

DİKİLİ KÖRFEZİ'NDE (KUZEYDOĞU EGE DENİZİ-TÜRKİYE)  
BULUNAN ÜÇ ANORMAL BENTİK FORAMİNİFER ÖRNEĞİ: *Peneroplis planatus*  
(Fichtel ve Moll), *Rosalina* sp. ve *Elphidium crispum* (Linne) HAKKINDA

Engin MERİÇ\*; Niyazi AVŞAR\*\*; Fulya BERGİN\*\*\* ve İpek F. BARUT\*

ÖZ.- Kuzeydoğu Ege Denizi'nde, Dikili Körfezi'nde güncel foraminiferler üzerinde yapılan çalışmada, körfezden derlenmiş olan 9 örneğin üçünde, *Peneroplis planatus* (Fichte ve Moll), *Rosalina* sp. ve *Elphidium crispum* (Linne) olarak isimlendirilen üç foraminifer örneğinde anormal gelişimlerin olduğu saptanmıştır. Bunun nedeni olarak, gerek Edremit Körfezi, gerek Dikili Körfezi ve çevreleri ile Midilli Adası doğusunda varlığı bilinen ve düşünülen sıcak su kaynakları ile bu sulardaki bazı eser elementlerin normal dışı değerlerde oldukları düşünülmüştür.

## GİRİŞ

İnceleme alanı Ege Denizi kuzeydoğusundaki Dikili Körfezi'nde yer almaktadır (Şek. 1). Dikili Körfezi kuzeyde Edremit Körfezi, güneyde Çandarlı Körfezi ve batıda ise Midilli Adası arasında yer alır.

Doğu Ege Denizi'nde su kütlesi sıcaklığının 9-26 °C ve oksijen miktarının 4-10 ml/l olduğu gözlenmiştir (Artüz, 1970; Benli ve Küçüksezgin, 1988; Ergin ve diğerleri, 1993a). Buna göre Ege Denizi kıta sahanlıklarının ve inceleme alanının oksik ve aerobik bir ortam olduğu söylenebilir.

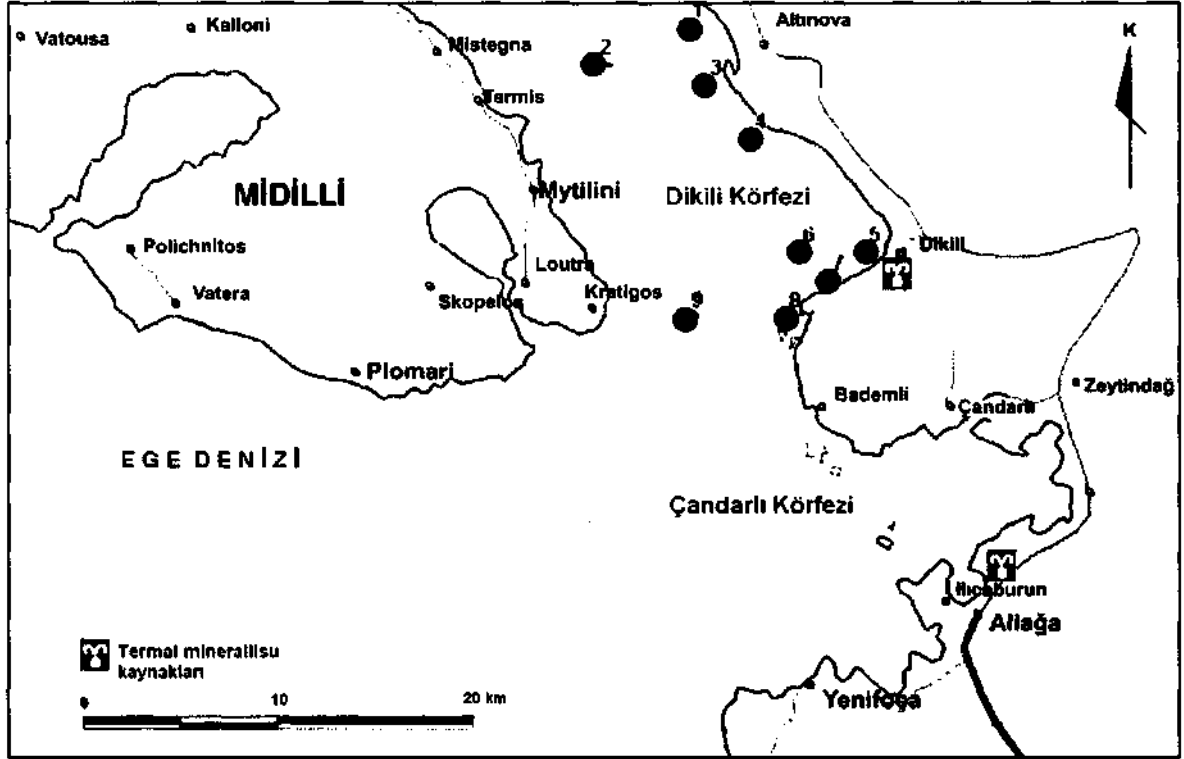
Ayrıca, bölgede Orta Miyosen'de Arabistan ve Anadolu levhalarının çarpışması sonucu bir genişleme rejimi başlamış (Şengör ve Yılmaz, 1981) ve bu rejim altında sıkışma sonucu oluşan Kuzey ve Doğu Anadolu transform fayları arasında kalan Anadolu levhası batıya doğru hareket etmiştir. Bu harekete bağlı olarak, Ege'de doğu-batı gidişil graben sistemleri gelişmiştir (Arpat ve Şaroğlu, 1975; McKenzie, 1977; Turgut, 1987; Mascle ve Martin, 1990; Yılmaz, 1990). Bu grabenler,

bölgede varlığı bilinen termal kaynakların dokanaklarından çıktığı düşünülen aktif ve normal faylarla sınırlıdır (Şaroğlu ve diğerleri, 1992).

Bu çalışmanın amacı, Dikili Körfezi'ndeki bentik foraminiferler içerisinde gözlenen anormal görünümlü fertlerin, bölgede bulunan ve aktif faylara bağlı gelişmiş olan termal kaynaklardaki bazı eser elementlerin nicelik ve niteliklerindeki farklı değerlerinden etkilenmiş olabileceği düşüncesini ortaya koymaktır.

## MALZEME VE YÖNTEM

Dikili Körfezi'nden 1996 yılında MTA Genel Müdürlüğü'ne ait Sismik-1 gemisi tarafından Van Veen Grab tipi bir kepçe ile deniz tabanındaki farklı istasyonlardan çökel örnekleri alınmış (Şek. 1) olup, örnek noktası koordinatları ve derinlik dışında çevresel koşulların fiziksel ve kimyasal parametreleri (sıcaklık, tuzluluk, pH ve oksijen değerleri) ile ilgili herhangi bir bulgu bulunmamaktadır. Çalışılan bu 9 örneğin alındığı istasyonların derinlikleri 16.00-49.00 m arasında değişmektedir.



Şek. 1- Dikili Körfezi (Kuzey Ege Denizi) örnekleme noktaları

Alman örneklerden 9 tanesi foraminifer içeriği için incelenmiştir (Çizelge 1). Bunun için 10 gr kuru çökel örneği alınıp 63 um elekte yıkanmış ve binoküler mikroskop altında ayıklanan foraminiferlerin taksonomik tanımları yapılmıştır.

