

## Saros Körfezi Kuzeyi Harmantaşı Mevkii Denizaltı Yükseltisi, Yeraltı Su Kaynağı ve Çökellerinin Özellikleri

### *Submarine Hill, Underwater Spring and Sediment Characteristics of the Harmantaşı Locality, Northern Saros Gulf*

Fulya Yücesoy ERYILMAZ Mersin Ü. Mühendislik Fak. Jeoloji Mühendisliği Böl. Çiftlikköy 33343 Mersin  
Mustafa ERYILMAZ Mersin Ü. Mühendislik Fak. Jeoloji Mühendisliği Böl. Çiftlikköy 33343 Mersin  
Engin MERİÇ Moda, Hüseyin Bey Sokak, 15/4, Kadıköy 34710 - İstanbul  
Niyazi AVŞAR Çukurova Ü. Mühendislik- Mimarlık Fak. Jeoloji Mühendisliği Böl.  
Balcalı 01330 Adana

#### ÖZ

Bu çalışmada Saros Körfezi kuzeyinde, kıyının yaklaşık 1 deniz mili açığında ve 30 m su derinliğinde yer alan 17 m yüksekliğe sahip Harmantaşı denizaltı yükseltisi, burada yüzeyleyen yeraltı suyu ile bunların deniz suyuna ve çökele etkisi incelenmiştir. Bunun için söz konusu tepeden belirli hatlar boyunca alınan su örneklerinde sıcaklık, tuzluluk, pH, çözülmüş oksijen ölçülmüş ve çökel örneklerinde organik karbon, toplam karbonat, ağır metal analizleri (Fe, Mn, Cu, Ni, Zn) ile foraminifer tür tayinleri yapılmıştır.

Çalışılan 4 hat boyunca ölçülen su parametrelerinden yararlanarak belirli noktalarda yeraltı suyu çıkışı belirlenmiştir. Ölçüm derinliğinin yüzey suyu ile orta derinlik suyu arasındaki geçiş bölgesinde bulunması ve akıntı döngüsünün yüzey, orta, dip sularında farklı yön ve hızda olması açığa çıkan yeraltı suyunun dağılım hız ve yönünü etkileyebilmektedir.

4 hat boyunca alınan yüzey çökel örneklerinde organik karbon %0,5-%2 arasında değişmektedir. Çalışılan 41 adet örnekte CaCO<sub>3</sub> %6-%83 aralığında ölçülmüştür ve ortalaması %44'tür. Özellikle merkeze yakın istasyonlarda bulunan yoğun kavkının varlığı CaCO<sub>3</sub> in yüksek konsantrasyonda bulunmasına sebep olmuştur. Ancak, denizaltı yükseltisinin derin kısımlarına doğru CaCO<sub>3</sub> in kaynağı daha çok litojeniktir. CaCO<sub>3</sub> artışının olduğu yerlerde organik karbon düşmektedir. Aynı zamanda karbonatın yüksek olduğu örneklerde çoğunluğu kavkı olan kum boyu taneler yoğun iken, çamur boyu malzemenin arttığı istasyonlarda organik karbon artmaktadır.

Metal konsantrasyonları sedimanter kayaç ortalamaları ile uyumludur. Yüzey çökellerinde analiz edilen 5 ağır metal (Cu, Zn, Ni, Mn, Fe) çalışma alanında benzer dağılımlar göstermektedir. Çalışılan 42 çökelin bazılarında (örneğin I-30, II-30, IV-70) belirgin metal artışı vardır. Her metal kendi içinde değerlendirildiğinde ise noktasal farklılıklar belirgindir (örneğin I-60 istasyonunda Ni yüksek, Zn düşük konsantrasyonda). Harmantaşı denizaltı yükseltisinin KB bölümü metal içeriği KD'ya göre daha fazladır. Denizaltı yükseltisinin morfolojisindeki farklılıklar, kabuklu canlıların belirli noktalarda yoğun olarak bulunması, akıntı hız ve yönündeki farklılıklar ağır metal konsantrasyonunu belirleyen inorganik çökel birikimini etkilemektedir.

Foraminifer türlerinden kalker kavkılı hauerinid tipler kaynak merkezi ve yakın çevresinde bol olarak bulunmakta ve kaynaktan uzaklaştıkça aglutinant kavkılı texturalıid formların çoğaldığı gözlenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır metal, denizaltı tatlısu kaynağı, foraminifer, güncel çökel, sualtı yükseltisi, Saros Körfezi

**ABSTRACT**

*This paper presents a study of the 17 meters high Harmantaşı submarine hill, located 1 mile offshore and at 30 meters depth in the north of the Saros Gulf, the underwater springs surfacing there and their impact on seawater and sediments. For this purpose water and sediment samples were taken along lines, and temperature, salinity, pH, DO and organic carbon, total carbonate and heavy metals (Fe, Mn, Cu, Ni, Zn) were analyzed. Also the foraminifer types were determined.*

*At some specific points along the 4 lines studied, underwater freshwater springs are found with the help of analyzed water parameters. The measurement depth being between surface water and mid depth water, and the cycle currents having different directions and speeds on the surface, mid and bottom levels, effect the spreading speed and direction of the freshwater:*

*Organic carbon content in surface sediment samples from 4 lines, is at acceptable varies between 0,5%-2%. In 41 of the samples, CaCO<sub>3</sub> is measured between 6%-83% and the average is 44%. Especially intensive shell existence in the stations close to the center caused higher concentrations of CaCO<sub>3</sub>. However at the lower parts of the submarine hill the source of CaCO<sub>3</sub> is more lithogenic. In the stations where an increase in CaCO<sub>3</sub> is found, there is a decrease in organic carbon content. Also in the samples with high carbonate contents, sand-sized grains from shells are abundant, whereas in the stations with dominant mud sized grains the organic carbon contents are high.*

*Metal concentrations match well with the average compositions of sedimentary rocks. General distribution of the 5 measured heavy metals (Cu, Zn, Ni, Mn, Fe) are supporting each other. There is metal increase in some of the 42 samples studied (for example I-30, II-30, IV-70). Whereas, when each metal is elevated within itself, pointal differences are clear (for example: in the station I-60, Ni high, Zn low concentration). Metal contents of the northwestern part of the Harmantaşı submarine hill are relatively higher when compared with those from the northeastern part. Changes in the submarine hill's morphology are reflected in abundant occurrences of shelled organisms at some stations, and differences in speed and direction of currents, influence the accumulation of inorganic sediments, which determines the heavy metal concentration.*

*From the foraminifer species, CaCO<sub>3</sub> shelled Haurenid types exist abundantly in spring centers and nearby. Farther away, agglutinant shell textulariid forms are increased.*

