

# DOĞU EGE DENİZİ KIYI ALANLARINDAKİ TERMAL MİNERALLİ SU KAYNAKLARININ BENTİK FORAMİNİFER TOPLULUKLARINA ETKİSİ

## EFFECTS OF THERMAL MINERAL SPRINGS ON BENTHIC FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES ON THE EASTERN AEGEAN COASTS

**Engin MERİÇ<sup>1</sup>, Niyazi AVŞAR<sup>2</sup>, İpek F. BARUT<sup>3\*</sup>,  
Baki YOKEŞ<sup>4</sup>, Feyza DİNÇER<sup>5</sup>**

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

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

*3 İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Müşküle Sokak No:1, 34116 Vefa-İstanbul*

*4 Haliç Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü,*

*Darülaceze Cad. No: 14, 34384, Okmeydanı-İstanbul*

*5 Adıyaman Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu 02040 Adıyaman*

Yayına Geliş (Received): 09.12.09, Yayına Kabul (Accepted): 21.05.10

\*Corresponding Author: İpek F. Barut (barutif@istanbul.edu.tr)

**ÖZ :** Doğu Ege Denizi'nin farklı noktalarında, 1986-2009 yılları arası dönemde tarafımızdan yapılmış çalışmalarda saptanmış olan bentik foraminiferlerin bölgedeki dağılımı ile bunların kavkılarındaki morfolojik değişimlerin varlığı dikkat çekicidir. Ayrıca, belirli noktalarda çok sayıda Kızıl Deniz, Hint ve Pasifik okyanuslarına ait cins ve türlerin bulunması da bu alanlarda önemli bir farklılığın varlığını ortaya koymaktadır. Belirli noktalarda foraminifer kavkılarında gözlenen renklenme ve morfolojik bozukluklar ile yalnızca renklenme bu bölgelerde gözlenen önemli bir diğer özelliktir. Ege Denizi'nin Türkiye kıyılarında Biga Yarımadası'nın güneyinden itibaren Marmaris Körfezi'ne kadar ulaşan kıyı şeridinde çok sayıda termal mineralli su kaynağı bulunmaktadır. Deniz içinde belirlenmiş olan eşdeğer özellikteki tarafımızca bilinen tek kaynak ise Karaburun Yarımadası'nda, Çeşme'deki Ilıca Körfezi'ndedir. Tarafımızdan yapılan çalışmalardaki bulguların ışığında Gökçeada, Bozcaada, Edremit Körfezi kuzeybatısı, Midilli Adası doğusu, Alibey Adası (Ayvalık) çevresi ve Kuşadası Körfezi'nde de benzer kaynakların varlığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Ege Denizi, termal kaynaklar, bentik foraminifer, morfolojik bozukluk.

**ABSTRACT:** We have investigated the benthic foraminifer assemblages in different regions of the Eastern Aegean Sea between 1986-2009. The distribution pattern of the species and the morphological abnormalities observed in their tests are noteworthy. The abundance of Red Sea and Indopacific originated genera and species in certain locations indicates special ecological conditions. Besides, locally observed test coloration, together with morphological abnormalities or only test coloration were other important findings. Numerous thermal mineral springs are found on the Aegean coastline of Turkey, between the south coasts of Biga Peninsula and the Gulf of Marmaris. As far as we know, the only submarine spring with equivalent characteristics is found in the Ilıca Bay on the Karaburun Peninsula, Çeşme. However, our findings of our studies suggest that similar springs can also be present in Gökçeada, Bozcaada, northwest of the Gulf of Edremit, east of the Lesbos Island, Alibey Island (Ayvalık) and Gulf of Kuşadası.

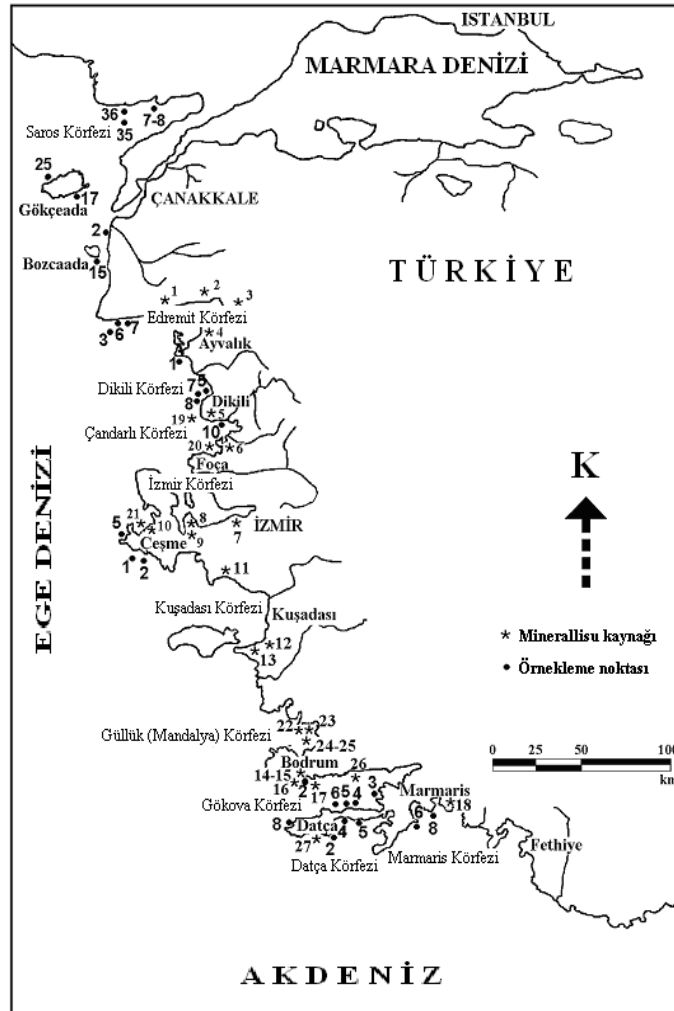
**Key Words:** Aegean Sea, thermal springs, benthic foraminifers, morphological deformation.

## GİRİŞ

Günümüzde Türkiye'nin Ege Denizi ve Akdeniz kıyı alanlarında farklı nokta ve derinliklerden alınan güncel çökellerde yapılan çalışmalarda (Meriç vd., 2003b, 2009), çökellerin içerdiği foraminifer kavkılarının morfolojik olarak değişik özellikler sunduğu gözlenmiştir. Bu alanlardaki ayrıntılı incelemeler sonucunda ekolojik koşulların değişiminde etken olabilecek farklı özelliklerin varolduğu belirlenmiştir. Gerek çeşitli ülkelerdeki araştırmacıların yapmış olduğu çalışmalar (Nigam vd., 2006; Meriç vd., 2008c, 2010a) ve gerekse tarafımızdan uzun yıllardan beri sürdürülen araştırmalar sonucunda aşırı tuzluluk ile tuzluluk değişimleri, ağır metaller ile eser elementlerin varlığı, denizlerdeki termal kaynaklar ile soğuk su kaynakları ve karstik bölgelerde kıyı ve deniz içindeki kaynakların kimyasal içeriklerinin ekolojik koşulların

değişmesindeki başlıca etkenler olduğu varsayımına ulaşılmıştır.