#### BULGULAR

Kuzey Ege Denizi'nde, Dikili Körfezi'nin farklı noktalarından derlenmiş olan 9 çökel örneği (Örnek no. 1-9) (Şek. 1) oldukça zengin ve ilginç bir foraminifer topluluğuna sahiptir. 16.00-49.00 metreler arasındaki derinliklerden alınmış olan bu örneklerde 50 cins ve 86 bentik foraminifer türü tayin edilmiştir (Çizelge 1). Cins ve türlerin tanımlanmasında Cimmerman ve Langer, 1991; Hatta ve Ujiie, 1992; Sgarella ve Moncharmont-Zei, 1993; Hottinger ve diğerleri, 1993; Loeblich ve Tappan, 1994; Meriç ve diğerleri, 1995; Hayward

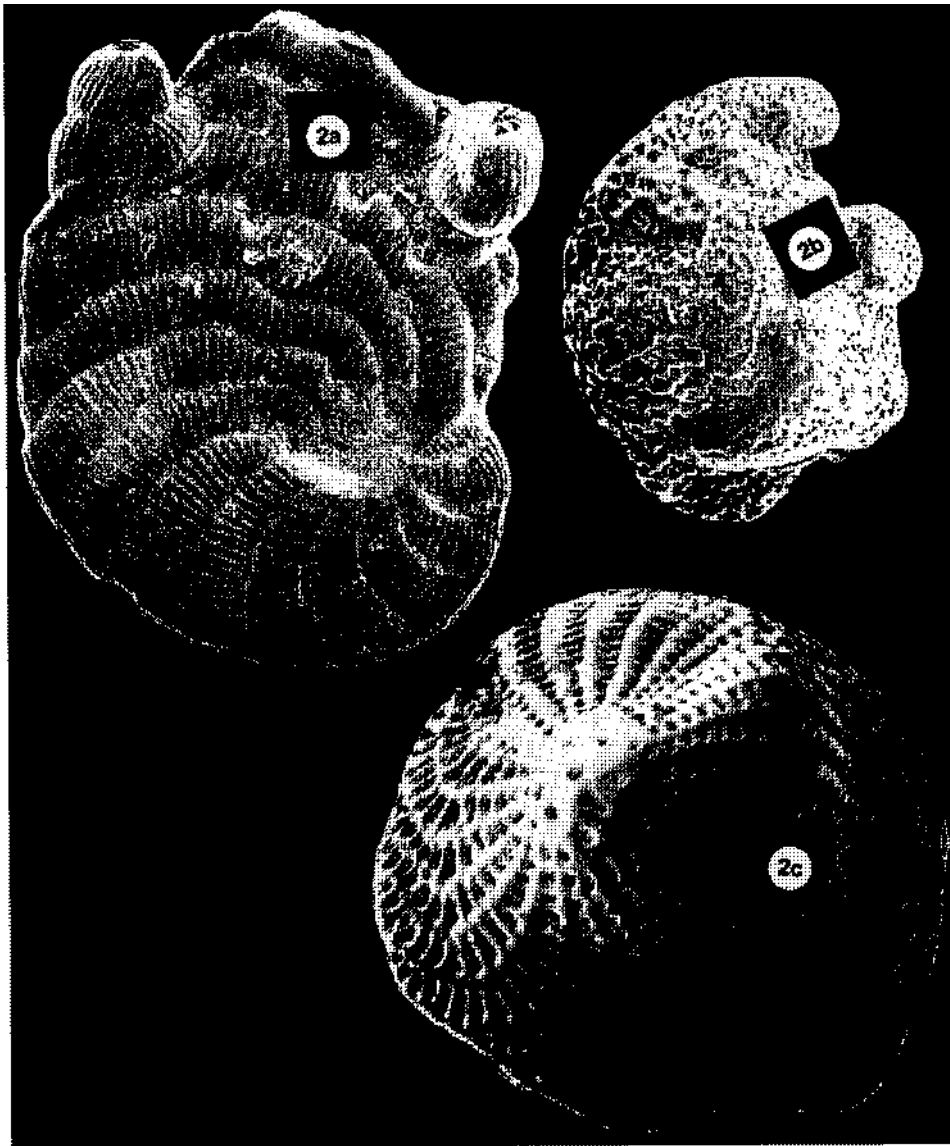
ve diğerleri, 1999; Meriç ve Avşar, 2000, 2001; Avşar ve Meriç, 2001 a,b; Meriç ve diğerleri, 2002a, Meriç ve Bergin, 2002b; 2003'nin yayınlarından yararlanılmıştır.

Bölgede foraminifer topluluğu olarak dikkati çeken durumlar, 3 ve 5 no'lu istasyonlarda rastlanılan *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel ve Moll) ve 1, 5, 7, 8 no'lu istasyonlarda gözlenen, farklı kavkı şekillerine sahip *Cibicides variabilis* (d'Orbigny) fertlerinin varlığıdır.

Çalışmanın konusunu oluşturan bir *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll), bir *Rosalina* sp. ve bir *Elphidium crispum* (Linne) ferdinde kavkı görüntüsü normal bireylere göre çok farklıdır. 5 no'lu istasyonda bulunan *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll)'da kavkının uç kısımlarında sondan 2. ve 3. locaların üzerinde, sağda ve solda Silindirik şekilde uzamış, anormal gelişmiş iki adet çıkıntı bulunmaktadır. Bu

iki çıkıntı üzerindeki ağız yapısı da gayet belirgindir. Kavkının son bölümünde kırılmış olduğu düşünülen bir 3. çıkıntının olması da muhtemeldir (Şek. 2 a). Bu iki noktada rastlanılan diğer *Peneroplis planatus* (Fichtel ve Moll) ve *P. pertusus* (Forskal) bireylerinde morfolojik olarak böyle anormal bir özellik gözlenmemiştir. Yöredeki 3 no'lu örnekte bulunan bir *Rosalina* sp. kavkısının kenar kesiminde, ikisi çok belirgin olan 4 adet uzantı

mevcuttur (Şek. 2 b). Anormal bir şekilde gelişmiş olan bu uzantılar kavkıya farklı bir görünüm kazandırmış olduğundan örneğin tür tayini yapılamamıştır. 2 no'lu örnekte gözlenen bir *Elphidium crispum* (Linné) ferdinde kavkının bir tarafında morfolojik olarak büyük bir şekil bozukluğu gözlenmiştir. Bu yüzeyde oluşan şişkinlik kavkıya anormal bir görünüm kazandırmıştır (Şek. 2 c).



Şek. 2- Morfolojik olarak anomallik sunan; 2a: *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll), x100; 2b: *Rosalina* sp., x100 ve 2c: *Elphidium crispum* (Linné) x100 kavkılarının dış görünüşleri.

Çizelge 1- Dikili Körfezi'nde gözlenen güncel bentik foraminifer cins ve türlerinin istasyonlara göre dağılımı