**Key Words:** *Heavy metal, submarine freshwater spring, foraminifer, recent sediment underwater hill, Gulf of Saros*

**GİRİŞ**

Denizlerin tatlı su kazanımı doğal olarak yağmur, nehir, buzul ve deniz altından boşalan yeraltı suyu aracılığı ile gerçekleşir. Denizlerin karalardan tatlı su kazanımı yaklaşık 40.000 km<sup>3</sup> kadardır. Bunun yaklaşık 1.500 km<sup>3</sup> ü yeraltı suyunun deniz kenarı veya sığ deniz tabanında boşalımı ile gerçekleşir (Flint ve Skinner, 1974). Ayrıca, kent ve endüstriyel sıvı atıklarının deşarj sistemleri de denize, deniz suyundan çok farklı içerikte sıvı boşaltmaktadır. Ancak, yerel olarak su kalitesini etkileyen bu aktivite tatlı su özelliğinden çok, kirletici niteliği ile önemlidir.

Yeraltı su tablasının yeryüzünü kesmesi ile oluşan kaynak deniz tabanında da benzer mekanizma ile; taban eğimi, litolojinin sonlanması-tektonizma ile

kesikliğe uğraması veya yeraltı su tablasının yüzeylemesi ile gerçekleşir. Vadoz suların yeryüzünden süzülmesi ile oluşan yeraltı suları karasal ortamda en fazla alüvyon litolojide süzülür, kireçtaşı gibi kolay eriyen litolojide ise erime boşlukları veya çatlaklardan ilerler.

Denizaltı tatlı su kaynakları kıyıda, kıyıya yakın veya sığ şelf alanlarında gerçekleşir. Denizle temasta olan kayalarda yeraltı suyu doğal olarak ulaşabileceği en düşük kot olan deniz seviyesine doğru hareket eder. Karstik olmayan ortamlarda bu hareket deniz-kara ara yüzeyinin her bölümünde hemen hemen eşit miktarda (yaygın olarak), karstik ortamlarda ise akım ağacı yapısından (ki bu yapı çatlaklı, kırıklı zayıf zonları tercih eder) dolayı akış ancak bazı alanlarda (yerel

olarak) gerçekleşir. Bu durumun doğal bir sonucu olarak karstik kayaların denizle temas yüzeylerinde yerel yeraltı suyu boşalmaları olur (Öztan vd., 2004).

Türkiye'nin en önemli karstik kuşağı olan Toros Dağları güney yamacı yer yer denize kadar ulaşarak jeolojik yapının uygun olduğu alanlarda denize yeraltı suyu boşalımı yaygın olarak gerçekleşmektedir (Öztan vd., 2004). Akdeniz bölgesinde ilk olarak Günay (1965; 1968; 1971), Khout (1977) karstik alanlardan denize tatlı su boşalımı ile ilgili çalışmışlardır. Daha sonra Elkhatab, 1987'de Mersin bölgesinde, 1992'de ise Kaş-Kalkan civarında çalışmıştır. Kurttaş vd. (1999; 2000), Bayarı ve Kurttaş (2002) denize boşalan yeraltı sularını kimyasal ve izotopik veriler ile incelemişlerdir. Aydınçık-Taşucu dolayındaki denizde tatlısu çıkışları Hamarat vd. (1998) tarafından incelenmiştir.

Meriç, vd. (2002a) Saros Körfezi Harmantaşı Mevkii'nden alınan çökellerde foraminifer türlerini belirleyerek tatlı su çıkışı ile ilgili ön bulguları irdelemiştir. Meriç vd. (2001) Gökçeada sığ deniz alanlarında; Meriç (1986), Avşar ve Meriç (2001a) İzmir Karaburun Yarımadası'nda; Meriç ve Suner (1995), İzmit Körfezi, Hersek Burnu-Kara Burun Kuvaterner istifinde; Meriç vd. (2002b; 2003a, b) Midilli Adası kıyılarında, Dikili Kanalı'nda ve Edremit Körfezi'nde; Meriç vd. (2002c) Bozcaada sığ deniz alanlarında yeraltı suyu ve/veya termal su çıkışına bağlı ortamsal ve biyolojik çeşitlilikteki değişimleri çalışmışlardır.

Türkiye denizlerinde gerçekleştirilen karstik alanlardan denize tatlı su boşalımı benzeri çalışmalara çeşitli coğrafyalarda da gerçekleştirilmiştir. Povinec vd. (2006) Sicilya güney batısı deniz tabanında yüzeyleyen yeraltı suyunun özelliklerini, Di Sipio vd. (2006) Venedik Körfezi'nde yer altı suyu sistemlerini jeofiziksel bilgiler ışığında çalışmıştır. Varnavas vd. (1999) Yunanistan denizaltı termal su çıkışının çökeldeki etkilerini belirlemişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, yeraltı suyu kaynaklarının, deniz tabanında, deniz suyu ortamında açığa çıkmasıyla oluşabilecek ortamsal değişimleri ve/veya ortam özelliklerinden etkilenebilme (akıntı, derinlik gibi) derecesini, Saros Körfezi Harmantaşı denizaltı yükseltisi örneği ile irdelemektir.

