki üç depremin (1992-Doğanbey, 2003-Urula ve 2005-Sığacık Körfezi) odak mekanizma çözümleri İzmir ve çevresinin baskın olarak doğrultu atımlı fayların kontrolünde şekil değiştirdiğini göstermektedir (Şekil 1, Tan ve Taymaz, 2002; Zhu ve diğ. 2006; Akyol ve diğ. 2006; Benetatos ve diğ. 2006; Aktar ve diğ.

2007). Bu şekil değişikliği bölgesel ölçekte İzmir (Gümüldür) ve Balıkesir (Bigadiç) arasındaki kuşak boyunca uzanım sunan kabuksal ölçekteki transfer zonunun varlığıyla açıklanmaktadır (Sözbilir ve diğ. 2003a ve b; Sözbilir ve diğ. 2004; Emre ve diğ. 2005; Sözbilir ve diğ. 2005; Uzel ve Sözbilir, 2008; Özkaymak ve Sözbilir, 2008; Sözbilir ve diğ. 2008). Bu zonun doğu kenarı Kuşadası Körfezi-Torbalı-Kemalpaşa-Akhisar-Bigadiç hattı boyunca uzanır. Bu hat aynı zamanda D-B doğrultulu graben sistemlerinin KD-GB uzanımlı doğrultu atım havzalarına değiştiği çizgiye karşılık gelir. İzmir güneyindeki Seferihisar yükseltisi, Kemalpaşa güneyindeki Nif Dağı ve Manisa güneyindeki Spil Dağı bu zonun içinde kalmaktadır. Bu zon bölgesel ölçekte Bornova fliş zonunun uzanımına koşuttur. Okay ve diğ. (1996) Bornova fliş zonuna ait kayaların Kretase sonunda (65 Milyon yıl önce) KD doğrultulu bir transform fayı boyunca oluşmuş olabileceğini belirtir. Bu zonu sınırlayan fayların Miyosen öncesinde ve Miyosen'de aktif olduğuna dair veriler, sırasıyla, Kaya (1979) ve Ring ve diğ. (1999)'da verilmiştir. Aynı zonun Miyosen sonrasında günümüze değin aktif olduğuna dair arazi verileri Sözbilir ve diğ. (2003a ve b)'de sunulmuştur. Bu zon Pliyosen sonunda İzmir körfezi ve Gediz grabeninin batı ucunda gelişen D-B doğrultulu faylarla parçalanmaya başlamış, fakat Pliyo-Kuvaterner sonunda yeniden aktif hale geçerek Kuvaterner çökellerini kesmiş ve günümüzde de deprem üretecek doğrultu atımlı fayların gelişmesine neden olmuştur (Uzel ve Sözbilir, 2008; Özkaymak ve Sözbilir, 2008).

URLA (İZMİR) VE ÇEVRESİNİN DEPREM ÜRETEN/ÜRETEBİLECEK DİRİ FAYLARI

İzmir ve yakın çevresinde depremsellikle ilgili yerbilimleri çalışmaları yok denecek kadar azdır.

İzmir ve Balıkesir arasında uzanan ve deprem üretmesi beklenen ana faylar, ilk kez Kaya (1979, 1981) de yayınlanmıştır. Yazar bu makalelerinde, K-G ve KD-GB uzanımlı fayların Paleojen yaşlı eski zayıflık zonlarının yeniden aktif hale geçmesiyle oluştuğunu belirtmektedir. Araştırmacıya göre, bu yapılar daha sonra Miyosen'den günümüze kadar değişik dönemlerde yeniden çalışmışlardır. Kaya yaptığı çalışmada bu fay hatları boyunca a) önemli ölçüde düşey hareket gözlemlendiğini, b) bunların Miyosen'de büyüme fayları şeklinde çalıştığını, c) Miyosen yaşlı tortul ve volkanik birimlerdeki kalınlık ve stratigrafik değişimlerinden sorumlu olduklarını, d) farklı yaş ve litolojideki yaşlı kayaların ana sınırlarına karşılık geldiklerini, e) Magmatik sokulum ve volkanik merkezlerin bu fay zonları boyunca dizildiğini, f) bu faylardan bazılarının farklı zamanlarda ve ters yönde yeniden aktif hale geçerek doğrultu atım bileşenli faylara dönüştüğünü gözlemiştir.

17-20 Ekim 2005-Sığacık depremlerinin meydana geldiği Sığacık Körfezi'nin kara kısmındaki Urla ilçesi ve çevresinde 2003-Urla depreminden önce yapılan haritalama çalışmaları sonucunda bölgede çok sayıda KD-GB, KB-GD ve K-G uzanımlı doğrultu atımlı fay haritalanmıştır (İnci ve diğ. 2003). Bu faylar arasında yaklaşık D-B uzanımlı ve daha küçük ölçekli oblik normal faylar da haritalanmıştır. Bu faylardan KD-GB uzanımlı olanlar sağ yönlü doğrultu atımlı, KB-GD uzanımlı olanlar ise sol yönlü doğrultu atımlı fay niteliğindedir. Öte yandan, DEÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü Piri Reis ve MTA Sismik-1 gemisinin İzmir ve Sığacık Körfezi açıklarında, Ege Denizi'nde, yaptıkları çalışmalar bulunmaktadır. MTA Sismik-1 gemisinin verileri Ocakoğlu ve diğ. (2004, 2005) de yayınlanmıştır. Bu makalelerde Ege Denizi içinde gözlenen faylar ortaya konmuş, fakat bu

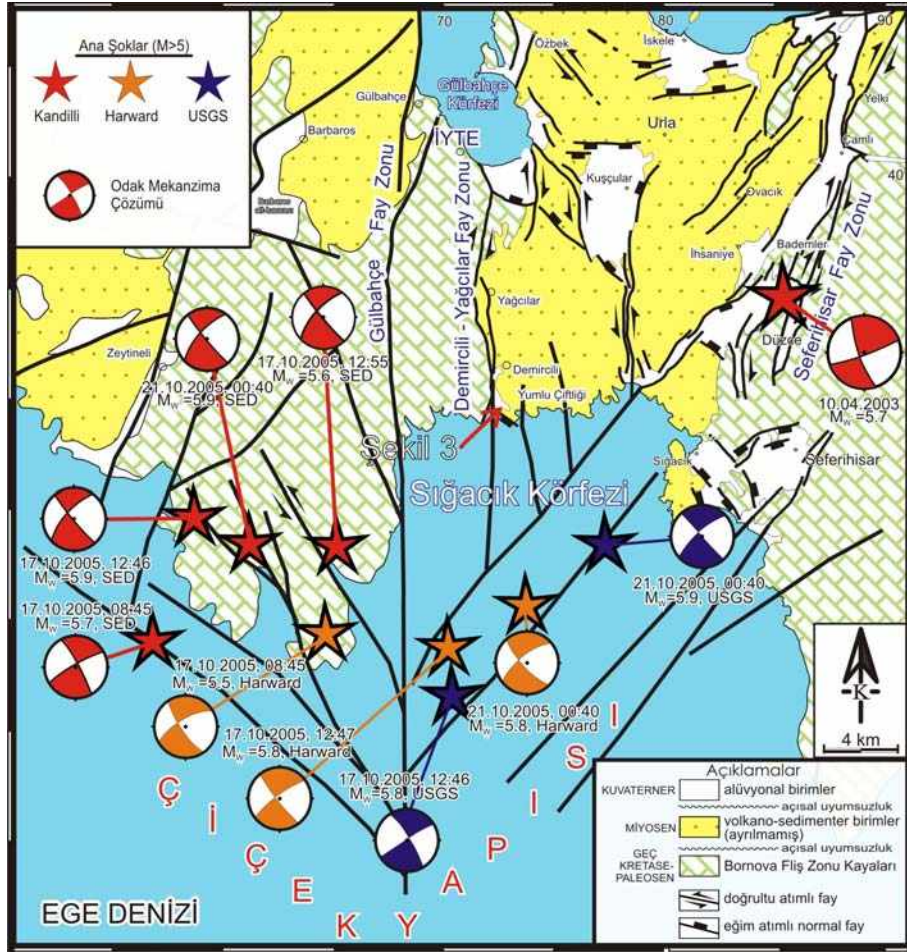
fayların karadaki devamlılıklarıyla ilgili sorunlar çözülememiştir.

Tarafımızdan haritalanan faylar Sığacık Körfezi'ndeki sismik verilerle birleştirildiğinde (Şekil 2), kuzeyden güneye doğru daralan 'V' şekilli bir yapının varlığı ortaya çıkar. Bu yapının yaklaşık eksenini üzerinde bulunan Urla İlçesi ve çevresi 2 milyon yıldan beri oluşmaya başlayan ve bu çalışmada Urla Havzası adı verilen genç bir havza içinde yer alır. Urla Havzası, batıdan ve doğudan Bornova fliş zonu (Okay ve diğ. 1996) veya Bornova karmaşığı (Erdoğan, 1990) adı verilen Üst Kretase-Paleosen yaşlı kaya topluluğuyla sınırlıdır. Bu kaya topluluğu fliş fasiyesindeki kırıntılı kayalar ve bu kayalar içindeki değişik boyut ve yaşlardaki serpantin, çört, diyabaz ve kireçtaşı bloklarından oluşur. Bornova karmaşığı Miyosen yaşlı volkanosedimanter bir istifte uyumsuzlukla örtülmüştür. Urla Havzası'na ait birimler Kuvaterner yaşlı eski ve yeni alüvyonlardır.

Urla Havzası'nın Yelki-Seferihisar hattı boyunca uzanan doğu kenarını Seferihisar Fay Zonu oluşturur. Fay zonu ortalama K20D gidişli, yaklaşık 2-3 km genişlikte ve 23 km uzunluğundadır. Fay zonu içinde, uzunlukları 1 ile 12 km arasında değişen çok sayıda doğrultu atımlı fay segmenti haritalanmıştır. Bu zon boyunca, (1) Kuvaterner çökellerini kesen yüksek eğimli fay yüzeyleri üzerinde yataya yakın fay çizikleri, (2) yanal yönde atılmış dereler ve (3) fay doğrultusu boyunca ötelenmiş alüvyon yelpazeleri gözlenir. Zon içindeki fayların bir kısmı eski alüvyon ile Bornova fliş zonu arasındadır, diğerleri ise eski alüvyonu keser ve yeni alüvyon ile dokanak yapar. 10 Nisan 2003 tarihindeki ana şok bu zonda gelişmiştir (Şekil 2). Urla Havzası'nın batı kenarı, 11 km uzunluğunda ve 2 km

genişliğindeki K-G doğrultulu Yağcılar-Demircili Fay Zonu'yla temsil edilir. Bu zon Demircili Köyü güneyinden başlar ve Kuzeye doğru Yağcılar Köyü'nden geçerek Gülbahçe Körfezi'ne kadar uzanır ve Bornova Fliş Zonu kayalarını Miyosen birimlerinden ayırır.

Seferihisar Fay Zonu ile Yağcılar-Demircili Fay Zonu güneye doğru Sığacık Körfezi içinde K-G uzanımlı Gülbahçe Fay Zonu ile KB-GD uzanımlı sol yönlü doğrultu atımlı faylarla çiçek yapısı oluşturacak şekilde birleşirler.



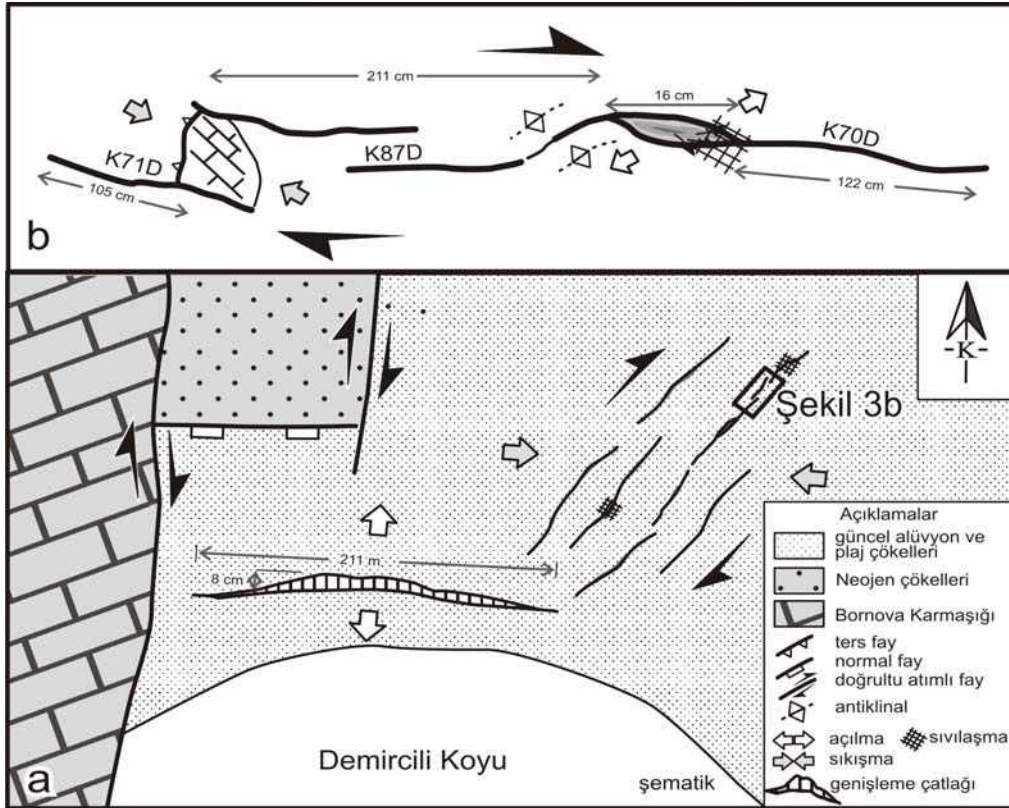
Şekil 2. a) Ekim-2005 ve Nisan-2003 depremlerinin ana şoklarını ve bu depremlere neden olan diri fayları gösteren jeoloji haritası. Değişik doğrultulardaki faylar Sığacık körfezinde birleşerek doğrultu atımlı faylara özgü çiçek yapısını oluşturmaktadır. Deprem verileri KOERİ, USGS, Harvard ve SED'den alınmıştır. Karada haritalanan fayların denizdeki uzanımları Ocakoğlu ve diğ. (2004-2005)'nin sismik kesitlerinden yararlanılarak yeniden çizilmiştir. İYTE: İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü.

Figure 2. Geological map showing the main shocks and their active faults of the October-2005 and April-2003 earthquakes. Conjugating at the Sığacık Bay, differently striking faults form a flower structure which is a main characteristic of strike-slip faults. The earthquake data are from KOERİ, USGS, Harvard and SED. The marine continuity of the faults are re-mapped using the seismic sections of Ocakoğlu et al. (2004, 2005).