| FORAMİNİFER                              | İSTASYONLAR |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | DC1         | DC2   | DC3   | DC4   | DC5   | DC6   | DC7   | DC8   | DC9   |
| Derinlik (metre)                         | 16.00       | 39.50 | 18.50 | 18.50 | 18.00 | 34.00 | 35.00 | 35.80 | 49.00 |
| <i>Laonammina fusiformis</i>             |             | ★     | ★     |       |       |       |       | ★     |       |
| <i>Labrospira subglobosa</i>             | ★           |       |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Discammina compressa</i>              |             |       | ★     |       |       |       |       | ★     |       |
| <i>Spiroplectinella saotula</i>          |             | ★     |       |       |       |       |       | ★     | ★     |
| <i>Ammoglobigerina globigeriniformis</i> |             |       |       |       |       |       |       | ★     |       |
| <i>Eggerelloides scabrus</i>             | ★           |       | ★     | ★     | ★     |       |       | ★     |       |
| <i>Textularia bocki</i>                  | ★           | ★     | ★     |       | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Textularia truncata</i>               |             | ★     |       |       |       |       |       | ★     |       |
| <i>Connemarella rudis</i>                |             |       |       |       |       |       |       |       | ★     |
| <i>Vertebralina striata</i>              | ★           |       | ★     |       | ★     |       |       | ★     |       |
| <i>Nubecularia lucifuge</i>              | ★           |       |       |       | ★     |       |       | ★     |       |
| <i>Cornuspira foliacea</i>               |             |       |       |       |       |       |       | ★     |       |
| <i>Adelosina ciarensis</i>               | ★           | ★     | ★     |       | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Adelosina duthiersi</i>               |             | ★     | ★     |       |       | ★     | ★     | ★     |       |
| <i>Adelosina mediterraneensis</i>        | ★           | ★     | ★     |       | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Adelosina pertschi</i>                |             | ★     | ★     |       |       | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Adelosina pulchella</i>               |             | ★     | ★     |       | ★     |       | ★     | ★     | ★     |
| <i>Spiroloculina angulosa</i>            |             | ★     |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Spiroloculina dilatata</i>            |             | ★     | ★     |       | ★     |       |       |       |       |
| <i>Spiroloculina excavata</i>            | ★           | ★     | ★     |       | ★     | ★     | ★     | ★     |       |
| <i>Spiroloculina ornata</i>              | ★           | ★     | ★     |       | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Siphonaperta aspera</i>               | ★           | ★     | ★     |       | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Cycloforina contorta</i>              | ★           | ★     | ★     |       | ★     |       | ★     | ★     | ★     |
| <i>Cycloforina rotunda</i>               |             |       |       |       |       | ★     |       |       |       |
| <i>Cycloforina villafranca</i>           |             | ★     | ★     |       | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Lachlanella bicornis</i>              | ★           |       | ★     |       | ★     |       | ★     | ★     | ★     |
| <i>Lachlanella undulata</i>              | ★           | ★     |       |       |       |       |       | ★     |       |
| <i>Lachlanella variolata</i>             |             |       |       |       | ★     |       |       | ★     |       |
| <i>Massilina qualtierina</i>             | ★           |       | ★     |       | ★     |       |       |       |       |
| <i>Quinqueloculina berthelotiana</i>     | ★           | ★     | ★     |       | ★     | ★     |       | ★     |       |
| <i>Quinqueloculina bidentata</i>         | ★           | ★     |       |       | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Quinqueloculina disparilis</i>        |             |       | ★     |       | ★     |       |       |       |       |
| <i>Quinqueloculina juvosa</i>            |             | ★     |       |       | ★     | ★     | ★     |       | ★     |
| <i>Quinqueloculina lamarckiana</i>       | ★           | ★     | ★     |       | ★     |       |       | ★     | ★     |
| <i>Quinqueloculina limbata</i>           |             | ★     | ★     |       |       |       |       |       |       |
| <i>Quinqueloculina seminula</i>          | ★           | ★     | ★     | ★     |       |       |       | ★     | ★     |
| <i>Miliolinella elongata</i>             |             |       |       |       |       |       |       | ★     |       |
| <i>Miliolinella semicostata</i>          |             | ★     |       |       | ★     |       |       | ★     |       |
| <i>Miliolinella subrotunda</i>           | ★           | ★     | ★     |       | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Miliolinella webbiana</i>             | ★           | ★     | ★     |       | ★     |       |       | ★     |       |
| <i>Pseudotriloculina laevigata</i>       | ★           | ★     | ★     |       | ★     |       | ★     | ★     | ★     |
| <i>Pseudotriloculina oblonga</i>         | ★           | ★     | ★     |       | ★     |       | ★     | ★     | ★     |
| <i>Pseudotriloculina rotunda</i>         | ★           | ★     | ★     |       | ★     |       | ★     | ★     | ★     |

Çizelge 1'in devamı

| FORAMİNİFER                          | İSTASYONLAR |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      | DC1         | DC2   | DC3   | DC4   | DC5   | DC6   | DC7   | DC8   | DC9   |
| Derinlik (metre)                     | 16.00       | 39.50 | 18.50 | 18.50 | 18.00 | 34.00 | 35.00 | 35.80 | 49.00 |
| <i>Pseudotritoculina sidebottomi</i> | ★           |       |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Pyrgo inornata</i>                |             | ★     |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Tritoculina marioni</i>           | ★           | ★     | ★     | ★     | ★     |       | ★     | ★     | ★     |
| <i>Tritoculina plicata</i>           |             | ★     |       |       | ★     |       |       | ★     |       |
| <i>Tritoculina schreibertiana</i>    |             | ★     |       | ★     | ★     |       |       | ★     |       |
| <i>Tritoculina tricannata</i>        | ★           |       |       |       | ★     |       |       | ★     | ★     |
| <i>Sigmoilinita costata</i>          | ★           | ★     | ★     |       | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Sigmoilinita edwardsi</i>         |             |       |       |       | ★     |       | ★     |       |       |
| <i>Articulina carnata</i>            |             |       |       |       |       |       |       | ★     |       |
| <i>Parrina bradyi</i>                |             | ★     |       |       | ★     |       |       | ★     |       |
| <i>Peneroplis pertusus</i>           |             |       | ★     |       | ★     |       |       |       |       |
| <i>Peneroplis planatus</i>           |             |       | ★     |       | ★     |       |       |       |       |
| <i>Lenticulina cultrata</i>          |             |       |       |       |       |       |       | ★     |       |
| <i>Valvulineria bradyana</i>         |             |       |       |       |       |       |       | ★     |       |
| <i>Polymorphina sp.1</i>             |             | ★     | ★     |       |       |       |       | ★     |       |
| <i>Reussella spinulosa</i>           |             |       |       |       |       |       |       | ★     |       |
| <i>Eponides concameratus</i>         |             | ★     |       |       |       |       |       | ★     | ★     |
| <i>Neoeponides bradyi</i>            |             | ★     | ★     |       | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Neocorbina terquemii</i>          |             |       |       |       | ★     |       |       |       |       |
| <i>Rosalina bradyi</i>               | ★           | ★     |       | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Rosalina floridensis</i>          |             |       |       |       |       |       |       | ★     |       |
| <i>Rosalina globularis</i>           |             | ★     |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Pararosalina dimorphiformis</i>   |             |       |       |       | ★     |       | ★     | ★     |       |
| <i>Planoglobatella opercularis</i>   |             | ★     |       |       |       |       |       | ★     | ★     |
| <i>Discorbinaella bertheloti</i>     |             | ★     |       |       |       |       | ★     |       |       |
| <i>Lobatula lobatula</i>             | ★           | ★     | ★     |       | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Planorbula mediterraneensis</i>   | ★           | ★     | ★     |       | ★     |       |       | ★     |       |
| <i>Cibicidesella variabilis</i>      | ★           |       |       |       | ★     |       | ★     | ★     |       |
| <i>Acerulina inhaerens</i>           |             |       |       |       | ★     |       |       | ★     |       |
| <i>Sphaerogypsina globula</i>        |             |       |       |       |       |       |       |       | ★     |
| <i>Asterigerinata mamilla</i>        |             | ★     | ★     |       | ★     | ★     |       | ★     | ★     |
| <i>Astronion stelligerum</i>         | ★           | ★     | ★     |       | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Melonis pompilioides</i>          |             |       |       |       |       |       |       | ★     |       |
| <i>Ammonia compacta</i>              | ★           | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Ammonia parkinsoniana</i>         | ★           | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |
| <i>Ammonia tepida</i>                | ★           | ★     | ★     | ★     | ★     |       | ★     | ★     |       |
| <i>Chalangerella bradyi</i>          |             | ★     | ★     |       |       |       | ★     |       | ★     |
| <i>Criboelphidium poeuanum</i>       |             |       |       |       | ★     |       | ★     | ★     |       |
| <i>Porosonion subgranosum</i>        |             | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     | ★     |       |
| <i>Ephidium aculeatum</i>            | ★           | ★     | ★     |       | ★     |       |       | ★     |       |
| <i>Ephidium advenum</i>              | ★           | ★     | ★     | ★     | ★     |       | ★     | ★     | ★     |
| <i>Ephidium complanatum</i>          | ★           |       | ★     |       | ★     |       |       | ★     |       |

## YORUM

Doç. Dr. Gültekin Tarcan (Dokuz Eylül Üniversitesi) ve Dr. Levent Çetiner (MTA Ege Bölge Müdürlüğü)'den alınan bilgilere göre (Kişisel görüşme, Haziran 2002) çalışılan bölgenin kıyı alanlarında faylara bağlı olarak gelişen sıcak su kaynakları yer almaktadır (Şek. 1). Dikili-Çandarlı sahil yolu üzerindeki Bademli mevki ile Aliğa Ilıcaburun'da karada ve denizde sıcak su kaynakları bulunmaktadır (Türkiye Madensuları-3, Ege Bölgesi, 1974; Türkiye Mineralli Su Kaynakları-1, Ege Bölgesi, 1999). Bu kaplıca sularının kimyasal özellikleri ise Çizelge 2'de belirtilmiştir.