## **SAROS KÖRFEZİ VE HARMANTAŞI MEVKİİ DENİZALTI YÜKSELTİSİNİN OŞİNOGRAFİK VE JEOLJİK ÖZELLİKLERİ**

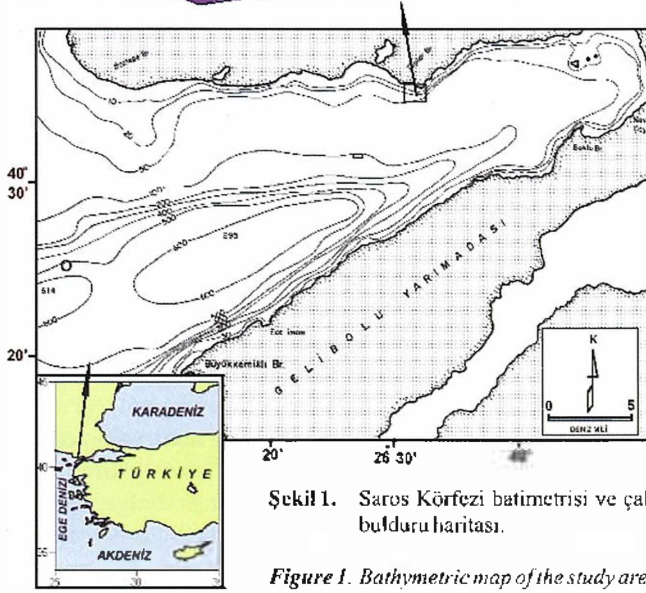
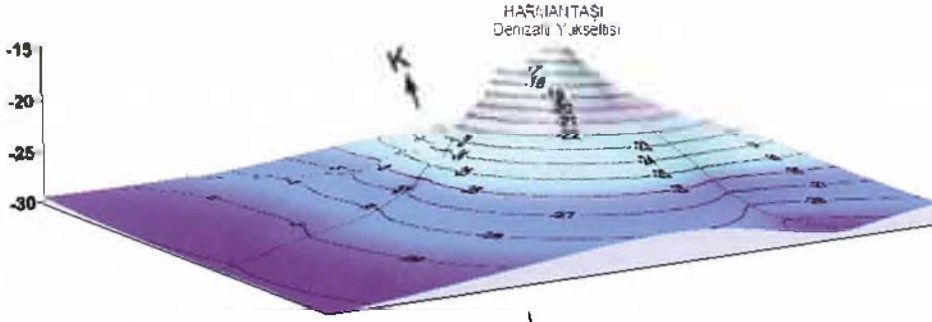
### **Saros Körfezi ve Harmantaşı Denizaltı Yükseltisinin Batimetrisi**

Saros Körfezi kuzey ve güneyi asimetric eğime sahiptir. Kuzey bölümü daha yumuşak eğimle derinleşirken güney bölümü oldukça dik bir eğimle derinleşmektedir (Şekil 1). Saros Körfezi kıyılarında bölge topografyası ve litolojisine bağlı yer yer falezler gelişmiştir (SHOD, 1980). Falezli kıyı alanlarından biri de çalışma bölgesinin kuzeyinde yer alan Harman Tepesi'nin denize ulaştığı kıyı bölgesindedir. Bu falez kıyı litolojisinin denizde de devam ettiğinin önemli belirteçidir.

Çalışma alanı Saros Körfezi'nin genel batimetrik yapısına uymayan bir yükselti oluşturmaktadır (Şekil 1). Saros Körfezi'nin kuzeydoğusunda yer alan Saros Adaları dışında deniz içinde Harmantaşı denizaltı tepesine benzer yükselti yoktur (SHOD, 1980).

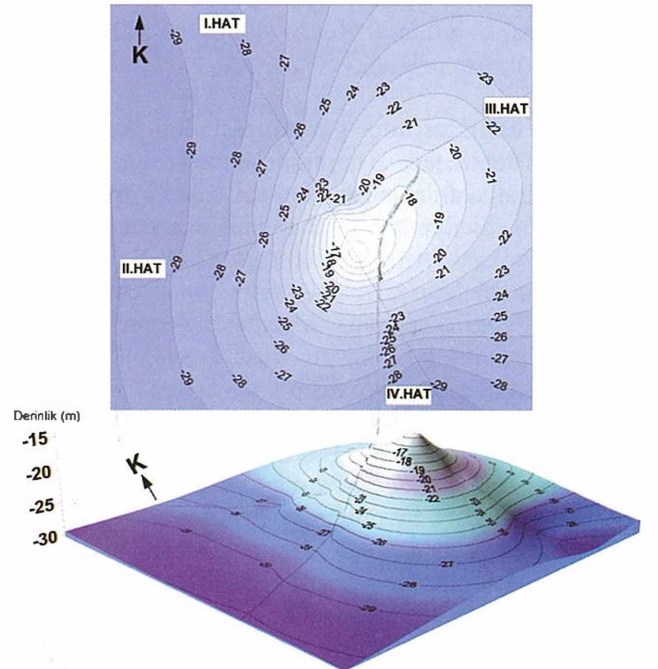
Kıyıya yakın bu çeşit deniz altı tepeliklerinin kara jeolojisinin devamı niteliğinde olma ihtimali yüksektir. Zaman zaman bölge tektonizmasının da etkisiyle deniz altı yükselteleri gerçekleşir. Denizlerde tepelik oluşumunun çeşitli nedenleri vardır. Gemi batığı, su döngülerinin kesildiği noktalar, kabuklu organizma yığılmasının fazla olduğu yerler, deniz altı çamur volkanizması veya küçük ölçekli volkanik faaliyetler de deniz altı tepeleri oluşturabilir. Ancak, çalışma bölgesinin çok sığ olması, söz konusu oluşumun kara litolojisi devamı ve yerel tektonizma etkisiyle oluştuğunu göstermektedir (Şekil 2). Ayrıca, kaynaktan yeraltı suyu çıkışının varlığı bu görüşü desteklemektedir (Şekil 3).

Kurt vd. (2000) sismik kayıtlarında çalışma bölgesinin güney batısında Miyosen yaşlı sedimanter birimi çökelin en üstünde ayırtlanmış daha sonra Palcojen özellikle Eosen yaşlı birimleri temel kaya olarak belirlemişlerdir. Çalışma alanının karaya çok yakın olması, sığ denizde yer alması ve çalışma verileri Harmantaşı denizaltı tepesinin Miyosen öncesi çökellerden oluştuğunu desteklemektedir.



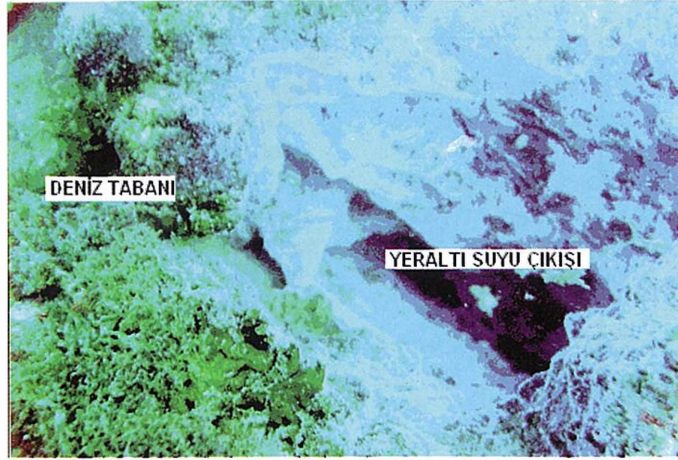
Şekil 1. Saros Körfezi batimetrisi ve çalışma alanının (Harmantaşı denizaltı yükseltesi) yer buldurma haritası.

Figure 1. Bathymetric map of the study area showing location of the Harmantaşı submarine hill



Şekil 2. Harmantaşı denizaltı yükseltesinin batimetrisi ve 3 boyutlu görüntüsü.

Figure 2. Bathymetry of the Harmantaşı submarine hill and its 3D-image.