EKİM 2005-SIĞACIK DEPREMLERİ'NİN SİSMİK JEOMORFOLOJİSİ VE ŞİDDETİ

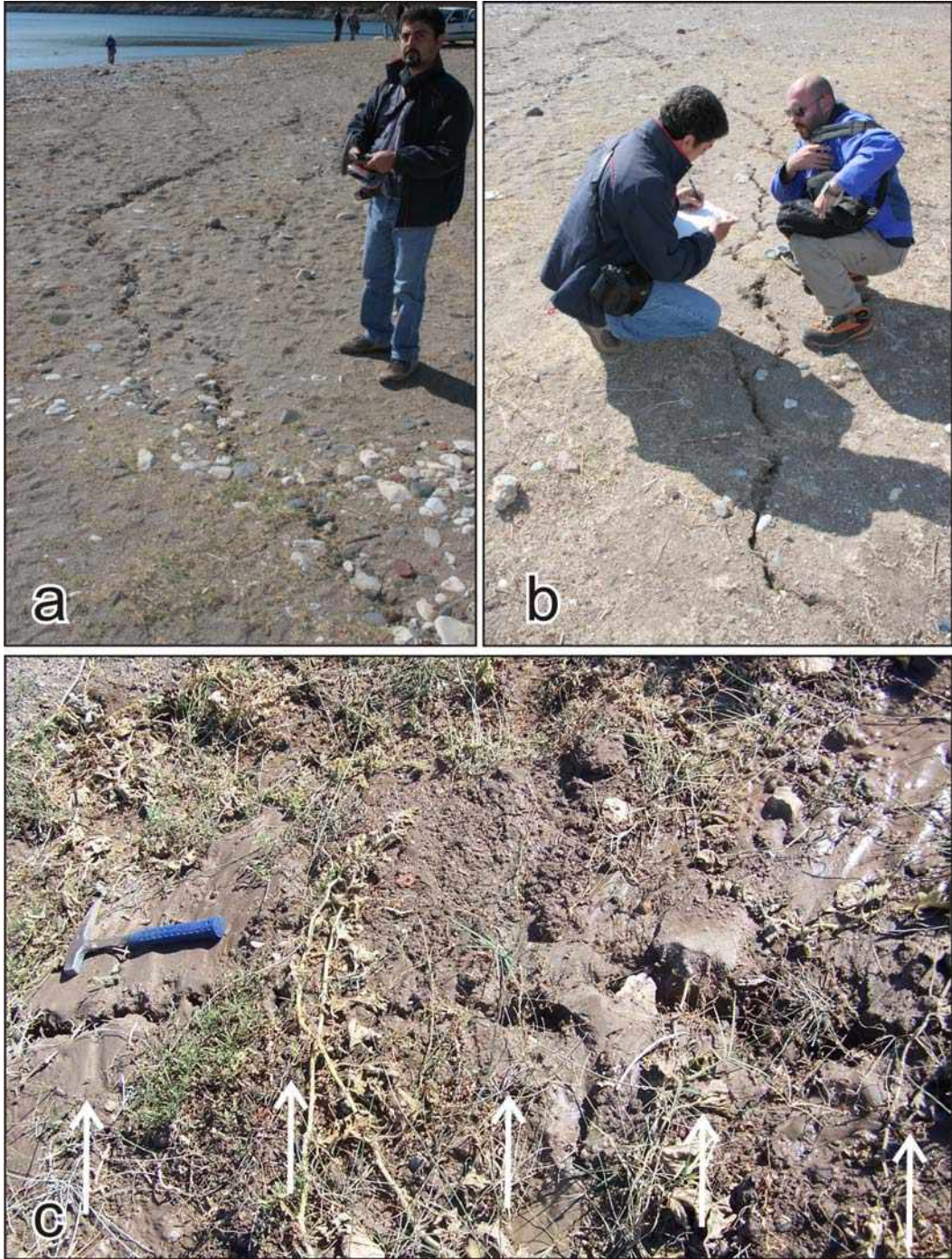
Sığacık Körfezi'nin kara kısmındaki bölgede 18-20 Ekim 2005 tarihlerinde yaptığımız incelemelerde, Demircili Koyu'ndan karaya doğru-Demircili Köyü'ne kadar uzanan bir zon boyunca oluşan yüzey deformasyonları gözlenmiş ve ayrıntılı incelenerek haritalanmıştır (Şekil 3). Yaptığımız incelemeler KD-GB deformasyon zonunun ortalama K45D doğrultusunda uzandığını göstermektedir (Şekil 3a). Çatlaklar ayrıntılı incelendiğinde cm

ölçeğinde kabarma ve çökmelerin olduğu gözlenmiş ve bu yapıları birbirine birleştiren çatlakların K70-87D arasında uzandığı saptanmıştır. Kademeli (en-echelon) dizilim sunan çatlaklar, deniz kıyısından Demircili Köyü'ne kadar kesintisiz izlenebilmiştir (Şekil 4a, b). Çatlakların Demircili Köyü'ne doğru olan devamlarında bazı kesimlerde sıvılaşma izlerine rastlanmıştır (Şekil 4c). Bunun yanı sıra sahile paralel olarak D-B doğrultulu ve eğim atım bileşeni olan kırıklar da oluşmuştur. 200 m kadar izlenebilen bu kırıklar üzerindeki düşey atım miktarı 8 cm olarak ölçülmüştür (Şekil 5).



Şekil 3. Ekim-2005 depremleri sırasında Demircili sahilinde oluşan yüzey deformasyonlarını gösteren arazi krokisi. KD-GB uzanımlı çatlaklar sağ yönlü doğrultu atımlı fay mekanizmasına uygun olacak şekilde gelişmişken, D-B uzanımlı hatlar eğim atımlı normal fay geometrisi sunmaktadır.

Figure 3. Field sketch for the surface deformations of the October-2005 earthquake in the Demircili inlet. NE-SW-trending cracks were developed in accordance with right-lateral strike-slip faulting, while the E-W-trending lines describe a dip-slip fault geometry.



Şekil 4. Demircili Koyu'nda gözlenen yüzey deformasyonları: a) ve b) KD-GB uzanımlı ve kademeli (en-echelon) dizimli çatlaklar ve c) bu çatlaklar üzerinde gelişmiş olan sıvılaşma izleri. Çekicinin ucundan doğuya doğru belirli bir hat boyunca yüzeye çıkan kum malzemesine dikkat ediniz.

Figure 4. Surface deformations in the Demircili inlet: (a) and (b) NE-SW-trending en-echelon cracks and (c) liquefaction prints on these cracks. Note that the sand materials which have reached the surface through a line from the spike of the hammer to the east.



Şekil 5. Demircili Koyu'nda gözlenen yüzey deformasyonları: a) ve b) Demircili Sahili'ne koşut olarak uzanan D-B uzanlılı çatlaklar ve c) bu çatlaklar boyunca 8 cm'ye ulaşan eğim atımının görüntüsü.

Figure 5. Surface deformations in the Demircili inlet: (a) and (b) E-W-trending cracks lying along the Demircili inlet and (c) a view of the dip-slip deformations reaching up to 8 cm along these cracks.

Ekim 2005 depremleri sırasında Sığacık Körfezi'nin hemen kuzeyinde bulunan Demircili Köyü ve Yumlu Çiftliği ile Gülbahçe Körfezi güneybatısındaki Gülbahçe ilçesi ve İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü binalarında orta-ağır nitelikte hasar meydana gelmiştir. Yapılan incelemelerde Demircili Köyü Kütüphanesi ve yakın civardaki sitelerdeki evlerin çoğunda önemli ölçüde hasar tespit edilmiştir. Bazı sitelerdeki villa tipi evlerde giriş bağlantılarında kaymalar gözlenmiş, duvarlarda çatlaklar oluşmuş ve bazı duvarlar yıkılmıştır (Şekil 6a ve b). Köy Kütüphanesi'nin duvarlarında makaslama çatlakları oluşmuş ve kütüphane içindeki raflar sıraların üzerine devrilmiştir (Şekil 6c). Köyün minaresinde düşey ekseninde kayma gözlenmiştir (Şekil 6d). Bazı villaların bahçe duvarlarında sağ yönlü ötelenmeler oluşmuştur (Şekil 6e). Benzer hasarlar doğuya doğru Yumlu Çiftliği'nde de saptanmıştır. Burada, denizden karaya doğru, K20D ve K-G doğrultusunda uzanan ve yüzeyde belirli aralıklarla 500 metre izlenebilen kılcal bir yüzey çatlağı saptanmıştır (Şekil 7a, b). Bu kırık üzerine inşa edilmiş sitelerdeki evler orta derecede hasar görmüş, duvarları makaslanmış ve bacaları devrilmiş/yıkılmıştır (Şekil 7c). Villaların oturduğu zeminde gelişen deformasyon (şekil değişikliği) nedeniyle villalar düşey ekseninde kayma göstermiştir. Deprem nedeniyle Sığacık limanındaki zeminde çökme ve yükselmeler oluşmuştur (Şekil 7d). Benzer hasarlar Gülbahçe'de ve İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde ve Seferihisar ile Urla-Kuşçular çevresindeki bazı yapılarda da saptanmıştır. Buradaki binalarda makaslama çatlakları gelişmiş ve bazı kesimlerde kitle hareketleri-heyelan oluşmuştur (Şekil 8a-f). Bu veriler, Richter ölçeğine göre 5.3- 5.9 büyüklüğünde oluşan depremlerin hasar derecesinin Mercalli

şiddet ölçeğine göre VII şiddetine kadar yükselmiş olduğunu belirtir.

YÜZEY DEFORMASYONLARININ BÖLGEDEKİ GERİLME ALANLARI İLE İLİŞKİSİ

Ocakoğlu ve diğ. (2005) Kuşadası/İzmir körfezlerinde yaptıkları çok kanallı sismik kesit çalışmalarına göre bölgede çok sayıda doğrultu atımlı fayın bulunduğunu ve bu fayların K-G genişleme ile D-B sıkışma kuvvetleri etkisinde geliştiğini belirtmişlerdir. 1992 - 2004 yılları arasında yapılan GPS ölçümlerine göre, İzmir Körfezi ve Karaburun Yarımadası'nın K-G genişleme ve D-B sıkışma kuvvetleri etkisinde şekil değiştirdiği saptanmıştır (Aktuğ ve Kılıçoğlu, 2006). Bu şekil değiştirme sağ-yönlü doğrultu atımlı faylanma ve saat yönündeki rotasyonla açıklanmaktadır. İzmir Körfezi ve çevresinde yapılan kinematik analiz çalışmaları da, bölgede Kuvaterner-Holosen döneminde KKD-GGB genişleme ve BKB-D-GD sıkışma olduğunu göstermektedir (Özkaymak ve Sözbilir, 2008; Uzel ve Sözbilir, 2008, Sözbilir ve diğ. 2008). Bu gerilim kuvvetleri etkisinde bölge, KD ve KB uzanımlı doğrultu atımlı faylar ile D-B uzanımlı normal fayların birlikte çalıştığı transtansiyonel tektonik rejim etkisinde şekil değiştirmektedir. Bölgenin günümüzde de yaklaşık K-G genişleme ve D-B sıkışma kuvvetleri etkisinde şekil değiştirdiği son depremlerden anlaşılmaktadır (Zhu ve diğ., 2006; Akyol ve Diğ., 2006, Aktar ve diğ., 2007).

17 - 20 Ekim 2005-Sığacık depremleri sırasında gelişen yüzey deformasyonlarına neden olan kuvvetlerin bölgedeki gerilme alanlarıyla yakın bir ilişki içinde olduğunu göstermiştir. Sığacık depremleri sırasında oluşan yüzey

deformasyonları iki doğrultuda uzanım sunmaktadır; (1) KD-GB ve (2) D-B. KD-GB uzanımli yüzey deformasyonları kademeli (en-echelon) dizilimli açık çatlaklar ve kum daykları şeklindedir ve sola sıçrama yapan 2-5 m uzunluğundaki yapılardan oluşur (Şekil 3). D-B uzanımli hatlar ise sahile paralel olan eğim atımlı normal fay karakterindedir. Bu faylarda maksimum eğim atım 8 cm'dir (Şekil 3). Her iki

deformasyon türü birlikte değerlendirildiğinde, K-G genişleme ve D-B sıkışma kuvvetlerinin deprem sırasında etkin olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim Aktar ve diğ. (2007)'nin çalışmasında artçı depremlerin yoğunlaştığı KD-GB uzanımli sağ yönlü doğrultu atımlı fay ile KB-GD uzanımli sol yönlü doğrultu atımlı fay benzer gerilme kuvvetlerine işaret etmektedir.



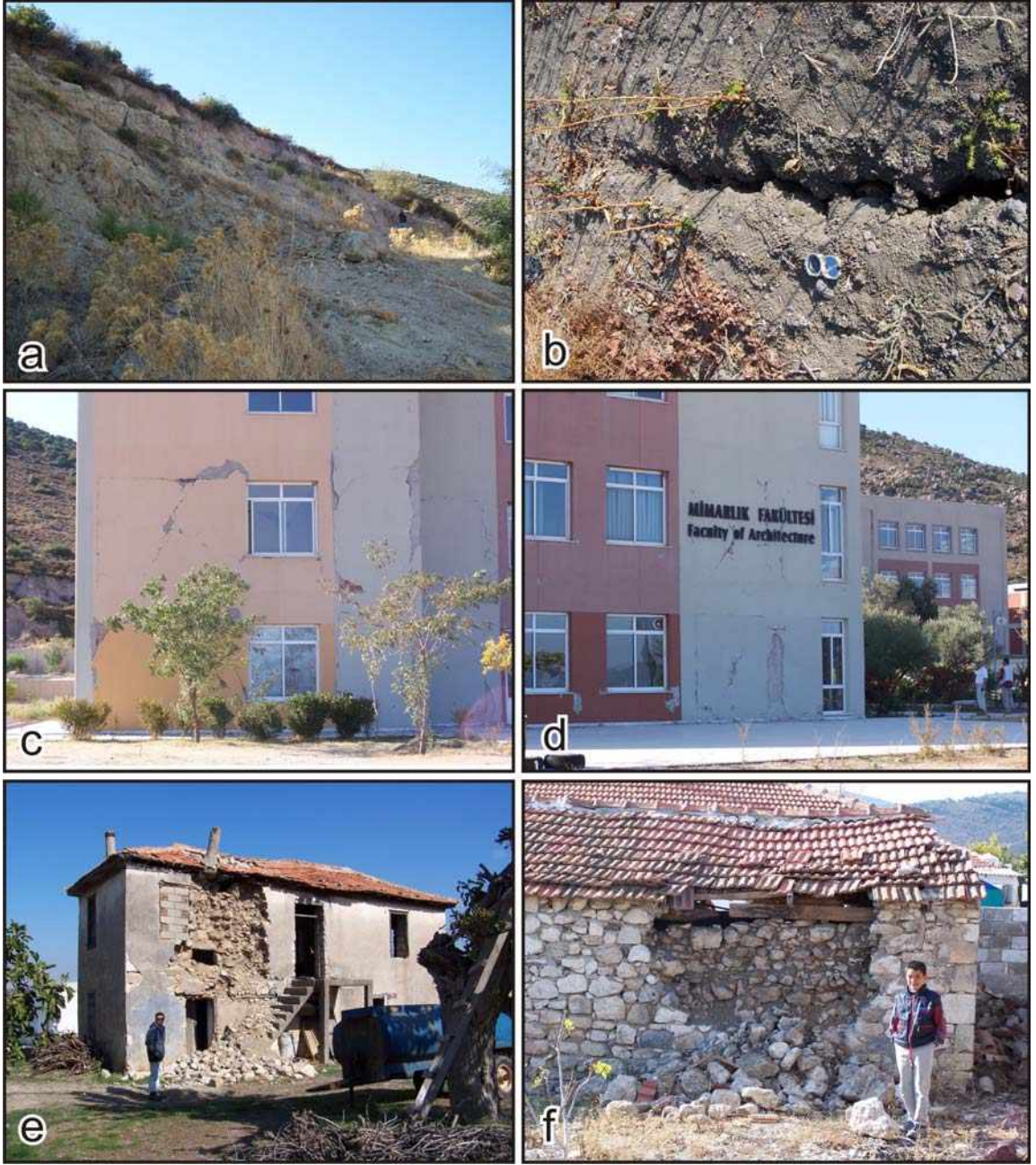
Şekil 6. Sığacık depremlerinin şiddet ölçüsünü belgeleyen hasarlar: a) ve b) villa tipi evlerde yıkılmış ve makaslanmış duvarlar, c) Sıraların üzerine devrilen Köy Kütüphanesi'nin rafları, d) Köyün minaresindeki düşey eksende kayma ve e) Bazı villaların bahçe duvarlarında gözlenen sağ yönlü ötelenmeler.

