



## İskenderun Körfezi Güncel Foraminiferlerinde Gözlenen Jeokimyasal Anomaliler

### *Geochemical Anomalies in the Recent Foraminifers of İskenderun Bay*

Hüseyin YALÇIN	Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas
Engin MERİÇ	İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, 34470 Vefa- İstanbul
Niyazi AVŞAR	Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı-Adana
Ömer BOZKAYA	Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas
İpek F. BARUT	İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, 34470 Vefa-İstanbul

#### Öz

Güncel ve eski denizel ortamlarda karbonat üreticileri arasında yer alan organizmaların kavkılarında biyojeokimyasal tarihçeyi saklamaları, bu canlıların son yıllarda ülkemizde de ayrıntılı biçimde incelenmelerine yol açmıştır. Bu çalışmada güncel bazı foraminifer katkılarının mineralojik ve jeokimyasal özellikleri belirlenerek; ortamsal koşullar ve güncel jeolojik anomaliler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. İskenderun Körfezi'nden derlenen iki tortul örneğindeki foraminifer kavkıları tüm kayaç (XRD ve AAS) ve mikroprob düzeyinde incelenerek kavkılarda renklenmelere neden olan elementler yarı-nicel / nicel olarak saptanmıştır. Bu örneklerde güncel foraminiferlerden 11 cins ve 17 tür gözlenmiştir. İncelenen foraminifer kavkılarında yeşil, siyah, pembe, gri ve sarı renkli kesimler gözlenmiştir. Örnek No 36'daki foraminifer kavkıları başlıca aragonit ve Mg-kalsit, daha az miktarda anhidrit, dolomit ve kuvars içermektedir. Örnek No 125 ise kalsit, Mg-kalsit, aragonit ve eser miktarda dolomit, kuvars ve sideritten oluşmuştur. Foraminifer kavkılarının element konsantrasyonları geniş bir aralıkta değişim göstermekle birlikte, Cu, Zn ve Pb'da zenginleşmeler saptanmıştır. Körfezdeki aktif faylardan çıkan sıcak suların taşıdığı iyonların deniz suyunda zenginleşmeleri ve sonuçta bunların kavkılarda anormal kirlenmeye neden oldukları ileri sürülebilir. Bunlar, canlıların fiziksel ve kimyasal işlevleri sırasında ikincil olarak zenginleştirilmiş olmaları beklenmelidir. Kavkılardaki Mg/Ca oranı 11.63-219.23 arasında değişmektedir. Bentik foraminifer kavkılarındaki kalsitlerin Mg/Ca oranı ile deniz tabanı suyu sıcaklığı arasında bir ilişki kurularak 21-51 °C arasında değişen sıcaklıklar bulunmuştur. Deniz tabanı suyu sıcaklığındaki anomali ve bazı element konsantrasyonlarındaki zenginleşmeler güncel kırık hatlarına bağlı hidrotermal kaynakları işaret edebilir.

Anahtar kelimeler: İskenderun, Deniz tabanı, Foraminifer, Kavkı, Mineraloji, Jeokimya

#### Abstract

*Organisms as carbonate producers in modern and ancient marine environments were investigated in our country recent years in detail because of preserving biochemical history on their shells. In this study, the relations among fossil*

*species, environmental conditions and modern geological anomalies were searched throughly by determining paleontologic, mineralogical and geochemical features of some modern foraminiferal shells. Foraminiferal tests collected from two submarine sediment samples in İskenderun Bay were studied by whole-rock (XRD and AAS) and microprobe methods, and in this way elements being the cause of colorfulness on the shells were semi-quantitatively / quantitatively measured. 11 genus and 17 species of modern foraminifers were observed in these samples. Green, black, pink, gray and yellow colored parts are observed in the encountered foraminiferal species. Foraminiferal shells of Sample No. 36 mainly contain aragonite and Mg-calcite, less anhydrite, dolomite and quartz. Foraminiferal shells of Sample No. 125 are made up of abundantly calcite, Mg-calcite, aragonite and rarely dolomite, quartz and siderite. The richnesses in Zn, Cu and Pb were determined although element concentrations of foraminifer shells show a variation in wide range. It is explained that an abnormal contamination within the shells are caused by enrichments in the sea water of ions transported with hot waters coming from active faults. Moreover, it should be expected that these elements are secondarily got rich during metabolism by livings. Mg/Ca ratios of shells vary between 11.63 and 219.23. A temperature of 11-51 °C are found by setting up a relationship between Mg/Ca ratio of calcites in benthic foraminifers and sea-floor water temperature. The anomaly in the sea-floor water temperature and richness in the concentrations of some elements can indicate hydrothermal springs related to present fracture lines.*

*Key words: İskenderun, Sea-floor, Foraminifer, Shell, Mineralogy, Geochemistry*

## GİRİŞ

Güncel ve eski denizel ortamlarda karbonat üreticileri arasında yer alan organizmalar taze sudan denizel ortama kadar geniş bir coğrafik aralıkta dağılmakta ve farklı yaşama biçimleri göstermektedir. Bu karakterleri ile organizmaların ortamsal koşullara bağlı olarak kavkılarında biyojeokimyasal tarihçeyi saklamaları, bu canlıların son yıllarda ilk kez de ayrıntılı biçimde incelenmelerine yol açmıştır (Yalçın ve Bozkaya, 1995; Yalçın ve Taner, 1998; Yalçın ve diğ., 2001). Ancak, organizma kavkılarındaki kimyasal kayıtların doğru yorumlanabilmesi; mineralojik (kristal hücresi/polimorfizm), biyolojik-fizyolojik (canlının morfolojisi, yaşama biçimi-ontojeni ve evrimi-filojeni) ve ortamsal koşulların (kimyasal bileşim, sıcaklık, tuzluluk, enerji, beslenme maddesi, derinlik) iyi bilinmesini ve incelenmesini gerektirmektedir (Kulp ve diğ., 1952; Thompson ve Chow, 1955; Milliman, 1974; Battur, 1975; Grossman ve Ku, 1986; Morrison ve İrand, 1986; Wefer ve Berger, 1991; Stecher ve diğ., 1996; Rahimpour-Bonab ve diğ., 1997).

Bu çalışmada ise güncel bazı foraminifer kavkılarının paleontolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri belirlenerek, fosil türleri, ortamsal koşullar ve güncel jeolojik anomaliler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

## İNCELEME ALANININ TANITILMASI

İskenderun Körfezi, Akdeniz'in doğu ucunda, Türkiye'nin güneydoğusunda dikdörtgen (60x35 km) biçiminde yer almakta ve 190 m derinliğe kadar ulaşmaktadır (Şekil 1). İskenderun Körfezi'ni çevreleyen kuzey ve doğusundaki ultramafik, meta-sedimanter ve volkanik kayalar (Aslaner, 1973; Tolun ve Pamir, 1975) ile bunların bozunma / bozuşma ürünlerinden oluşan güncel sedimanlardan malzeme taşıyan Ceyhan Irmağı beslemektedir. Körfez, kuzey-kuzeybatısında geniş ve güneydoğusunda ise dar bir düzlükten oluşan sahile sahiptir (Bal ve Demirkol, 1987). Açık denize sular kuzeybatı ve güneybatıdan girmekte olup, yüzey akıntıları hem saat yönü ve hem de tersi yönünde hareket ederler (İyiduvar, 1986).

İskenderun Körfezi'nin jeolojik gelişimi Neojen konverjansı ile Neojen Doğu Anadolu Fayı ve Ölü Deniz Fayı ile ilişkili olup (Şengör ve diğ., 1985; Kelling ve diğ., 1987), güncel olarak da ilgili faylar ile denetlenmektedir.