Morfolojik değişimleri oluşturan nedenler yapay ve doğal olarak ikiye ayrılabilir. Doğal olanlara örnek deniz içlerindeki tatlı su kaynakları ve kıyı alanlarında gelişen tuzlalar, karalardaki maden yataklarından yeraltı suyu vasıtasıyla kıyı ve denizlere taşınan ağır metaller, denizlerdeki soğuk su kaynakları ve termal kaynaklar, deniz altlarındaki çamur volkanları ile bu gibi alanlardaki metan gaz çıkışları gösterilebilir. Yapay olanlara örnek olarak ise; aşırı sanayileşme sonucu gerek doğrudan ve gerekse akarsular vasıtasıyla denize taşınan ağır metaller ile eser elementler ve kıyı bölgelerinde oluşturulan sera ve tarım alanlarında kontrolsüz kullanılan DDD, DDT ve DDE gibi aşırı dozdaki zirai ilaçlar düşünülebilir.



**Şekil 1:** Ege Denizi Türkiye kıyılarındaki örnekleme noktaları, kara ve deniz alanlarındaki başlıca termal kaynaklar.

**Figure 1:** Locations of the sampling stations and major terrestrial and submarine thermal springs on the Aegean coast of Turkey.

### FORAMİNİFER TOPLULUKLARINDAKİ ZENGİNLİK İLE MORFOLOJİK BOZUKLUKLARIN NEDENLERİ

Pasifik Okyanusu ve Atlantik Okyanusu'nun farklı noktalarında ve farklı derinliklerinde, çevrelerinde çok zengin bir yaşamın bulunduğu termal çıktılarının varlığı (Ballard, 1976; Corliss ve Ballard, 1977; Ballard ve Grassie, 1979; Enright vd., 1981; Lutz, 2000; Rona, 1992; Lutz ve Haymon, 1994) uzun zamandan beri bilinmektedir. Bu konu ile ilgili olarak kaynakların çevresinde farklı canlı gruplarının bulunduğu belirtilen pek çok çalışma olduğu halde, bu alanlarda foraminiferlerin varlığı veya yokluğu ile ilgili herhangi bir araştırma sözkonusu değildir.

Daha sığ denizlerdeki belirli noktalarda fay/faylara bağlı olarak çıkan sıcak veya ılık su kaynakları sahip oldukları kimyasal özellikler ve çevrelerinde oluşturdukları fitoplankton toplulukları nedeniyle farklı bir foraminifer topluluğunun oluşmasına neden olmaktadır (Meriç vd., 2010b). Bu gibi noktalarda, farklı nedenlerle değinilen alanlara erişmiş olan bazı sıcak bölge cins ve türleri bu noktalarda yaşamlarını sürdürme imkanı bulmakta ve çoğalmaktadır (Meriç, 1986; Meriç vd., 2002b; 2003a; 2008b; 2010b).

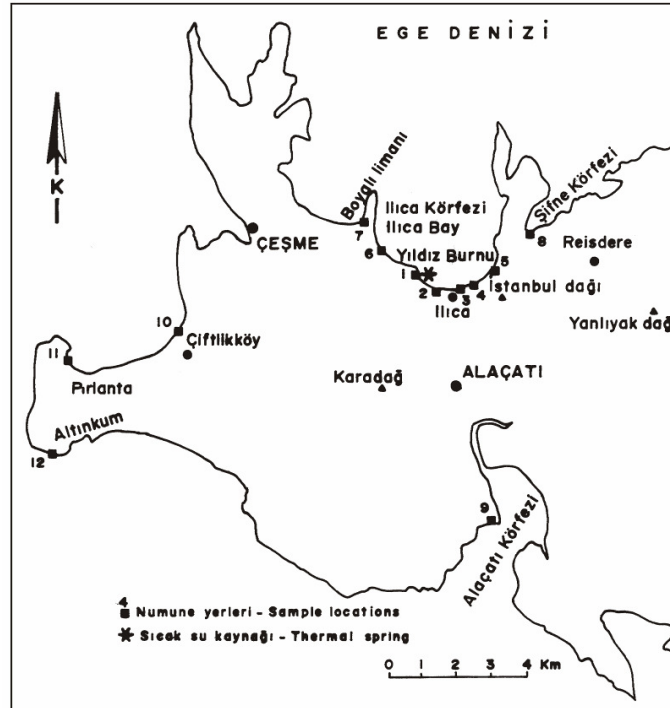
Ege Denizi Türkiye kıyılarında Biga Yarımadası'nın güney kesimlerinden itibaren Marmaris Körfezi'ne kadar ulaşan kıyı şeridinde çok sayıda termal mineralli su kaynağı bulunmaktadır (Şekil 1). Bu kaynakların oluşumunda bölgenin tektonik özelliği etken rol oynamıştır.

Ege Denizi'nde (Thierman vd., 1997; Varnavas vd., 1999) ve Batı Türkiye kıyılarında, İzmir-Çeşme'de deniz içi termal mineralli su kaynağı ve çevresindeki ekolojik özelliklerin değişiminin farkında olmadan (Sözeri, 1966; Sellier de Civrieux, 1970) ancak kaynağın varlığı bilinerek (Meriç, 1986; Avşar ve Meriç, 2001; Meriç vd., 2003a; 2009) bazı çalışmalar yapılmıştır.

### EGE DENİZİ'NDEKİ TERMAL KAYNAKLARIN ÇEVRESİNDEKİ BENTİK FORAMİNİFER TOPLULUKLARI

İzmir-Çeşme-Ilıca Koyu'nda deniz düzeyinden 2.5 m derinlikte 68 °C sıcaklıkta bir sıcak su kaynağı bulunmaktadır. Radyoaktivite özelliği yüksek olan bu kaynak çevresinde (Çağlar, 1946; Türkiye Maden Suları, 1974; Türkiye Minerallisi Kaynakları, 1999) çok sayıda morfolojik bozukluk sunan kavkılara sahip *Peneroplis* bireyleri bulunmuştur (Sözeri, 1966; Sellier de Civrieux, 1970).

İzmir ilinin batısında, Çeşme ilçesi ve Ilıca Koyu ile değinilen koyun kuzeydoğusundaki Şifne, termal kaynak ve kaplıcalar yönünden zengin bir özellik sunmaktadır (Şekil 2). Bu kaynakların sıcaklığı 42 °C-59 °C arasında değişmektedir (Çağlar, 1946; Başkan ve Canik, 1983). Bunların dışında deniz içinde de çok sayıda sıcak su kaynaklarının yerleri belirlenmiş olup, sıcaklıklarının 50 °C-62 °C arasında değiştiği ve tuzlu sular sınıfında olduğu ileri sürülmüştür (Çağlar, 1946).



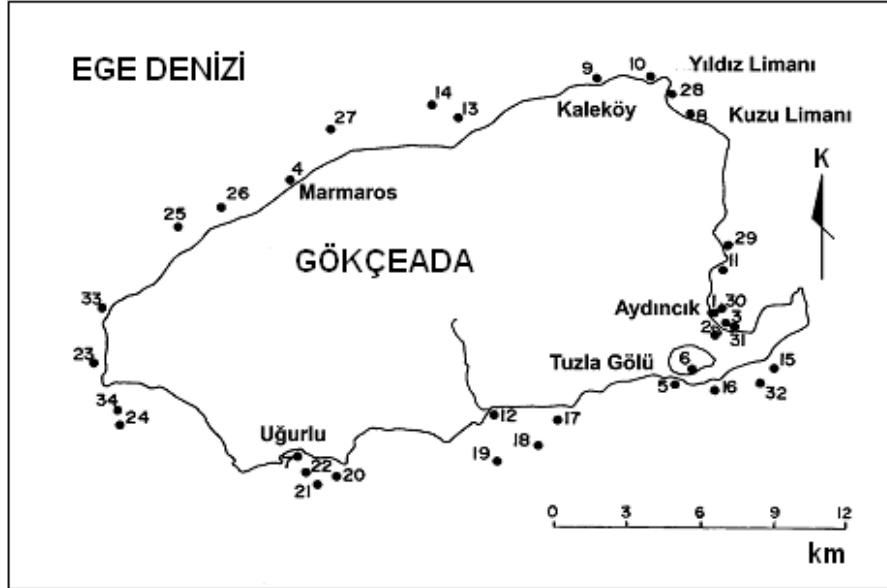
Şekil 2: Çeşme-Ilıca çevresindeki örnekleme noktaları (Meriç, 1986).