Figure 6. Damage which can be used to estimate the intensity degree of the Sığacık earthquake: (a) and (b) Broken down and sheared walls of the villa-type houses, (c) turned-down consoles of the village library, (d) vertical dislocations in the minaret of the village mosque, (e) right-lateral displacements on the closure of some villa-type houses.



Şekil 7. Sığacık depremlerinin şiddet ölçüsünü belgeleyen hasarlar: a) ve b) Yumlu Çiftliği'nde saptanan ve denizden karaya doğru 500 metre izlenebilen K20D ve K-G doğrultulu kılcal bir yüzey çatlağına ait görüntüler, c) Bu kırık üzerine inşa edilmiş sitelerdeki evlerin makaslanmış duvarları ve devrilmiş bacaları, d) Sığacık limanındaki zeminde oluşan çökme ve yükselmeler.

Figure 7. Damage which can be used to estimate the degree of intensity of the Sığacık earthquake: (a) and (b) field view of a N-20°E and N-S-directed surface fissure that is traced up to 500 m from the sea to the land, (c) sheared walls and turned-down chimney of the houses in a building complex lying on this crack, (d) collapse and swells that developed on the Sığacık harbor.



Şekil 8. Sığacık depremlerinin şiddet ölçüsünü belgeleyen hasarlar: a) İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Kampüsü'nün batı sınırında gelişmiş olan kitle hareketleri-heyelan, b) Gülbahçe İlçesi'ndeki tarlalarda deprem sırasında oluşan K-G uzanımlı açık çatlaklar, c) ve d) İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mimarlık Fakültesi binasındaki duvarlarda oluşan makaslama çatlakları, e) ve f) Uzunkuyu köyündeki taş evlerin duvarlarında saptanan hasarlar.

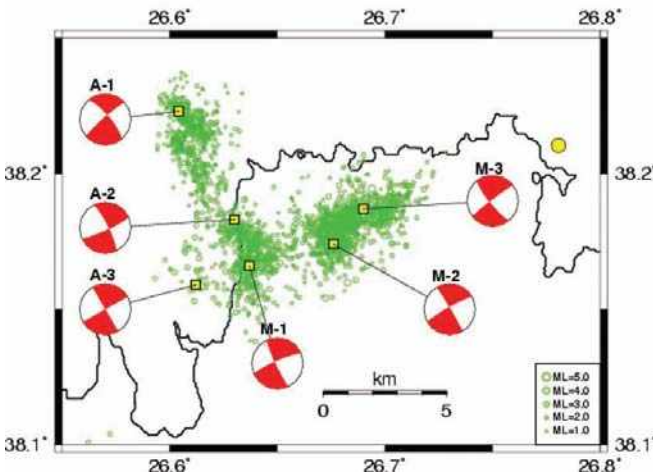
Figure 8. Damage which can be used to estimate the degree of intensity of the Sığacık earthquake: (a) mass-movements and landslides that developed at the western part of the İzmir Institute of Technology Campus, (b) N-S-directed open cracks that developed in the arable fields in Gülbahçe during the earthquake, (c) and (d) Shearing cracks on the walls of the architecture faculty of the İzmir Institute of Technology, (e) and (f) wall-damage to the houses of Uzunkuyu village.

17-20 EKİM 2005-SIĞACIK DEPREMLERİNİ OLUŞTURAN FAYLAR

Kandilli Deprem Araştırma Enstitüsü 17-20 Ekim 2005-Sığacık Körfezi depremlerinin deprem dizileri şeklinde geliştiğini ileri sürmüştür. Emre ve diğ. (2005) bu durumu K-G doğrultulu Gülbahçe Fayı'nın parçalı kırılmasına bağlamış, Utku (2005) ise olası ikincil fay zonlarının birbirine paralel gelişen kırılmaları şeklinde teorik bir yaklaşımda bulunmuştur. Sözbilir ve diğ. (2005) yukarıdaki görüşlerin aksine, 2005 deprem dizilerinin, Karaburun yarımadası ile Seferihisar yükseltisi arasında kalan bölgedeki faylarda gelişmiş olan **"negatif çiçek yapısı"**ndan kaynaklandığını belirtmiştir (Şekil 2). Bu çiçek yapısı; doğrultu atımlı faylanmanın önemli özelliklerinden biri olan ve ana faya bağlı fay parçacıklarının yüzeye doğru dallanarak, çiçek kesitine benzeyen bir görünüm sunması şeklinde açıklanabilir. Gülbahçe Fayı ile Seferihisar Fayı arasında haritalanan Urla havzası bu çiçek yapısı üzerinde gelişmiştir. Bu çiçek yapısı içinde, KD-GB doğrultulu, K-G ve KB-GD doğrultulu diri fay parçaları da haritalanmıştır. Arazi verileri depremler sırasındaki kırılmaların, birbirleriyle bağlantılı ve

farklı doğrultulardaki diri fay segmentleri üzerinde geliştiğini göstermektedir (Şekil 2).

Ana şokları Sığacık Körfezi'nde 17-20 Ekim 2005 tarihlerinde olan orta büyüklükteki üç deprem (17 Ekim 2005, saat: 05.45, büyüklük $M_w=5.4$, 17 ekim 2005, saat: 09.46, büyüklük $M_w=5.8$ ve 20 Ekim 2005, saat: 21.40, büyüklük $M_w=5.9$)'in artçı şokları Aktar ve diğ. (2007) tarafından geçici sismometreler kullanılarak kayıt edilmiştir. Araştırmacılar artçı şokların episantr/hiposantırları ve depremlerin parametrelerinden, üç depremin ilkinin KB-GD uzanımı (K25B) diğer ikisinin de KD-GB uzanımı (K44D) faylardan kaynaklandığını belirlemişlerdir (Şekil 9). KB-GD uzanımı fayın sol yönlü doğrultu atımlı KD-GB uzanımı fayın ise sağ yönlü doğrultu atımlı olduğunu belirten yazarlar, her iki fayın da aynı zamanda çalışan eşlenik (conjugate) faylar olduğunu belirtmişlerdir. Artçı depremlerden elde edilen sismik veriler tarafımızdan belirlenen çiçek yapısını destekler niteliktedir (bakınız Şekil 2).



Şekil 9. 17-20 Ekim 2005 Sığacık depremlerinin ardıcı kayıtlarına göre kırılan fay segmentlerini gösteren sismotektonik harita (Aktar ve diğ. 2007'den alınmıştır). Arazide haritalanan aktif fay hatlarıyla karşılaştırma yapmak için Şekil 2'deki jeolojik haritaya bakınız. Her iki harita da 17-20 Ekim 2005 depremlerinin KD-GB ve KB-GD uzanımı faylanmalarla gerçekleştiğini göstermektedir.

Figure 9. Seismotectonic map showing the activated fault segments according to aftershock records of the 17–20 October Sığacık earthquakes (from Aktar et al. 2007). See the geological map given in Figure 2 to compare with the active faults that have been mapped in the field. Both maps indicate that the 17–20 October Sığacık earthquakes originated from NE–SW- and NW–SE-trending faulting.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

İzmir ve çevresinde son 17 yılda meydana gelen orta büyüklükteki üç deprem (1992-Doğanbey, 2003-Urla ve 2005-Demircili) bölgenin baskın olarak doğrultu atımlı fayların kontrolünde şekil değiştirdiğini göstermektedir. Bu şekil değişikliği bölgesel ölçekte İzmir (Gümüldür) ve Balıkesir (Bigadiç) arasındaki kuşak boyunca uzanım sunan kabuksal ölçekteki transfer zonunun varlığıyla açıklanmaktadır (Sözbilir ve diğ. 2003a ve b; Sözbilir ve diğ. 2004; Emre ve diğ. 2005; Sözbilir ve diğ. 2005; Uzel ve Sözbilir, 2008; Özkaymak ve Sözbilir, 2008; Sözbilir ve diğ. 2008). Bu zonun doğu kenarı Kuşadası Körfezi-Torbalı-Kemalpaşa-Akhisar-Bigadiç hattı üzerinde yer alır. Bu fay kuşağı 65 milyon yıl önce Neotetis okyanusunu kesen bir transform fay zonu şeklinde oluşmaya başlamış (Okay ve diğ. 1996) ve günümüze kadar farklı zamanlarda yeniden aktif hale geçerek (Ring ve diğ., 1999) Batı Anadolu kabuğunun sürekli şekil değiştirmesine ve deforme olmasına neden olmuştur (Sözbilir ve diğ. 2003; Uzel ve Sözbilir, 2008; Özkaymak ve Sözbilir, 2008; Sözbilir ve diğ. 2008). İzmir ile Balıkesir arasında bulunan bu fay sistemi, Anadolu ve Afrika levhalarındaki gerilim değişimlerine bağlı olarak (Şengör, 1987; Şengör ve diğ., 1985) oluşumundan bu yana sol veya sağ yönlü doğrultu atımlı fay zonu şeklinde çalışmıştır (Bozkurt ve Sözbilir, 2006). Bunun en belirgin göstergeleri, zon içerisinde kalan fayların düzlemleri üzerinde gözlenen birbirini kesen fay çizikleridir. Yani aynı faylar, bölgesel gerilimdeki değişim nedeniyle, farklı zamanlarda farklı fay türü şeklinde yeniden aktif hale geçmektedir. 1992-Doğanbey, 2003-Urla ve 2005-Sığacık Körfezi depremleri bu fay kuşağı içinde yer almaktadır. Bu üç deprem göz önüne

alındığında, fayların birbirleriyle bağlantılı olduğu ve 1992'den beri kırılan bu fayların üzerinde oluşan depremlerin doğudan batıya doğru gelişen bir enerji transferi şeklinde göç ettiği düşünülebilir.

Bu çalışmada 17-20 Ekim 2005 –Sığacık depremleri sırasında oluşan (1) sismo-tektonik ve (2) sismo-gravitasyonel yüzey deformasyonları haritalanmış ve bu deformasyonların bölgedeki fayların gidişleri ile stres dağılımıyla ilişkileri tartışılmıştır. Deprem sırasında gelişen yüzey deformasyonları KD-uzanımlı sağ yönlü doğrultu atımlı fay niteliği sunan kademeli (en-echelon) çatlaklar, yaklaşık D-B uzanımlı eğim atımlı fay niteliği taşıyan deformasyonlar, heyelanlar, kılcal çatlaklar ve yükselme-çökme şeklindeki deformasyonlardır. Bu çatlaklar boyunca bazı kesimlerde sıvılaşma izleri ve kum volkanları saptanmıştır. Deprem sırasında gelişen yüzey deformasyonlarının büyük bir kesiminin sismo-gravitasyonel olmasına rağmen, çatlak geometrisi yaklaşık D-B sıkışma ve K-G çekme kuvvetleri şeklindeki bölgesel gerilme rejimiyle uyumluluk sunmaktadır.

Ocakoğlu ve diğ. (2004, 2005) İzmir, Sığacık ve Kuşadası Körfezi'nde yaptıkları çok kanallı sismik kesitler yardımıyla, İzmir ili çevresindeki körfezlerde çok sayıda doğrultu atımlı fay saptamışlardır. Araştırmacılar bu fayları karadaki devamlılıklarıyla birleştirerek İzmir ili ve çevresindeki K-G ve KD-GB uzanımlı diri fay zonlarının K-G genişleme ve D-B sıkışma kuvvetleri etkisinde geliştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacıların Sığacık körfezinde sismik kesitler yardımıyla haritaladıkları fayların karada yaptığımız jeolojik haritadaki faylarla örtüşmediğinden, Sığacık Körfezindeki sismik

kesitler tarafımızdan yeniden yorumlanmıştır. Çalışmalarımız karadan getirdiğimiz KD-GB ve KB-GD uzanımlı fayların Sığacık körfezinde keşşerek çiçek yapısı oluşturduğunu göstermiştir. Bu verilere göre, Ekim-2005 depremleri çiçek yapısı içindeki faylarla ilişkilendirilmiştir (Sözbilir ve diğ. 2005). Daha sonra Benetatos ve diğ. (2006) ve Aktar ve diğ. (2007) tarafından artçı şoklar kullanılarak yapılan odak mekanizma çözümleri, depremlerin Sığacık Körfezi'nde keşşen KD-GB ve KB-GD uzanımlı fayların birlikte çalışmasıyla oluştuğunu kanıtlamışlardır. Bu durum tarafımızdan üretilen jeolojik haritayı da destekler niteliktedir. Böylece tarafımızdan haritalanan fayların Sığacık Körfezindeki devamlılıkları sismik verilerle de desteklenmiştir. Deprem odak noktalarının tarafımızdan haritalanan Kuvaterner fayları üzerinde çıkması, bu fayların yeniden aktif olduğunu göstermektedir.

EXTENDED ABSTRACT

İzmir city and its surroundings are located in the strike-slip dominated zone of weakness known as the İzmir-Balıkesir Transfer Zone. The latest activity of the zone is evidenced by the October-2005 Sığacık earthquakes. In this study, we merge the seismic geomorphological features of the İzmir earthquakes with the active faults and stress field of the region.

Field-based geological studies carried out before the 2005-Sığacık earthquakes showed the existence of a negative flower structure in the Gulf of Sığacık. This flower structure is characterized by three distinctly oriented fault sets which conjugated off-shore. They oriented in NE, NW and N-S directions and formed small pull-apart basins on-shore. A number of E-W

trending oblique- to dip-slip normal faults were also mapped on-shore of the Sığacık Gulf. All these fault sets have shaped the Urla basin since at least the Quaternary period.

Three main shocks (17 October 2005 at 05:45, $M_w=5.4$; 17 October at 09:46, $M_w=5.8$ and 20 October at 21:40, $M_w=5.9$) in the Gulf of Sığacık have caused synsedimentary structures to form. These structures have been mapped and evaluated with respect to their seismo-geomorphological features.

We have found a number of landforms which developed in connection with the earthquakes. Most of them have occurred in recent beach deposits of the Sığacık Gulf and therefore they are accepted as syn-sedimentary structures (or seismites). They can be classified as 1) seismo-tectonic landforms related to tectonic stress, and 2) seismo-gravitational landforms connected with seismic shaking and gravitational stress. The seismo-tectonic landforms consist of surface fractures, land uplift/subsidence and elongated ridges, while seismo-gravitational landforms contain landslides, fissures, liquefaction and sand volcanoes.

The syn-sedimentary deformational structures occur around Demircili village and Yumlu Farm to the south of the Urla Basin. These structures developed in recent sediments which comprise beach gravels and sands that interfinger with the river deposits. The seismites are composed of NE- and E-W-trending cracks and sand volcanoes due to liquefaction. NE-trending cracks are tens of centimetres up to several metres long and display an en-echelon pattern that locally forms an anastomosing geometry. They trend N40-70°E in accordance

with the main fault segments. E-W-trending cracks are oriented parallel to the coastline of Sığacık Bay and have a dip-slip displacement up to a maximum of 8 cm. At Yumlu Farm, the shaking created a linear fissure that extends NNE in direction. To the north of Urla Basin we observed a small-scale landslide that developed in the stepover area of the western margin of the basin.