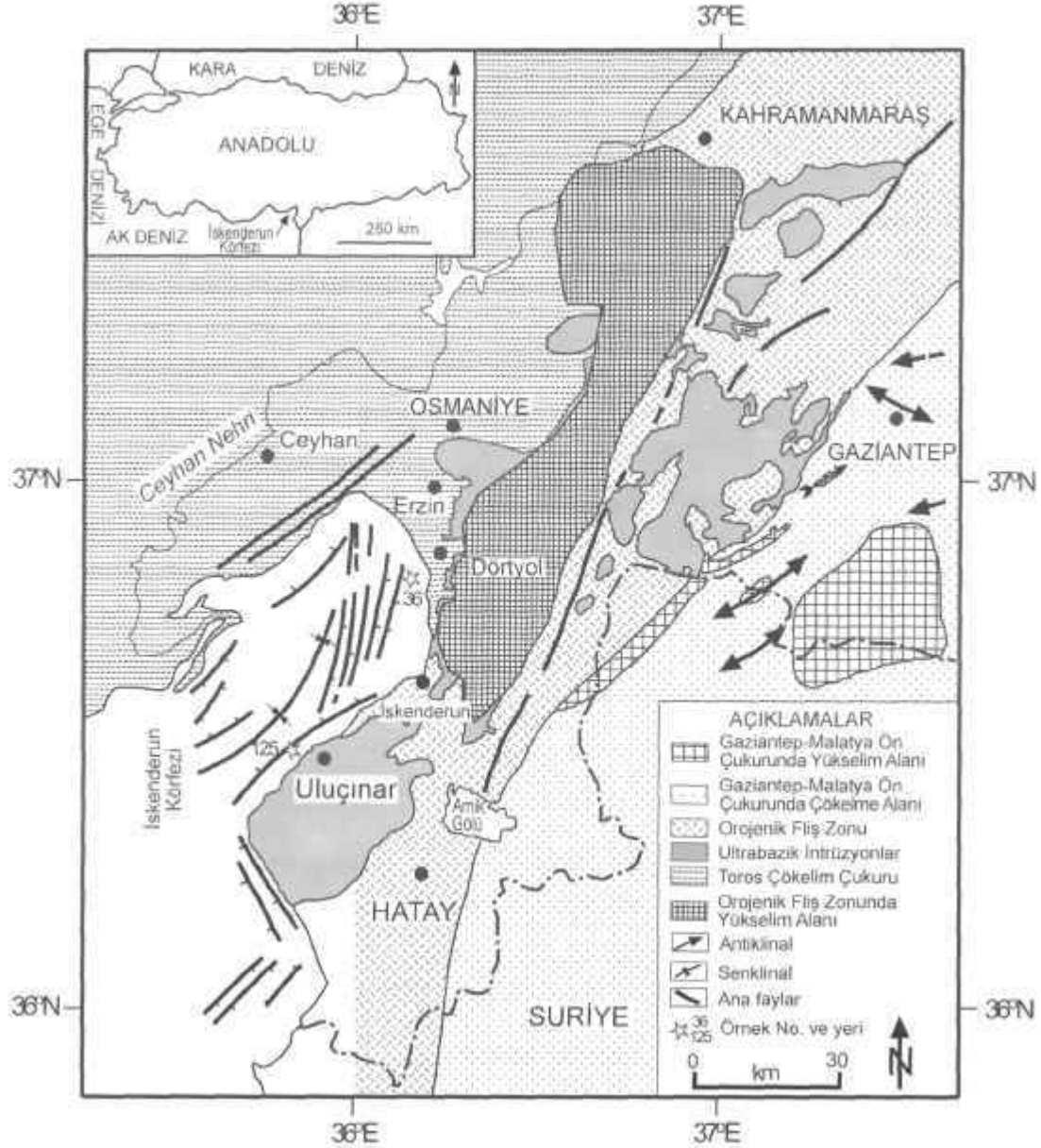
## MALZEME VE YÖNTEM

İskenderun Körfezi'nden derlenen iki tortul örneğindeki foraminifer kavkıları tüm kayalar ve mikroprob düzeyinde incelenmiştir. Bu örneklerden birisi (36) Dörtöl güneybatısında, diğeri (125) ise

## İSKENDERUN KÖRFEZİ GÜNCEL FORAMİNİFERLERİ

Uluçınar batısında deniz tabanından, Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü'ne ait Koca Piri Reis gemisi tarafından Dietz Lafonde grab. kullanılarak alınmıştır. Koordinat değerleri 36 no'lu istasyon için 36°49' 22" K, 36°08' 37" D; 125 no'lu istasyon için 36°24' 80" K, 35° 51' 81" D'dur. 36. örnekte su derinliği 22.00 m ve 125. örnekte ise 21.00 m'dir (Şekil 1).

Tüm kayaç mineralojisi, C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Araştırma Laboratuvarları'nda (MİPJAL) seçilen kavkılar yıkanıp öğütüldükten sonra, Rigaku marka DMAX IIIC model X-ışınları difraktometresinde belirlenmiştir. Ayrıca, bunlar 1N'lik HCl ile asitleme işleminden geçirildikten sonra kimyasal analize hazırlanmıştır. Kavkaların bileşimine katılan silis ve/veya yapışık halde bulunan diğer karbonat dışı



Şekil 1. İskenderun Körfezi çevresinin yapısal özellikleri ve jeoloji haritası (Koral, 1995).  
Figure 1. Geology map and structural features of İskenderun Bay surrounding.

fraksiyon ise çözme işleminden sonra tartılarak kimyasal bileşimin hesaplanmasında dikkate alınmıştır. Tüm foraminifer türlerinin kavkılarını temsilen iki örneğin kimyası, Perkin Elmer marka 2380 model atomik absorpsiyon spektrofotometresinde 14 element (Ca, Mg, Sr, Fe, Mn, Na, K, Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Cr ve Li) üzerinde gerçekleştirilmiştir. USGS (Flanagan, 1976) ile CRPG, GIT-IWG ve ANRT (Govindaraju, 1989) kayaç standartları eşliğinde yapılan analizlerin doğruluğu ana elementlerde +%2, iz elementlerde T %5 sınırları içindedir.

Mikroprob incelemeleri İstanbul Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Şişe Cam Araştırma Merkezi'nde JEOL Marka 733 Model EDS kombinasyonlu cihazda gerçekleştirilmiştir. Bu çözümlenmelerden 6 adedi farklı foraminifer türlerinin kesitlerinden, 18 adedi ise foraminifer kavkılarının dış yüzeyinden elde edilmiştir. Bu yöntem ile foraminiferlerin kavkılarında renklenmelere neden olan elementler yarınicel olarak saptanmış olup, hata miktarı +%5'dir.

#### FORAMİNİFER TOPLULUĞU

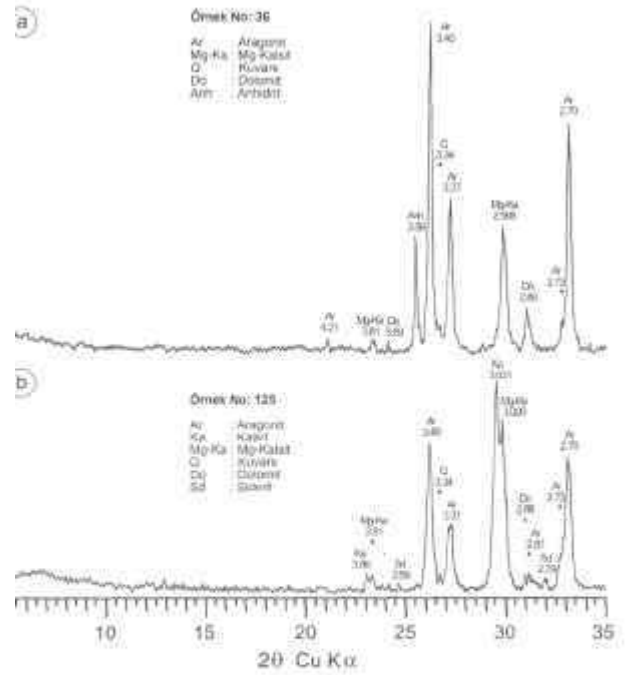
İskenderun Körfezi 'nin batı kıyıları da kapsayan Doğu Akdeniz kıyı bölgesinde 23 familyaya ait 41 cins ve 60 tür saptanmıştır (Avşar, 1997). İskenderun Körfezi'nin batı kıyısını temsil eden iki güncel çökel örneğinde ise güncel foraminiferlerden 11 cins ve 17 tür bulunmuştur: *Vertebralina striata* d'Orbigny, *Adelosina partschi* (d'Orbigny), *A. pulchella* d'Orbigny, *Spiroloculina dilatata* d'Orbigny, *Siphonaperta aglutinans* (d'Orbigny), *S. aspera* (d'Orbigny), *Lachlanella variolata* (d'Orbigny), *Massilina secans* (d'Orbigny), *Quinqueloculina disparilis* d'Orbigny, *Q. limbata* d'Orbigny, *Q. stelligera* Schlumberger, *Triloculina mario-ni* Schlumberger, *T. plicata* Terquem, *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel ve Moll), *Sorites orbiculus* (Forskal) ve *Elphidium crispum* (Linne). Cins ve türlerin tanımlanmasında birçok araştırmacının (Cimerman ve Langer, 1991; Hatta ve Ujiie, 1992; Sgarella ve Moncharmont-Zei, 1993; Hottinger ve diğ., 1993; Loeblich ve Tappan, 1994; Meriç ve diğ., 1995; Hayward ve diğ., 1999; Meriç ve Avşar, 2000, 2001; Avşar ve Meriç, 2001a ve b; Meriç ve diğ., 2002a, 2002b ve 2003) yayınlardan

yararlanılmıştır. Rastlanılan foraminifer türlerinde yeşil, siyah, pembe, gri ve sarı renkli kesimler gözlenmiştir (Levha 1).