Şekil 3. Harmantaşı Mevki denizaltı yükseltisinde yeraltı suyu çıkışı.

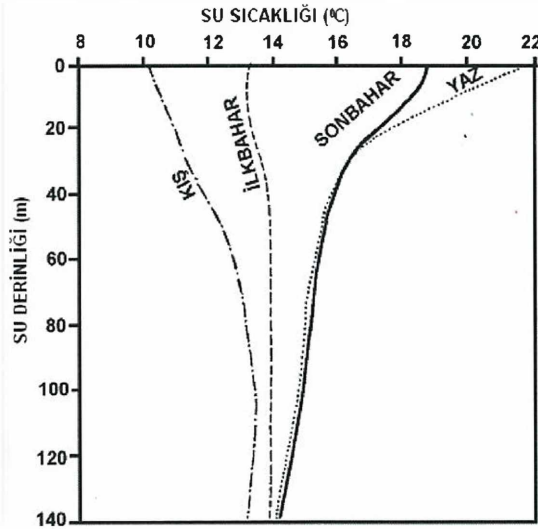
Figure 3. Discharge of groundwater on the submarine Harmantaşı mound.

### Saros Körfezi ve Harmantaşı Denizaltı Yükseltisi Çevresi Deniz Suyunun Özellikleri

Saros Körfezi'nde atmosferik koşullardan etkilenen su, yüzeyden itibaren yaklaşık 25 metre derinliğe kadar ulaşır ve yüzey suyu olarak isimlendirilir. 30 metre derinlikten itibaren karışım suyu, daha sonrada atmosferik koşullardan etkilenmeyen dip suyu yer almaktadır.

Saros Körfezi suyunun mevsimlik ortalama sıcaklık değişimi Şekil 4'te verilmiştir. Buna göre Saros Körfezi'nde yüzey suyu sıcaklığı 10 ila 22 °C arasında

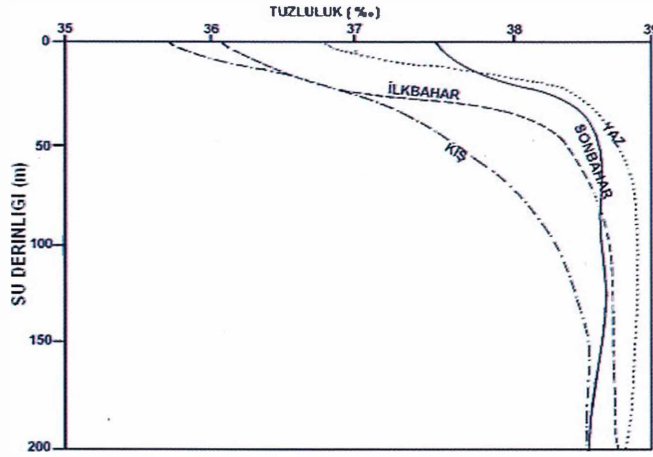
atmosferik koşullara bağlı olarak değişmektedir. Yaz ve sonbahar aylarında çok belirgin olan termoklin seviyesi 25-30 m arasındadır. 30 metreden sonra su sıcaklığı 13-16 °C civarındadır ve derinlik arttıkça bu aralık daralmaktadır (Meriç vd., 2004a). Körfez suyunun mevsimlik tuzluluk grafiği Şekil 5 te görülmektedir. Yüzey suyu tuzluluğu mevsimlere bağlı olarak ‰35,8 ile ‰37,5 arasında değişmektedir. 25-30 m den itibaren haloklin başlamakta ve 40. metrelerde dip suyu sabit tuzluluğa geçmektedir (~‰38,8) (Eryılmaz ve Yücesoy Eryılmaz, 2003).



Şekil 4. Saros Körfezi mevsimlik su sıcaklığı (Eryılmaz ve Yücesoy Eryılmaz, 2003).

Figure 4. Seasonal water temperature of the Saros Gulf (Eryılmaz and Yücesoy Eryılmaz, 2003).





Şekil 5. Saros Körfezi mevsimlik deniz suyu tuzluluğu (Eryılmaz ve Yücesoy Eryılmaz, 2003).

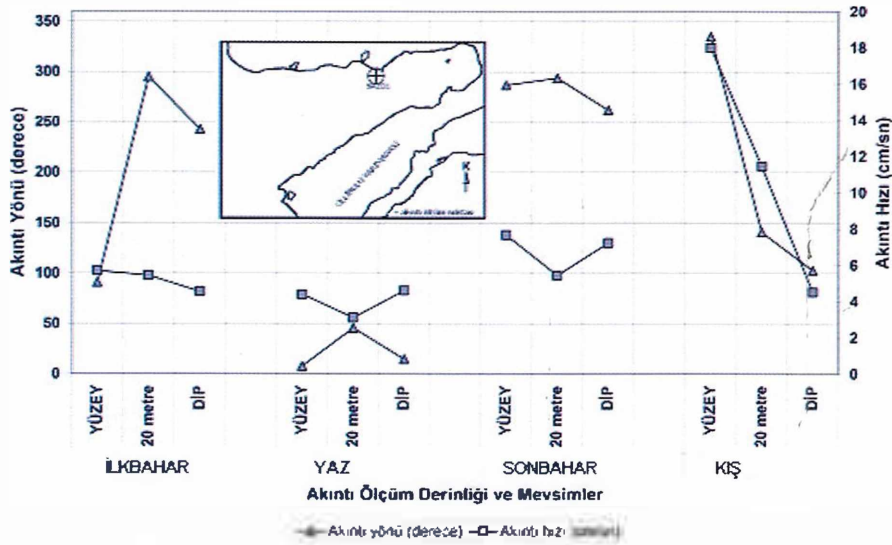
Figure 5. Seasonal water salinity of the Saros Gulf (Eryılmaz and Yücesoy Eryılmaz, 2003).

Uzun süreli esen rüzgarlara bağlı olarak gelişen yerel akıntılar, kuzeydeki Meriç Nehri'nin bol yağışlı mevsimlerde yoğunluk farkından dolayı akıntı oluşturması ve Çanakkale Boğazı'ndan çıkan Karadeniz suyunun kuzeye dönerek Saros Körfezi'ne girmesi bölgenin genel akıntı yapısını etkileyen faktörlerdir (Eryılmaz ve Yücesoy Eryılmaz, 2003).

Çalışma bölgesine yakın bir noktada dört mevsimde, yüzey, 20 metre ve dipten alınan akıntı verileri Şekil 6 da görülmektedir. Buna göre kış mevsiminde derinliğe bağlı akıntı hızı ve yönü değişimi diğer

mevsimlerde gözlenmemektedir. Atmosferik koşulların etkilediği yüzey suyu akıntı hızı beklenildiği gibi en az yaz aylarında ölçülmektedir.