Although syn-sedimentary deformational structures can be attributed to a simple seismic shaking, they appear to display a close spatial and temporal relationship with the tectonic framework of the region, shaped by NE/NW-trending strike-slip faults and E-W-trending oblique-slip normal faults of Quaternary age. The main events and aftershocks of the İzmir earthquakes clustered on this fault pattern indicating a negative flower structure that is real evidence of earthquake related tectonic framewok. This flower structure is characterized by an array of upward-diverging strike-slip dominated zone that shaped the Quaternary Urla Basin.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, DEÜ-Bilimsel Araştırma Projeleri (0922.01.01.13, 04.KB.FEN.042, 04.KB.FEN.043, 04.KB.FEN.087) ve Tübitak Projesi (YDABAG-102Y065) kapsamında yürütülen çalışmalardan derlenen bilgileri içermektedir. Araştırmacılar DEÜ ve TÜBİTAK yetkililerine maddi katkılarından dolayı teşekkür eder. Yazarlar, makaleye yapıcı katkı sağlayan Prof. Dr. Erhan Altunel ve ismini açıklamayan hakemler'e teşekkürü bir borç bilir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Aktar, M., Karabulut, H., Ozalaybey, S. ve Childs, D., 2007. A conjugate strike-slip fault system within the extensional tectonics of Western Turkey. *Geophysical Journal International*, 171 (3), 1363–1375.
- Akтуğ, B. ve Kılıçoğlu, B., 2006. Recent crustal deformation of İzmir, Western Anatolia and surrounding regions as deduced from repeated GPS measurements and strain field. *Journal of Geodynamics*, 41, 471-484.
- Akyol, N., Zhu, L., Mitchell, B.J., Sözbilir, H. ve Kekovalı K., 2006. Crustal structure and local seismicity in western Anatolia. *Geophysical Journal International*, 166 (3), 1259-1269.
- Altunel, E., 1999. Geological and geomorphological observations in relation to the 20 September 1899 Menderes earthquake, Western Turkey, *Journ. Geol. Soc. London*, 156, 241-246.
- Altınok, Y., Alpar, B., Özer, N. & Gazioglu, C., 2005. 1881 and 1949 earthquakes at the Chios-Çeşme Strait (Aegean Sea) and their relation to tsunamis, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 5, 717–725.
- Ambraseys, N.N. ve Finkel, C.F. 1995. *The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas: A Historical Review, 1500–1800*. Eren publishing ve booktrade, İstanbul.
- Ambraseys, N. N., Jackson J.A., 1998. Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region, *Geophysical Journal International*, 133, 390–406.
- Ambraseys, N.N. 1988. *Engineering Seismology. Earthquake Engineering and structural Dynamics*, vol. 17, 1-105.
- Ambraseys, N. N., 2001. Reassessment of earthquakes, 1900-1999, in the Eastern Mediterranean and the Middle East, *Geophysical Journal International*, 145, 471–485.

- Arpat, E. ve Bingöl, E., 1969. Ege Bölgesi graben sisteminin gelişimi üzerine düşünceler. MTA Dergisi, 73, 1-9.
- Atkinson, G. 1984. Simple computation of liquefaction probability for seismic hazard applications. Earthquake Spectra, 1, 107-123.
- Audemard, F.A. ve De Santis, F., 1991. Survey of liquefaction structures induced by recent moderate earthquakes. Bull. Int. Assoc. Eng. Geol. 44, 5-16.
- Benetatos, C., Kiratzi, A., Ganas, A., Ziazia, M., Plessa, A. ve Drakatos, G. 2006. Strike-slip motions in the Gulf of Sığacık (western Turkey): Properties of the 17 October 2005 earthquakes seismic sequence. Tectonophysics, 426, 263-279.
- Bozkurt, E. ve Sözbilir, H., 2006. Evolution of large-scale Normal faults: Insights from the Active Manisa fault, Southwest Turkey. Geodinamica Acta, 19 (6), 427-453.
- Bozkurt, E., 2001. Neotectonics of Turkey – a synthesis. Geodinamica Acta, 14, 3-30.
- Dewey, J.F. ve Sengör, A.M.C., 1979. Aegean and surrounding regions: complex multiple and continuum tectonics in a convergent zone, Geol. Soc. Am. Bull., 90, 84-92.
- Dramis, F. ve Blumetti, A.M. 2005. Some considerations concerning seismic geomorphology and paleoseismology. Tectonophysics, 408, 177-191.
- EMRCMT: European-Mediterranean Regional Centroid-Moment Tensors. <http://www.ingv.it/seismoglo/RCMT/>
- Emre, Ö., Özalp, S., Doğan, A., Özaksoy, V., Yıldırım, C. ve Göktaş, F., 2005. İzmir çevresinin diri fayları ve deprem potansiyelleri. MTA Rapor No:107, 80 s (yayınlanmamış).
- EMSC: European-Mediterranean Seismological Centre: <http://www.emsc-csem.org>
- Erdoğan, B. 1990. İzmir-Ankara Zonu'nun İzmir ile Seferihisar arasındaki bölgede stratigrafik özellikleri ve tektonik evrimi: TPJD Bülteni, 2/1, 1-20.
- Erkül, F., Helvacı, C. ve Sözbilir, H., 2005. Evidence for two episodes of volcanism in the Bigadiç borate basin and tectonic implications for western Turkey. Geological Journal, 40, 1-16.
- Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z. 1967. Türkiye ve civarının deprem kataloğu (Milattan sonra 11 yılından 1964 sonuna kadar). İstanbul Teknik Üniversitesi, maden Fakültesi Arz Fizik Enstitüsü yayınları, no. 24.
- Guidoboni, E., Comastri, A. ve Triana, G. 1994. Catalogue of Ancient Earthquakes in the Mediterranean Area up to the 10th Century. Istituto Nazionale di Geofisica, p. 504, ISBN 88-85213-06-5.
- HARVARD: Harvard seismology: <http://www.seismology.harvard.edu>.
- Jackson, J.A., King, G. & Vita-Finzi, C., 1982. The neotectonics of the Aegean: an alternative view. Earth & Planetary Science Letters, 61, 303-318.
- Kaya, O., 1979. Ortadoğu Ege çöküntüsünün (Neojen) stratigrafisi ve tektoniği. TJK Bülteni, 22, 35-58.
- Kaya, O., 1981. Miocene reference section for the coastal parts of West Anatolia. Newsletters on Stratigraphy, 10, 164-191.
- KOERİ: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, <http://boun.edu.tr>.
- Koral, H., 2000. Surface rupture and rupture mechanism of the October 1, 1995 (M_w=6.2) Dinar earthquake, SW Turkey. Tectonophysics, 327 (1-2): 15-24.
- Le Pichon, X. ve Angelier, J., 1979. The Aegean arc and trench system: a key to the neotectonic evolution of the eastern Mediterranean area. Tectonophysics, 60, 1-42.
- McCalpin, J., 1996. Paleoseismology. Academic Press, 588 pp. San Diego, California.
- McKenzie D.P., 1978. Active tectonics of the Alpine-Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions, Geophys. J. Royal Astron. Soc., 55, 217-254.
- MED NET: Mediterranean very Broadband seismographic network <http://mednet.ingv.it>
- Moretti, M., Alfaro, P., Caselles, O. ve Canas, J.A. 1999. Modelling seismites with a digital

- shaking table. *Tectonophysics*, 304, 369-383.
- Ocakoğlu, N., Demirbağ E. ve Kuşçu İ., 2004. Neotectonic structures in the area offshore of Alaçatı, Doğanbey and Kuşadası (western Turkey): evidence of strike-slip faulting in the Aegean extensional province. *Tectonophysics*, 391, 67-83.
- Ocakoğlu, N., Demirbağ, E. ve Kuşçu, İ., 2005. Neotectonic structures in İzmir Gulf and surrounding regions (western Turkey): Evidences of strike-slip faulting with compression in the Aegean extensional regime. *Marine Geology*, 219, 155-171.
- Okay, A.İ., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. ve Akyüz, S. 1996, Paleo- and Neo- Tethyan events in northwestern Turkey: Geologic and geochronologic constraints: In: Yin, A. ve Harrison, M. (eds) *Tectonics of Asia*. Cambridge University Press, 420-441.
- Özkaymak, Ç. ve Sözbilir, H., 2008. Stratigraphic and structural evidence for fault reactivation: The Active Manisa Fault Zone, Western Anatolia. *Turkish Journal of Earth Sciences*, Cilt: 17, No: 3, Sf: 615-635.
- Öncel, A.O., Koral, H. ve Alptekin, O., 1998. The Dinar earthquake (M-w = 6.2; October 1, 1995; Afyon-Turkey) and earthquake hazard of the Dinar-Civril fault. *Pure and Applied Geophysics*, 152 (1): 91-105.
- Poirier, J.P. ve Taher, M.A. 1980. Historical seismicity in the Near and Middle East, North Africa, and Spain from Arabic documents (VIIth-XVIIIth Century). *Bulletin of Seismological Society of America*, vol. 70, No:6, 2185-2201.
- Reilinger, R. E., McClusky, S. C., Oral, M. B., King, W. ve Toksöz, M. N., 1997. Global positioning system measurements of present crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone: *J. Geophys. Res.*, 102, 9983-9999.
- Ring, U., Laws, S. ve Bernet, M. 1999, Structural analysis of a complex nappe sequence and late-orogenic basins from the Aegean Island of Samos, Greece: *J. Structural Geology*, 1575-1601.
- Rodriguez-Pascua, M.A. Calvo, J.P., De Vicente, G. ve Gomez-Gras, D., 2000. Soft-sediment deformation structures interpreted as seismites in lacustrine sediments of the Prebetic Zone, SE Spain, and their potential use as indicators of earthquake magnitudes during the Late Miocene. *Sedimentary Geology*, 135, 117-135.
- SED: Schweizerischer Erdbebendienst (SED), Swiss Seismological Service. <http://www.seismo.ethz.ch>
- Seilacher, A., 1984. Sedimentary structures tentatively attributed to seismic events. *Marine Geology*, 55, 1-12.
- Sims, J.D., 1975. Determining earthquake recurrence intervals from deformational structures in young lacustrine sediments. *Tectonophysics*, 29, 141-152.
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D. ve Altınok, Y. 1981. Türkiye ve çevresinin tarihsel deprem kataloğu (M.Ö. 2100 – M.S. 1900). Teknik rapor, TÜBİTAK, No. TBAG-341.
- Sözbilir, H., Uzel, B., Sümer, Ö., İnci, U., Ersoy, E.Y., Koçer, T., Demirtaş, R. ve Özkaymak, Ç., 2008. D-B Uzanımlı İzmir Fayı ile KD-Uzanımlı Seferihisar Fayı'nın birlikte çalıştığına dair veriler: izmir körfezi'ni oluşturan aktif faylarda kinematik ve paleosismolojik çalışmalar, Batı Anadolu. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, Cilt 51, Sayı 2, 91-114.
- Sözbilir, H., Erkül, F. ve Sümer, Ö., 2003a. Gümüldür (İzmir) ve Bigadiç (Balıkesir) arasında uzanan Miyosen sonrası yaşlı kd-doğrultulu accommodation zonuna ait saha verileri, Batı Anadolu. 56. *Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, 85-86.
- Sözbilir, H., İnci, U., Erkül, F. ve Sümer, Ö., 2003b. An Active Intermittent transform zone accommodating N-S Extension in Western Anatolia and its relation to the North Anatolian Fault System, International Workshop on the North Anatolian, East Anatolian and Dead Sea Fault Systems: Recent Progress in Tectonics and Paleoseismology, and Field Training Course in Paleoseismology, 31 Augst to 12 September 2003, Ankara.

- Sözbilir, H., Sümer, Ö., Uzel, B., Saygılı, A., Ramazanoğlu, İ ve E. Uysal, 2004. İzmir Fayı'nın jeolojik ve jeomorfolojik parametreleri, Aktif Tektonik Araştırma Grubu 8. Toplantısı, Bildiri Özetleri Kitabı, s. 22.
- Sözbilir, H., Sümer, Ö., Uzel, B., Ersoy, Y., Erkül, F., İnci, U. ve Helvacı, C., 2005. İzmir'deki deprem dizilerinin nedeni, faylardaki çökek yapısı, Cumhuriyet, Bilim Teknik, Deprem Araştırmaları, 3.12.2005, Sayı 976, 18-19.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., 1987. Cross-faults and differential stretching of hanging walls in regions of low-angle normal faulting. In: examples from western Turkey, Coward, M.P., Dewey, J.F. and Hancock, P. (ed.), *Continental extensional tectonics*. Geological Society of London, Special Publication, 28, 575-589.
- Şengör, A.M.C., Görür, N. ve Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study: In: Biddle, K.T. ve Christie-Blick, N. (eds) *Strike-slip deformation, basin formation, and sedimentation*. Soc.Econ. Paleontologists and Mineralogist, Special Publication, 37, 227-264.
- Tan, O., ve Taymaz, T., 2002. Source Parameters of November 6, 1992 Doğanbey-Izmir (Mw=6.0, Western Turkey) and November 15, 2000 Van (Mw=5.7, Eastern Turkey) Earthquakes. 1st International Symposium of Istanbul Technical University the Faculty of Mines on Earth Sciences and Engineering, 16-18 May 2002, Istanbul, Turkey, Abstracts Book: SS-B-Poster, p. 70.
- Tan, O. ve Taymaz, T., 2003. Seismotectonics of Karaburun Peninsula and Kuşadası Gulf: Source parameters of April 2, 1996 Kuşadası Gulf and April 10, 2003 Seferihisar (İzmir) earthquakes. International Workshop on the NAFZ, EAFZ and DSF Systems: Recent Progress in Tectonics and Paleoseismology and Field Training Course in Paleoseismology, Middle East Technical University (METU), Ankara, Turkey.
- Tan, O., Tapırdamaz, M.C. ve Yörük, A. 2008. The Earthquakes Catalogues for Turkey. *Turkish Journal of Earth Science* 17, 405-418.
- Temiz, H., Gürsoy, H. ve Tatar, O. 1998. Kinematics of late Pliocene-Quaternary normal faulting in the southeastern end of the Gediz graben, western Anatolia, Turkey. *International Geology Review*, 40, 638-646.
- USGS: United States Geological Survey. <http://www.usgs.gov>
- Utku, M. 2005. İzmir Depremleri Dizisi-Pakistan Depremi Türkiye'yi Etkiler mi? *Cumhuriyet, Bilim Teknik*, sayı 927, 16-17.
- Uzel, B. ve Sözbilir, H., 2008. A First record of strike-slip basin in western Anatolia and its tectonic implication: The Cumaovası basin as an example. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17, 559-591.
- Zhu, L., Akyol, N., Mitchell, B.J. ve Sözbilir H., 2006. Seismotectonics of western Turkey from high resolutions and moment tensor determinations. *Geophysical Research Letters*, 33 (7), L07316.
-
- Makale Geliş Tarihi : 10 Haziran 2009
Kabul Tarihi : 23 Temmuz 2009
- Received* : 10 June 2009
Accepted : 23 July 2009



Görgü (Malatya-Türkiye) Pb-Zn Yatağının Eski İmalat Pasalarının Jeokimyası
Geochemistry of Görgü Pb-Zn Mine-Waste, Malatya, Türkiye

Leyla KALENDER*¹, Güllü KIRAT¹, Cemal BÖLÜCEK², Ahmet SAĞIROĞLU¹

¹Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23119, Elazığ,

²Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çağış Kampüsü / BALIKESİR

*Corresponding author: leylakalender@firat.edu.tr

ÖZ

İnceleme alanı, Malatya ilinin Yeşilyurt ilçesine bağlı Görgü köyünün 9 km güneydoğusunda ve 1/25000 ölçekli Malatya L40 – a4 paftasında yer almaktadır.

Görgü (Cafana) Pb–Zn cevherleşmesi, yaşı belli olmayan volkanitler ile Malatya Metamorfitleri (Permo-Karbonifer) içerisinde gelişmiş olup cevherleşmenin büyük bir kısmı andezitik kayalar içerisinde damar şeklindedir. Sülfür cevherleşmesi olarak gözlenen cevherleşmenin ana mineralleri galen, sfalerit, pirit, markasit, simitsonit, zinkit, hidro-zinkit, anglezit ve serüzit; gang mineralleri ise barit, dolomit, kuvars ve kalsittir.