#### X-IŞINI MİNERALOGİSİ

İskenderun Körfezi 'ndeki deniz tabanı sedimanlarının ortalama % 30'u biyojenik karbonat, % 70'i ise inorganik bileşenlerden oluşmaktadır (Ergin ve diğ., 1998a). Çoğunlukla karbonatlı kil, killi karbonat ve karbonatlı çamur olarak adlandırılan sedimanlar; kalsit (% 12-28 ), aragonit (% 8-35), dolomit (% 4-12), kuvars (% 4-17), feldispat (% 4-27), kil mineralleri (% 35-72) ve eser miktarda halit içermektedir. Kil fraksiyonunu smektit (% 5-24), illit (% 18-55), klorit (% 12-25), serpantin (% 13-46), paligorskit (% 15-28) ve karışık-tabakalı smektit-klorit/S-C (% 5-18) oluşturmaktadır (Yalçın ve diğ., 2001). Bunlardan paligorskit, Pleyistosen (flüviyal / interflüviyal) iklimsel koşulların bir indikatörü olarak değerlendirilmiştir (Kapur ve diğ., 1989).

İki örnekte tüm foraminifer türlerinin karıştırılmasıyla elde edilen X-ışını difraktogramları Şekil 2'de verilmiştir. Örnek No 36'daki foraminifer kav-



Şekil 2. Foraminifer kavkılarının X-ışınları difraktogramları, a) Örnek No. 36, b) Örnek No. 125.  
Figure 2. X-ray diffractograms of foraminifer shells, a) Sample No. 36, b) Sample No. 125.



- 1 *Vertebralina striata* d'Orbigny, *ist.* 125, x 30.  
 2 *Adelosina partschi* (d'Orbigny), *İst.* 125, x 42.  
 3 *Adelosina pulchella* d'Orbigny, *İst.* 36, x 57.  
 4 *Spiroloculina dilatata* d'Orbigny, *ist.* 125, x 46.  
 5 *Siphonaperta agglutinans* (d'Orbigny), *ist.* 36, x 30.  
 6 *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny), *ist.* 36, x 13.  
 7 *Lachlanella variolata* (d'Orbigny), *ist.* 125, x 31.  
 8 *Lachlanella variolata* (d'Orbigny), *ist.* 36, x 34.  
 9 *Massilina secans* (d'Orbigny), *İst.* 36, x 33.  
 10 *Quinqueloculina disparilis* d'Orbigny, *ist.* 36, x 24.  
 11 *Quinqueloculina disparilis* d'Orbigny, *ist.* 36, x 42.  
 12 *Quinqueloculina disparilis* d'Orbigny, *ist.* 36, x 30.

- 13 *Quinqueloculina limbata* d'Orbigny, *ist.* 36, x 16.  
 14 *Quinqueloculina stelligera* Schlumberger, *İst.* 36, x 15.  
 15 *Triloculina marioni* Schlumberger, *ist.* 36, x 13.  
 16 *Peneroplis pertusus* (Forskal), *ist.* 36, x 18.  
 17 *Peneroplis pertusus* (Forskal), *İst.* 125, x 32.  
 18 *Peneroplis pertusus* (Forskal), *İst.* 125, x 15.  
 19 *Peneroplis pertusus* (Forskal), *İst.* 36, x 24.  
 20 *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll), *İst.* 36, x 30.  
 21 *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll), *ist.* 36, x 50.  
 22 *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll), *İst.* 125, x 40.  
 23 *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll), *ist.* 125, x 34.  
 24 *Sorites orbiculus* (Forskal), *ist.* 125, x 42.

kılları başlıca aragonit ve Mg-kalsit, daha az miktarda anhidrit, dolomit ve kuvars içermektedir. Örnek No 125'de ise foraminifer kavkıları kalsit, Mg-kalsit, aragonit ve eser miktarda dolomit, kuvars ve sideritten meydana gelmiştir.

Kavkılarıdaki kalsitlerin d(104) değerleri 2.998 ve 3.000 Å ile temsil edilmektedir. Bu ölçümde kuvarsın (101) yansıması (3.343 Å,  $2\theta = 26.64^\circ$ ) standart alınmıştır. Kalsit ve Mg-kalsitlerin d(104) yansımaları yardımıyla % mol  $MgCO_3$  içerikleri Goldsmith ve Graf in (1958) geliştirdiği korelasyon diyagramından itibaren % mol  $MgCO_3 = [3.036 - d(104)A^\circ] / 0.003$  biçimindeki regresyon eşitliği ile hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre, % mol  $MgCO_3$  miktarı 36 ve 125 nolu örneklerde sırasıyla 12.67 ve 12.00 dir. Chave (1954 a ve b) kalsitleri  $MgCO_3$  içeriklerine göre, düşük Mg-kalsit (< % 4 mol  $MgCO_3$ ) ve yüksek Mg-kalsit (% 4-30 mol  $MgCO_3$ ) olmak üzere ikiye ayırmıştır. Yüksek Mg-kalsitler, Milliman (1974) tarafından ortaç Mg-kalsitler (% 4-12 mol  $MgCO_3$ ) ve dar anlamda yüksek Mg-kalsitler (% 12-28 mol  $MgCO_3$ ) biçiminde tekrar bölümlendirilmiştir. Bu ölçütlere göre, Mg-kalsitler yüksek Mg-kalsit bileşimindedir.

### FORAMİNİFER KAVKI JEOKİMYASI

Tüm foraminifer türlerinin temsil edildiği kavkıların, AAS'de yapılan ana ve iz element kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1 'de sunulmuştur. Kavkıların kimyasal bileşimi mineraloji ve fosil türleri ile değişmektedir. Örnek No. 36'daki Sr'un bolluğu

aragonit, Örnek No. 125'deki Fe'in ve Mg'un fazlalığı sırasıyla siderit ve dolomit miktarı ile ilişkilidir. Kavkı kesitleri ve yüzeylerinden elde edilen mikroprob ana element konsantrasyonları geniş bir aralıkta değişim göstermekte ve farklı foraminifer türlerinde daha da belirginleşmektedir (Çizelge 2 ve 3).

İncelenen kavkılarıda AAS'den elde edilen Mg/Ca oranı 23.54-38.96, Sr/Ca oranı 6.22-4.48'dir. Buna karşın mikroprop kavkı kesitlerinde ve yüzeylerinde Mg/Ca oranı sırasıyla 144.58-204.82 ve 11.63-219.23 arasında değişmektedir. Kavkılarıdaki Mg/Ca ve Sr/Ca oranlarının çeşitli faktörlere bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Bu konuda çalışan yazarlar tarafından bentik foraminiferlerdeki kalsitlerin Mg/Ca oranı ile deniz tabanı suyu sıcaklığı arasında bir ilişki kurularak formülize edilmiştir ( $T = 22.71 \log(Mg/Ca) - 3.05$ , Rosenthal ve diğ., 1997;  $T = \ln[(Mg/Ca)/0.867] / 0.109$ , Lear ve diğ., 2002;  $T = \ln[(Mg/Ca)/1.22] / 0.109$ , Martin ve diğ., 2002). Bu formüller esas alınarak tüm (renkli+renksiz) kavkılarıda 36 ve 125 nolu örnekler için 28-35 °C arasında değişen sıcaklık (T) elde edilmiştir. Mikroprob çözümlenmelerinden elde edilen Mg/Ca oranlarına göre ise 41-50 °C arasında değişen sıcaklıklar bulunmuştur.