Çalışılan örneklerin yaz mevsiminde alındığı göz önüne alınırsa bu mevsimde akıntı hızı 3-5 cm/sn dir (Şekil 6). Akıntı hızının en az olduğu bu mevsimde akıntı yönü kuzeybatı istikametindedir. Yüzey ve 20 m su derinliği arasında hız ve yönde önemli bir değişiklik olmamaktadır. Ancak, kış mevsiminde yüzey suyu ile 20 metre derinlikteki suda ölçülen hız ve yön değişimi çok fazladır (Şekil 6).



Şekil 6. Saros Körfezi'nde derinliğe bağlı mevsimlik akıntı değişimi (Eryılmaz ve Yücesoy Eryılmaz, 2003).

Figure 6. Seasonal water currents of the Saros Gulf in relation to water depths (Eryılmaz and Yücesoy Eryılmaz, 2003).

### Saros Körfezi ve Çevresinin Jeolojisi

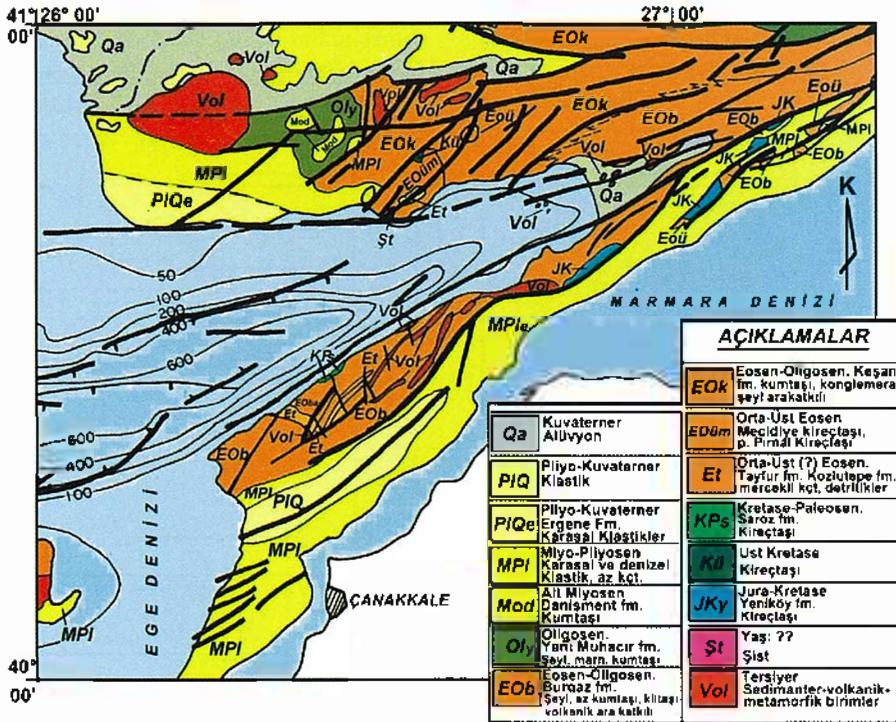
Trakya Havzası ve Saros Körfezi'nin oluşumu ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Özellikle geçmiş yıllarda kara jeolojisi ile yapılan bu çalışmalar (Sümengen ve Terlemez, 1991) son yıllarda deniz jeolojisi ile ön plana çıkmıştır. Çağatay vd. (1998) Saros Körfezi'nin jeolojik oluşumunu kara ve deniz çalışmalarını birleştirerek açıklamışlardır. Saatçılar vd. (1999), Kurt vd. (2000), Yaltrak ve Alpar (2002) Saros Körfezi'nden alınan sismik kayıtlarla körfezin tektonik gelişimini, Ege Denizi, Marmara Denizi ve çevresinde gelişen tektonizmanın Saros Körfezi'ne etkisini araştırmışlardır. Eryılmaz ve Yücesoy Eryılmaz (2003) Saros Körfezinin oşinografik özellikleri ile güncel çökellerini ve Meriç vd. (2004a) Saros Körfezi güncel çökellerinde çökel dağılımını haritalayarak foraminifer topluluklarını belirlemişlerdir. San ve Çağatay (2001) Saros Körfezi güncel çökellerinin ağır metal dağılımlarını çalışmışlardır. Ocakoğlu vd. (2006) Saros Körfezi dip çökellerinin sedimentolojisini incelemişlerdir.

Ege Denizi kuzey doğusunda yer alan Saros Körfezi Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) üzerinde oluşan bir

grabendir (Şekil 7). Eryılmaz (1996) yapmış olduğu çalışmada, Saros Körfezi'ni çevreleyen birimleri Şekil 7 de görüldüğü gibi kuzeyde Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal ile sığ denizel klastik ve karbonat çökeller, Orta-Üst Eosen yaşlı resifal karbonatlar, Eosen-Oligosen yaşlı Keşan Formasyonu (konglomera, şeyl arakatlı kumtaşı), güneyde yine Eosen-Oligosen yaşlı Burgaz Formasyonu (kumtaşı, kilitaşı ve volkanik arakatlı şeyl) ile sınırlamıştır.

Saros Körfezi'nin oluşumunu sağlayan fay sistemleri KD-GB doğrultusunda çeşitli derecelerde açılara sahip aktif ve/veya pasif olup, hem karada hem de denizde bulunmaktadır (Şekil 7).

Çalışılan denizaltı tepesinin kuzey-kuzeydoğusunda Oligosen kireçtaşı, Eosen yaşlı kireçtaşından Çınarlı Dere ve getirdiği alüvyon ile ayrılmaktadır. Keza, bu durum Tüysüz vd. (1998) ve Eryılmaz (1996) tarafından KD-GB doğrultulu fay ile desteklenmiştir (Şekil 7). Çalışma alanının hemen kuzeyinde karada yer alan Çınarlı Dere, Harman Tepe sırtlarının deniz kenarında oluşturduğu falezlere yakın bir yerde denize boşalmaktadır.



Şekil 7. Saros Körfezi ve çevresinin jeoloji ve tektonik haritası (Eryılmaz, 1996).

Figure 7. Geologic and tectonic map of the Saros Gulf (Eryılmaz, 1996).

## ÖRNEKLEME VE ANALİZ YÖNTEMLERİ

Çalışma alanı Saros Körfezi'nin kuzeyinde Toplar Burnu'nun yaklaşık 1 deniz mili açıklarında yer almakta ve 30 metre su derinliğinde başlayan ve 15 metre su derinliğine kadar yükselen Harmantaşı deniz altı yükseltisini kapsamaktadır (Şekil 1).