Figure 2: Locations of the sampling stations around of Çeşme-Ilıca (Meriç, 1986).

Ilıca Koyu'nun kuzeybatısında, Yıldız Burnu'ndaki Dalgakıranı'nın güneyinde, 2.50 m derinlikte ve 55 °C-58 °C sıcaklıktaki termal kaynak, çevresinde farklı bir ekolojik ortam yaratmıştır. Sıcaklığın 9 °C-26 °C ve çözülmüş oksijen miktarının 4-10 ml/l olduğu belirlenmiş olan Ege Denizi koşullarında (Artüz, 1970; Benli ve Küçüksezgin, 1988) bulunması mümkün olmayan peneroplid'lerin bu alanda zengin bir yaşam oluşturdıkları izlenmiştir (Avşar ve Meriç, 2001). Tüm Ilıca Koyu kıyı alanı ile yakın çevresinde çok sayıda bireyler ile temsil edilen *Coscinospira hemprichii* Ehrenberg, *Leaevipeneroplis karreri* (Wiesner), *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel ve Moll), *Sorites orbiculus* Ehrenberg'un varlığı, çevreye göre bu alan için ekolojik koşullarda bir farklılığın var olduğunu ortaya koymaktadır. Koydaki termal kaynak varlığı ve su derinliğinin fazla olmaması, çevresindeki güneş ışığı etkisi, diğer organizmalara besin olabilecek zengin bitkisel yaşamı destekleyici özelliktedir. Güneş ışığı ile birlikte kaynağın oluşturmuş olduğu sıcaklık ve kimyasal değişim, kaynak çevresinde adı geçen bentik foraminifer cins ve türlerinin yaşamını kolaylaştıracak zengin bir biyotopun gelişmiş olduğunu/olabileceğini kanıtlar niteliktedir. Bunun dışında sıcaklığın; ışıktan

yoksun derin ortamlarda dahi yaşamın gelişmesi ve devamı için başlıca neden olabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Ballard, 1976; Corliss ve Ballard, 1977; Ballard ve Grassie, 1979; Enright vd., 1981; Meriç; 1986, Lutz, 2000; Avşar ve Meriç, 2001). Bunun diğer bir göstergesi de Ilıca Koyu ile Çeşme-Alaçatı arası kıyı alanı foraminifer topluluğu arasında bariz bir farklılığın varlığıdır. Çünkü, Ilıca Koyu'nda peneroplid'lerin baskınlığı dikkat çekici bir durum sergilerken, söz konusu diğer kıyı alanında ise elphidiid'ler daha baskın konumdadır (Avşar ve Meriç, 2001).

Ilıca Koyu (Çeşme-İzmir) dışında, kuzey Ege Denizi'nde Gökçeada çevresinde yapılmış olan çalışmada (Meriç ve Avşar, 2001) adanın özellikle güneydoğu bölümünde, kuzey Ege Denizi'nde bulunmaması gereken ve buna karşın Bozcaada'nın belli kesimlerinde oldukça fazla sayıda rastlanılan *Leaevipeneroplis karreri* (Wiesner), *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel ve Moll), *Sorites orbiculus* Ehrenberg ve *Amphistegina lobifera* Larsen bireyleri gözlenmiştir (Şekil 3). Özellikle bir çok *Peneroplis pertusus* (Forskal) ve *P. planatus* (Fichtel ve Moll) bireylerinin renkli kavkılara sahip olması dikkat çekicidir (Meriç vd., 2009).



Şekil 3: Gökçeada çevresindeki örnekleme noktaları (Meriç ve Avşar, 2001).

Figure 3: Locations of the sampling stations around of Gokceada Island (Meriç and Avşar, 2001).

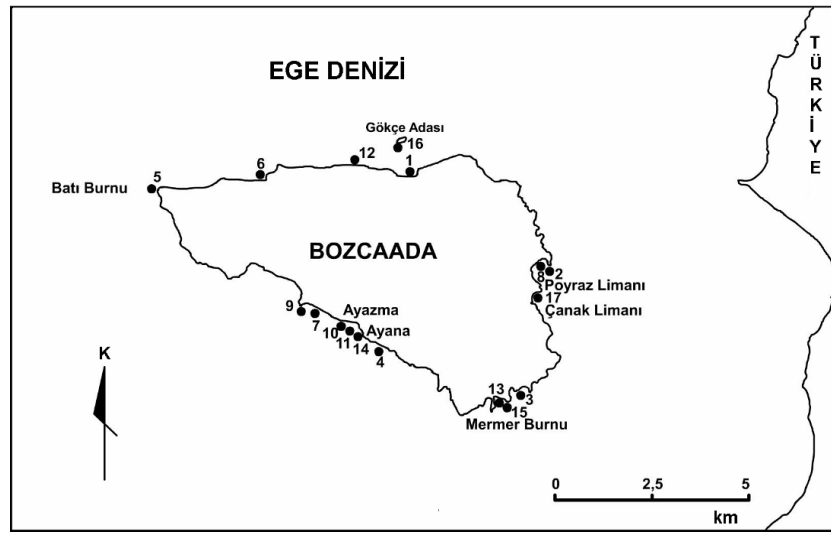
Genelde Akdeniz foraminifer topluluğuna ait olan bu dört cins ve beş türün Gökçeada çevresinde özellikle adanın güneydoğu bölgesi başta olmak üzere belirli noktalarında bulunmuş olması, ada çevresinde, yakın geçmişte termal oluşumlara bağlı ekolojik

koşullardaki bazı değişimlerin bulunduğunu ortaya koymaktadır. Keza *Peneroplis pertusus* (Forskal) ve *P. planatus* (Fichtel ve Moll) örneklerinin adanın güneydoğusundan derlenmiş olan altı örnekte gözlenmiş olması ve değinilen örneklerde zengin bir foraminifer

topluluğuna rastlanması, bu düşünceyi desteklemektedir. *Peneroplis*'lerin kırmızımsı kahve renkli kavkılara sahip oluşu, termal suların içerdiği demirli minerallerin varlığı ile açıklanabilir (Meriç ve Avşar, 2001; Meriç vd., 2009).

Bozcaada kıyılarında yapılmış olan araştırma sonucunda ada çevresindeki 17 istasyondan derlenen örneklerden (Şekil 4) üçünde gözlenmiş olan foraminifer topluluğu diğerlerinden farklı olduğu gibi,

bölgesel olarak da bir ayrıcalık sunmaktadır. Belli noktalardaki *Leaevipeneroplis karreri* (Wiesner), *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel ve Moll)'un varlığı, Gökçeada'da gözlemlendiği üzere bu alanda/alanlarda da farklı ekolojik koşulların bulunduğu işaret etmektedir. Bunun nedeni olarak faylara bağlı gelişen termal kaynaklar düşünülmüştür (Meriç vd., 2002a).



Şekil 4: Bozcaada çevresindeki örnekleme noktaları (Meriç vd., 2002a).

Figure 4: Locations of the sampling stations around of Bozcaada Island (Meriç et al., 2002a).