Özellikle mercanlarda Sr/Ca oranı ile su sıcaklığı arasındaki ters ilişki esas alınarak, güncel ve jeolojik deniz suyu sıcaklığını belirlemede, Sr termometresi bir anahtar olarak kullanılmaktadır (Weber, 1973;

Örnek No	%	ppm														Mmol/mol		
		Ca	Al	Mg	Sr	Fe	Mn	Na	K	Cu	Zn	Rb	Pb	Ni	Co	Cr	Li	Mg/Ca
36	39.00	438	5570	5304	1108	82	1727	175	9	43	8	113	100	31	17	1	23.54	6.22
125	39.38	535	9306	3854	2083	69	1493	147	18	128	8	93	88	31	17	1	38.96	4.48

Çizelge 1. Renkli ve renksiz tüm foraminifer kavkılarının AAS ana ve iz element analiz sonuçları.

Table 1. Results of AAS major and trace element analyses in colored and colorless shells of all foraminifer.

Kod No	Foraminifer Türü	Renk	%							(Mmol/mol)	
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>4</sub>	Mg/Ca	Sr/Ca
1	<i>Peneroplis pertusus</i>	Pembe-Sarı	0.23	0.00	2.49	8.76	83.35	0.95	4.22	144.58	
2	<i>Peneroplis pertusus</i>	Gri-yeşil	0.37	0.00	8.51	8.84	64.19	0.00	18.09	187.50	
3	<i>Peneroplis planatus</i>	Gri-yeşil	0.00	0.00	6.14	7.91	71.38	0.00	14.57	154.93	
4	<i>Peneroplis pertusus</i>	Gri-yeşil.	0.00	0.00	11.37	8.10	57.08	0.00	23.44	192.98	
5	<i>Adelosina pulehella</i>	Sarı	0.21	0.36	1.03	11.56	85.34	0.00	1.49	188.24	
6	<i>Adelosina parlschi</i>	Sarı	0.20	0.00	1.87	12.45	83.45	0.62	1.42	204.82	

Çizelge 2. Foraminiferlerin renkli kavkılarının kesitlerinde mikroprob ana element analiz sonuçları.

Table 2. Results of microprobe analyses on the sections of colored foraminifer shells.

# İSKENDERUN KÖRFEZİ GÜNCEL FORAMİNİFERLERİ

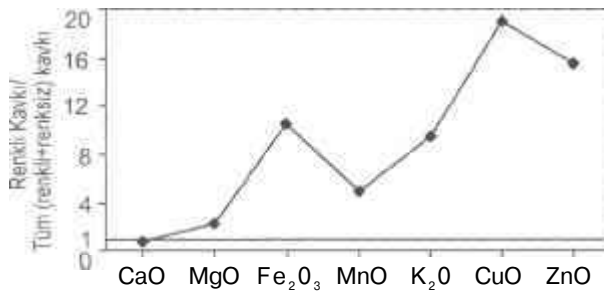
Kod No	Foraminifer Türü	Renk	%												Mmol/mol
			SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	CuO	ZnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	Cl	
1	<i>Triloculina marioni</i>	Sarı	0.00	0.00	0.00	1.13	0.17	0.28	0.44	1.01	52.58	0.00	0.43	0.00	26.65
2	<i>Adelosina partschi</i>	Sarı	1.08	0.46	0.00	2.15	0.08	0.14	0.36	1.61	49.64	0.00	0.38	0.00	44.88
3	<i>Quinqueloculina dispar</i> Ms	Sarı	0.07	0.00	0.00	1.15	0.02	0.30	0.44	2.32	51.06	0.00	0.59	0.09	63.24
4	<i>Quinqueloculina disparilis</i>	Sarı	0.21	0.00	0.00	1.82	0.02	0.11	0.18	5.73	47.41	0.00	0.55	0.02	167.24
7	<i>Quinqueloculina disparilis</i>	Siyah	1.29	0.00	0.07	1.85	0.01	0.25	0.43	3.91	46.02	0.00	2.20	0.01	117.07
8	<i>Quinqueloculina disparilis</i>	Siyah	0.06	0.00	0.00	1.97	0.04	0.20	0.45	3.01	47.24	0.00	2.99	0.07	88.89
5	<i>Massilina secans</i>	Sarı	0.19	0.00	0.00	1.05	0.01	0.33	0.46	4.99	48.37	0.00	0.63	0.00	143.94
6	<i>Massilina secans</i>	San	0.22	0.00	0.00	1.68	0.06	0.23	0.42	2.75	47.86	0.00	2.72	0.11	80.26
9	<i>Peneroplis planatus</i>	Yeşil	2.44	0.00	0.45	2.20	0.00	0.00	0.00	1.50	48.42	0.44	0.45	0.14	43.27
10	<i>Peneroplis planatus</i>	Yeşil	0.04	0.00	0.00	0.97	0.13	0.06	0.10	2.48	50.31	0.38	1.45	0.11	68.36
11	<i>Peneroplis planatus</i>	Yeşil	0.60	0.00	0.00	3.18	0.06	0.16	0.27	2.96	46.43	0.29	1.96	0.14	88.47
12	<i>Peneroplis planatus</i>	Yeşil	14.30	0.00	3.87	8.88	0.00	0.14	0.26	3.80	24.20	0.36	0.22	0.00	219.23
13	<i>Peneroplis planatus</i>	Yeşil	4.85	0.00	0.86	1.61	0.15	0.17	0.17	2.06	44.84	0.44	0.77	0.13	63.88
14	<i>Peneroplis pertusus</i>	Sarı	3.13	0.00	0.94	2.54	0.09	0.14	0.12	3.68	44.31	0.32	0.63	0.10	115.56
15	<i>Peneroplis pertusus</i>	Sarı	1.66	0.00	0.34	1.01	0.04	0.24	0.37	2.72	48.92	0.35	0.34	0.06	77.56
16	<i>Peneroplis pertusus</i>	Sarı	3.75	0.00	0.54	2.78	0.05	0.33	0.51	3.22	43.82	0.33	0.55	0.31	102.41
17	<i>Peneroplis pertusus</i>	Yeşil	4.56	0.00	0.72	7.47	0.02	0.12	0.31	3.72	38.44	0.20	0.47	0.02	133.74
18	<i>Elphidium crispum</i>	Sarı	0.36	0.00	0.00	0.11	0.00	0.15	0.24	0.45	54.05	0.31	0.29	0.08	11.63

Çizelge 3. Renkli foraminifer kavkılarının yüzeyindeki mikroprob ana element analiz sonuçları.

Table 3. Results of mieroprobe analyses on the surfaces of colored foraminifer shells.

Smith ve diğ., 1979; Beckve diğ., 1992; McCulloch ve diğ., 1994). Sr/Ca oranı esas alındığında Smith ve diğ. (1979) tarafından önerilen formüle ( $T=1-55.07-14.084(Sr/Ca)$ ) göre, 36 ve 125 nolu örnekler için sırasıyla 67 °C ve 92 °C gibi oldukça yüksek değerler elde edilmiştir.

Renkli foraminiferlerden elde edilen 18 mikroprob analizlerinin ortalaması, renkli ve renksiz tüm foraminifer kavkılarının temsil edildiği iki örneğin analizinin ortalaması ile normalize edilmiştir (Şekil 3). CaO dışında, diğer oksitlerde 19 katına kadar varan zenginleşmeler saptanmıştır. Ayrıca, renkli ve



Şekil 3. Renkli ve renksiz foraminiferlerin bazı element içeriklerinin normalizasyonu.