Ağustos 2001 tarihinde BÜSAS (Boğaziçi Üniversitesi Sualtı Sporları) katılımı ile 200 metre uzunluğunda KB-GD doğrultusunda ve yine 200 metre uzunluğunda GB-KD doğrultusunda yaklaşık 5- 10 metre aralıklarla 41 adet yüzey çökel örneği dalgıçlar tarafından alınmıştır (Şekil 8). Merkez noktasında birbirini kesen iki hattan oluşan örnek noktaları merkez noktasına göre I, II, III ve IV olarak adlandırılmıştır. GB-KD doğrultusunda yer alan II ve III hatlara karşılık I ve IV. hatlar KB-GD konumudur (Şekil 8). Örnekler merkezden itibaren 5 veya 10 metre aralıklarla alındığı için hat numaraları ve mesafe aralıkları ile isimlendirilmişlerdir (örn. I-5, II-25, III-100 gibi).

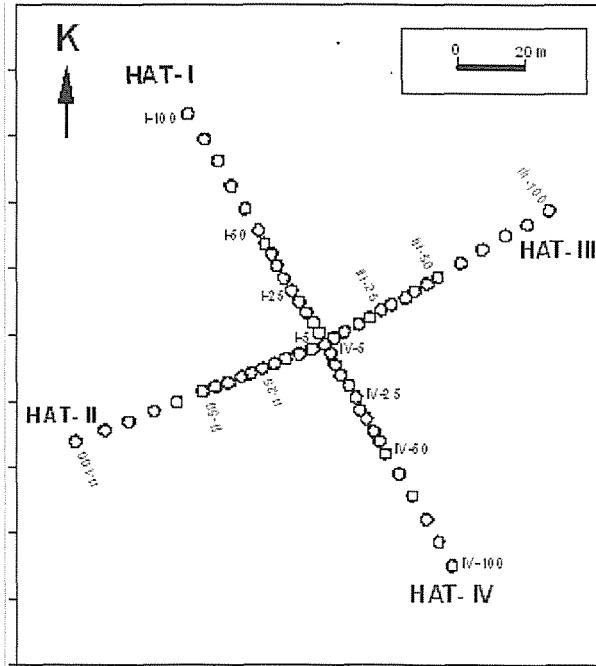
Alınan yüzey çökel örneklerinde organik karbon (Gaudette vd, 1974), toplam karbonat (Martin, 1972)

ve ağır metal (Fe, Mn, Zn, Ni, Cu) (Loring and Rantala, 1988; 1992) analizleri yapılmıştır. Ayrıca 5 gr örnekte foraminiferlerin tür tayinleri belirlenmiştir.

Dip çökel örneği alımı sırasında, aynı hatlardan, deniz tabanına yakın sudan da örnek alınarak (su örnekleme şişeleri ile) tuzluluk, çözülmüş oksijen, pH ve sıcaklık ölçülmüştür. Su sıcaklığı deniz termometresi kullanılarak yerinde ölçülmüştür. Tuzluluk klorür tayini ile gerçekleştirilmiştir. Çözülmüş oksijen Winkler metodu ile pH ise pH metre ile ölçülmüştür.

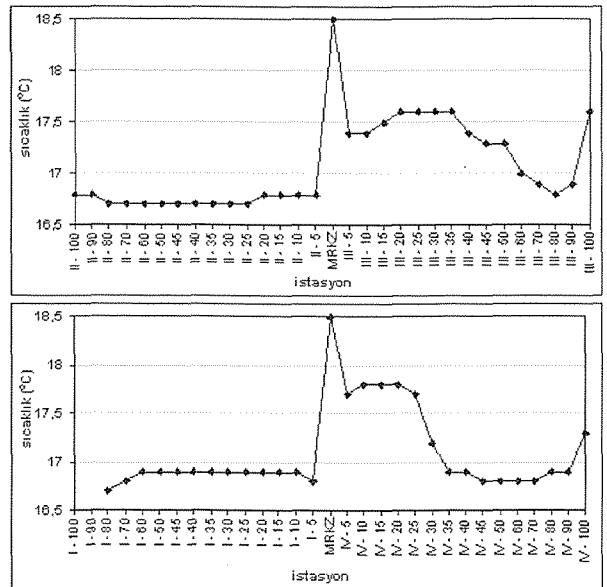
## Örnek Hatlardaki Su Özellikleri

Şekil 9'da görüldüğü üzere, II ve III no'lu hatlardan oluşan doğrultuda merkez noktasına kadar II hat boyunca taban suyu sıcaklığı sabite çok yakındır (16,8 °C). Merkez noktasında 18,5 °C ile pik yapan su sıcaklığı III. hat boyunca 17,5 °C civarında seyretmektedir. I ve IV no'lu hatların oluşturduğu doğrultuda su sıcaklığı I. hatta sabit iken merkezden itibaren IV. hatta 30 m'ye kadar yüksek (17,8 °C) seyretmekte, sonra tekrar normal deniz suyu sıcaklığına inmektedir. Şekil 10 da ölçülen taban suyunun sıcaklık verilerinin alansal dağılımı görülmektedir.



Şekil 8. Su ve yüzey çökel örnekleri alım noktaları.

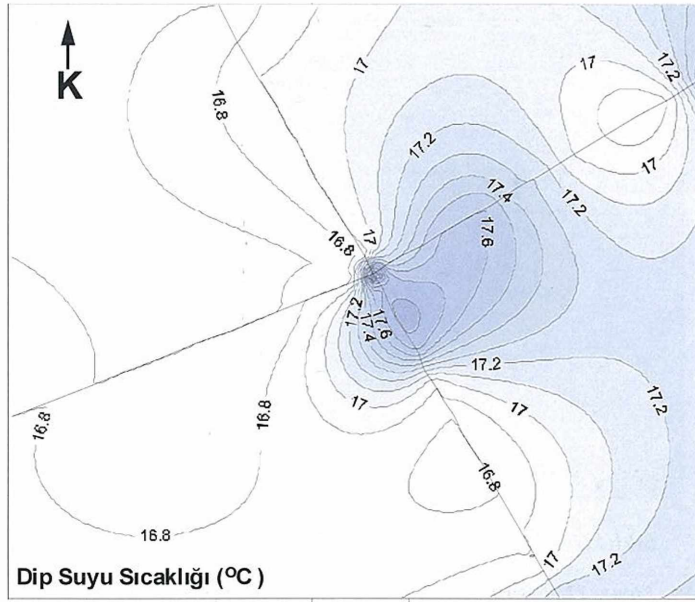
Figure 8. Sampling stations for water and sediments.