Bu çalışmada, ana yatak civarından 12 adet pasa ve 18 adet sistematik toprak örneği alınarak, örneklerin metal içerikleri ve bu elementlerin birbirleri ile olan ilişkileri incelenmiştir. Pasa örneklerinde Pb 315 - >10000 ppm (ortalama 6259), Zn 526 - >10000 ppm (ortalama 6618), Ag 137-18333 ppb (ortalama 3711), Mn 54-3153 ppm (ortalama 829), Ba 56-1697 ppm (ortalama 546); toprak örneklerinde, Pb 28-446 ppm (ortalama 115); Zn 58-9095 ppm (ortalama 660); Mn 477-1634 ppm (ortalama 993); Ba 120- 1414 ppm (ortalama 276); Cd 0,38-54 ppm (ortalama 4,3); Ag 25-2508 ppb (ortalama 120) aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Toprak ve pasalardaki ortalama metal içerikleri karşılaştırılmış ve topraktaki Au, Mn, Sn, Cu, Sb, Rb ve Sr değerlerinin doğal ayrışma nedeniyle pasalardan daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Veri sayısı az olduğu için pasa örneklerinde Spearman korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

Toprak örneklerindeki yüksek metal içeriğinin bölgedeki ceherleşmelerden ve çevresindeki atıklardan doğal süreçlerle oluştuğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Görgü Pb-Zn yatağı, jeokimya, pasa, toprak kirliliği

ABSTRACT

The study area is located at the Malatya L40-a4 section of the 1/25000 scale map 9 km southeast of Görgü village in the Yeşilyurt township, in Malatya.

The Görgü (Cafana) Pb-Zn mineralization forms in volcanic rocks (of unknown age) and in Malatya Metamorphic rocks (Permo-Carboniferous), and a great deal of mineralization take place in andesitic rocks as vein forming. The Pb-Zn mineralizations have been observed as sulphur minerals. Major minerals are galena, sphalerite, pyrite-marcasite, smithsonite (the dominant ore mineral), zincite, hydro-zincite, anglesite, cerussite and gangue minerals as represented in barite, dolomite, quartz and calcite.

In this study, 12 mine waste samples and 18 soil samples were collected from within mine waste piles and around ore deposits, and the concentrations and distribution of the metals were determined. Metal concentrations in the mine wastes and soil samples range as follows: Pb 315 to >10000 ppm (mean 6259), Zn 526 to >10000 ppm (mean 6618), Ag 137 to 18333 ppb (mean 3711), Mn 54 to 3153 ppm (mean 829), Ba 56 to 1697 ppm (mean 546); Pb 28 to 446 ppm (mean 115); Zn 58 to 9095 ppm (mean 660); Mn 477 to 1634 ppm (mean 993); Ba 120 to 1414 ppm (mean 276); Cd 0,38 to 54 ppm (mean 4,3); Ag 25 to 2508 ppb (mean 120).

Correlations of element concentrations between waste and soil show that Au, Mn, Sn, Cu, Sb, Rb and Sr values in the soil are higher than waste, due to natural weathering processes.

Spearman correlation coefficients were evaluated because the data were insufficient.

A high metal concentration in the soils is probably the result of natural weathering processes.

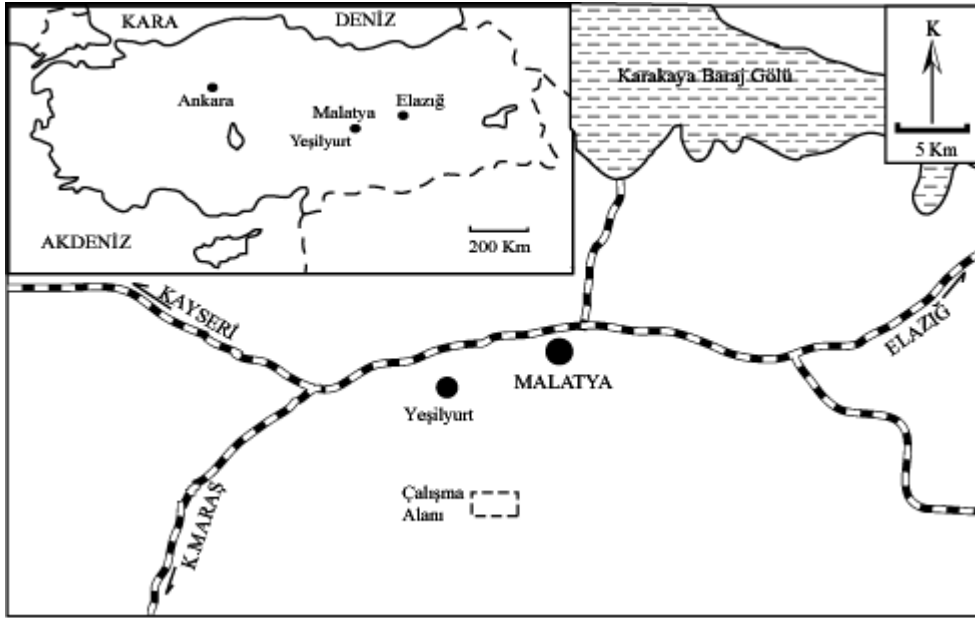
Key Words: Görgü Pb-Zn mineralizations, geochemistry, mine waste, soil pollution

GİRİŞ

İnceleme alanı, Malatya ilinin Yeşilyurt ilçesine bağlı Görgü köyünün 9 km güneydoğusunda ve 1/ 25000 ölçekli Malatya L40 – a4 paftasında yer almaktadır (Şekil 1.1).

Pb-Zn yatağı Permo-Karbonifer yaşlı Malatya Metamorfitlerini kesen andezitler ile ilişkili fay ve kırık zonları içerisinde oluşmuştur. Metamorfitler, volkanosedimanter birimler tarafından örtülmüş ve yer yer andezitik kayalar tarafından kesilmiştir (Sağiroğlu 1988; Önal vd, 1990; Cengiz vd, 1991).

Bilindiği gibi, son yıllarda maden yataklarının çevresel etkileri üzerine birçok araştırma yapılmaktadır. Çeşitli maden atıkları içerisindeki sülfid minerallerinden kaynaklanan metaller, toprak, su ve bitkiler üzerinde çevresel tehdit oluşturmaktadır. Bu durumun başlıca sebebi, sülfid minerallerinin bulunduğu yatakların çevresinde asit maden drenajlarının oluşması ve metal bakımından zengin çözeltilerin dere sedimanları ve toprakta çökmesidir.



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

Figure 1. Location map of the study area.

Çözünen bileşenler sadece sülfür mineralleri üzerinde etkili olmayıp aynı zamanda kayaç oluşturucu minerallerdeki litofil elementlerin de serbestleşmesinde etkilidirler. Bu kapsamda pekçok maden işletmesinde pasaların jeokimyasal özellikleri, toprak, dere sedimanları ve bitkiler üzerindeki etkileri bir çok araştırmacı

tarafından incelenmiştir (Verner vd, 1996; Plumle 1999; Kelepertsis vd, 2001; Kalender ve Hanelçi 2001; Lottermoser, 2003; Ashley vd, 2004; Ahn vd, 2005; Wilson vd, 2008). Ayrıca, eski pasaların bir çoğu yeniden değerlendirilebilirlik açısından da önemli görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Görgü Pb (Ag)-Zn yatağı civarındaki pasaların ve pasalardan daha alt seviyedeki toprak örneklerinin jeokimyasal özelliklerini belirlemektir.

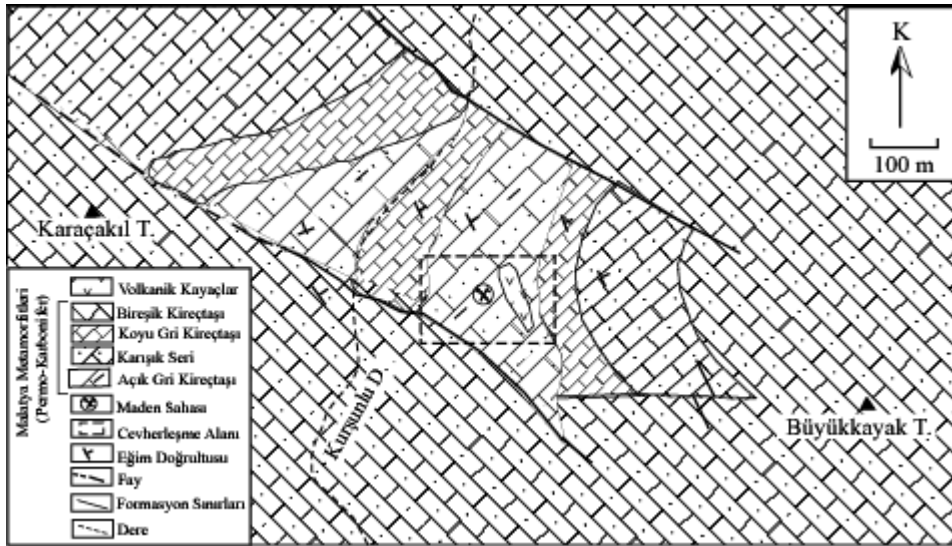
GENEL JEOLJİ

İnceleme alanı, Doğu Anadolu fay kuşağının kuzeyinde yer almakta olup, bölgede Permo-Karbonifer yaşlı Malatya Metamorfikleri ve bunları kesen andezitik volkanikler yüzeylenmektedir (Şekil 2).

Malatya Metamorfikleri

Çalışma alanında geniş bir yayılım sunan oldukça kıvrımlı, kırıklı ve kendi içerisinde

ekaylı bir yapıya sahip olan Malatya Metamorfiklerinin tabanından tavanına kadar şimdiye kadar düzenli bir istif tespit edilememiştir. İnceleme alanında Malatya Metamorfiklerinin tabanını temsil eden Karbonifer – Permian yaşlı dolomit – mermer ve şistlerden oluşan bölümü harita alanının dışında kalmakta ve Gözene doğusunda Elma Tepe ve Keklice Deresi boyunca mostra vermektedir. Özellikle, Görgü kuzeyindeki koyu gri renkli dolomit ile mermerlerde bol miktarda *Mizzia* ve *fusulinler* tespit edilmiş olup *Dagmarita* sp., *Geinitzina* sp., *Mizziavelebitina*, *Paraglabivalvulina mira*, *Stafella* sp. fosillerle de Üst Permian yaşlı saptanmıştır (Güdücü, 1994).



Şekil 2. İnceleme alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası (Sağiroğlu, 1988'e göre yeniden düzenlenmiştir).

Figure 2. Geology map of the study area (as modified from Sağiroğlu, 1988).

Malatya Metamorfiklerinin inceleme alanı içerisinde ise taban birimini açık gri renkli kireçtaşları oluşturmaktadır. Bu birimin üzerine karışık seri gelmektedir. Karışık serinin kırıntılı

litolojileri ile ardışıklı olarak ve bu serinin üzerinde koyu gri kireçtaşları bulunmaktadır. Koyu gri kireçtaşının litolojisi, karışık seriden çok farklı değildir. Sadece karışık seri içinde yer

yer kırıntılı malzeme / detritik malzeme kum oranı artmaktadır. Kumtaşları, genel olarak karışık serinin en alt kısmında bulunmasına rağmen, karışık seri içinde kumlu kireçtaşı ile ardışıklı olarak bulunur. Grimsi kahverengi, gri renktedir ve oldukça yoğun ve tıkHz bir yapıya sahiptir. En belirgin yüzeylemelerine desandre girişi ile Kurşunlu Dere arasında rastlanmaktadır. Tabakalı bir yapıya sahip olan kumtaşları yukarı doğru dereceli olarak kumlu kireçtaşlarına geçiş göstermektedir. Mikroskopik incelemeler kumtaşlarının ana bileşeninin çok iyi boylanmış kuvars olduğunu göstermektedir. Kayaç parçacığı yok denecek kadar azdır ve karbonat çimentoludur. Herhangi bir metamorfizma izine rastlanmamıştır. Açık kahverengimsi sarı renktedirler ve belirgin bir yapraklanma gösterirler. Bol Fusilin fosili içeren bu birimin üste doğru karbonat bileşeni artarak kireçtaşlarına geçiş gösterdiği görülmektedir. Kireçtaşları, genellikle açık gri renkte ve karışık seriyi üzerler ve karışık seri içinde kırıntılılarla ardışıklı olarak bulunurlar. Sleyt, desandrenin güneyinde yüzeylenen sleyt bordo renktedir. Esas bileşeni kil ve çok az olarak da karbonat çimentodan oluşmaktadır. Submikroskopik tanelidir ve belirgin fakat kuvvetli olmayan bir yapraklanma gösterir. Herhangi bir metamorfizma belirtisi göstermemektedir. Bu nedenle bu birimi çamurtaşı olarak da adlandırmak mümkündür (Sağiroğlu, 1988).

Bitümlü kireç taşları, açık işletmenin tabanında ve çevresinde görülmektedir. Karışık seri içerisinde yer alan gabroik kayaçlarda yapılan mikroskopik incelemelerde öz şekilli karbonat kristalleri, yer yer killeşme ve serizitleşme görülmüştür (Cengiz vd, 1991). Koyu gri – siyah renkteki bu birim açık işletmede ve sondajlarla saptanmıştır. Karışık serinin diğer üyeleri ile uyumlu olarak bulunan bitümlü

kireçtaşı bitüm miktarının azalıp çoğalması sonucu siyah ve koyu gri lamellerden oluşan lamelli bir yapı kazanmıştır. Açık işletmede, bitümlü kireçtaşları hemen hemen tamamen cevherleşmiş olarak yüzeylenmektedir. Gerek kayaç parçacıkları gerekse kuvars çok iyi yuvarlaklaşmıştır (Sağiroğlu, 1988).

Volkanitler

Bu birim, açık işletme ile desandre arasında yaklaşık K 30⁰ B doğrultusunda en fazla 10 – 15 m genişliğinde bir alanda yüzeylenir. Tamamen cevherleşmiş ve altere olduğundan arazide cevherleşmiş sleyt veya kumlu kireçtaşı ile karıştırılmaktadır. Volkanik kayaçlar morumsu gri renkleri ve konsantrik alterasyon zonları veya sarımsı krem renkleri ve mangan dentritikleri ile diğer birimlerden ayrılabilir. Bazı yerlerde gaz boşluğuna benzer 1-2 mm çapında küresel boşluklar da içermektedirler. Arazideki yayılımı fay zonlarına yerleşmiş olarak gözlenir. Volkanitlerin cevherleşmeden önce oluşmuş olması gerekir. Çünkü fay zonu ve bu volkanitler daha sonra tamamen cevherleşmiş ve altere olmuşlardır. Volkanitler mikroskopta tamamen altere ve cevherli olarak gözlenir. Bu nedenle kayaçların türünü saptamak oldukça zordur. Az altere olmuş kısımlarda ana bileşenin plajiyoklas olduğu görülmektedir. Plajiyoklasların büyük bir kısmı kaolinleşmiştir. Serizitin bulunmaması kuvars bileşeninin az olması ve ana bileşenin olasılıkla plajiyoklas olmasından dolayı traki-latit veya traki-andezit türü bir kayaç olduğu düşünülmektedir (Sağiroğlu, 1988).