Edremit Körfezi'nin kuzeybatı ve güneydoğu kıyı alanlarından (Şekil 5) derlenmiş olan 18 örneğin içerdiği bentik foraminifer toplulukları arasında da büyük bir fark bulunmuştur. Kuzeybatı alanda 57 cins ve 97 türün saptanmasına karşın, güneydoğu kesimde 32 cins ve 48 tür bulunmuştur. Bu durum, çalışılan iki alan arasında ekolojik açıdan farklılıkların varlığını ortaya koymakta ve bu özelliklerin deniz altındaki genç fayların bulunduğu alanlardaki termal kaynakların oluşturduğu farklı ekolojik ortamlar nedeniyle geliştiğini düşündürmektedir. Çünkü, kıyıya yakın alandaki Ayvacık batısında Tuzla Köyü çevresinde sıcaklık değerleri 41 °C-102 °C arasında değişen jeotermal kaynaklar (Erişen vd., 1996; Şaroğlu vd., 2003) ve Bayramiç Ovası'ndaki daha düşük sıcaklıktaki termal mineralli kaynaklar (Tutkun ve Kürçer, 2003) ile güney kıyı alanındaki termal kaplıcaların varlığı dikkate alındığında, söz konusu alanların bu bölgeye olan yakınlığı nedeniyle, Edremit Körfezi'nin kuzeybatı bölümünde deniz içindeki kesimlerde termal mineralli su kaynaklarının varolabileceği fikri önem kazanmaktadır. Bu alanda saptanan *Peneroplis pertusus* (Forskal) ve *P. planatus* (Fichtel ve Moll)'un varlığı bunun en güzel kanıtıdır.

Yine Akçay ile Altınoluk ve Ören çevresinde deniz içindeki aşırı soğuk su kaynaklarının bulunması da bilinen bir gerçektir. Edremit Körfezi güneydoğusunda, Akçay çevresinden derlenmiş olan güncel çökellerde, yukarıda değinildiği üzere 32 cins ve 48 türün saptanmış olması dikkate değer bir kanıt olarak gösterilebilir (Meriç vd., 2003a).

Buna karşın, halen sürdürülen bir diğer çalışmada, Baba Burnu güneydoğusunda 82.00 m derinlikten alınmış olan bir örnekte 30 cins ve 45 türün gözlenmesi bu alan için önemli bir özellik olarak belirtilebilir. Keza bu örnekte bulunan ve 0.5 mm'den daha büyük boyutta kavkılara sahip *Eponides concameratus* (Williamson) bireyleri, değinilen nokta ve çevresinde CaCO<sub>3</sub> girdisine veya diğer koşullara işaret etmektedir. Aynı örnekteki ostrakod topluluğunun zayıflığına karşın, bryozoon içeriği dikkate alındığında, anormal denilebilecek kadar çok sayıda ve büyük boyutta farklı cins ve türlere ait bireylerin gözlenmesi ve bunların 5 gr'lık çökel örneğinin % 50'sini oluşturması çalışılan alan için önemli bir özelliği teşkil etmektedir.

Bryozoon topluluğu olarak *Adeonella polystomella* (Ruess), *Margaretta cereoides* (Ellis ve

Solander), *Cellaria salicornioides* Lamouroux, *Myriapora truncata* (Pallas) ve *Scrupocellaria* sp. gibi cins ve türleri belirlenmiştir. Bunlardan *Margaretta cereoides* (Ellis ve Solander)'in genellikle sıcak su ortamını seven bir tür olarak bilinmesi (Gautier, 1962), değinilen cins ve türün Kızıldeniz dışında Hint Okyanusu ve Pasifik Okyanusu'ndaki varlığı (Gautier, 1962), yine *Adeonella polystomella* (Reuss)'nın Akdeniz'de Libya kıyıları ile Kızıldeniz'de gözlenişi

(Buge ve Debourle, 1977) bu topluluğun değinilen derinlikte çok bol bulunmuş olduğu nokta veya yakın çevresinde fay/faylara bağlı, plankton bakımından zengin bir sıcak su kaynağının/kaynaklarının varolabileceğini vurgulamaktadır. Bu da, değinilen örnek noktasındaki ekolojik koşulların, Ege Denizi'ndeki diğer alanlara göre büyük bir farklılık sunduğunun önemli bir göstergesidir.

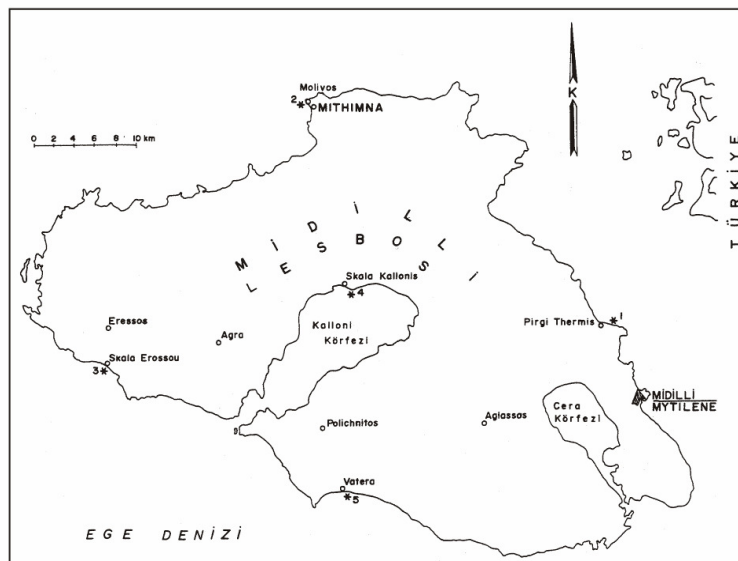


Şekil 5: Edremit Körfezi çevresindeki örnekleme noktaları (Meriç vd., 2003).

Figure 5: Locations of the sampling stations around of Gulf of Edremit (Meriç et al., 2003a).

Midilli Adası güneydoğusunda, Mytilene yerleşim merkezi kuzeyindeki Pirgi Thermis kıyısından derlenmiş (Şekil 6) olan genç çökeller, adanın diğer dört noktasında gözlenmiş olan foraminifer faunasına karşın, deniz içindeki bir sıcaksu kaynağı veya yakın çevresini belirten, Ege Denizi'nin bu bölümü için farklı denilebilecek foraminifer topluluğuna sahiptir. Çünkü, gözlenen foraminifer topluluğu arasında hem *Peneroplis*

*pertusus* (Forskal) ve *P. planatus* (Fichtel ve Moll)'un varlığı ve bunların turuncu ile sarı renkli kavrılara sahip oluşu termal suların içermiş olduğu demirli minerallerin etkisi ile oluşmuş olabilir. Keza, adanın doğu kesimindeki kıyı alanında sıcaklığı 39-69 °C arasında değişen çok sayıda, Çeşme Ilıca Koyu benzeri tuzlu su sınıfından termal kaplıcalar bulunmaktadır (Meriç vd., 2002b; 2009).