Buna karşın, Midilli Adası'nın doğu kıyısında yine farklı noktalarda ve farklı sıcaklıkta, çoğunlukla deniz suyuna yakın özellikte sulara sahip kaplıcalar bulunmaktadır (Meriç ve Bergin, 2002 b). Bu durum karşısında 3 ve 5 no'lu örnek noktalarının yakın kesimlerinde, deniz içinde de aynı şekilde termal kaynakların varolabileceği ve bu suların, içermiş olduğu N, I, Va, Li, Fe, Nb, Rb, Zn, Co, P, Mo, Cd ve Hg gibi bazı eser elementlerin miktar açısından normalin üzerinde veya altında olması nedeni ile her iki bireye ait kavkıda anormal şekillerin geliştiği düşünülür (Ivanoff, 1972; Tait, 1981; Meriç ve diğerleri, 2002 c). Keza, Gökçeada güney ve güneydoğusu, Bozcaada,

Çizelge 2- Dikili Körfezi güneyi ve Çandarlı Körfezi çevresindeki kaplıcaların kimyasal özellikleri (Türkiye Madensuları (3), Ege Bölgesi, 1974; Türkiye Minerallisu Kaynakları, (1), Ege Bölgesi, 1999)

| <b>Fiziksel ve kimyasal özellikler</b> | <b>DİKİLİ-BADEMLİ(1974)</b> | <b>DİKİLİ-BADEMLİ(1995)</b> | <b>ALİAĞA - ILICABURUN(1995)</b> |
|--|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Sıcaklık (°C)                          | 42                          | 59                          | 51,4                             |
| PH                                     | 6,24                        | 6,61                        | 6,72                             |
| EC (µs/cm)                             | 10500                       | 25000                       | 48400                            |
| Rn <sup>222</sup> (Bekerel)            | 767,75                      |                             |                                  |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)    |                             | 6,250                       | 4,34                             |
| Na <sup>+</sup> (mg/l)                 | 2634,1                      | 2630,1                      | 6322,25                          |
| K <sup>+</sup> (mg/l)                  | 246,5                       | 187,68                      | 262,75                           |
| Ca <sup>2+</sup> (mg/l)                | 251,29                      | 128                         | 701,6                            |
| Mg <sup>2+</sup> (mg/l)                | 82,76                       | 72,9                        | 643,95                           |
| Fe <sup>2+</sup> (mg/l)                | 0,65                        | 2,16                        | 0,79                             |
| Al <sup>3+</sup> (mg/l)                | 0,39                        | 0,24                        | 0,1                              |
| Cl <sup>-</sup> (mg/l)                 | 4433,2                      | 4115,75                     | 11436,91                         |
| I <sup>-</sup> (mg/l)                  | 0,15                        | 0,15                        | 0,8                              |
| Br <sup>-</sup> (mg/l)                 |                             | 0,012                       | 14,5                             |
| Fl <sup>-</sup> (mg/l)                 | 2,16                        | 2,15                        | 2,45                             |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)   | 200                         | 262,5                       | 1625                             |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)    | 0,27                        | 0,33                        | 4,2                              |
| CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)    | -                           | 0                           | 0                                |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)   | 683,2                       | 694,36                      | 798                              |
| HAsO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l) | 0,12                        | 0,11                        | 0,012                            |
| H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> (mg/l) | 150,8                       | 122,38                      | 1,1                              |
| HBO <sub>2</sub> (mg/l)                | 95,07                       | 93,14                       | 4,8                              |

doğu ve güneyi ile Midilli Adası doğusunda bulunan *Peneroplis* kavkılarının renkli, Çeşme'de Ilıca Körfezi'nde deniz içinde 2.50 m de bulunan ve 59 °C sıcaklıktaki kaynak çevresindekilerin ise oldukça iri boyutlara sahip olmasının nedeni bu alanlarda halen varolan veya yakın geçmişteki varlığı düşünülen deniz içindeki sıcak su kaynaklarıdır (Meriç, 1986; Meriç ve Avşar, 2000; Avşar ve Meriç 2001 b; Meriç ve diğerleri, 2002 a, Meriç ve Bergin, 2002b; Yalçın ve diğerleri, 2003).

Konu ile ilgili olarak, Yanko ve diğerleri'nin (1998) İsrail'de Hayfa Körfezi'nde yaptıkları çalışmada, 217 türe ait bentik foraminifer fertleri arasında % 30 oranında kavki deformasyonu gösteren örnekler rastlamışlardır. Çalışmada bu deformasyonları deniz suyu içeriğindeki ağır metallerin varlığına bağlamışlardır. Yine, Yanko ve diğerleri (1999) kavki deformasyonu ile deniz suyundaki ağır metal içerikleri ile arasında bir ilişki olabileceğini açıklamışlardır. Bunun dışında Debenay ve diğerleri (2001) Fransa'da Yeu Adası çevresinde yaptıkları çalışmada, dikkate alınacak oranda morfolojik değişiklik sunan foraminifer kavkuları ile deniz suyundaki ağır metaller arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir.

Bölgesel jeoloji, Batı Anadolu'nun paleotektonik evrimi ve K-G kompresyonları ile karakterize edilmiş yaşlı sistemlerin genel yöneliminin ilişkisi ile açıklanabilir. Oysa genç sistemler bu bölgede neotektonik evrim ve K-G yayılım ilişkisi ile karakterize edilmiştir. Batı Anadolu'da neotektonik hareketler sonucunda önemli fay hatları ve graben sistemleri gelişmiştir. Bölgedeki sıcak sular genellikle fay hatları ve grabenleri oluşturan faylar üzerinde yer almaktadır. Menderes masifi metamorfite-ri (mermer, kalkışist, kuvarsit, çeşitli şistler ve gnayslar) içindeki mermer-kalkışist ve kuvarsit zonları geçirimsiz özellikte olup, en önemli

sıcak su akiferini oluşturmaktadır. Bölgesel olarak İzmir-Bayındır havzaları bu şekilde açıklanabilir (Barut ve diğerleri, 2003).

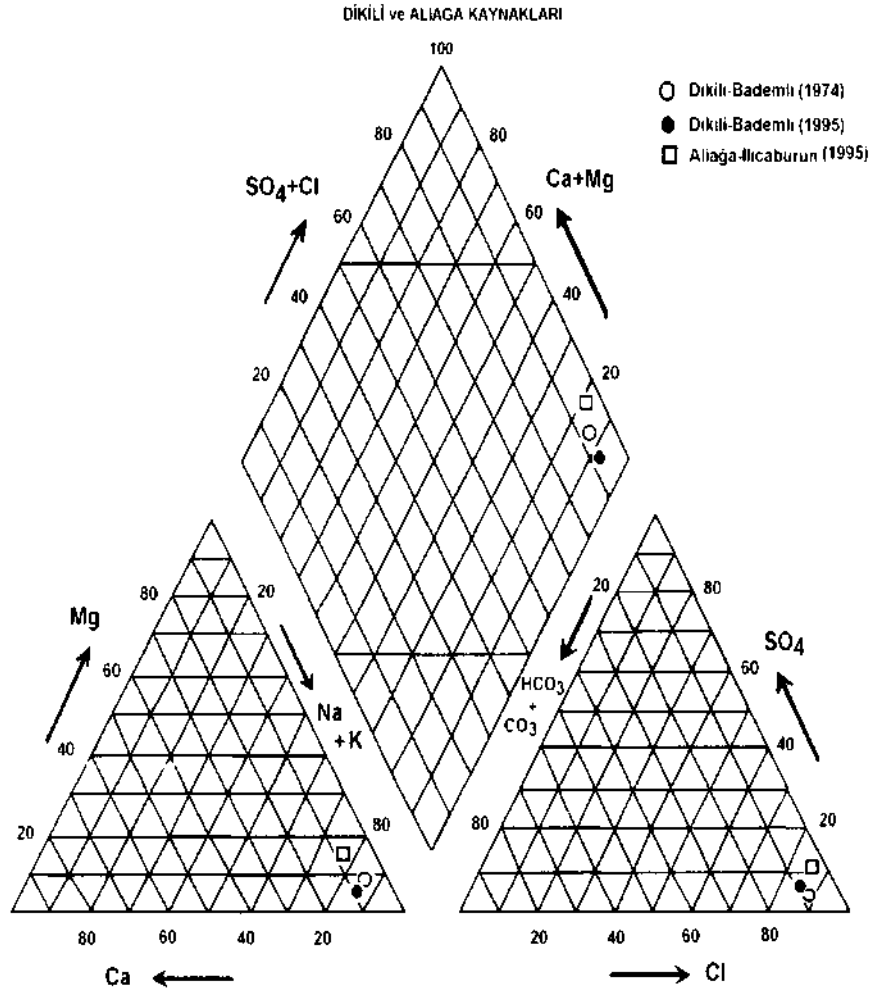
Çeşitli araştırmacılar tarafından günümüze değin yapılmış olan hidrojeolojik etütler ve izotop çalışmalarında rezervuarın beslenme alanı Dikili'nin kuzeydoğusunda yer alan Kozak bölgesidir. Bu yeraltı sularının hidrojeolojik modeli, derinlere süzülen meteorik suların kondüksiyon yolu ile ısınarak graben veya diğer tektonik zonlarda geçirgenliğin artması ve bölgesel tektonizmanın geliştiği düzeylerde toplanarak jeotermal rezervuarı oluşturması şeklinde açıklanabilir (Barut ve diğerleri, 2003). inceleme kapsamındaki bütün termal suların oluşumu, derinlere inen meteorik kökenli suların jeotermal gradyanla ısınması, faylar veya kırıklar yolu ile yüzeye ulaşması şeklinde açıklanabilir (Erişen ve diğerleri, 1996).