Çalışma alanını GD-KB doğrultusunda kateden ve birbirine paralel iki fay yer almaktadır. Bunların arasında kalan kısımlarda fayların doğrultu ve eğimlerinde değişimler olmuştur. Cevherleşmelerin olduğu alanlarda yoğun faylanmalardan dolayı eğim ve doğrultularda

yerel olarak değişimler olmuştur. Bu faylanmaların cevherleşmeden çok sonra gelişmiş olması gerekir. Çünkü iki fay zonunda da cevherleşme veya alterasyona rastlanmamıştır. Şekil 2’de Kurşunlu Dere’nin kuzeybatısında kalın bir toprak örtüsü olduğundan faylanmaları izlemek mümkün olmamaktadır (Sağiroğlu, 1988). Bölge Alpin orojenezinden etkilendiğinden, K-G ve D-B doğrultulu bir çok fay ve kırık bulunmaktadır (Cengiz vd, 1991).

CEVHERLEŞMELER

Görgü (Yeşilyurt - Malatya) karbonatlı çinko cevherleşmeleri karbonatlı cevherler, zayıf karbonatlı cevherler, saçınımlı ve masif sülfid cevherler olmak üzere farklı özellikler göstermektedir.

Karbonatlı cevher: Cevherli fay zonlarının yüzeyden 30-40 m veya daha derinlerdeki meteorik su dolanımının olduğu çatlakların hemen çevresinde bulunurlar.

Mineral bileşimi oldukça basittir ve genellikle simitsonit, limonit, sfalerit ve piritten oluşmaktadır.

Simitsonit genellikle toprağımsı, şekilsiz yığılımlar halinde gözlenir. Ender olarak ağısgözenekli doku veya ritmik kabuklanma dokusu gözlenir. Bu iki doku da sülfürlü cevherin oksidasyon zonunda gelişen ikincil dokular olarak kabul edilebilir. Limonit iki değişik şekilde bulunmaktadır. Yaygın olarak ritmik kabuk dokusu şeklinde silikat mineralleri ile birlikte veya çatlaklarda yer alır. Ayrıca limonit pirit pseudomorfları şeklinde ve genellikle pirit kalıntısı şeklinde bulunur. Sfalerit kenarları boyunca karbonatlaşmış iskeletimsi şekillerde

gözlenir. Masif sülfürlü zonlardaki sfalerit oldukça yoğun pirit kapanımları içerir. Pirit genellikle öz şekilli taneler halinde veya sfalerit içinde küçük kapanımlar halinde bulunur. Öz şekilli olanlar kısmen veya tamamen limonite dönüşmüştür (Sağiroğlu, 1988).

Masif sülfid cevher: Masif sülfid cevherli yüzeyden itibaren 30-40 m derinlikte başlayarak derinlere doğru devam etmektedir. Ayrıca karbonatlı cevher içinde masif galen damarları veya fay zonu çevresindeki kayaların boşluklarında 3-5 m çaplı cepler veya damarlar şeklinde masif sülfid oluşukları bulunmaktadır. Masif sülfid cevherde mineral topluluğu sfalerit, galen, pirit ve markazit şeklindedir. Bu bileşenlerden biri veya birkaçı yerel olarak baskındır (Sağiroğlu, 1988).

Saçınımlı cevher: Ana fay zonlarındaki cevher mineralleri masif sülfid cevherinde olduğu gibi sfalerit, galen ve pirit şeklindedir ve bu mineraller masif sülfid cevher mineralleri ile hemen hemen aynı özelliklere sahiptir. Sadece sfaleritin galen ve genç pirit tarafından ornatılması olayı burada gelişmemiştir. Ayrıca karbonatlaşma yüzeyden itibaren 1-2 m derinlere kadar gözlenmektedir. Bu serbest su dolaşımının karbonat ve silikat mineralleri tarafından engellenmesi sonucudur (Sağiroğlu, 1988).

Barit zonu: Çalışma alanında barit, çamurtaşı ve ona komşu kireçtaşı ornatarak gelişmiştir. Çamurtaşının yapraklanma düzlemlerine yerleşen barit şisti dokuda, kireçtaşı ornatılan barit ise masif görünümündedir. Şisti baritin bazı yapraklanma düzlemlerinde yoğun olarak sfalerit ve galen az olarak da pirit oluşumlarına rastlanmaktadır. Bu mineraller,

masif cevher zonları olarak izlenirler (Sağiroğlu, 1988).

Çalışma alanındaki cevherleşmeler birincil mineraller sfalerit, galen ve pirit şeklinde olup en yaygın ikincil mineral simitsonittir. Cevherleşmeler esas olarak fay zonlarını takip etmekte ve barit kılıfı tarafından sarılmış olarak görülmektedir.

JEOKİMYA

Bu çalışmada, Görgü Pb-Zn yatağı çevresinde yer alan pasa yığınlarının 12 tanesinden ve daha alt kotlardaki topraklardan 18 adet örnek alınmıştır. Örnekler yaklaşık 1-1.5 kg ağırlığında ve 20-25 cm derinlikten alınarak, 60 °C'de kurutulduktan sonra, -80 mesh (180µm) boyutunda elenmiştir. Daha sonra, 0,5 g olarak tüplere alınmıştır. Her bir örnek için 6 ml/g HCl ve HNO₃ ve deiyonize H₂O eklenerek 95 °C'de bir saat bekletilmiştir. Soğuduktan sonra %5'lik HCl eklenmiş ve 10ml'ye tamamlanmıştır. Perkin Elmer Elan 6000 veya 9000 ICP-MS ile 37 element analiz edilmiştir. STD-DS7 standartları kullanılmış ve her 10 örnekten sonra analiz bir kere daha tekrar edilmiştir. Dedeksiyon limitleri Mn ve B için < 1 ppm; V için < 2 ppm; Hg için < 5 ppm; Li, Be, Zr, Sn, Rb, Se, Sc, As, Th, Co, Ni ve Zn için < 0,1 ppm; Mo, Cu, Pb, Cd ve Y için < 0,01 ppm ve Ag için <2 ppb' dir. Tüm örnekler Kanada ACME Analitik Laboratuvarlarında analiz edilmiştir.

Çizelge 1 ve Çizelge 2'de pasa ve toprak örneklerine ait element içerikleri verilmiştir. P3, P5, P9, P10, P12 nolu lokasyonlarda Pb ve Zn değerleri tayin edilebilen en üst sınırın (>10000 ppm) üstünde olduğu için bu örneklerin Pb ve Zn içerikleri tam olarak belirlenememiştir. P3 nolu lokasyonda Ag 18 ppm'e ulaşmaktadır. Örneklerde, Pb 315 - >10000 ppm (ortalama 6259 ppm), Zn 526 - >10000 ppm (ortalama 6618 ppm), Ag 137 - 18333 ppb (ortalama 3711 ppb), Mn 54 - 3153 ppm (ortalama 829 ppm), Ba 56 - 1697 ppm (ortalama 546 ppm) aralığında değişmektedir. Toprak ve pasalardaki ortalama metal içerikleri karşılaştırıldığında, topraktaki Au, Mn, Sn, Cu, Sb, Rb ve Sr değerlerinin pasalardaki miktarlarından daha fazla olduğu gözlenmektedir. Ayrıca, Cd ve Se hariç diğer elementlerin tamamı, pasalardaki miktarla uyumlu olarak artma ve azalma göstermektedir (Şekil 3).

Toprak örneklerinde, Pb, 28 - 446 ppm (ortalama 115 ppm); Zn, 58-9095 ppm (ortalama 660 ppm); Mn, 477-1634 ppm (ortalama 993 ppm); Ba, 120- 1414 ppm (ortalama 276 ppm); Cd, 0,38-54 ppm (ortalama 4,3 ppm); Ag, 25-2508 ppb (ortalama 120 ppb) değerleri arasında değişmektedir.

Çizelge 1. İşletme çevresindeki pasaların element içerikleri, * ppb, diğerleri ppm olarak verilmiştir.

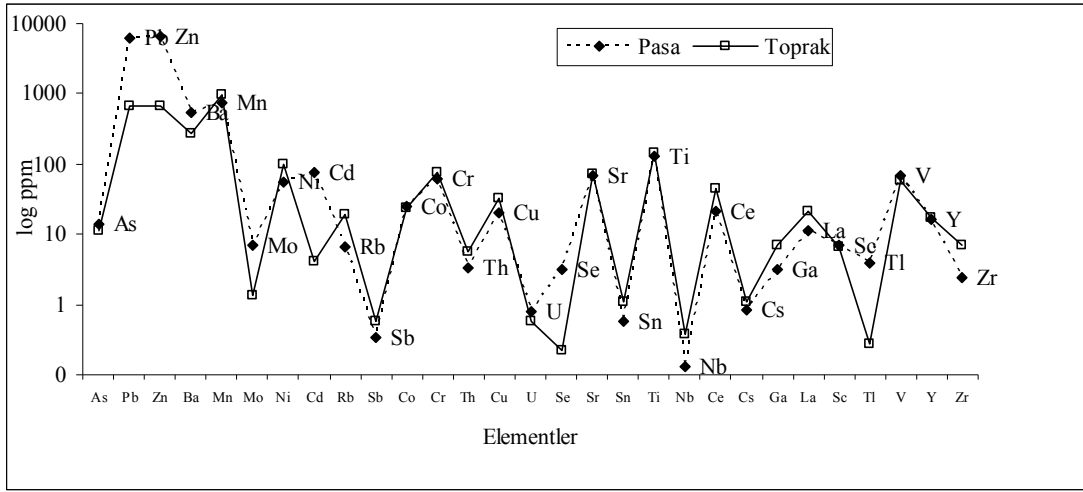
Table 1. Element concentrations of the wastes around the ore deposit, * ppb, the other values are given as ppm.

No	Ag*	Au*	As	Pb	Zn	Ba	Mn	Mo	Ni	Cd	Rb	Sb	Co	Cr	Th	Cu	U
1	137	0.4	0.4	739	526	257	345	0.35	94	2.7	0.9	0.02	58	78	3.1	8	0.8
2	437	0.2	0.6	2550	2045	345	241	0.55	79	9.99	2.1	0.03	30.5	98	3.2	13	0.7
3	18333	0.2	64	10000	10000	56.3	54	32.37	7.9	170	16.2	0.81	2.8	23	3.1	26	0.6
4	1139	0.2	1.3	4707	6873	634	481	0.89	72	33	3.1	0.08	33	81	3.2	11	0.8
5	4152	0.2	7.1	10000	10000	1697	1189	2.7	70	121	9.1	0.33	25.4	66	3	21	0.9
6	968	0.4	0.7	4199	5260	473	387	0.48	73	25	2.5	0.08	29.5	75	3	12	0.8
7	836	0.3	4.4	3618	6473	497	952	1.04	68	33	8.6	0.25	24.5	65	2.6	18	0.7
8	1623	0.2	1.1	8984	7511	697	507	0.74	62	33	3.4	0.08	26.4	73	2.8	11	0.7
9	2506	0.2	4.3	10000	10000	1175	1093	1.37	71	62.4	7.5	0.2	26.1	71	3.7	25	0.6
10	4002	0.4	20	10000	10000	169	723	15	43	117	7.2	0.63	20.4	38	3.7	36	1.2
11	1666	0.2	4.5	315	732	83	7	6.2	1.2	3	12.7	0.12	0.4	14	5.7	8	0.1
12	8735	0.2	55	10000	10000	474	3153	23	35	323	7.7	1.35	25.2	41	2.6	51	1.7
No	Se	Sr	Sn	Ti	Nb	Ce	Cs	Ga	Hg*	La	Li	Sc	Tl	V	Y	Zr	
1	0.5	46	0.6	270	0.19	3.5	0.27	2.9	5	1.4	5.4	9.1	0.02	104	15.95	3.6	
2	0.6	90	0.5	200	0.16	8.1	0.37	3.3	5	3.7	5.1	9.2	0.16	81	19.35	2.2	
3	18	38	0.8	20	0.03	20.4	2.42	2.1	95	11.3	2.4	3.5	13.54	43	4.97	4.2	
4	0.6	75	0.5	180	0.16	12.2	0.39	3.3	9	5.4	6	8.7	0.73	88	20.33	2.2	
5	1.3	81	0.6	180	0.17	23.7	0.69	4	50	10.8	8.4	6.9	3.03	72	19.14	2.1	
6	0.5	89	0.5	170	0.15	8.4	0.41	3	10	3.9	6.8	7.9	0.63	87	16.87	2.3	
7	0.7	74	0.5	160	0.21	22.7	0.59	4.3	27	10.5	9	6.5	1.36	76	18.16	1.3	
8	0.9	86	0.4	140	0.2	13.6	0.36	3.2	10	6.4	6.3	7.7	0.59	78	18.97	1.8	
9	1.2	52	0.7	110	0.19	29.2	0.59	5.3	23	14.2	10.9	8.2	0.76	75	21.99	2.7	
10	2.9	74	0.6	50	0.08	31.3	1.34	2.5	51	17.2	4.3	7.2	5.96	45	22.15	2.9	
11	5.2	48	0.4	10	0.03	48	1.32	1	25	36.8	0.2	1.4	0.68	13	1.13	0.6	
12	5.6	72	0.7	30	0.04	30.6	1.36	2.3	176	14.7	1.6	7.7	19.64	58	17.49	3.6	

Çizelge 2. Görgü Pb-Zn işletmesi yakın çevresinde alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları, * ppb, diğerleri ppm olarak verilmiştir.

Table 2. Element concentrations of soil samples around the Görgü Pb-Zn deposit, * ppb, the other values are given as ppm.