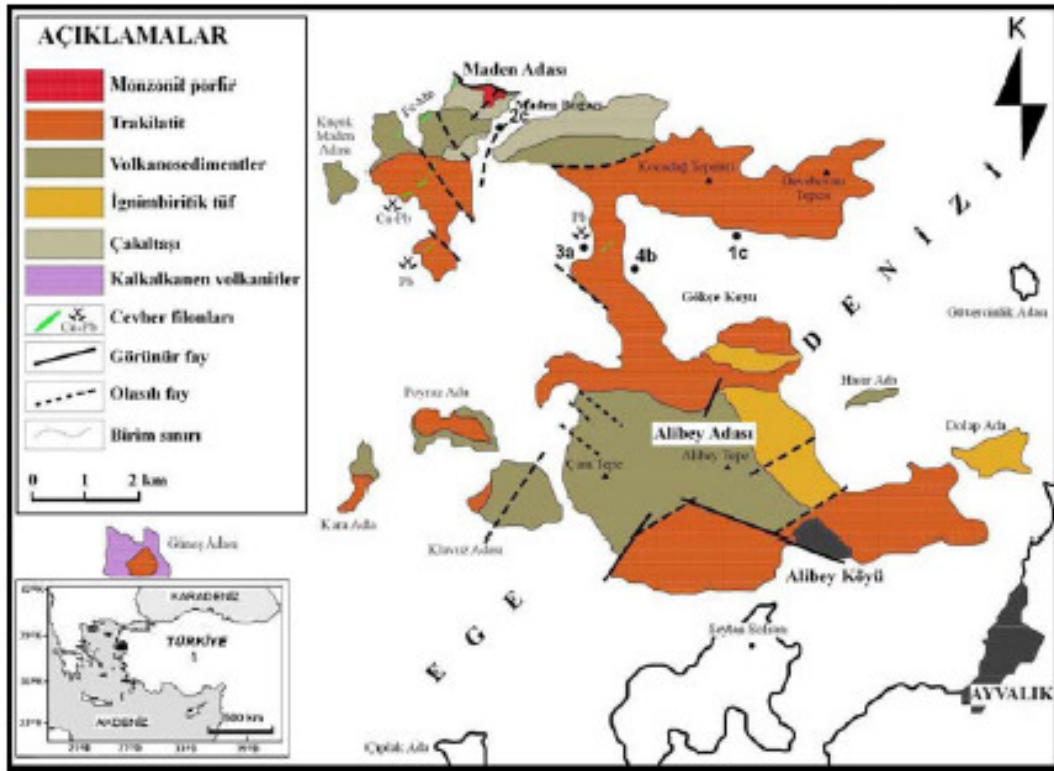


Şekil 6: Midilli Adası çevresindeki örnekleme noktaları (Meriç vd., 2002b).

Figure 6: Locations of the sampling stations around of Lesbos Island (Meriç et al., 2002b).

Ayvalık Alibey Adası kuzey bölümünde deniz içinde çakılmış olan 4 kordan (1c, 2c, 3a, 4b) derlenen 92 örneğin incelenmesi sonucunda (Şekil 7) bu alandaki farklı ekolojik koşullar nedeniyle gelişmiş olan foraminifer topluluğu/topluluklarına rastlanılmıştır. Çalışılan örneklerde morfolojik bozukluk sunan kavklara sahip bentik foraminiferlerin bolluğu ekolojik koşullardaki değişimin bir işaretidir. Bir korda (4b) gözlenen ve tümü hem renkli kavklara sahip olan ve hem de morfolojik bozukluk sunan *Peneroplis pertusus* (Forskal) ve *P. planatus* (Fichtel ve Moll)'un varlığı ise

bu düşünceye destek vermektedir (Meriç vd., 2009). Karasal alandaki ağır metallerin denize ulaşması değinilen özelliğe neden olmalıdır. Korlardan bir diğerinde (3a) deniz tabanından itibaren 28-45 cm arası bölümde gözlenen çok sayıdaki jips kristallerinin varlığı, yakın bir geçmişte bu alandaki termal kaynağın/kaynakların varlığını ortaya koymaktadır. Yine, bu kor örneklerindeki iri kavklı bentik foraminiferlerin bolluğu, Alibey Adası ile Maden Adası arasındaki alanda  $\text{CaCO}_3$  girdisinin fazlalığını işaret etmektedir (Meriç vd., 2009).



Şekil 7: Çalışma Bölgesi jeoloji ve yer bulduru haritası ile korların alındığı noktalar (Dora ve Savaşçın, 1982'den değiştirilerek; Meriç vd., 2009).

Figure 7: Locations of core samplings and geological map of the study area (modified from Dora and Savaşçın, 1982; Meriç et al., 2009).

Gerek Ayvalık ve gerekse Midilli Adası örneklerinde yapılmış olan çalışmalar karşılaştırıldığında her iki bölgede belirlenen özelliklerin benzer olduğu ortaya çıkmaktadır (Meriç vd., 2002b ve 2009).

Aydın iline bağlı Kuşadası KB'sında, Pamucak Koyu'nda, kıyından yaklaşık 200 m uzaklıkta, 12.40 m derinlik ve 19.6 °C sıcaklıkta bir mineralli su kaynağı çevresindeki bentik foraminifer faunasını belirlemek, kaynak suyu ve bunun kimyasal özelliklerinin faunaya etkisini ortaya koymak amacıyla bir diğer çalışma gerçekleştirilmiştir (Şekil 8). Dikkati çeken en önemli

özellik bu alanda zengin denilebilecek bir *Amphistegina lobifera* Larsen topluluğunun varlığıdır. Genelde Kızıldeniz kökenli olan bu cins ve türün, kaynağın güney ve batı bölümünde daha bol olduğu belirlenerek, *Amphistegina lobifera* Larsen'nın azaldığı kuzey ve doğu kesimde ise *Ammonia compacta* Cushman ile *Elphidium crispum* (Linné)'un baskınlaştığı saptanmıştır. Bölge için en önemli özellik kaynak çevresindeki *Amphistegina lobifera* Larsen bireylerinin dağılımıdır. Kaynağın merkezi ve merkeze yakın noktasında sayıca fazlalık sunan bu tür, merkezden uzaklaştıkça azalmaktadır (Şekil 9). Bu durum bölgesel,

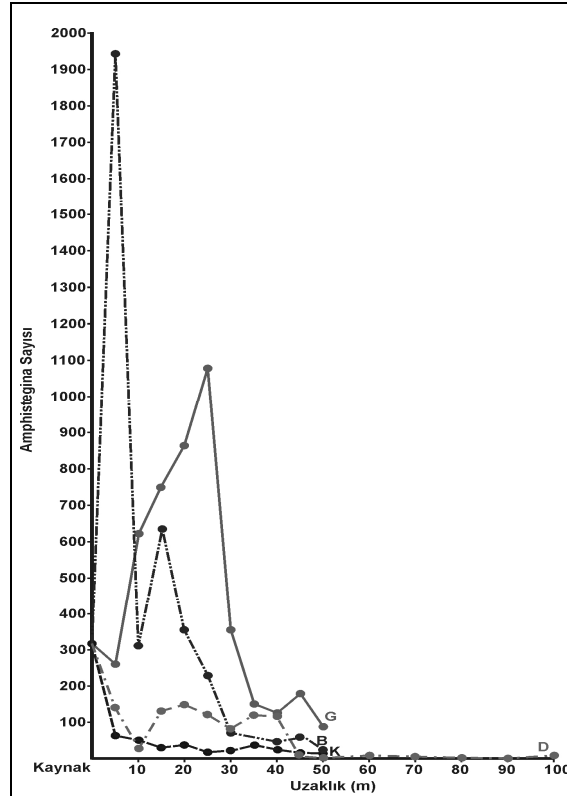
hatta noktasal bir özellik olarak yorumlınırsa da, GB Türkiye’de Marmaris, Datça ve Gökova körfezleri ile Gökçeada güneydoğusundaki çeşitli noktalarda *Amphistegina lobifera* Larsen’in saptanmasına karşın böyle bir bolluk gözlenmemiştir. Yine, çalışılan alanda

renkli kavkılara sahip bireyler ile Kızıldeniz kökenli bentik foraminiferlerin çeşitliliği, kaynak çevresinde, batı Türkiye kıyılarındaki diğer alanlara oranla farklı ekolojik özellik sunan bir ortamın gelişmiş olduğunu ortaya koymaktadır (Meriç vd., 2010b).