Şekil 9. Örnekleme hatları boyunca dip suyunda sıcaklık değişimi.

Figure 9. Change of bottom water temperature along sample lines.



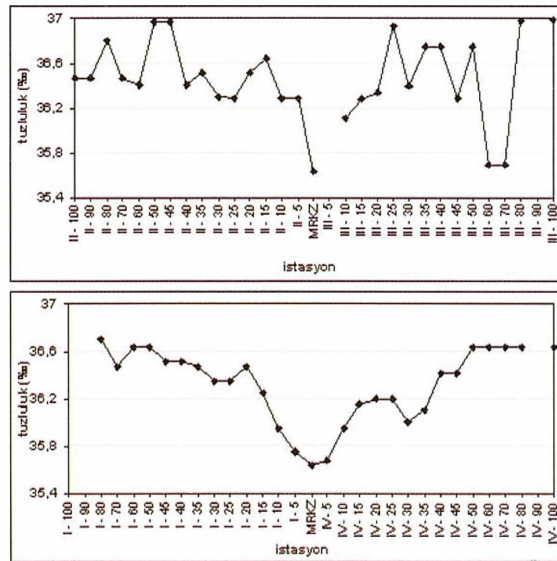


Şekil 10. Çalışma alanı taban suyunda sıcaklık dağılımı.

Figure 10. Distribution of bottom water temperature in the study area.

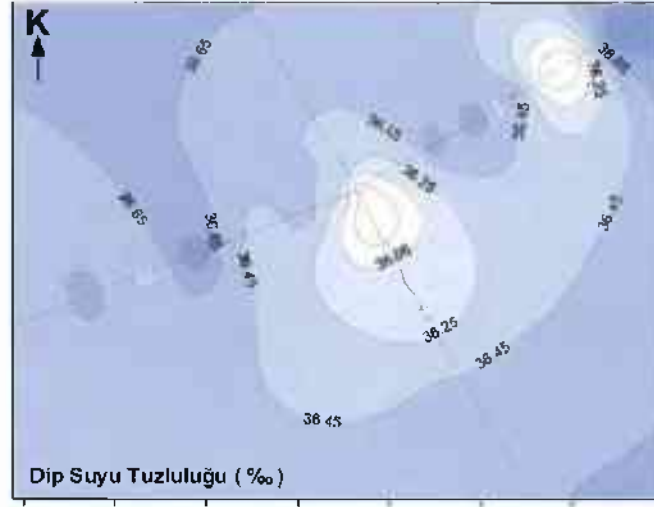
Şekil 11 de taban suyunda ölçülen tuzluluk verilerinin çizgisel değişimi görülmektedir. II ve III nolu hatların tuzluluk verileri ‰36 ile ‰37 arasında salınım gösterirken, merkez ve III-60 ve III-70 noktalarında ‰36'nın altına düşmektedir. I-IV hattında tuzluluk merkez noktasında minimuma ulaşmaktadır (‰35,64). Şekil 11 de yer alan hatlar boyunca

tuzluluk değişiminden de görüldüğü gibi merkeze yaklaştıkça tuz konsantrasyonu azalmaktadır. Deniz suyunun seyrelmesi ile oluşan bu düşüş merkez noktasında sonlanmaktadır. Şekil 12 ise taban suyundaki tuzluluk değişiminin alansal dağılımı görülmektedir.



Şekil 11. Örneklem hatları boyunca dip suyunda tuzluluk değişimi.

Figure 11. Change of bottom water salinity along sample lines.

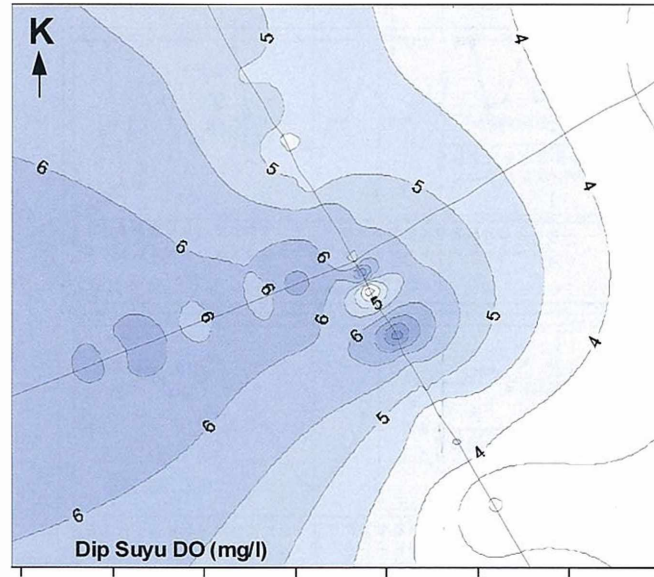


Şekil 12. Çalışma alanı dip suyunda tuzluluk dağılımı.

Figure 12. Distribution of bottom water salinities in the study area.

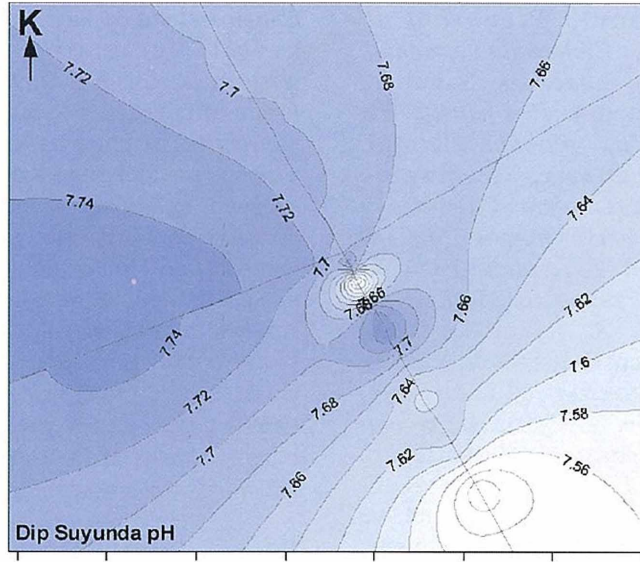
I ve II no'lu hatlar boyunca dip suyunda ölçülen çözülmüş oksijen ve pH değerleri Şekil 13 ve Şekil 14 te verilmiştir. Çözülmüş oksijen, Harmantaşı denizaltı yükseltisinin taban suyunda 8 ila 2 mg/l gibi geniş aralık göstermektedir. Ancak çalışma alanında çözülmüş oksijen ortalama 6 mg/l dir. Atmosferle gaz alışverişinin fazla olduğu bu su seviyesinde aynı zamanda fotosentez ile oksijen üretimi de fazladır

ancak düşük oksijenli yeraltı suyu çıkışının ve organik yığılmanın fazla olduğu noktalarda, deniz suyunda çözülmüş oksijen miktarı düşmektedir. Çalışılan noktalarda pH 7,5 ile 7,75 aralığındadır. pH deniz suyunda ortalama 7,8 kabul edilir ve değişim aralığı 7,5-8,4 tür. Deniz suyunda pH'ı etkileyen en önemli etken ise sudaki çözülmüş karbondioksitir (Mutluay ve Demirak, 1996).