Figure 3. Normalization of colored and colorless foraminifer shells based on some element contents.

renksiz tüm foraminifer kavkuları, renkli foraminifer kavkuları ile bunları içeren kontamine (Ergin ve diğ., 1998b) ve kontamine olmamış (Ergin ve diğ., 1996) sedimanlardaki bazı elementlerin içerikleri (Çizelge 4) de karşılaştırılmıştır (Şekil 4). Bu değerlendirmede renkli kavkılarda Cu ve Zn, tüm kavkılarda ise Pb içeriğinin sedimanlarınkinden daha yüksek olduğu görülmüştür.

## SU KİMYASI

Dörtüol-Erzin İçme ve Ilıcısı'nın yer aldığı bölgede çeşitli yükseltilerde alüvyon ovaları, birikinti koni ve taraçaları yer alır. Çevresinde peridotit, piroksenit ve serpantinler geniş dağılım gösterir. İçme ve Ilıca litrede 5 gr'ın üzerinde mineralizasyon içermekte olup; termal, hipotonik ve karbondioksitli sular sınıfındadır (Çizelge 5). Mineralli suların, genel özellikleri  $Mg^{2+} > Ca^{2+} > Na^+$  ve  $HCO_3^- > SO_4^{2-} > Cl^-$  biçimindedir. Piper Diyagramı'na göre değerlendirildiğinde (Şekil 4) magnezyumlu, bikarbonatlı, sülfatlı sular sınıfında olduğu anlaşılır. Yüzeysel suyu, yeraltı suyu ve deniz suyu (Hem, 1985; Langmuir, 1997a) ile karşılaştırıldığında, bu sıcak suların özellikle metal katyon içeriklerinin daha yüksek olduğu görülür.

Element	İstatistik	KOS	KS	TK	RK
		ppm			
Fe	minumun	15000	38000	1108	767
	maksimum	90000	232000	2083	62107
	ortalama			1596	16925
	(minumun+maksimum)/2	55000	135000	1596	31437
Mn	minumun	281	700	69	77
	maksimum	1130	3240	82	1162
	ortalama			76	387
	(minumun+maksimum)/2	846	1970	76	620
Cu	minumun	9	14	9	5
	maksimum	39	52	18	2636
	ortalama			14	1518
	(minumun+maksimum)/2	24	<b>33</b>	14	1321
Zn	minumun	30	62	43	5
	maksimum	117	176	128	4008
	ortalama			86	2436
	(minumun+maksimum)/2	74	119	86	2007
Co	minumun	6	8	31	
	maksimum	99	333	31	
	ortalama			31	
	(minumun+maksimum)/2	53	171	31	
Cr	minumun	70	212	17	
	maksimum	694	919	17	
	ortalama			17	
	(minumun+maksimum)/2	382	566	17	
Ni	minumun	179	305	88	
	maksimum	808	1337	100	
	ortalama			94	
	(minumun+maksimum)/2	494	821	94	
Pb	minumun	10	13	93	
	maksimum	61	97	113	
	ortalama			103	
	(minumun+maksimum)/2	36	55	103	

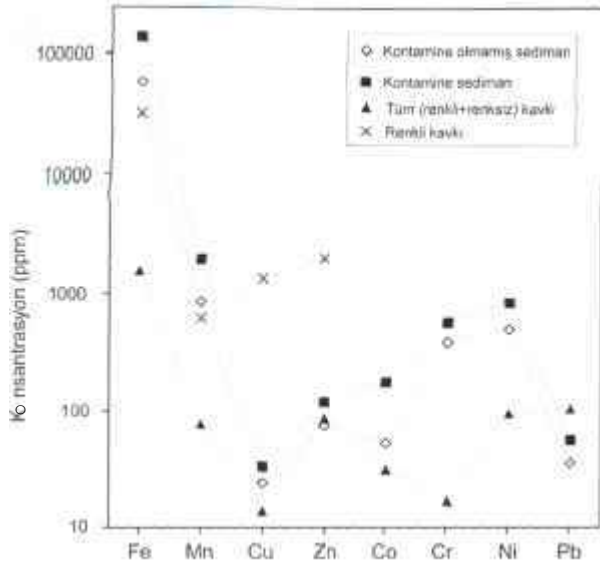
Çizelge 4. İskenderun Körfezi sedimanları (Ergin ve diğ. 1996 ve 1998b) ile kavkuların bazı element içerikleri, (KOS=Kontamine olmamış sediman, KS=Kontamine sediman, TK=Tüm renkli ve renksiz kavkı, RK=Renkli kavkı).

Table 4. Some element contents of sediment and shells within the İskenderun Bay (Ergin et al. 1996 and 1998b) (KOS=Non-contaminated sediments, KS=Contaminated sediments, TK=All colored and colorless shells, RK=Colored shells).

Yamaçlarda yeralmış ve yerleşim merkezlerinden uzakta yeralan bu kaynakların hidrojeoloji modeli, meteorik suların yeraltına süzülerek jeotermal gradyanla ısınıp, yeraltında bir bariyerle yüzeye çıkmaları ile açıklanabilir. Meteorik suların yüzeyden yeraltına akifere süzülürken hidrojeolojik dolaşı-

mında geçtikleri formasyonların kimyasal özellikleri bu sulara geçmektedir. Erzincan minerali sularındaki  $Fe^{2+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Br$  iyonlarının varlığı çevrede yeralan kayaç ve/veya maden yatakları ile açıklanabilir. Ancak, bu ve diğer elementlerin içeriklerine jüvenil suların ne kadar katkıda bulunduğu ise bilinmemektedir.





Şekil 4. İskenderun Körfezi sedimanları (Ergin ve diğ. 1996; Ergin ve diğ. 1997) ile kavkıların kimyasal bileşimlerinin karşılaştırılması (KOS=Kontamine olmamış sediman, KS=Kontamine sediman, TK=Tüm (renkli+renksiz) kavkı, RK=Renkli kavkı).

Figure 4. Comparison of chemical compositions of sediment and shells within the İskenderun Bay (KOS—Non-contaminated sediments, KS—Contaminated sediments, TK=All (colored+colorless) shells, RK=Colored shells).

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

İskenderun Körfezi'nde belirlenen bentik foraminiferlerden *Elphidium crispum* (Linne) hariç, diğerleri Akdeniz'in Adriyatik kıyılarında (Venice Körfezi, İtalya) tanımlanmamıştır (Albani ve diğ., 1998). Diğer bir ifadeyle, Akdeniz'deki güncel foraminiferlerin bolluğu, çeşitliliği ve coğrafik dağılımı, bentik ekolojisine göre değişkenlik göstermektedir.

Foraminifer kavkıları farklı mineralojik bileşimlere sahip olup, aynı güncel türlerde ve hatta konsantrik lamellerdeki değişimler; ortam koşullarındaki fiziko-kimyasal ve canlılardaki biyolojik-fizyolojik faktörlerle ilişkili gözükmektedir.

Foraminifer kavkı jeokimyasındaki değişimler, Milliman (1974) tarafından güncel kavkıları için verilen değerlerin dışındakalmakta olup, çoğunlukla da yüksektir. Ca ve Mg dışındaki elementlerin bolluğu, bunların kristal hücrede yeralmalarından