**Şekil 8:** Kuşadası Körfezi çevresindeki termal mineralisu kaynakları; (1) Cumalı, (2) Karakoç, (3) Doğanbey, (4) Kuşadası, (5) Kemerli, (6) Güzelçamlı (Meriç vd., 2010b).

**Figure 8:** Thermal mineral waters of Gulf of Kusadası; (1) Cumalı, (2) Karakoç, (3) Doğanbey, (4) Kuşadası, (5) Kemerli, (6) Güzelçamlı (Meriç et al., 2010b).



**Şekil 9:** Pamucak Koyu (Kuşadası) kaynak çevresinde doğu, batı, kuzey ve güney hatlarından alınmış olan örneklerde *Amphistegina lobifera* Larsen bireylerinin sayısal dağılımı.

**Figure 9:** The quantitative distribution pattern of *Amphistegina lobifera* Larsen sampled by east, west, north, and south directions from around the Pamucak Bay (Kuşadası) spring.



## TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yukarıda adı geçen *Coscinospira hemprichii* Ehrenberg, *Leaevipeneroplis karreri* (Wiesner), *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel ve Moll), *Sorites orbiculus* Ehrenberg gibi cins ve türler kuzey Kızıldeniz Akabe Körfezi'nde çok sayıda bulunmakta olup (Hottinger vd., 1993), Türkiye Akdeniz kıyı alanındaki farklı noktalarda da bu cins ve türler sık olarak gözlenmiştir (Meriç vd., 2008a). Ege Denizi kıyı alanlarında ise *Coscinospira hemprichii* Ehrenberg Çeşme Ilıca Körfezi'nde; *Leaevipeneroplis karreri* (Wiesner) Datça, Kuşadası ve Çeşme Ilıca körfezleri ile Bozcaada ve Gökçeada'da; *Peneroplis pertusus* (Forskal) Marmaris, Datça, Kuşadası, Ilıca, Dikili, Edremit körfezleri ile Bozcaada ve Gökçeada'da; *P. planatus* (Fichtel ve Moll) Marmaris, Datça, Gökova, Güllük, Ilıca, Dikili, Edremit körfezleri, Bozcaada ile Gökçeada'da ve *Sorites orbiculus* Ehrenberg ise Marmaris, Gökova, Ilıca körfezleri ve Gökçeada'da gözlenmiştir (Meriç vd., 2004).

Bu verilerin dışında yine Pasifik Okyanusu ve Kızıldeniz kökenli olan foraminiferlerden *Haddonina* sp. ve *Nodopthalmidium antillarum* (Cushman)'un Kuşadası Körfezi; *Edentostomina cultrata* (Brady)'nın Marmaris Körfezi; *Spiroloculina* cf. *angulata* Cushman'nın Gökçeada; *Spiroloculina antillarum* d'Orbigny'un Çeşme Ilıca Körfezi; *Quinqueloculina* sp. C ve *Triloculina* sp. A'nın Kuşadası Körfezi; *Articulina alticostata* Cushman'nın Datça Körfezi; *Euthymonacha polita* (Chapman)'nın Kuşadası Körfezi ile Karaburun Yarımadası'nın kuzeybatı kıyısında; *Amphisorus hemprichii* Ehrenberg'nin Gökova ve Datça körfezlerinde; *Pyramidulina catesbyi* (d'Orbigny)'nin Kuşadası Körfezi; *Pyramidulina perversa* (Schwager)'nın İzmir Körfezi; *Astacolus insolitus* (Schwager)'un Gökova Körfezi; *Astacolus sublegumen* (Parr)'in Gökova Körfezi ile Ayvalık; *Brizalina simpsoni* (Heron-Allen ve Earland)'nin Kuşadası Körfezi; *Cymbaloporetta plana* (Cushman)'nın Kuşadası Körfezi; *Acervulina inhaerens* Schultze'in Marmaris Körfezi, Karaburun Yarımadası kıyı alanında, Dikili, Çandarlı, Edremit ve Saros körfezlerinde; *Planogypsina acervalis* (Brady)'in Saros Körfezi'nde; *Planogypsina squamiformis* (Chapman)'in Dikili ve Saros körfezlerinde; *Amphistegina lessonii* d'Orbigny'nin Kuşadası Körfezi'nde; *Amphistegina lobifera* Larsen'nin Marmaris, Datça, Gökova, Kuşadası körfezleri ile Gökçeada'da gözlenmiş olması, özellikle Kuşadası Körfezi'nde aşırı derecede çoğalması, buna karşın Dilek Yarımadası güneyinde yapılan bir diğer çalışmada incelenen 17 örnekten sadece bir tanesinde tek bir birey ile temsil edilmesi, Karaburun Yarımadası kuzeybatı kıyı alanında oldukça bol miktarda bulunması, Ege Denizi'nin farklı noktalarında değinilen foraminiferlerin kendileri için uygun koşulları bularak bu alanlarda çoğalarak yaşamlarını sürdürdüklerini

ortaya koymaktadır (Meriç vd., 2008b ve 2010b; Avşar vd., 2009). Ayrıca, Edremit Körfezi kuzeybatısında gözlenmiş olan bryozoon topluluğunu oluşturan cins ve türlerden *Margaretta cereoides* (Ellis ve Solander) ile *Adeonella polystomella* (Reuss)'nın Akdeniz'de kuzey Afrika sahilleri ile Kızıldeniz, Hint Okyanusu ve Pasifik Okyanusu'nda bulunmuş olması ileri sürülen düşüncenin bir diğer kanıtı olarak belirtilebilir.

Sonuç olarak, Ege Denizi'nin kıyı alanlarında gözlemlendiği gibi deniz içinde var olan termal veya ılık su kaynakları çevresinde gelişen farklı ortamsal koşulların etkisinde ortaya çıkan fiziksel ve kimyasal değişimler nedeniyle, diğer bölgelerden farklı bir bentik foraminifer yaşamının gerçekleştiği söylenebilir. Keza, karalardaki çöl ortamında bulunan vahalarda ufak bir su topluluğu nedeniyle canlı yaşamında büyük değişikliklerin gözlenmesi gibi, okyanus ve denizlerde de kırık hatları boyunca çıkan çeşitli özelliklere sahip kaynaklar çevresinde, deniz diplerinde de çöl alanları benzeri olarak deniz dibi vahaları oluşmaktadır. Bunun dışında **“Günümüz geçmişin aynasıdır”** deyimini dikkate alarak, farklı okyanus ve denizlerde gözlenen bu gibi olayların geçmiş jeolojik zaman ve devirlerde de gelişmiş olabileceğini düşünmemiz gerekmektedir.

## SUMMARY

Benthic foraminiferal assemblages in different locations have been investigated on the eastern Aegean coasts between 1986 and 2009. The distribution pattern of species, site specific abundance of Indo-Pacific originated ones, the presence of morphological abnormalities in test structure together with color formation were found to be noteworthy.

Numerous thermal mineral springs are found on the Aegean coasts of Turkey, between the south of Biga Peninsula and Gulf of Marmaris. The only known submarine spring with similar characteristics is in Ilıca Bay (Çeşme, Karaburun Peninsula). However, our findings suggests the presence of probable submarine springs on the coasts of Bozcaada, northwest of Gulf of Edremit, east of Lesbos Island, Alibey Island (Ayvalık) and Kuşadası Bay.