No	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag*	Ni	Co	Mn	As	U	Au*	Th	Sr	Cd	Sb	V	La	Cr
1	0.83	39	40	85	55	107	23	925	8	0.4	1.8	5.9	51	0.5	0.4	51	23	74
2	0.86	33	35	89	58	119	24	992	9	0.4	1.4	7.4	33	0.6	0.4	59	25	86
3	0.77	30	32	82	51	115	23	897	8	0.4	1.6	7.0	68	0.5	0.3	59	25	82
4	0.69	23	30	63	38	90	18	645	9	0.5	1.8	5.0	144	0.5	0.3	53	19	64
5	0.86	29	45	89	48	100	22	812	10	0.5	2.6	4.3	77	0.6	0.5	56	20	70
6	2.37	30	50	100	68	90	23	1041	18	0.5	1.5	6.3	34	0.5	0.5	49	27	55
7	1.90	33	99	192	71	127	30	1497	13	0.6	1.8	6.9	49	1.8	0.8	74	28	96
8	1.14	39	80	157	62	102	31	1368	6	0.6	0.8	5.5	28	1.5	0.7	80	19	93
9	2.25	33	93	171	77	118	26	1179	14	0.7	1.4	7.1	34	1.5	0.6	72	29	95
10	1.54	38	327	323	117	143	36	1634	13	0.6	1.7	7.3	31	2.8	1.3	84	30	122
11	3.51	41	10000	9095	2508	86	24	1382	16	0.7	1.3	4.6	49	53.9	0.8	62	19	68
12	1.42	36	446	362	148	115	26	1097	14	0.5	1.7	6.9	39	2.8	0.9	63	26	85
13	0.93	18	212	237	46	57	14	468	8	0.7	1.7	3.6	188	1.3	0.5	39	13	44
14	1.01	40	146	179	64	100	24	879	10	0.5	1.5	5.7	61	1.0	0.5	60	21	81
15	0.97	35	131	316	64	109	24	843	11	0.5	3.4	6.1	72	1.0	0.5	64	22	81
16	0.79	33	61	125	29	61	19	663	13	0.6	4.5	3.5	82	0.6	0.5	51	11	47
17	1.43	40	92	161	68	95	25	1077	12	0.6	3.7	5.6	53	0.8	0.6	57	19	73
18	0.55	18	28	58	25	63	14	477	7	1.0	2.2	3.1	235	0.4	0.3	40	12	45
No	Ba	Ti	Sc	Tl	Hg*	Se	Te	Ga	Cs	Hf	Nb	Rb	Sn	Zr	Y	Ce	Li	
1	216	110	6.3	0.2	30	0.1	0.03	7.3	1.2	0.17	0.46	23	1.2	7	16	47	17	
2	216	120	7.6	0.2	17	0.1	0.04	8.4	1.6	0.22	0.19	28	1.4	10	18	51	20	
3	237	140	7.8	0.2	8	0.2	0.04	8.4	1.7	0.20	0.28	27	1.3	9	17	48	20	
4	198	120	6.1	0.2	17	0.1	0.04	6.7	1.2	0.16	0.33	20	1.0	7	13	38	15	
5	186	120	6.1	0.2	20	0.2	0.04	6.8	1.2	0.18	0.49	21	1.0	6	15	40	15	
6	308	50	6.0	0.2	33	0.3	0.04	5.5	0.6	0.22	0.47	13	0.9	8	18	51	13	
7	258	110	7.5	0.2	22	0.3	0.03	8.2	1.0	0.23	0.51	22	1.4	10	22	65	20	
8	180	150	8.5	0.2	19	0.1	0.03	7.0	1.1	0.09	0.39	17	1.2	5	24	40	19	
9	206	110	7.5	0.3	16	0.3	0.03	7.8	1.0	0.19	0.51	23	1.5	8	22	58	20	
10	299	130	8.3	0.3	24	0.3	0.04	9.3	1.5	0.26	0.63	24	1.4	10	23	71	23	
11	1414	240	6.9	1.7	29	0.7	0.03	6.6	1.1	0.09	0.43	17	0.9	5	17	38	19	
12	227	110	7.3	0.3	25	0.2	0.07	8.3	1.1	0.24	0.51	24	1.4	10	21	53	21	
13	188	110	4.4	0.1	11	0.2	0.04	4.3	0.7	0.11	0.36	10	0.5	4	11	25	13	
14	196	200	7.4	0.2	12	0.2	0.02	7.6	1.3	0.17	0.26	21	1.0	7	16	39	18	
15	193	140	7.3	0.2	19	0.1	0.02	7.7	1.3	0.19	0.21	21	1.3	8	17	40	18	
16	120	270	5.9	0.1	16	0.1	0.06	4.9	0.6	0.09	0.19	8	0.4	4	11	21	13	
17	181	200	7.0	0.2	22	0.2	0.02	6.9	1.1	0.09	0.30	20	0.9	5	17	38	21	
18	149	180	4.2	0.1	7	0.2	0.03	4.4	0.8	0.11	0.38	12	0.6	5	9	24	12	



Şekil 3. Pasa ve toprak örneklerindeki element dağılımı.

Figure 3. Distribution of the element concentrations of the waste and soil samples.

Pasalara ve toprak örneklerinin sayısı az (12 adet pasa, 18 adet toprak örneği) olduğu için elementler arasındaki bağıntı Spearman korelasyon katsayısı ile ortaya konmaya çalışılmıştır (Çizelge 3 ve 4). Buna göre, pasalarda element çiftleri arasında % 99 güvenilirlik düzeyinde anlamlı bulunan Spearman korelasyon katsayıları (r_s) aşağıdaki gibidir: Ag-As: 0,90, Ag-Zn: 0,85, Ag-Mo: 0,90, Ag-Cd: 0,87, Ag-Rb: 0,74, Ag-Sb: 0,87, Ag-Se: 0,90; Ag-Ce: 0,69, Ag-Cs: 0,85, Ag-Hg: 0,86, Ag-Tl: 0,85; Pb-Zn: 0,99, Pb-Cd: 0,94, Pb-Sb: 0,74, Pb-Cu: 0,83, Pb-Tl: 0,76; Zn-Cd: 0,96, Zn-Sb: 0,80, Zn-Cu: 0,84, Zn-Hg: 0,73, Zn-Tl: 0,76; Ba-Mn: 0,73, Ba-Ga: 0,81, Ba-Li: 0,77. Pasalarda ana cevherleşmeyi oluşturan metaller (Pb, Zn ve Ag) genel olarak yankayaçlarda gözlenen elementlerle (Ni, Co, Cr, Th, Sr, Ti, Nb ve V) negatif ilişki sunmaktadırlar. Pasalarda Ag, Pb, Zn, Cu, Mn, Mo, Sn ve Hg; Ba, Rb, Ce, Cs, La, U, Se, Sb ve Cd ile pozitif; aynı metaller

Sc, V, Y, Nb, Th ve Ti ile negatif ilişkiye sahiptirler.

Toprak örneklerinde, % 99 güvenilirlik düzeyinde anlamlı bulunan korelasyon katsayısı (r_s) değerleri şöyledir: Pb-Zn: 0,98, Pb-Ag: 0,73, Pb-Cd: 0,90, Pb-Sb: 0,83; Zn-Ag: 0,76, Zn-Cd: 0,92, Zn-Sb: 0,86. Ayrıca, Ag ile Co, Mn, As, Cd, Sb, V, La, Ba, Hg, Se, Y, Ce, Li ve Tl arasında kuvvetli pozitif ilişki görülmektedir (Çizelge 3 ve 4).

Pasa ve topraktaki verilerin, korelasyon matrisi oluşturulmuştur. SPSS programı kullanılarak faktör analizi yapılmıştır. Eigen değerleri (eigen value) Kaiser normalizasyonu ile varimax döndürme metodu uygulanarak yapılmış (0,96 faktör analizi mükemmel, 0,7-0,8 iyi; 0,5-0,7 orta; 0,5'den az ise daha fazla veri toplanmalıdır gibi); veri sayısının uygunluğu test edilmiş ve uygunluğu belirlenmiştir. Hem toprak, hem de pasa örnekleri için Eigen değerleri 1'den büyük olan üç değer vardır bu yüzden faktör sayısı 3 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. Toprak örneklerinin Sperman korelasyon katsayıları
Table 4. Spearman correlation coefficients of soils.

Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	V	La	Cr	Ba	Ti	Sc	Hg	Te	Ga	Cs	Hf	Nb	Rb	Sr	Zr	Y	Ce	Li					
1,00																																					
0,52	1,00																																				
0,71	0,55	1,00																																			
0,72	0,53	0,98	1,00																																		
0,90	0,64	0,73	0,76	1,00																																	
0,28	0,23	0,13	0,20	0,51	1,00																																
0,69	0,62	0,51	0,57	0,82	0,73	1,00																															
0,79	0,61	0,48	0,52	0,86	0,63	0,93	1,00																														
0,77	0,33	0,56	0,59	0,75	0,18	0,42	0,54	1,00																													
0,31	-0,03	0,35	0,33	0,11	-0,38	0,07	0,10	0,16	1,00																												
-0,44	-0,23	-0,22	-0,21	-0,42	-0,26	-0,41	-0,47	-0,10	0,00	1,00																											
0,37	0,21	0,14	0,21	0,37	0,90	0,64	0,61	0,34	-0,44	-0,40	1,00																										
-0,67	-0,54	-0,32	-0,37	-0,73	-0,65	-0,84	-0,87	-0,39	0,11	0,66	-0,70	1,00																									
0,74	0,51	0,90	0,92	0,78	0,36	0,75	0,70	0,48	0,37	-0,38	0,29	-0,55	1,00																								
0,85	0,52	0,80	0,86	0,85	0,37	0,80	0,79	0,63	0,35	-0,23	0,33	-0,62	0,91	1,00																							
0,53	0,51	0,50	0,56	0,69	0,75	0,91	0,77	0,31	0,04	-0,36	0,58	-0,67	0,75	0,71	1,00																						
0,53	0,17	0,23	0,28	0,66	0,87	0,65	0,67	0,47	-0,32	-0,37	0,92	-0,71	0,37	0,46	0,59	1,00																					
0,39	0,39	0,27	0,32	0,59	0,94	0,87	0,75	0,18	-0,20	-0,38	0,80	-0,74	0,54	0,52	0,89	0,78	1,00																				
0,54	0,19	0,31	0,33	0,66	0,47	0,39	0,60	0,55	-0,25	-0,47	0,63	-0,51	0,34	0,36	0,32	0,69	0,37	1,00																			
-0,20	0,37	0,03	0,02	-0,16	-0,33	-0,01	-0,11	-0,16	0,24	0,16	-0,43	0,22	0,01	-0,10	0,07	-0,58	-0,17	-0,43	1,00																		
0,32	0,43	0,22	0,27	0,51	0,84	0,83	0,69	0,04	-0,25	-0,50	0,75	-0,73	0,50	0,43	0,86	0,64	0,93	0,33	0,02	1,00																	
0,69	0,44	0,50	0,55	0,88	0,67	0,70	0,79	0,65	-0,12	-0,54	0,75	-0,70	0,61	0,60	0,63	0,79	0,64	0,84	-0,29	0,57	1,00																
0,59	0,49	0,33	0,35	0,62	0,21	0,41	0,60	0,54	-0,19	-0,06	0,25	-0,53	0,32	0,55	0,22	0,41	0,19	0,56	-0,31	0,07	0,50	1,00															
0,71	0,08	0,47	0,44	0,63	0,13	0,35	0,52	0,65	0,46	-0,31	0,21	-0,27	0,48	0,52	0,33	0,42	0,16	0,59	-0,18	0,07	0,59	0,26	1,00														
-0,23	-0,46	-0,12	-0,12	-0,20	-0,06	-0,23	-0,15	0,10	-0,20	0,01	0,05	0,02	-0,09	-0,07	-0,25	0,05	-0,14	0,15	-0,31	-0,17	-0,01	0,02	-0,06	1,00													
0,19	0,30	0,16	0,23	0,49	0,96	0,70	0,57	0,15	-0,46	-0,26	0,89	-0,59	0,36	0,32	0,73	0,79	0,91	0,46	-0,18	0,86	0,66	0,13	0,06	0,00	1,00												
-0,27	0,20	-0,09	-0,06	0,06	0,58	0,24	0,09	-0,28	-0,66	-0,12	0,50	-0,17	0,01	-0,14	0,41	0,31	0,50	0,23	0,12	0,61	0,26	-0,05	-0,31	-0,06	0,72	1,00											
0,23	-0,16	0,11	0,17	0,41	0,77	0,37	0,36	0,36	-0,43	-0,14	0,81	-0,40	0,19	0,26	0,37	0,87	0,58	0,62	-0,62	0,42	0,61	0,26	0,29	0,31	0,72	0,37	1,00										
0,53	0,04	0,33	0,29	0,54	0,34	0,43	0,57	0,40	0,26	-0,19	0,26	-0,42	0,44	0,57	0,35	0,56	0,37	0,47	-0,55	0,14	0,50	0,52	0,64	0,13	0,20	-0,21	0,44	1,00									
0,03	0,15	-0,01	0,04	0,36	0,87	0,46	0,40	0,08	-0,60	-0,21	0,82	-0,44	0,16	0,10	0,49	0,73	0,74	0,50	-0,34	0,66	0,64	0,17	0,03	0,11	0,91	0,74	0,73	0,23	1,00								
0,27	0,18	0,15	0,22	0,52	0,95	0,69	0,59	0,19	-0,33	-0,33	0,87	-0,62	0,39	0,37	0,75	0,84	0,91	0,45	-0,41	0,79	0,69	0,17	0,10	-0,01	0,91	0,55	0,74	0,39	0,87	1,00							
0,26	0,03	0,06	0,14	0,49	0,91	0,56	0,53	0,29	-0,48	-0,23	0,93	-0,56	0,22	0,28	0,55	0,91	0,77	0,64	-0,52	0,66	0,69	0,28	0,20	0,14	0,88	0,54	0,92	0,37	0,85	0,89	1,00						
0,65	0,39	0,35	0,42	0,74	0,78	0,92	0,89	0,38	-0,08	-0,23	0,77	-0,91	0,63	0,70	0,84	0,79	0,87	0,83	-0,25	0,85	0,73	0,41	0,33	-0,03	0,72	0,24	0,54	0,46	0,52	0,76	0,69	1,00					
0,47	0,12	0,19	0,24	0,62	0,89	0,66	0,67	0,41	-0,34	-0,30	0,90	-0,69	0,35	0,47	0,60	0,99	0,80	0,65	-0,62	0,64	0,74	0,42	0,36	0,10	0,80	0,32	0,89	0,59	0,76	0,87	0,93	0,80	1,00				
0,41	0,53	0,36	0,42	0,68	0,75	0,83	0,74	0,31	-0,17	-0,21	0,72	-0,62	0,55	0,57	0,74	0,58	0,79	0,43	0,05	0,80	0,69	0,28	0,23	-0,07	0,83	0,51	0,42	0,70	0,70	0,64	0,72	0,61	0,60	1,00			

Çizelge 5. a: Pasa örneklerine ait faktör analiz değerleri; b: Toprak örneklerine ait faktör analiz değerleri**Table 5.** a: Factor loading of wastes; b: Factor loading of soils.

(a)		%	%
	Toplam	Varyans	Kümülatif
Faktör 1	14,21	40,60	40,60
Faktör 2	8,82	25,19	65,79
Faktör 3	4,31	12,31	78,10

(b)		%	%
	Toplam	Varyans	Kümülatif
Faktör 1	10,99	33,30	33,30
Faktör 2	8,77	26,57	59,86
Faktör 3	7,44	22,55	82,41

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3
Mo	0,15	0,82	0,46
Cu	0,67	0,42	-0,11
Pb	-0,05	0,97	-0,07
Zn	-0,04	0,97	-0,07
Ag	-0,03	0,97	-0,06
Ni	0,95	-0,09	0,25
Co	0,85	0,17	0,27
Mn	0,74	0,44	0,34
As	0,09	0,47	0,64
U	-0,54	0,27	0,06
Au	-0,31	-0,15	-0,32
Th	0,88	-0,14	0,31
Sr	-0,78	-0,22	-0,19
Cd	-0,03	0,97	-0,06
Sb	0,53	0,37	0,43
V	0,84	0,18	0,12
La	0,80	-0,06	0,54
Cr	0,94	0,01	0,14
Ba	0,02	0,96	0,03
Ti	-0,21	0,47	-0,67
Sc	0,95	0,12	-0,07
Tl	0,06	0,97	0,00
Hg	0,23	0,42	0,54
Se	0,02	0,89	0,31
Te	-0,15	-0,14	0,31
Ga	0,98	-0,04	0,04
Cs	0,78	-0,13	-0,35
Hf	0,59	-0,34	0,56
Nb	0,19	0,19	0,78
Rb	0,87	-0,14	-0,02
Sn	0,91	-0,11	0,22
Zr	0,73	-0,29	0,43
Y	0,84	0,15	0,34
Ce	0,80	-0,03	0,56
Li	0,92	0,17	-0,04

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3
Ag	0,71	-0,24	-0,51
Au	-0,16	0,48	-0,17
As	0,83	-0,19	-0,50
Pb	0,79	-0,20	0,32
Zn	0,79	-0,22	0,37
Ba	0,12	-0,05	0,84
Mn	0,74	-0,04	0,36
Mo	0,74	-0,27	-0,59
Ni	-0,25	0,77	0,57
Cd	0,95	-0,17	-0,09
Rb	0,33	-0,77	-0,34
Sb	0,92	-0,22	-0,23
Co	-0,13	0,87	0,28
Cr	-0,29	0,73	0,55
Th	-0,50	-0,67	-0,30
Cu	0,92	-0,18	0,05
U	0,78	0,34	0,18
Se	0,47	-0,34	-0,70
Sr	-0,06	0,24	0,58
Sn	0,79	0,08	-0,20
Ti	-0,43	0,78	0,35
Nb	-0,39	0,52	0,68
Ce	0,14	-0,93	-0,03
Cs	0,54	-0,52	-0,62
Ga	0,03	0,28	0,81
Hg	0,89	-0,24	-0,22
La	-0,09	-0,91	-0,21
Li	-0,13	0,29	0,80
Sc	0,10	0,80	0,51
Tl	0,90	-0,16	-0,35
V	-0,12	0,88	0,41
Y	0,19	0,50	0,76
Zr	0,71	0,46	-0,37

Pasa örnekleri için; Faktör 1, varyansın %35'ini, faktör 2, varyansın %24 ünü faktör 3 ise varyansın %20 sini açıklamaktadır.