Bölgedeki mineralli sular, hidrojeokimyasal değerlendirme yöntemlerinden birisi olarak kullanılan Piper Diyagramı'nda (Piper, 1953) görüntülenmiştir (Şek. 3). Piper diyagramına göre mineralli suların genel dağılımı, Na+K oranı çok yüksek, karbonat-sülfat oranı yüksek Mg'lu sular; karbonat oranı çok yüksek karbonatlı sülfatlı sularıdır. Genel özellikleri alkali toprak elementler (Ca+Mg), alkali elementler (Na+K)'a göre düşük sularıdır. En yüksek katyonlar Na, Ca, K; anyonlar Cl, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>'tür. Bu değerlendirmeye göre suların genellikle kireçtaşlarından geldiği yorumu yapılabilir.

Önemli bölgesel bir diğer özellik, çalışmanın gerçekleştirildiği Dikili Körfezi batısında bulunan Midilli Adası güneydoğusundaki Kolpos Körfezi doğusunda yer alan yarımada üzerinde, farklı mevkilerde çok sayıda termal kaynakların bulunmasıdır. Bunlardan Thermi

Kaplıcası'nda su sıcaklığı 46.9 °C olup, tuzlu su özelliğindedir. Midilli yerleşim merkezine 45.80 km uzaklıkta olan Polichnitos Kaplıcası'nın su sıcaklığı 39.7 °C dir. Aynı bölgedeki tuzlu su özellikli Lisvario Kaplıcası Midilli yerleşim merkezine 41.50 km uzaklıktadır. Avrupa'nın en sıcak kaplıcalarından biri olan bu yörede su sıcaklığı 69 °C dir. Yine, adanın kuzeyindeki Mithimna Kaplıcası'nda su sıcaklığı

43.5-46.5 °C dır ve tuzlu su özelliklidir. Midilli'ye 8 km uzaklıktaki Therma Kaplıcası'nda su sıcaklığı 39.7 °C olup, yarı tuzlu su özelliklidir. Bu verilerin ışığında Midilli Adası doğu kesiminde gözlenen bentik foraminifer faunası değerlendirildiğinde, karada olduğu gibi deniz içinde de bazı termal kaynakların var olduğu ileri sürülebilir (Meriç ve Bergin, 2002 b).



Şek. 3- Dikili Körfezi güneyi ve Çandarlı Körfezi çevresindeki sıcak su kaynaklarının Piper Diyagramı'nda dağılımı

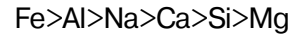


Yine, Dikili Körfezi'nden derlenmiş olan 5 çökel örneğinde ağır metallere Pb, Cr, Ni, Cu, Co, Mn ve Fe ölçülmüştür. Bunlarla ilgili sayısal değerler Çizelge 3'de verilmiştir. Körfezden alınan bu örneklerdeki ağır metal analizleri ışığında, 3 ve 5 no'lu örneklerde Fe'in olmamasına karşın Pb'ye rastlanmıştır ve Cr, Ni, Cu, Co ve Mn değerleri eşik değerin (Krauschopf, 1985) altında ancak dikkate alınacak kadar yüksek bulunmuştur (Çizelge 3). 2, 4 ve 8. örneklerde Mn, Cr ve Cu miktarları dikkat çekicidir. 5. örnekte ise Mn, Cr, Cu ve Ni istasyonlar içinde en yüksek değerde ölçülmüştür. Şekil 4 a'da istasyonlar ile ağır metallerin ilişkisinde, 3 ve 5 no'lu istasyon dikkate alındığında Mn, Cu, Cr değerleri 3 no'lu istasyonda yüksektir. Şekil 4 b'de ise Mn değeri iki istasyonda da dikkate değer artış gösterir. 5 no'lu istasyonda ise Co dışındaki tüm değerlerin eşik değerin altında ancak dikkate alınması gereken değerlerde olduğu şeklinde bir değerlendirme yapılabilir. Dikili ve Çandarlı körfezlerini ayrı ayrı değerlendirdiğimizde, körfezin kuzeyinde Co, Cu ve Cr, güneyinde ise Fe, Mn ve Ni eşik değerin üzerindedir.

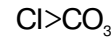
Bölgede, Dikili kuzeyinde bulunan Madra Çayı dışında sediman taşıma kapasitesine

sahip bir akarsu ve akarsu ağı yer almamaktadır. Bu ağır metal değerlerinin yüksek olmasının nedeni olarak, yeraltı suyunun yer altında dolaşımı sırasında çevre kayalardan etkilenmesi ve deniz içindeki bazı noktalarda termal kaynaklara dönüşmesi şeklinde düşünülebilir. Keza, Midilli Adası kuzeydoğusunda çok sayıda termal kaynakların varlığı bu düşüncüyü destekleyen önemli diğer bir kanıttır.

Çalışma konusunu oluşturan ve morfolojik değişiklikler sunan *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll) ve *Rosalina* sp. kavkılarının mikroprop analizlerinde CO<sub>3</sub>, Na, Mg, Al, Si, Cl, Ca, Fe ve Ni, elementleri saptanmıştır. 5 no'lu istasyonda *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll) kavkısında bunların birbirine oranları dikkate alındığında:



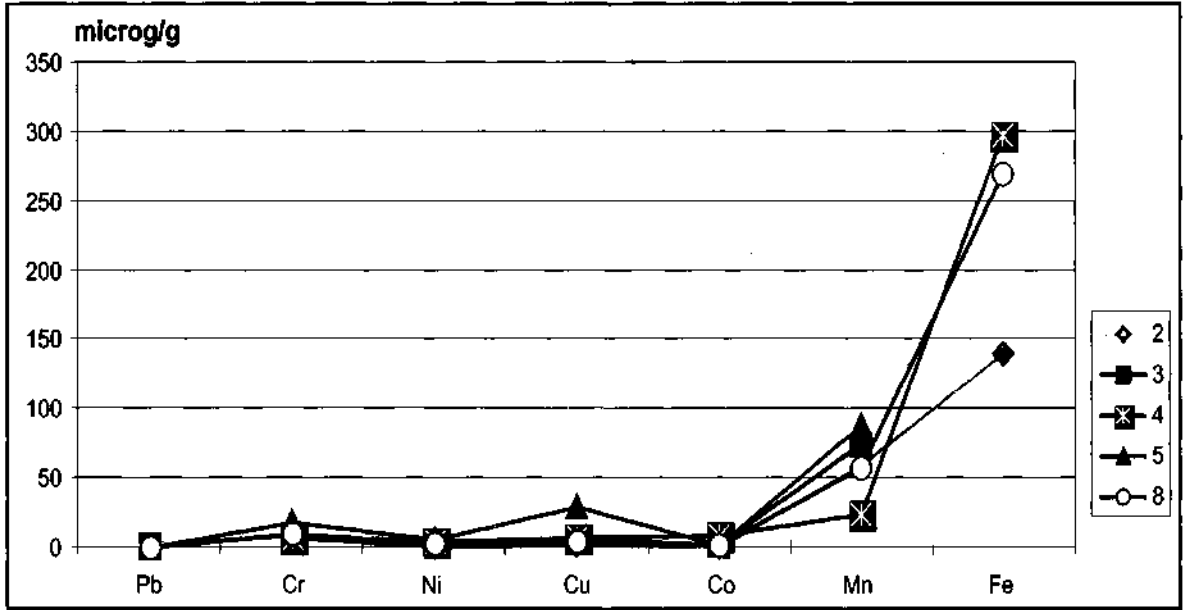
değerlendirmesi yapılabilir. 3 no'lu istasyonda bulunan *Rosalina* sp. kavkısında ise bunların birbirine oranları:



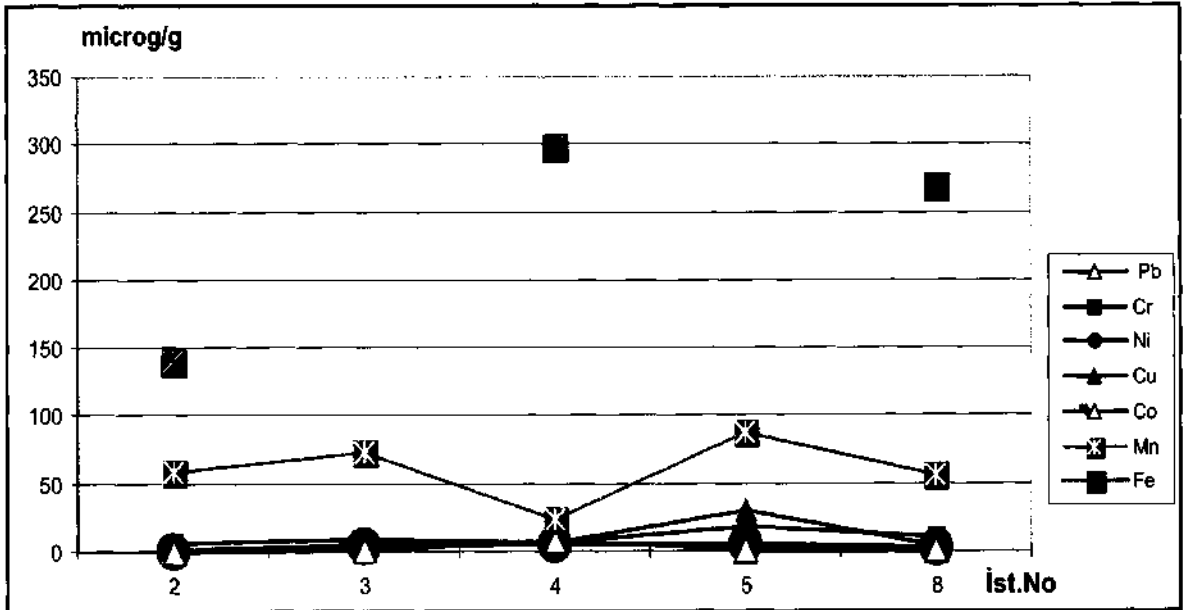
olarak bulunmuştur.

Çizelge 3- Dikili Körfezi'nden derlenen 5 dip örneğinin ağır metal değerleri

| İst . | Pb µg/L | Cr µg/L | Ni µg/L | Cu µg/L | Co µg/L | Mn µg/L | Fe µg/L  |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 2     | ---     | 6.657   | 0.060   | 1.053   | 0.582   | 59.003  | 1401.143 |
| 3     | 0.734   | 8.992   | 3.700   | 5.286   | 1.797   | 73.652  | ---      |
| 4     | ---     | 6.392   | 4.750   | 6.662   | 7.982   | 23.748  | 2971.835 |
| 5     | 0.473   | 17.641  | 5.711   | 29.569  | 1.776   | 87.248  | ---      |
| 8     | 0.030   | 9.810   | 2.546   | 4.284   | 1.495   | 56.577  | 2686.906 |



Şek. 4a- 2, 3, 4, 5 ve 8 nolu istasyonların birbirlerine göre ağır metal ilişkisi



Şek. 4b- 2, 3, 4, 5 ve 8 nolu istasyonlarda ağır metal dağılımı

## SONUÇLAR

Edremit Körfezi kuzey alanı (Meriç ve diğerleri, 2003), Ilica Körfezi (Çeşme-İzmir) (Avşar ve Meriç, 2001 a,b), Gökçeada doğu ve güneydoğusu (Meriç ve Avşar, 2001), Bozcaada doğu ve güneyi (Meriç ve diğerleri, 2002 a), Midilli Adası doğu kıyı alanı (Meriç ve Bergin, 2002b)'de olduğu gibi bu bölgede de deniz içindeki fay/faylara bağlı olarak gelişen sıcak su kaynaklarının bulunduğu ve bu sulardaki bazı eser element miktarının normalin dışında oluşu nedeni ile değinilen üç cinse ait üç fert'in, diğerlerinden farklı olarak şekil 2a, 2b ve 2c'de belirtilen dış görünüm özelliklerini kazanmış oldukları ileri sürülebilir. Ayrıca Ilica Körfezi'ndeki termal kaynak çevresindeki zengin *Peneroplis* topluluğu (Meriç, 1986; Avşar ve Meriç, 2001 a,b,) ile bu cinse ait kavkılarda gözlenen morfolojik anomaliler (Sözeri, 1966; Civrieux, 1970) bu düşüncüyü desteklemektedir. Çünkü, termal kaynak çevresinde bulunan çok sayıdaki *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll) kavkılarındaki morfolojik anomaliler dikkat çekicidir. Bu tip kavkılarda oluşmasında termal kaynaklar ile kimyasal bileşimlerindeki

majör ve minör elementlerin yanısıra eser element içeriklerinin etkinliği de önemlidir.

incelenen örneklerin foraminifer içeriği dikkate alındığında 1(40), 2(55), 3(48), 4(10), 5(56), 6(24), 7(37), 8(68) ve 9(36) no'lu istasyonlarda farklı sayıda türün varlığı dikkat çekicidir. 1, 2, 3, 5 ve 8 no'lu istasyonlarda tür sayısı 40'ın üzerinde olup, en yüksek değer 68 tür ile 8 no'lu istasyondadır. 4 no'lu istasyon ise 10 tür gibi çok düşük bir değere sahiptir. Bu durum 2, 3, 5 ve 8 no'lu istasyonların bulunduğu noktalarda farklı ekolojik koşulların var olabileceğini düşündürür.

Ergin ve diğerleri (1993 a ve b) çalışmasında, Dikili Körfezi ve yakın çevresindeki güncel çökellerdeki ağır metal içeriği (Çizelge 4) ile adı geçen iki foraminifer kavkısının mikroprop analizleri dikkate alınarak ortak ağır metallerden Fe ve Ni içeriği karşılaştırılmıştır. Sonuçlar genelde uyumluluk göstermemekte ise de, çökel örneklerinde Cu ve Co değerleri uyumluluk sunmaktadır. Bu farklılık, örneklem noktalarının derinlikleri ve analiz yöntemi özellikleri ile açıklanabilir.

Çizelge 4- Dikili ve Çandarlı körfezleri yüzey çökellerinin ağır metal içerikleri (Ergin ve diğerleri, 1993'den alınmıştır.)

| İst . | Zn µg/L | Cr µg/L | Ni µg/L | Cu µg/L | Co µg/L | Mn µg/L | Fe % |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| T52   | 19      | 9       | 13      | 3       | 2       | 103     | 0.59 |
| T53   | 27      | 32      | 30      | 6       | 7       | 172     | 1.18 |
| T54   | 37      | 42      | 36      | 11      | 5       | 441     | 2.20 |
| T55   | 81      | 73      | 43      | 34      | 9       | 352     | 3.07 |
| T56   | 58      | 58      | 35      | 14      | 12      | 377     | 3.58 |
| T57   | 98      | 103     | 118     | 27      | 19      | 716     | 4.23 |
| T58   | 84      | 161     | 70      | 16      | 12      | 704     | 2.98 |
| T59   | 53      | 68      | 62      | 11      | 9       | 388     | 2.58 |
| T80   | 93      | 101     | 50      | 21      | 12      | 337     | 3.16 |
| T81   | 56      | 65      | 36      | 16      | 9       | 269     | 2.99 |
| T82   | 60      | 74      | 52      | 18      | 9       | 343     | 3.69 |

Bunların dışında Milos Adası güneyinde (Yunanistan) 10.00 m derindeki bir termal kaynak çevresinde, normale göre çok farklı bir yaşamın varlığı (Thiermann ve diğerleri, 1997) deniz içindeki genç fayların bulunduğu alanlarda termal getirimlerin var olduğunu ve aynen çöllerdeki vahalar gibi bu alanlarda çok farklı bir yaşamın oluştuğunu ortaya koymaktadır. Keza Hellenik Volkanik Yayı üzerindeki Methana Yarımadası'ndaki birçok körfezde, Milos Adası, Sisam Adası ve Yali Adası açıklarında önemli genç hidrotermal kaynakların varlığı da bu konu ile ilgili düşüncelere destek vermektedir (Varnavas ve diğerleri, 1999).