On the west of İzmir, district of Çeşme, Ilıca Bay and Şifne which is located on the northeast are rich in thermal springs and spas. The temperatures of these springs vary between 42 °C and 59 °C (Çağlar, 1946; Başkan and Canik, 1983). Besides, the presence of numerous salty submarine springs with temperatures of 50 °C-62 °C have been proposed (Çağlar, 1946). A submarine hot spring which shows high radioactivity is found at a depth of 2.5m with a temperature of 68 °C in Ilıca Bay (Çağlar, 1946; Türkiye Maden Suları, 1974; Türkiye Minerallisu kaynakları, 1999). Peneroplis individuals with morphologically abnormal tests have

been abundantly observed around this spring (Sözeri, 1966; Sellier de Civrieux, 1970).

In a couple of studies which have been conducted around Gökçeada, North Aegean Sea (Meriç et al., 2001; Meriç and Avşar, 2001) plenty of *Laevipeneroplis karreri* (Wiesner), *Peneroplis pertusus* (Forskal), *P. planatus* (Fichtel and Moll), *Sorites orbiculus* Ehrenberg and *Amphistegina lobifera* Larsen individuals have been observed on the southeast of the island. The abundance of coloured tests in *Peneroplis pertusus* (Forskal) and *P. planatus* (Fichtel and Moll) individuals were noteworthy. However collecting these species in the Aegean Sea was something unexpected.

The mentioned 4 genera and 5 species belong to the Mediterranean assemblages. However their observation on the specific locations on the southeast of the island indicates the presence of special ecological conditions which were caused by the changes in recent thermal activities around the island. The finding of *Peneroplis pertusus* (Forskal) and *P. planatus* (Fichtel and Moll) specimens and diverse foraminiferal assemblages in 6 of the sediment samples collected from the southeast of the island supports this idea. The reddish brown coloured test of *Peneroplis* individuals are suggested to be caused by the iron minerals found in the thermal waters (Meriç et al., 2001; Meriç and Avşar, 2001).

Foraminiferal assemblages observed in three out of 17 stations on the coasts of Bozcaada were found to be different not only for the island but also the region. The presence of thermophilic species, such as *Laevipeneroplis karreri* (Wiesner), *Peneroplis pertusus* (Forskal) and *P. planatus* (Fichtel and Moll) in certain locations indicates special ecological conditions around those stations, suggesting the presence of thermal springs due to fault lines (Meriç et al., 2001a).

Great differences were observed between the foraminiferal assemblages obtained from 18 stations on the northwest and southeast coasts of Gulf of Edremit. 57 genera and 97 species were identified in the samples from northwest stations; where as only 32 genera and 48 species were observed on the southeast coast, indicating the differences in ecological conditions on the studied fields. The observation of *Peneroplis pertusus* (Forskal) and *P. planatus* (Fichtel and Moll) and *Eponides concameratus* (Williamson) specimens with large tests suggests the presence of thermal submarine springs. Geothermal findings in the middle and south of Biga Peninsula, as well as cold water submarine springs around Akçay support this idea (Meriç et al., 2003a).

The sediment samples collected from the coast of Pirgi Thermis (north of Mytilene, Lesbos Island) showed a distinct foraminiferal fauna compared to the samples obtained from 4 other stations. The observation of *Peneroplis pertusus* (Forskal) and *P. planatus*

(Fichtel and Moll) specimens with orange and yellow colored tests suggest the influence of thermal submarine springs with iron containing minerals. Numerous springs with 39-69 °C temperatures located on the east of island supports this idea (Meriç et al., 2001b).

Four cores have been manually placed on the shallow sea bottom on the north of Alibey Island (Ayvalık). 92 samples were taken and investigated for foraminiferal content. Variation of foraminiferal assemblages through the time was observed. The abundance of *Peneroplis pertusus* (Forskal) and *P. planatus* (Fichtel and Moll) specimens with colored tests and morphological abnormalities in one of the cores indicates different ecological conditions. Heavy metals coming from mines located near the coast might have been the cause of these anomalies. In one of the cores, gypsum crystals were observed between 28-45 cm section, relative to the sea bottom, suggesting the presence of a previous thermal submarine springs. Large test size observed in this core indicates high rates of CaCO<sub>3</sub> input in the region between Alibey and Maden Islands. Similar characteristics were observed when Ayvalık and Lesbos Island samples were compared (Meriç et al., 2009).

An exceptional foraminiferal assemblage was found around the submarine spring in Ilıca Bay (Çeşme, İzmir). The spring was located at a depth of 2.5m and had a temperature of 59 °C. Especially the presence of *Coscinospira hemprichii* Ehrenberg, *Laevipeneroplis karreri* (Wiesner), *Peneroplis pertusus* (Forskal) and *P. planatus* (Fichtel and Moll) and high rate of morphological abnormalities observed in these species attracts attention. Hot water exits with radioactive characteristics might have resulted in the abnormal test development (Avşar and Meriç, 2001).

Foraminiferal fauna around the submarine spring in Pamucak Cove (NW Kuşadası, Aydın) was investigated. The spring was located at a depth of 12.40 m, around 200 m off the coast and has a temperature of 19.6 °C. A large population of Red Sea originated *Amphistegina lobifera* Larsen was observed on the southern and western parts of the spring. *Ammonia compacta* Cushman and *Elphidium crispum* (Linné) were found to be the dominant species on the northern and eastern parts of the spring, where *Amphistegina lobifera* Larsen was rare. The distribution pattern of *Amphistegina lobifera* Larsen was also very according to the distance from the spring. It was more abundant in the center and around the center of the spring, where as, the population decreased as the distance to the spring increased. Such abundance has not been observed on the coasts of Marmaris, Datça, Gökova and Gökçeada, where populations of *Amphistegina lobifera* Larsen were recorded. Only one individual of *Amphistegina lobifera* Larsen has been found in 17 sediment samples which had been collected off the Büyük Menderes

Delta. The abundance of other Red Sea originated species and specimens with colored tests around the submarine spring in Pamucak Cove indicate the presence of special ecological conditions in this region.

In conclusion, like it is observed on the land, the submarine springs and spas found on the Aegean coasts create special ecological conditions which cause the formation of benthic foraminifer assemblages different than observed in other locations. Regarding the saying "today is the mirror of the past", we should consider that such events which occur in different oceans and seas today might have happened in the geological times.

#### KATKI BELİRTME

Yazarlar, kuzeybatı Edremit Körfezi'ne ait bazı örnekleri sağlayarak katkıda bulunan Yrd. Doç. Dr. Fulya YÜCESOY-ERYILMAZ (Mersin Üniversitesi) ile bu örneklerde bulunan bryozoon cins ve türlerini tayin ederek bunların yaşam ortamları hakkında gerekli bilgiyi ortaya koyan Doç. Dr. Ferah YILMAZ-KOÇAK'a (Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü) teşekkür ederler.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Artüz, M.İ., 1970**, Some observations on the hydrography of the Turkish Aegean Waters during 4-25 September 1963. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Enstitüsü Yayınları, Seri B, 1-9, İstanbul.
- Avşar, N. ve Meriç, E., 2001**, Çeşme-Ilıca Koyu (İzmir) bölgesi güncel bentik foraminiferlerinin sistematik dağılımı. H. Ü. Yerbilimleri, 24, 13-22, Ankara.
- Avşar, N., Meriç, E., Çevik, M. G., ve Dinçer, F., 2009**, Büyük Menderes Nehri ölü (B Türkiye) kıta sahanlığı bölgesi güncel bentik foraminifer toplulukları. H.Ü. Yerbilimleri, 30 (2), 127-144, Ankara.
- Ballard, R.D., 1976**, Window on earth's interior. National Geographic, 150 (2), 228-249.
- Ballard, R.D. and Grassie, J.F., 1979**, Return to cases of the deep. National Geographic, 156 (5), 689-707.
- Başkan, E. ve Canik, B., 1983**, Türkiye sıcak ve mineralli sular haritası Ege Bölgesi. MTA Enstitüsü Yayınları, 189, 80 s., Ankara.
- Benli, H. ve Küçüksezgin, F., 1988**, Ulusal deniz ölçme ve izleme programı, Ege Denizi ölçme ve izleme alt projesi 1988 dönemi kesin raporu. Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü raporu, 281 s., İzmir.
- Buge, E. and Debourle, A., 1977**, Ecologie de la faune de Bryozoaires d'une plage des environs de Tripoli