Toprak örnekleri için; Faktör 1, varyansın %60'ını, faktör 2, varyansın %14 ünü faktör 3 ise varyansın %9 unu açıklamaktadır. Pasalar için 1. faktör: cevherleşmenin etkisini, 2. faktör: ana kayaç kaynağını, 3. faktör ise çevresel etkiyi ifade etmektedir (Çizelge 5a). Toprak örneklerine ait verilerde, 1. faktör: ana kayaç kaynağını, 2. faktör: cevherleşmeyi, 3. faktör ise çevresel etkiyi belirlemektedir (Çizelge 5b).

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Görgü Pb (Ag)-Zn maden yatağı civarındaki pasa ve daha alt kotlardan alınan 18 adet toprak örneğinin jeokimyasal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Daha önceki çalışmalarda maden yatağının tenörü % 12,29 Zn, %1 6-4 Pb, % 68 BaSO₄; % 0,002-1,56 Cu, 2000-7000 ppm Ag ve 1-2 ppm Au olarak belirlenmiştir (DPT, 2001; MTA, 2002). Bu çalışmada, çok sayıda pasa örneğinde, Pb ve Zn değerleri %1'in üzerinde görülmektedir. Bu değerlerin üzeri üst tayin edilebilirlik limit sınırını aştığından ölçülememiştir. Pasalarda Cu 20 ppm, Ag ise 18 ppm'in üzerine çıkmaktadır. Toprak örneklerinde ise, Pb 115 ppm; Zn 660 ppm, Mn 993 ppm, Cu 33 ppm, Ag 120 ppb ve Cd 4 ppm olduğu görülmektedir. Pasa örneklerinde ise bazı metallerin ortalama değerleri, Pb 6259 ppm, Zn 6618 ppm, Ag 3711 ppb, Mn 761 ppm, Ba 546 ppm olarak belirlenmiştir. Her iki materyaldeki metal içerikleri karşılaştırıldığında toprak örneklerinde Au, Mn, Sn, Cu, Sb, Rb ve Sr değerlerinin pasalardan daha fazla olduğu görülmektedir. Cd ve Se pasalarda artarken toprak örneklerinde azalmaktadır. Pasa ve toprak

örneklerinde, tüm baz metallerin birbirleri ile kuvvetli pozitif ilişki sunduğu görülmektedir. Pasalardaki Ba-Mn, Ba-Ga, Ba-Li arasındaki pozitif ilişki, Mn'nin Ba ile birlikte geç evrede zenginleşmiş olabileceğini ifade edebilir. Pasalarda Ag, Pb, Zn, Cu, Mn, Mo, Sn ve Hg; Sr, Ba, Rb, Ce, Cs, La, U, Se, Sb ve Cd ile pozitif; aynı metaller Sc, V, Y, Nb, Th ve Ti ile negatif ilişki sunmaktadırlar. Bu durum cevherleşmeyi oluşturan hidrotermal çözeltilerin içerisinde geçtiği kıtasal kabuk tarafından kirlendiğini işaret edebilir (Ashley vd, 2004).

Her iki materyalde hesaplanan korelasyon matrisi değerlerinin ayrı ayrı faktör analizi yapılmış ve üç faktör belirlenmiştir (Çizelge 5a ve 5b). Pasalarda tüm veriler üzerinde % 35 cevherleşmenin, % 24 ana kayaçların, % 20 diğer faktörlerin etkili olduğu görülmektedir. Toprak örneklerinde ise element dağılımlarında, % 60 ana kayaç kaynağının, % 14 cevherleşmenin ve % 9 diğer faktörlerin etkisini ortaya koymaktadır. Bu durum ana kayaçlar içerisinde metallerin dağılmış olduğunu göstermektedir. İnce taneli pasa atıklarının fiziksel olarak taşınabileceğini ve doğal ayrışmanın bu taşınmada etkili olduğunu göstermektedir.

Ag, As, Cu, Mn, Pb, Zn, Sb birincil sülfid mineralleri ile ilişkili olabilmektedir. Maden atıklarında metal ve ametaller, kalıntı sülfid mineralleri içerisinde, toprak ve dere sedimanlarında, jarosit tip fazların, anglezit, skorodit, çözülmüş sülfatlar ve kil mineralleri ve Fe³⁺ hidroksitler üzerine tutunarak kısmen zenginleşebilmektedir (Ashley vd, 2004). Cd, Cu ve Zn nun mobilitesi bu zenginleşmede etkili olmaktadır. Özellikle Cd için en yüksek mobilite pH 4,5 ile 5,5 arasında iken) ve kil mineralleri

artıkça topraktaki Cd adsorbsiyonunun da artabileceği belirtilmektedir. Cu, karbonatlar, killer, oksitler ve organik maddeler tarafından adsorbe edilmekte ve katyonlarla yer değiştirebilmektedir (Romkens ve Salomons, 1998; Pendias, 2001). Zn karbonatça, zengin olan yatakta Cd ile Zn arasındaki yerdeğiştirme pasalarında Cd miktarını topraktakine göre artırmış olabileceği düşünülmektedir. Cr^{3+} pH>4,5 koşullarında $Cr(OH)_3$ olarak bulunur. Cr^{4+} çökelti halindeki oksitler ve katyonlar tarafından adsorbe edilebilmektedir (Pendias ve James, 1996). Hg, kükürt ile güçlü bağ oluşturmaktadır (HgS). Alkali topraklarda karbonat ve hidroksit olarak bulunmakta, büyük bir kısmı ise Fe-oksitler tarafından absorbe edilmektedir (Crock, 1996). Pb, sülfat, bikarbonat ve karbonatlarla çözülebilir kompleks iyonlar oluşturmaktadır (Sposito, 1989). Se^{+4} (selenit) oksitleyici ortamlarda indirgen koşullardan daha yüksek mobiliteye sahiptir; birçok mineral yüzeyine tutunabilir ancak Se^{6+} (selenat) adsorbsiyon özelliği daha düşük olup toprakta liç edilebilir özelliğe sahiptir (Huang ve Fujii, 1996; Goldberg ve diğ. 2006). Pasa örneklerindeki yüksek Se içeriği, Se'un cevher minerallerine tutunarak zenginleştiğini düşündürmektedir. Zn karbonat, kil mineralleri, oksitler ve organik maddeler tarafından adsorbe edilebilir ya da iyon değişimi ile yer değiştirebilir (Wilson vd, 2008).

Bazı araştırmacılar, topraktaki iz element değişimini teorik olarak modelleme bazında incelemiş ve alt toprak zonunun üst toprak zonundan daha anlamlı olduğu belirlenmiş ve jeokimyasal verilerin toprak serileri için toprağın özelliklerini tanımlayabileceğini belirtmiştir (Burt vd, 2005; Wilson vd, 2008).

EXTENDED SUMMARY

At Görgü Pb-Zn- Ag mine, abandoned waste rock dumps contain partly oxides sulphidic mine wastes that possess extreme (up to several wt%) amounts of Pb and Zn, with moderate to high amounts of Ag, Cd, Cu and Ba. The high metal tenor of the waste has led to significant erosion nad natural weathered and associated metal (Pb, Zn, Ag, Cu, Cd) mobilisation in to soils. Pysical transport of partly oxidised sulphidic mine waste (containing sulphidies, Fe-oxyhydroxides, e.g. anglesite and smithsonite) and absorbtion of metals in to Fe-oxihydroxides, clays has caused soils to be strongly anomaly by Au, Mn, Sn, Cu, Sb, Rb and Sr.

In present study, the element distribution in the soil and waste samples of Görgü area is explained in terms of three related factors which explain about 79% in wastes and 83% in soils of the total variances of data set. Factor I, accounting for 35% of total data variability, is a dipolar factor with high positive loading for Pb, Zn, Ag, As, Mn, Mo, Cu, Cd, Sb, Sn, U, Hg, and moderate nagative loadings for Ni, Cr, Th, T, and Nb. High positive loadings of the variables Pb, Zn, Ag, As, Cd can be attributed to the mineralizations. Otherwise, factor I, accounting for 60 % of the total data variability, is a dipolar factor with high possitive loading for Ni, Th, La, Cr, Ce, Cs, Sc, Y, Zr and Li; low possitive loading for Pb, Zn, Ag and Ba can be attributed to the host rocks (metamorphites and volcanites). This change in speciation of the metal is probably the result of natural weathering processes.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, bu çalışmaya MAG 107M634 projesi kapsamında destek veren TÜBİTAK'a teşekkür eder.

DEĞİNİLEN BELGELER

Ahn, J.S., Park, Y.S., Kim, J.Y. and Kim., K.W., 2005. Mineralogical and geochemical characterization of arsenic in an abandoned mine tailings of Korea. *Environmental Geochemistry and Health*. 27, 147-157.

Ashley, P.M., Lottermoster, B.G., Collins, J. A. and Grant, C.D., 2004. Environmental geochemistry of the derelict Webbs Concols mine, New South, Australia, *Environmental Geology*, 46, 591-604.

Burt, R., Chiaretti J.V. and Prevost, D.J., 2005. Trace element of selected soil in western Nevada and eastern California. *Soil Survey Horizons*, 46, 120-131.

Cengiz, R., Yılmaz, H. ve Türkyılmaz, B., 1991. Malatya – Yeşilyurt – Cafana (Görgü) yakınındaki Çinkur'a ait ÖİR:671 ve ÖİR:1714 nolu ruhsat sahaları ara raporu. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Crock, J.G., 1996. Mercury. In D. L. Sparks, et., al, (Eds), *Methods of soil analysis. Part 3 Chemical methods*; (pp 603-701), Soil Sci Soc. Amer Book Series. No 5 Madison. WI: Soil Science Society of America.

DPT, 2001. Sekizinci beş yıllık kalkınma planı. Madencilik özel ihtisas komisyonu raporu. Metal madenler alt komisyonu kurşun-çinko-kadmiyum çalışma grubu raporu. DPT'nin 41. yılı, DPT: 2628, ÖİK: 639, Ankara.

Goldberg, S., Martens, D. A., Forster, H. S. and Herbel, M. J., 2006. Speciation of Se (IV) and Selenium (VI) using coupled ion chromatography- hyride generation atomic absorption spectrometry. *Soil Science Society of American Journal*, 70, 41- 47.

Güdücü, A., 1994. 1:100 000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Malatya L40 paftası. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans semineri (Yayınlanmamış).

Huang P. M. and Fujii, R.1996. Selenium and Arsenic. In D. L. Sparks, et., al, (Eds), *Methods of soil analysis. Part 3 Chemical methods*; (pp 703-722), Soil Sci Soc. Amer Book Series. No 5 Madison. WI: Soil Science Society of America.

Kelepertisis, A., Aelexakis, D. and Kita, I., 2001. Environmental geochemistry of soils and waters of Susaki Area, Korinthos, Greece. *Environmental Geochemistry and Health*, 23 (2), 117-135.

Kalender, L. ve Hanelçi, Ş., 2001. Keban (Elazığ) civarı eski imalat pasalarında Au, Ag, Pb, Zn cevherleşmelerinin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 44 (2),92-100.

Lottermoster, B.G., 2003. *Mine Wastes: Characterization, treatment and environmental impact*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

MTA, 2002, [http:// yesilyurtunsesi.com](http://yesilyurtunsesi.com)

Önal, M., Tuzcu, N. and Helvacı, C., 1990. Geological setting, mineralogy an origin of the Cafana (Malatya) Zn-Pb sulfide and carbonate deposit, E Anatolia, Turkey, in: *Int. Earth Sci. Congress on Aegean Regions, Proceedings*, ed: M. Y. Savaşçın and A. H. Eronat, Izmir, D. E. University, v. 1, 52-58.

Pendias, A., 2001. Trace elements in soils and plants. Third Edition, CRC Press, NY.

Makale Geliş Tarihi: 4 Mart 2009

Makale Kabul Tarihi: 28 Haziran 2009

Pendias R.J. and James, B.R., 1996. Chromium, In D. L. Sparks, et., al, (Eds), Methods of soil analysis. Part 3 Chemical methods; (pp 603-701), Soil Sci Soc. Amer Book Series. No 5 Madison. WI. Soil Science Society of America.

Received : March 4, 2009

Accepted : June 28, 2009

Plumlee, G.S., 1999. The environmental geology of mineral deposits. In plumlee G.S. logsdon M J (eds) The environmental geochemistry of mineral deposits. Part A: Processes, techniques and health issues. Reviews in Economic Geology, 6A, 71-116.

Romkens, P.F.A.M. and Salomons, W., 1998. Cd, Cu and Zn solubility in arable and forest soils: Consequences of land use changes for metal mobility and risk assesment. Soil Science. 163(11), 859-871.

Sağiroğlu, A., 1988. Cafana (Görgü) Malatya karbonatlı Pb – Zn yatakları. C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A – Yerbilimleri C. 5(1), 3-13.

Sposito, G., 1989. The chemistry of soils, New York, Oxford University Press.

Verner J.F. and Ramsey, M.H., 1996. Heavy metal contamination of soils around a Pb-Zn smelter in Bukowno, Poland, *Applied Geochemistry* **11** (1-2) (1996), pp. 11-16.

Wilson, M.A., Burt, R., Indorante, S.J., Jenkins, A.B., Chiaretti, J.V., Ulmer, M.G. and Scheyer, J.M., 2008. Geochemistry in the modern soil survey program, Environ Monit Assess. 139, 151-171

TÜRKİYE JEOLojİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Ağustos 2009 Cilt 52 Sayı 2
August 2009 Volume 52 Number 2

İÇİNDEKİLER CONTENTS

- Engin MERİÇ, Niyazi AVŞAR, Atike NAZİK, Baki YOKEŞ, Mustafa ERGİN, Mustafa ERYILMAZ, Fulya YÜCESOY- ERYILMAZ, Erkan GÖKAŞAN, Fikret Suner, Hüseyin TUR, Şenol AYDIN ve Feyza DİNÇER**
Çanakkale Boğazı'nın Güncel Bentik Foraminifer, Ostrakod, Mollusk Topluluğunu Denetleyen Faktörler ile Çökel Dağılımının Jeokimyası
Factors Controlling Formation of Benthic Foraminifera, Ostracod, Mollusc Assemblages and Sediment Distribution of the Geochemistry in the Dardanelles Strait.....155
- Hasan SÖZBİLİR, Ökmen SÜMER, Bora UZEL, Yalçın ERSOY, Fuat ERKÜL, Uğur İNÇİ, Cahit HELVACI, Çağlar ÖZKAYMAK**
17-20 Ekim 2005-Sığacık Körfezi (İzmir) depremlerinin sismik jeomorfolojisi ve bölgedeki gerilme alanları ile ilişkisi, Batı Anadolu
The Seismic geomorphology of the Sığacık Gulf (İzmir) earthquakes of October 17 to 20, 2005 and their relationships with the stress field of their Western Anatolian region.217
- Leyla KALENDER, Güllü KIRAT, Cemal BÖLÜCEK, Ahmet SAĞIROĞLU**
Görgü (Malatya-Türkiye) Pb-Zn Yatağının Eski İmalat Pasalarının Jeokimyası
Geochemistry of Görgü Pb-Zn Mine-Waste, Malatya, Türkiye.....239

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