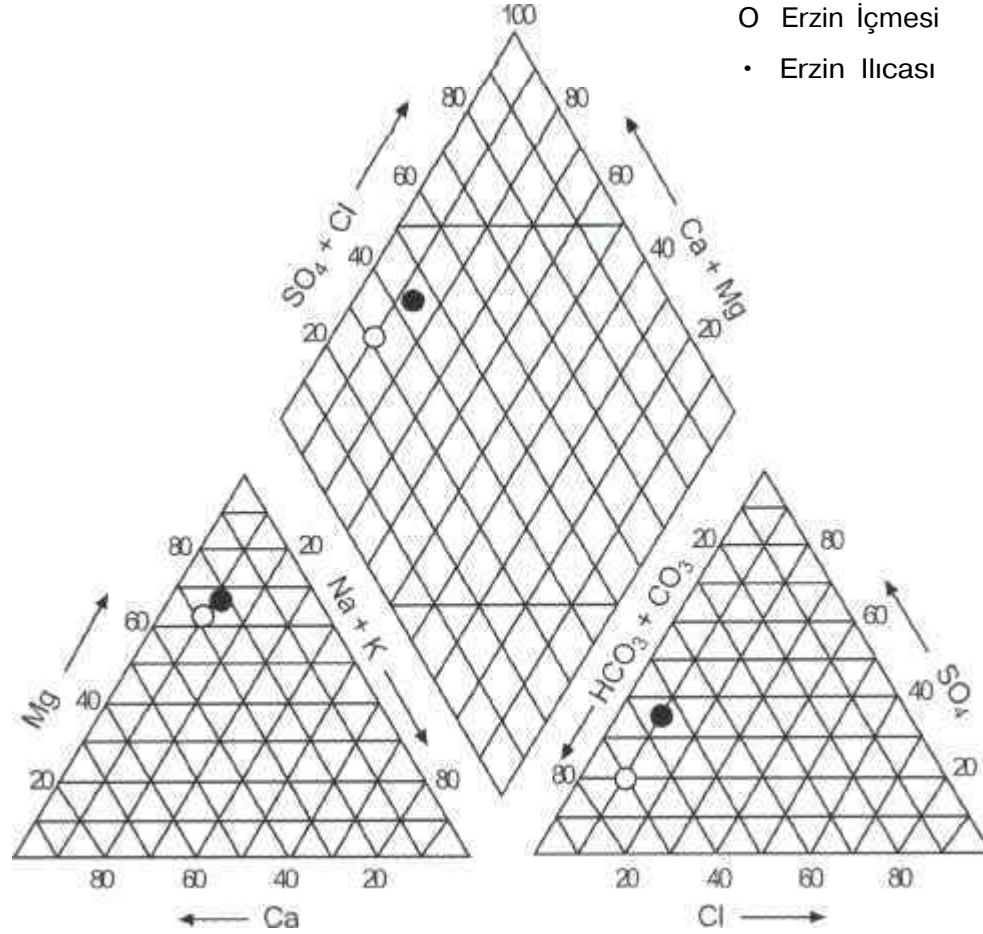
Özellikler	Erzin içmesi	Erzin ılıcası
<b>Fiziko-kimyasal Özellikler</b>		
Sıcaklık (°C)	12	30
pH	6.75	6.75
EC (us/cm)	3920	4480
Debi (l/s)	0.2	0.5
Rn <sup>222</sup> (Bekere1)	244.2	136.9
<b>Gazlar (mg/l)</b>		
Serbest CO <sub>2</sub>	985.60	978.56
<b>iyonlar (mg/l)</b>		
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	6.1	6.1
Li	0.06	0.11
Na <sup>+</sup>	133.11	243.7
K <sup>+</sup>	25.32	35.48
Ca <sup>2+</sup>	419.18	410.18
Mg <sup>2+</sup>	589.94	728.61
Fe <sup>2+</sup>	2.43	5.75
Al <sup>3+</sup>	0.88	4.1
Mn <sup>2+</sup>	0.10	Eser
Zn <sup>2+</sup>	-	0.04
Cr <sup>3+</sup>	0.10	Eser
Cu <sup>2+</sup>	0.01	0.02
Co	300	250
r	0.33	0.45
Br <sup>-</sup>	6.7	4.45
F <sup>-</sup>	1.06	0.06
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	730	1605
NO <sub>2</sub>	Eser	0.53
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	57.06	64.64
HCO <sub>3</sub>	3147.6	3123.2
HA <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.02	0.01
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	9.05	8.75
HBO <sub>2</sub>	10.13	11.88

Çizelge 5. Erzin İçmesi ve ılıcası'nın fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları (İ.Ü., 1976).

Table 5. Results of physical and chemical analyses of Erzin mineral springs (İ.Ü., 1976).

ziyade, adsorblama ile ilişkili gözükmektedir. Körfezdeki aktif faylardan çıkan sıcak suların taşıdığı iyonların deniz suyunda zenginleşmeleri ve sonuçta bunların kavkıda bir anormal kirlenmeye neden oldukları ileri sürülebilir. Bunların canlılar tarafından metabolizmaları sırasında ikincil olarak zenginleştirilmiş olmaları da beklenmelidir.

Sr/Ca oranından gidilerek elde edilen yüksek sıcaklık değerleri, Yeni Gine'deki (Tarasov ve diğ.,



Şekil 5. Erzin İçmesi ve Ilıcasına ait bazı iyonların Piper Diyagramı'nda dağılımı.  
 Figure 5. Distribution of some ions of Erzin mineral springs on the Piper Diagram.

1999) aktif volkanizmaya bağlı litoral ortamdaki hidrotermal getirimler benzerlik göstermektedir. Ancak, aragonitik kavkuların kalsitik olanlara göre daha çok Sr içerdiği, birkaç istisna dışında istatistiksel olarak doğrulanmış olmakla birlikte (Chave, 1954a ve b; Bathrust, 1975), Mg-kalsitlerin, ideal kalsit ve aragonitlerden daha fazla Sr içerdiği (Yalçın ve Taner, 1998) bu çalışmada da ortaya konulmuştur. Karbonatların Sr/Ca oranı, deniz suyunun Sr/Ca aktivite oranı (Graham ve diğ., 1982; Schlanger, 1988; Stoll ve Schrang, 1998) ve ayrılaşma katsayısı (DSr) tarafından denetlenmektedir. De Villiers ve diğ., (1994, 1995) mercanlardaki Sr/Ca oranının, elengasyon (kalsifikasyon) hızının da bir fonksiyonu olduğuna işaret etmekte; yüzeysel suyun derindeki suya göre Sr/Ca oranını zayıf da olsa

(% 1 -2) azalttığını ifade etmektedir. Diğer taraftan, bazı pelecypod kavkularında çalışan Stecher ve diğ., (1996), Sr/Ca oranı üzerinde kinetik kontrolün (büyüme hızı) sıcaklıktan daha önemli bir rol oynadığını belirtmektedir. Aynı türde bile Sr/Ca oranında ortaya çıkan farklılıklar, Sr termometresi için seçilecek fosil türünün veya cinsinin çok iyi belirlenmesini gerektirmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular, güncel foraminifer kavkularındaki mineralojik-kimyasal kayıtlar çok sayıda parametre ile denetlenmekle birlikte, deniz tabanı suyu sıcaklığındaki anomali ve sedimanlar ile karşılaştırıldığında kavkılarda Cu, Zn ve Pb elementlerinin zenginleşmesi, güncel kırık hatlarına bağlı hidrotermal kaynaklara işaret edebilir. Özellikle körfezin kuzeydoğusundaki Erzin İçme

ve Ilıcısı bu düşünceyi desteklemektedir. Sedimanlardaki kil minerallerinin metal katyonları, karbonat minerallerinden daha fazla miktarda adsorbe ettiği göz önüne alınırsa (Grim, 1968; Langmuir, 1997b), İskenderun Körfezi sedimanlarında endüstriyel ve evsel atıklara bağlı metal kontaminasyonunun (Ergin ve diğ., 1997) kavkuları etkilemede sınırlı kaldığı düşünülebilir. Yine körfezde bulunan yaklaşık K-G ve KB-GD doğrultulu eğim atımlı fayların varlığı da deniz içindeki hidrotermal sisteme ek bir kanıt olarak gösterilebilir.

### KATKI BELİRTME

Yazarlar, mineralojik ve kimyasal analizlerin yapılmasındaki titiz çalışmaları için Kim.Yük. Müh. Fatma Yalçın'a (C.Ü.) ve mikroprob analizlerinde - ki lojistik destekleri için Jeoloji Mühendisi Bülent Arman'a (İstanbul Anadolu Cam Sanayii A.Ş. Şişe Cam Araştırma Merkezi) teşekkür ederler.

### EXTENDED SUMMARY

Organisms as carbonate producers in modern and ancient marine environments were investigated in our country in recent years in detail because of preserving biochemical history on their shells. in this study, the relations between environmental conditions and modern geological anomalies were searched throughly by determining mineralogical and geochemical features of some modern foraminiferal shells. Foraminiferal tests collected from two submarine sediment samples in iskenderun Bay were studied by whole-rock (XRD and AAS) and microprobe methods, and in this way elements being the cause of colorful on the shells were quantitatively/semi-quantitatively measured. The coordinate points of these samples are 36°49 22 N and 36°08 37 E for location numbers of 36 and 125, respectively. Water depths are 22.00 m and 21.00 m for code samples of 36 and 125.