- (Libye). Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf. Aquitaine. 1 (2), 321-377.
- Corliss, J. B. and Ballard, R.D., 1977**, Oases of life in the cold abyss. National Geographic, 152 (4), 440-453.
- Çağlar, K.Ö., 1946**, Türkiye maden suları ve kaplıcaları. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, Seri B, No. 11, 791 s., Ankara.
- Dora, O.Ö. ve Savaşın, M.Y., 1982**, Alibey-Maden Adaları (Ayvalık) Bölgesi magmatizması. TÜBİTAK Bilimsel ve Teknik Kongresi 1980, Bildiriler Kitabı, 11-34.
- Enright, J.T., Newman, W.A., Hessler, R.R. and McGowan, J.A., 1981**, Deep-ocean hydrothermal vent communities. Nature, 289, 218-220.
- Erişin, B., Akkuş, İ., Uygur, N. ve Koçak, A., 1996**, Türkiye Jeotermal Envanteri, MTA Genel Müdürlüğü, 480 s., Ankara.
- Gautier, Y.V., 1962**, Recherches écologiques sur les bryozoaires chilostomes en Méditerranée Occidentale. Trav. Stn. Endoume, 38 (25), 434 p.
- Hottinger, L., Halicz, E., and Reiss, Z., 1993**, Recent foraminifera from the Gulf of Aqaba, Red Sea. Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, 179 p. (pl. 1-230), Ljubljana.
- Lutz, R.A., 2000**, New eyes on the oceans, deep sea vents. National Geographic. October, 2000, 116-127.
- Lutz, R.A. and Haymon, R.M., 1994**, Rebirth of a deep-sea vent. National Geographic, 186 (5), 114-126.
- Meriç, E., 1986**, Deniz dibi termal kaynakların canlı yaşamına etkisi hakkında güncel bir örnek (Ilıca-Çeşme İzmir). Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 29 (2), 17-21, Ankara.
- Meriç, E. ve Avşar, N., 2001**, Benthic foraminiferal fauna of Gökçeada Island (Northern Aegean Sea) and its local variations. Acta Adriatica, 42 (1), 125-150.
- Meriç, E., Avşar, N., ve Nazik, A., 2002a**, 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., 2002b**, Midilli Adası (Yunanistan-Kuzeydoğu Ege Denizi) bentik foraminifer faunası ve bu toplulukta gözlenen yerel değişimler. Ç. Ü. Yerbilimleri (Geosound), 40-41; 177-193, Adana.
- Meriç, E., Avşar, N., Bergin, F. ve Barut, İ.F., 2003a**, Edremit Körfezi (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) 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., 2003b**, Dikili Körfezi'nde (Kuzey-Doğu Ege Denizi) bulunan üç anormal bentik foraminifer örneği: Peneroplis planatus (Fichtel ve Moll), Rosalina sp. ve Elphidium

- crispum (Linné) hakkında. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 127, 67-81, Ankara.
- Meriç, E., Avşar, N. and Bergin, F., 2004**, 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 p. and 33 plates, İstanbul.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Yokeş, B., and Dinçer, F., 2008a**, A review of benthic foraminifers and ostracodes of the Antalya coast. Micropaleontology, in: Recent benthic foraminifera along the southwest coasts of Antalya (SW Turkey) and the impact of alien species on autochthonous fauna (eds. E. Meriç and M. B. Yokeş), 54 (3-4), 187-197.
- Meriç, E., Avşar, N., and Yokeş, B., 2008b**, Some alien foraminifers along the Aegean and southwestern coasts of Turkey. Micropaleontology, in: Recent benthic foraminifera along the southwest coasts of Antalya (SW Turkey) and the impact of alien species on autochthonous fauna (eds. E. Meriç and M. B. Yokeş), 54 (3-4), 307-349.
- Meriç, E., Avşar, N., Yokeş M.B., Tuğrul A.B., Bayarı S., Özyurt, N., Barut, İ.F., Balkıs, N., Uysal, K., Kam, E., 2008c**, Morphological abnormalities in benthic foraminifers of the Antalya coast. Micropaleontology, 54 (3-4), 241-276.
- Meriç, E., Avşar, N., Mekik, F., Yokeş, B., Barut, İ. F., Dora, Ö., Suner, F., Yücesoy-Eryılmaz, F., Eryılmaz, M., Dinçer, F. ve Kam, E., 2009**, Alibey ve Maden adaları (Ayvalık-Balkesir) çevresi genç çökellerinde gözlenen bentik foraminifer kavkılarındaki anormal oluşumlar ve nedenleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, 52 (1), 31-84, Ankara.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Barut, İ.F., Bergin, F., Balkıs, N., Öncel, M.S. and Kapan-Yeşilyurt, S., 2010a**, The response of benthic foraminifer, ostracod and mollusc assemblages to environmental conditions: a case study from The Camalti Saltpan (Izmir-Western Turkey). Mediterranean Marine Science, 11 (1), 5-32.
- Meriç, E., Avşar, N., Barut, İ.F., Yokeş, M.B., Taş, S., Eryılmaz, M., Dinçer, F., and Bircan, C., 2010b**, Opinions and comments of the benthic foraminiferal assemblages observed around the mineral submarine springs in Kuşadası (Aydın) (yayında).
- Nigam, R., Saraswat, R. and Kurtarkar, S.R., 2006**, Laboratory experiment to study the effect of salinity variations on benthic foraminiferal species-Pararotalia nipponica (Asano). Journal Geological Society of India, 67, January 2006, 41-46.
- Rona, P.A., 1992**, Deep-sea geysers of the Atlantic. National Geographic, 182 (4), 104-109.
- Sellier de Civrieux, J.M., 1970**, Mutaciones recientes del género Peneroplis y relaciones filogénicas con otros Soritidae. Revista Espanola de Micropaleontologia, 11 (1), 5-12.
- Sözeri, B., 1966**, İzmir, Çeşme Ilıcısı plaj kumundaki aktual foraminiferler ve varyasyonları. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 10 (1-2), 143-154, Levha 1-6, Ankara.
- Şaroğlu, F., Ölmez, E. ve Kahraman, S., 2003**, Çanakkale-Tuzla jeotermal alanının aktif tektoniği ve jeotermal sistem ile ilişkisi. 56. Türkiye Jeoloji kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, 171-172, Ankara.
- Thierman, F., Akoumianaki, L., 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.
- Tutkun, S.Z. ve Kürçer, A., 2003**, Etili-Ezine arasında Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun neotektonik özellikleri. Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 10. Yıl Sempozyumu, 15-18 Ekim 2003, Bildiri Özleri Kitabı, 12, Mersin.
- Türkiye Minerallisi Kaynakları (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, 119 s, İstanbul,
- Türkiye Maden Suları (3), Ege Bölgesi, 1974**, İ. Ü. Tıp Fakültesi Hidroklimatoloji Kürsüsü 335 s., Kağıt Basım İşleri, İstanbul.
- 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, Abstracts, 343.