Günümüzde güncel çökellerdeki ağır metaller üzerine yapılan bir çalışmada, Batı Grönland'da bir fiyorddaki kurşun ve çinko madeni yakınlarından alınmış olan kollarında, bol miktarda rastlanılan *Melonis barleeanus* (Williamson) topluluğunda deforme olmuş birey sayısının % 20 olduğu gözlenmiştir. Bu oranın normal koşullar altında % 5 olduğu araştırmacılar tarafından ileri sürülmektedir. Son yüzyıllık çökeltide *Melonis barleeanus* (Williamson) bireylerinde belirlenen anormal görünümlü fertlerin toplam sayısı ve fazlalığı ağır metal içeriği ile bağlantılıdır. Keza, *Melonis barleeanus* (Williamson) bireylerindeki kavkı deformasyonu, o alandaki kurşun artışı ile uyum göstermektedir (Elberling ve diğerleri, 2003).

Yine Güneybatı Pasifik'te, Bismark Denizi'nde 2000 m derinlikte zengin altın, gümüş, bakır, kalay ve çinko içeren yoğun sülfid yatakları bulunmuştur. Bu alandaki hidrotermal bacaların varlığı ve çevrelerinde oluşan çevher yatakları dikkat çekicidir. Siyah dumanların çıktığı bu bacaların çevresinde zengin bir yaşam izlenmiştir ve faunanın çoğunluğunu gastropod'lar oluşturmaktadır. Keza, ışığın etken olmadığı bu alanlarda yaşayan canlı topluluğunun ihtiyacı olan enerjinin kaynağı kim-

yasal koşullara bağlıdır (Binns ve Deckker, 1998). Bunun dışında daha batıda yer alan Timor Denizi'nde morfolojik değişiklikler sunan *Pyramidulina pauciloculata* (Cushman) (Loeblich ve Tappan, 1994; lev. 117, şek. 7 ve 8), *Amphicoryna separans* (Brady) (Loeblich ve Tappan, 1994; lev. 127, şek. 5 ve 10), *Amphicoryna sublineata* (Brady) (Loeblich ve Tappan, 1994; lev. 128, şek. 13) gibi bazı bentik foraminiferler gözlenmiştir. Ayrıca, Güney Tırrhenien Denizi'nde Volcano Adası çevresinde de benzer şekilde bir *Amphicoryna scalaris* (Batsch) bireyi bulunmuştur (Cimerman ve Langer, 1991; pl. 54, fig. 6).

Sonuç olarak, değinilen morfolojik anomaliler gösteren üç foraminifer örneğinin şekil 2a, 2b ve 2c'de belirtilen anormal oluşumlarında deniz suyu içeriğindeki ağır metallerin antropojenik değil, deniz içi termal kaynakları ile bağlantılı olabileceği düşünülmektedir. Çünkü, Çandarlı Körfezi'ndeki Aliağa Petrol Rafinerisi'nin yaratmış olduğu kirlilik izlerinin akıntılara bağlı olarak kuzeyde etkin olabileceği düşünülürse de; Çandarlı Körfezi'nden derlenmiş olan 5 örnekte incelenen foraminiferler arasında böyle bir durum gözlenmemiştir (Meriç ve diğerleri, 2004). Hayfa Körfezi'nde olduğu gibi (Yanko ve diğerleri, 1998) çok sayıda anormal fert sayısı söz konusu değildir. Yanko ve diğerleri (1999) ile Debenay ve diğerleri'nin (2001) çalışmalarında söz konusu alanlarda gözlenen ve morfolojik değişiklikler gösteren foraminifer örneklerinin oluşum nedenlerinin açıklanmasında, çevresel hidrolojik koşullar ile deniz içi, termal kaynaklarının varlığı belirtilmemiş ve deniz suyundaki ağır metallerin kökeni konusunda herhangi bir açıklama yapılmamıştır. Yakın bir geçmişte faylar boyunca yükselen Rn<sup>222</sup> gazının kanserojen etkisi söz konusu olmaktadır (Choubey ve Ramola, 1997; Shirav (Schwartz) ve Vulkan, 1997). Dikili çevresindeki termal mineralli sulara Rn<sup>222</sup> = 8510- 76775 Bekerel

(Türkiye Maden suları-3, Ege Bölgesi, 1974) olarak ölçülmüştür. Bu değerlerin karada çıkan termal mineralli kaynaklardaki varlığı bölgenin tektonik yapısı ile jeolojisi değerlendirildiğinde deniz içinde de olası bu gibi özellikli kaynakları düşündürmektedir. Dolayısıyla değinilen Rn<sup>222</sup> değerlerinin tek hücreli canlıların yaşamındaki etkisi gözardı edilmemelidir.

### KATKI BELİRTME

Yazarlar, Dikili Körfezi'ne ait örnekleri sağlayan Prof. Dr. Cemal Tunoğlu (H.Ü. Müh. Fak) ve bunlardan 5'inin ağır metal analizlerini gerçekleştiren Doç. Dr. Melek Türker-Saçan ile Uzman Gülhan Özkösemene (Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü) teşekkürü bir borç bilirlir.

*Yayına verildiği tarih, 19 Haziran 2003*

### DEĞİNİLEN BELGELER

- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1975, Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olaylar: T.J.K.Bült., 18, 91-101.
- Artüz, M. I., 1970, Some observations on the hydrography of the Turkish Aegean waters during 4-25 September 1963: Publications of the Hydrobiological Research Institute, Faculty of Science, University of İstanbul, Serie B, 1-9.
- Avşar, N. ve Meriç, E., 2001 a, Türkiye'nin güncel bentik foraminiferleri-I (Kuzeydoğu Akdeniz-Kuzey Ege Denizi-Çanakkale Boğazi-Kuzey ve Doğu Marmara Denizi-Haliç- İstanbul Boğazi-Batı Karadeniz): Ç. Ü. Yerbilimleri, 38, 109-126, Adana.
- ve—————, 2001 b, Çeşme-İlica Koyu (izmir) bölgesi güncel bentik foraminiferlerinin sistematik dağılımı: Hacettepe Univ. Yerbilimleri, 24, 13-22, Ankara.
- Barut, I. F., Erdoğan-Yüzbaşıoğlu, N. ve Başak, E., 2003, Hydrogeochemical evaluation of Western Anatolian mineralwaters: Environmental Geology (in press).
- Benli, H., ve Küçüksezgin, F., 1988, Ulusal Deniz Ölçme ve izleme Programı, Ege Denizi Ölçme ve izleme Alt Projesi 1988 Dönemi Kesin Raporu: Reports of the Institute of Marine Sciences and Tecnology, Dokuz Eylül University, 281 s., İzmir.
- Binns, R.A. ve Deckker, D.L., 1998, The mineral wealth of the Bismark Sea: Scientific American, 9 (3), 92-98.
- Cimerman, F. ve Langer, M. R., 1991, Mediterranean Foraminifera: Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Academia Scientiarum et Artium Slovenica. 118 p, 93 pls., Ljubljana.
- Choubey V.M., ve Ramola R.C., 1997, Correlation between geology and radon levels in groundwater, soil and indoor air in Bhilangana Valley, Garhwal Himalaya, India :Environmental Geology, 32 (4), 258-262.
- Civrieux, J.M.S. 1970, Mutaciones recientes del genero Peneroplis y relaciones filogenicas con otros Soritidae: Revista Espanola de Micropaleontologia, 11(1), 5-12.
- Debenay, J-P.; Tsakiridis, E.; Soulard, R. ve Groussin, H., 2001, Factors Determining the Distribution of Foraminiferal Assemblages in Port Jolville Harbor (Ile d'Yeu, France): The Influence of Pollution: Marine Micropaleontology, 43, 75-118.
- Elberling, B., Knudsen, K.L., Kristansen, P.H. ve Asmund, G., 2003, Applying foraminiferal stratigraphy as a biomarker for heavy metal contamination ve mining impact in a fiord in West Greenland: Marine Environmental Research, 55, 235-256.
- Ergin, M.; Bodur, M. N.; Ediger, D.; Ediger, V. ve Yılmaz, A., 1993a, Organic carbon distribution in the surface Sediments of the Sea of Marmara and its control by the inflows from adjacent water masses: Mar. Chemistry, 41, 311-326.
- ;—————; Ediger, V.; Yemenicioğlu.S.; Okay, M. ve Kubilay, N., 1993b, Sources and dispersal of heavy metals in surface Sediments along the Eastern Aegean Shelf: Boll. Ocean. Teor. Appl., 11 (1), 27-44.
- ve Yemenicioğlu, S., 1997, Gelologic Assessment of Environmental impact in Bottom Sediments of the Eastern Aegean Sea: Intern. J. Environmental Studies, 51, 323-334.