11 genus and 17 species of modern foraminifers were determined in these samples like *Vertebralina striata* d'Orbigny, *Adelosina partsehi* (d'Orbigny), *A. pulehella* d'Orbigny, *Spiroloculina dilatata*

d'Orbigny, *Siphonaperta aglutinans* (d'Orbigny), *S. aspera* (d'Orbigny), *Lachlanella variolata* (d'Orbigny), *Massilina secans* (d'Orbigny), *Quinqueloculina disparilis* d'Orbigny, *Q. limbata* d'Orbigny, *Q. stelligera* Schlumberger, *Triloculina marioni* Schlumberger, *T. plicata* Terquem, *Penneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel ve Moll), *Sorites orbiculus* (Forskal) ve *Elphidium crispum* (Linne). Green, black, pink, gray and yellow colored parts are observed in the studied foraminiferal species.

The submarine sediments of iskenderun Bay consist of mostly calcareous clay, clayey carbonate and calcareous muds. The sediments include calcite, aragonite, dolomite, quartz, feldspar, clay and trace amount of halite. The clay fractions are dominated by smectite, illite, chlorite, serpentine, palygorskite and mixed-layer C-S. Foraminiferal shells of Sample No. 36 mainly contain aragonite and Mg-calcite, less anhydrite, dolomite and quartz. Foraminiferal shells of Sample No. 125 are made up of abundantly calcite, Mg-calcite, aragonite and rarely dolomite, quartz and siderite. The d(104) values and MgCO<sub>3</sub> of calcites in the shells are respectively 2.998 and 3.000 Å, and 12.67 and 12.00 mol % for samples No.36 and 125 that these correspond to Mg-calcite and high Mg-calcite compositions.

The clear differences appear in some foraminiferal species although major element concentrations of shells show a variation in wide range. Two samples representing all foraminifers were normalized with the mean of 18 microprobe analyses from colored foraminifer shells and an enrichment of 19 times for other elements except for CaO were determined. The richnesses in Cu, Zn and Pb were determined although element concentrations of foraminifer shells show a variation in wide range. It is explained that an abnormal contamination within the shells are caused by enrichments in the sea water of ions transported with hot waters coming from active faults. Moreover, it should be expected that these elements are secondarily got rich during metabolism by livings. Mg/Ca ratios of shells vary between 11.63 and 219.23. A temperature of 21-51 °C are found by setting up a relationship between

Mg/Ca ratio of calcites in benthic foraminifers and sea-floor water temperature. The species or kinds of fossil used for Sr thermometer must be carefully selected due to differences in the Sr/Ca ratios in even same species.

The anomaly in the sea-floor water temperature and richness in the concentrations of some elements can indicate hydrothermal springs related to present fracture lines however the mineralogical-chemical records in the modern foraminifer shells are controlled by many parameters. Erzin mineral springs located in the northeast of the gulf particularly seem to be supported this opinion. The existence of approximately N-S and NW-SE dip-slip faults within the gulf cited in the literature can be also displayed as an additional evidence.

#### KAYNAKLAR

- Albani, A.D., Favero, V.M. and Barbero, R.S., 1998. Distribution of sediment and benthic foraminifera in the Gulf of Venice, Italy. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 46, 251-265.
- Aslaner, M., 1973. Geology and petrography of the ophiolites in the İskenderun-Kırıkhan region. Publication of Mineral Research and Exploration Institute, Ankara, 50, 71 p.
- Avşar, N., 1997. Doğu Akdeniz kıyı bölgesi bentik foraminiferleri. *Geosound*, 31, 67-81.
- Avşar, N. ve Meriç, E., 2001a. Türkiye'nin güncel bentik foraminiferleri-I (Kuzeydoğu Akdeniz-Kuzey Ege Denizi-Çanakkale Boğazı-Kuzey ve Doğu Marmara Denizi-Haliç-İstanbul Boğazı-Batı Karadeniz), *Geosund*, 38, 109-126.
- Avşar, N. ve Meriç, E., 2001b. Çeşme-İlica Koyu (İzmir) bölgesi güncel bentik foraminiferlerinin sistematik dağılımı. *Yerbilimleri*, 24, 13-22.
- Bal, Y. and Demirkol, C., 1987. Coastline changes in Eastern Mediterranean Turkey. *Earth Science* Review of Engineering Faculty of İstanbul University, 6, 69-92.
- Bathurst, R.C.G., 1975. *Carbonate Sediments and their Diagenesis*. Elsevier, Amsterdam, 658 p.
- Beck, J.W., Edwards, R.L., Ito, E., Taylor, F.W., Recy, J., Rougerie, F., Joannot, P. and Henin, C., 1992. Sea-surface temperature from coral skeletal strontium/calcium ratios. *Science*, 257, 644-647.
- Chave, K.E., 1954a. Aspects of the biochemistry of magnesium 1. Calcareous and marine organisms. *Journal of Geology*, 62, 266-283.
- Chave, K.E., 1954b. Aspects of the biochemistry of magnesium 2. Calcareous sediments and rocks. *Journal of Geology*, 62, 587-599.
- Cimerman, F. and Langer, M.R., 1991, Mediterranean Foraminifera. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Academia Scientiarum et Artium Slovenica*, Ljubljana, 93 pls, 118 p.
- De Villiers, S., Shen, G.T. and Nelson, B.K., 1994. The Sr/Ca-temperature relationship in coralline aragonite : Influence of variability in (Sr/Ca)seawater and skeletal growth parameters. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 58, 197-208.
- De Villiers, S., Nelson, B.K. and Chivas, A.R., 1995. Biological controls on coral Sr/Ca and  $^{18}\text{O}$  reconstructions of sea surface temperatures. *Science*, 269, 1247-1249.
- Ergin, M., Kazan, B., Yücesoy-Eryılmaz, E., Eryılmaz, M. and Okyar, M., 1998a. Hydrographic, deltaic and benthogenic controls of sediment dispersal in the Gulf of İskenderun, SE Turkey (E. Mediterranean). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 46, 493-502.
- Flanagan, F.J., 1976. Descriptions and analysis of eight new USGS rock standards: in Twenty-eight papers present analytical data on new and previously described whole rock stand-

- arts, F.J.Flanagan, ed., USGS Professional Paper 840,171-172.
- Goldsmith, J.R. and Graf, D.L., 1958. Relation between lattice constants and composition of the Ca-Mg carbonates. *Amer. Min.*, 43, 84-101.
- Govindaraju, K., 1989. 1989 compilation of working values and sample description for 272 geostandarts: *Geostandarts Newsletter*, 13, 1-113.
- Graham, D.W., Bender, M.L., Williams, D.F, and Keigwin, L.D., 1982. Sr/Ca ratios in Cenozoic planktonic foraminifera. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 46, 1281-1292.
- Grim, R. E., 1968, *Clay mineralogy*. McGraw Hill, New York, 596 p.
- Grossman, E.L. and Ku, T.L., 1986. Oxygen and carbon isotope fractionation in biogenic aragonite: temperature effects. *Chemical Geology*, 59, 59-74.
- Hatta, A. and Ujiie, FL, 1992. Benthic foraminifera from Coral Sea between Ishigaki and Iriomote Islands. Southern Ryukyu Island arc, northwestern Pasific. *Bulletin of Science, University of the Ryukyus*, 54, 163-287.
- Hayward, B. W., Grenfell, H. R., Reid, C. M. and Hayward, K. A., 1999. Recent New Zealand shallow-water benthic foraminifera: Taxonomy, ecologic distribution, biogeography, and use in paleoenvironmental assessment. *New Zealand Institute Geological and Nuclear Sciences monograph*, 21, 258 p.
- Hem, J.D., 1985. Study and interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. USGS Water-Supply Paper 2254, 263 p.
- Hottinger, L., Halicz, E. and Reiss, Z., 1993. Recent foraminiferida from the Gulf of Aqaba, Red Sea. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Academia Scientiarum et Artium Slovenica, Ljublijana*, 230 pls, 179 p.
- İyiduvar, Ö., 1986. Hydrographic characteristics of İskenderun Bay. Thesis, Institute of Marine Science, Middle East Technical University, Erdemli, İçel, 157 p.
- Kapur, S., Gökçen, S. L., Saydam, C, Şenol, M., Şenol, S. and Karaman, C, 1989. The clay mineralogy and geochemistry of the recent surface sediments of İskenderun Bay as indicators of terrestrial provenance. *Z. Geomorphology N.F*, 73, 167-180.
- Kelling, G., Gökçen, S. L., Floyd, P. A., and Gökçen, N., 1987. Neogene tectonics and plate convergence in the eastern Mediterranean: New data from southern Turkey. *Geology*, 15, 425-429.
- Koral, H., 1995. Sedimentological study: Sediments of İskenderun Bay in the context of regional structure. in: Benthic foraminifera as indicators of heavy metal pollution-A new kind of biological monitoring for the Mediterranean Sea. AVICT 92-0007, Annual Report, 217-223.
- Kulp, J.L., Turekian, K.K. and Boyd, D.W., 1952. Sr content of limestones and fossils. *Bulletin of Geological Society of America*, 63, 701-716.
- Langmuir, D., 1997a. Carbonate Chemistry. In: *Aqueous Environmental Geochemistry*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, pp. 193-230.
- Langmuir, D., 1997b. Adsorption-Desorption Reactions. In: *Aqueous Environmental Geochemistry*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, pp. 343-402.
- Lear, C.H., Rosenthal, Y., Slowey, N., 2002. Benthic foraminiferal Mg/Ca-paleothermometry: a revised core-top calibration. *Bulletin of Geological Society of America*, 19, 3375-3387.
- Loeblich, Jr. A. R. and Tappan, H., 1994, *Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea*. Cushman Foundation for Foraminiferal Research.

- Special PublicationNo:31, 630 pls, 663 p.
- Martin, RA, Lea, D.W, Rosenthal, Y, Shackleton, N.J., Sarnthein,M., Papenfuss,T., 2002. Quaternary deep sea temperature histories derived from benthic foraminiferal Mg/Ca. *Earth and Planetary Science Letters*, 198, 193-209.
- McCulloch, M.T., Gagan, M.K., Mortimer, G.E., Chivas, A.R. and Isdale, P.J., 1994. A high-resolution Sr/Ca and  $^{18}O$  coral record from the Great Barrier Reef, Australia, and the 1982-1983 El Nino. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 58, 2747-2754.
- Meriç, E. ve Avşar, N., 2000. Deniz diplerindeki aktif fayların belirlenmesinde bentik foraminiferlerin önemi. *Batı Anadolu'nun Depremelliği Sempozyumu (BADSEM-2000)*, İzmir, 198-205.
- Meriç, E. ve Avşar, N., 2001. Benthic foraminiferal fauna of Gökçeada Island (Northern Aegean Sea) and its local variations. *Acta Adriat*, 42, 125-150.
- Meriç, E., Yanko, V. ve Avşar, N., 1995. İzmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner istifinin foraminifer faunası. *İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi* (Ed. E. Meriç), İstanbul Deniz Harp Okulu Komutanlığı Basımevi, 105-151.
- Meriç, E., Avşar, N. ve Nazik, A., 2002a. Bozcaada (Kuzey Ege Denizi) bentik foraminifer ve ostrakod faunası ile bu toplulukta gözlenen yerel değişimler. *Geosound*, 40/41, 97-119.
- Meriç, E., Avşar, N. ve Bergin, E, 2002b. Midilli Adası (Yunanistan-Kuzey Ege Denizi) bentik foraminifer faunası ve bu toplulukta gözlenen yerel değişimler. *Geosound*, 40/41, 177-193.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Eryılmaz, M. ve Eryılmaz-Yücesoy, F., 2003. Saros Körfezi'nin (Kuzey Ege Denizi) bentik ve planktik foraminifer toplulukları ile çökel dağılımı. *Yerbilimleri*, 25 (Baskıda).
- Milliman, J.D., 1974. *Marine Carbonates. Part I Recent Sedimentary Carbonates*. Springer-Verlag, Berlin, 375 p.
- Morrison, J.O. and Brand, U., 1986. Geochemistry of recent marine invertebrates. *Geosciences*, 13,237-254.
- Rahimpour-Bonab, H., Bone, Y. and Moussavi-Harami, R., 1997. Stable isotope aspects of modern molluscs, brachiopods, and marine cements from cool-water carbonates, Lapepede Shelf, South Australia. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 61, 207-218.
- Rosenthal, Y, Boyle, E.A. and Slowey, N., 1997. Temperature control on the incorporation of magnesium, strontium, fluorine, and cadmium into benthic foraminiferal shells from little bahama bank: Prospects for thermocline paleoceanography. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 61, 3633-3643.
- Schlanger, S.O., 1988. Strontium storage and release during deposition and diagenesis of marine carbonates related to sea level variations. In: *Physical and Chemical Weathering in Geochemical Cycles*, (A.Lerman and M.Maybeck, eds.), Kluwer Acad., Nonvell, pp.323-339.
- Sgarella, F. and Moncharmont-Zei, M., 1993. Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy), systematic and autoecology. *Bulletino della Societa Paleontologica Italiana*, 32, 145-264.
- Smith, S.V., Buddemeier, R.W., Redalje, R.C. and Houck, J.E., 1979. Strontium-Calcium thermometry in coral skeletons. *Science*, 204, 404-407.
- Stecher III, H.A., Krantz, D.E., Lord III, C.J., Luther III,G.W. and Bock, K.W.,1996. Profiles of strontium and barium in *Mercenaria mercenaria* and *spisula solidissima* shells. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 60, 3445-3456.

- Stoll, H.M. and Schrag, D.P., 1998. Effects of Quaternary sea level cycles on strontium in seawater. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 62, 1107-1118.
- Şengör, A. M. C, Görür, N. and Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escapes: Turkey as a case study. *Society of Economic Paleontologists Mineralogists Special Publication*, 37, 227-264.
- Tarasov, V.G., Gebruk, A.V., Shulkin, V.M., Kameney, G.M., Fadeev, VI., Kosmynin, V.N., Malakhov, V V, Starynin, D.A. and Obzhairov, A.I, 1999. Effect of shallow-water hydrothermal venting on the biota of Matupi Harbour (Rabaul Caldera, New Britain Island, Papua New Guinea). *Continental Shelf Research*, 19,79-116.
- Thompson, T.G. and Chow, T.J., 1955. The Sr/Ca atom ratio in carbonate-secreting marine organisms. *Deep-Sea Research, Suppl. Papers Marine Biol. Oceanog.*, 3, 20-30.
- Tolun, N. ve Pamir, H.N., 1975. Explanatory text of the geological map of Turkey: Hatay Sheet, 1/500.000 scale. *Publication of Mineral Research and Exploration Institute, Ankara*, 99 pp.
- İ.Ü., 1976. Türkiye Maden Suları-5, Akdeniz, Karadeniz, Doğu ve Güney-Doğu Anadolu Bölgeleri. İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Kürsüsü, 44-47.
- Weber, J.N., 1973. Incorporation of strontium into reef coral skeletal carbonate. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 37, 2173-2190.
- Wefer, G. and Berger, W.H., 1991. Isotope paleontology: growth and composition of extant calcareous species. *Marine Geology*, 100, 207-248.
- Yalçın, H. ve Bozkaya, Ö., 1995. İzmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner istifinin mineralojisi ve biyojeokimyası. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Ed. E. Meriç), İstanbul Deniz Harp Okulu Komutanlığı Basımevi, 45-60.
- Yalçın, H. ve Taner, G., 1998. İzmit Körfezi denizaltı sedimanlarındaki mollusk kavkılarında mineralojik, jeokimyasal ve paleontolojik ilişkiler. *Kocaeli Üniversitesi, Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi*, 1, 39-50.
- Yalçın, H., Ergin, M., Eryılmaz, M. ve Eryılmaz, F.Y, 2001. Bulk and clay mineralogy of surficial sediments of the Gulf of İskenderun, Eastern Mediterranean. *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri*, 18,71-78.

Makale Geliş Tarihi : 26. 05. 2003

Kabul Tarihi : 16. 11.2004

*Received* : May 26, 2003

*Accepted* : November 11, 2004