- Erişen, B., Akkuş, L., Uygur, N. ve Koçak, A., 1996, Türkiye Jeotermal Envanteri, MTA Genel Müdürlüğü, 480s., Ankara.
- Hatta, A. ve Ujiie, H., 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. ve Hayward, K. A., 1999, Recent New Zealand shallow-water benthic foraminifera: Taxonomy, ecologic distribution, biogeography, and use in paleoenvironmental assessment: Institute Geological ve Nuclear Sciences monograph, 21, 258 p., New Zealand.
- Hottinger, L.; Halicz, E. ve Reiss, Z., 1993, Recent foraminifera from the Gulf of Aqaba, Red Sea: Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Academia Scientiarum et Artium Slovenica. 179 p., 230 pis., Ljubljana.
- Ivanoff, A., 1972, introduction à l'Océanographie: Tome 1, 208 p., Paris.
- Krauskopf, K.B., 1985, introduction to Geochemistry: 2<sup>nd</sup> Edition, McGraw-Hill Int. Series in the Earth and Planetary Sciences, 550p.
- Loeblich, Jr. A. R. ve Tappan, H., 1994, Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea: Cushman Foundation for Foraminiferal Research. Special Publication No: 31, 663 p., 630 pls.
- Mascole, J., ve Martin, L., 1990, Shallow structure ve recent evolution of the Aegean Sea: A synthesis based on continuous reflection profiles: Marine Geology, 97, 271-299.
- McKenzie, D.P., 1977, Can plate tectonic describe continental deformation?, In: Structural history of the Mediterranean Basins: (Biju-Dual, B., Montadert, L., Ed.), Editions Technip, Paris, 189p.
- Meriç, E., 1986, Deniz dibi termal kaynakların canlı yaşamına etkisi hakkında güncel bir örnek (Ilica-Çeşme-İzmir). T. J. K. Bült., 29 (2), 17-21.
- , Yanko, V. ve Avşar, N., 1995, İzmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner istifinin foraminifer faunası: izmit Körfezi Kuvaterner istifi (Ed. E. Meriç), 105-151, İstanbul.
- ve Avşar, N., 2000, Deniz diplerindeki aktif fayların belirlenmesinde bentik foraminiferlerin önemi: Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu (BADSEM-2000), 198-205, izmir.
- Meriç, E. ve Avşar, N., 2001, Benthic foraminiferal fauna of Gökçeada island (Northern Aegean Sea) and its local variations: Acta Adriat., 42 (1), 125-150.
- ; —————ve Nazik, A., 2002 a, Bozcaada (Kuzey Ege Denizi) bentik foraminifer ve ostrakod faunası ile bu toplulukta gözlenen yerel değişimler: Ç. Ü. Yerbilimleri, 40-41, 97-119, Adana.
- ve Bergin, F., 2002 b, Midilli Adası (Kuzey Ege Denizi) bentik foraminifer topluluğu ve bu toplulukta gözlenen yerel değişimler: Ç. Ü. Yerbilimleri, 40-41, 177-193, Adana.
- ; Görmüş, M.; Avşar, N. ve Ünsal I., 2002 c, Güncel nodosariid bentonik foraminiferlerde üreme sırasındaki anormal oluşumların önemi ve rastlantı faktörü: TPJD Bülteni, 14 (1), 67-82, Ankara.
- ; Nazik, A.; Eryılmaz, M. ve Eryılmaz-Yücesoy, F., 2003, Saros Körfezi'nin (Kuzey Ege Denizi) bentik ve planktik foraminifer toplulukları ile çökel dağılımı: H. Ü. Yerbilimleri, 28 (Basım aşamasında), Ankara.
- , Avşar, N. ve Bergin, F., 2004, Benthic foraminifera of Eastern Aegean Sea (Turkey), systematics and autoecology. 310 ps., 33 pls. İstanbul (Basım aşamasında).
- Piper, A.M., 1953; A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. US Geo. Survey, Groundwater Note 12.
- Sgarella, F. ve Monchamont-Zei, M., 1993, Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy), systematic ve autoecology: Bulletino della Societa Paleontologica Italiana, 32 (2), 145-264.
- Shirav (Schwartz), M. ve Vulkan, U., 1997, Mapping radon-prone areas- a geophysical approach: Environmental Geology, 31(3/4), 167-173.
- Sözeri, B., 1966, İzmir, Çeşme Ilicası plaj kumundaki aktüel foraminiferler ve varyasyonları: TJK Bült., 10 (1-2), 143-154, Levha 1-6.
- Şaroğlu, F.; Emre, Ö. ve Kuşçu, I., 1992, Türkiye dirifay haritası (1/1 000 000 ölçekli orijinal haritadan küçültülmüş baskı), MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y. 1981, Thethyan evolution of Turkey: a plate tectonic Approach: Tectonophysics, 75, 181-241.

- Tait, R.V., 1981, Elements of marine ecology: 356 p., London.
- Thiermann, F.; Akoumianaki, I.; Hughes, J. A. ve Giere, O., 1997, Benthic fauna of a shallow-water gaseohydrothermal vent area in the Aegean Sea (Milos, Greece): Marine Biology, 128(1), 149-159.
- Turgut, S., 1987, Ege denizi'nin paleocoğrafik gelişimine ait rapor no su TPAO, Ankara.
- Türkiye Mineralli Su Kaynakları I (Ege Bölgesi), 1999, İstanbul Üniversitesi, Tıp Fakültesi Tıbbi Ekoloji ve Hidro-Klimatoloji Anabilim Dalı, İ.Ü. Araştırma Fonu Projesi (yayınlanmamış rapor), Sonuç Raporu: 874/090896, 119s., İstanbul.
- Türkiye Maden suları (3), Ege Bölgesi, 1974: İ.Ü. Tıp Fakültesi, Hidroklimatoloji Kürsüsü, 335 s.
- Varnavas, S. P.; Halbach, P.; Halbach, M.; Panagiotaras, D.; Rahders, E. ve 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, Abstracts, 343.
- Yalçın, H.; Meriç E.; Avşar N.; Bozkaya Ö. ve Barut I.F., 2003, İskenderun Körfezi Güncel Çökel ve Foraminiferlerinde Gözlenen Jeokimyasal Anomaliler: Türkiye Jeoloji Bülteni, 46 (2) (Yayında).
- Yanko, V., Ahmad, M., ve Kaminsky, M., 1998, Morphological Deformities of Benthic Foraminiferal Tests in Response to Pollution by Heavy Metals: Implications for Pollution Monitoring: Journal of Foraminiferal Research, 28 (3), 177-200.
- ; Arnold, A. ve Parker W., 1999, The effect of marine pollution on benthic foraminifera: In Modern Foraminifera, Sen Gupta, B., (ed.), Kluwer Academic Publishers, 384 p.
- Yılmaz, Y., 1990, An approach to the origin of young Volcanic rocks of Western Turkey. Tectonic evolution of the Thethyan region: (Ed. Şengör, A.M.C.), Kluwer Academic Publication, 159-189.