Şekil 13. Çalışma alanı dip suyunda çözülmüş oksijenin dağılımı.

Figure 13. Distribution of dissolved oxygen in bottom waters of the study area.



Şekil 14. Çalışma alanı dip suyunda pH dağılımı.

Figure 14. Distribution of pH values in bottom waters of the study area.

#### Harmantaşı Bentik Foraminifer İçeriği

46 çökel örneğinde foraminifer tayini yapılmıştır. Buna göre foraminiferlerden 37 familya, 31 altfamilya, 63 cinse ait *Lagenammina fusiformis* (Williamson), *Hyperammina friabilis* Haake, *Ammodiscus planorbis* Höglund, *Reophax scorpiurus* Montfort, *Ammoscalaria pseudospiralis* (Williamson), *Spiroplectammina sagittula* (d'Orbigny), *Eggerelloides scabrus* (Williamson), *Textularia bocki* Höglund, *T. truncata* Höglund, *Connemarella rudis* (Wright), *Spirillina vivipara* Ehrenberg, *Vertebralina striata* d'Orbigny, *Nubecularia lucifuga* Defrance, *Adelosina cliarensis* (Heron-Allen ve Earland), *A. duthiersi* Schlumberger, *A. elegans* (Williamson), *A. mediterraneanensis* (le Calvez J. ve Y.), *A. partschi* (d'Orbigny), *A. pulchella* d'Orbigny, *Spiroloculina angulosa* Terquem, *S. depressa* d'Orbigny, *S. dilatata* d'Orbigny, *S. excavata* d'Orbigny, *S. ornata* d'Orbigny, *S. tenuiseptata* Brady, *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny), *S. irregularis* (d'Orbigny), *Cycloforina contorta* (d'Orbigny), *C. villafranca* (le Calvez, J. ve Y.), *Lachlanella bicornis* (Walker ve Jacob), *L. undulata* (d'Orbigny), *L. variolata* (d'Orbigny), *Massilina gualtieriana* (d'Orbigny), *M. secans* (d'Orbigny), *Quinqueloculina berthelotiana* d'Orbigny, *Q. bidentata* d'Orbigny, *Q. disparilis* d'Orbigny, *Q. jugosa* Cushman, *Q. laevigata* d'Orbigny, *Q. lamarckiana* d'Orbigny, *Q. limbata* d'Orbign, *Q. seminula* (Linnè), *Miliolinella*

*elongata* Kruit, *M. semicostata* (Wiesner), *M. subrotunda* (Montagu), *M. webbiana* (d'Orbigny), *Pseudotriloculina laevigata* (d'Orbigny), *P. oblonga* (Montagu), *P. rotunda* (d'Orbigny), *P. sidebottomi* (Martinotti), *Triloculina bermudezi* Acosta, *T. marioni* Schlumberger, *T. plicata* Terquem, *T. schreiberiana* d'Orbigny, *T. tricarinata* d'Orbigny, *Sigmoidinella costata* (Schlumberger), *Articulina carinata* Wiesner, *Lenticulina cultrata* (Montfort), *Lagena striata* d'Orbigny, *Polymorphina* sp. 1, *Polymorphina* sp. 3, *Fissurina sidebottomi* Buchner, *Brizalina spatulata* (Williamson), *B. striatula* (Cushman), *Cassidulina carinata* Silvestri, *Globocassidulina subglobosa* (Brady), *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez, *Bulimina elongata* d'Orbigny, *B. marginata* d'Orbigny, *Reussella spinulosa* (Reuss), *Valvulineria bradyana* (Fornasini), *Eponides concameratus* (Williamson), *Stomatorbina concentrica* (Parker ve Jones), *Neoepionides bradyi* Le Calvez, *Gavelinopsis praegeri* (Heron-Allen ve Earland), *Neoconorbina terquemi* (Rzchak), *Rosalina bradyi* Cushman, *R. floridensis* (Cushman), *R. globularis* d'Orbigny, *R. obtusa* d'Orbigny, *Pararosalina dimorphiformis* McCulloch, *Conorbella imperatoria* (d'Orbigny), *Planoglabratella opercularis* (d'Orbigny), *Siphonina reticulata* (Czjzek), *Discorbinella bertheloti* (d'Orbigny), *Cibicides advenum* (d'Orbigny), *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob), *Cyclocibicides*

*vermiculatus* (d'Orbigny), *Planorbulina mediterraneensis* d'Orbigny, *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny), *Acervulina inhaerens* Schultze, *Planogypsina acervalis* (Brady), *P. squamiformis* (Chapman) *Sphaerogypsina globula* (Reuss), *Asterigerinata adriatica* Haake, *A. mamilla* (Williamson), *Nonion depressulum* (Walker ve Jacob), *Astrononion stelligerum* (d'Orbigny), *Melonis pompilioides* (Fichtel ve Moll), *Pararotalia spinigera* (Le Calvez), *Ammonia compacta* Hofker, *A. parkinsoniana* (d'Orbigny), *A. tepida* Cushman, *Challengerella bradyi* Billman, Hottinger ve Oesterle, *Criboelphidium poeyanum* (d'Orbigny), *Porosononion subgranosum* (Egger), *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny), *E. advenum* (Cushman), *E. complanatum* (d'Orbigny), *E. crispum* (Linné), *E. depressulum* Cushman, *E. macellum* (Fichtel ve Moll), *E. pulvereum* Todd gibi 111 tür tanımlanmıştır.

Aglutine foraminiferler 10 familyaya ait 12 tür ile temsil edilmiş olup, *Lagenammia fusiformis* (Williamson), *Reophax scorpiurus* Montfort, *Spiroplectammia sagittula* (d'Orbigny), *Eggerelloides scabrus* (Williamson) ve *Textularia bocki* Höglund örnek olarak gösterilebilir. Kalkerli foraminiferler ise 21 familyaya ait 99 tür ile temsil edilmiştir.

Foraminifer cins ve türlerinin belirlenmesinde Loeblich ve Tappan, (1988, 1994), Cimerman ve Langer (1991), Hottinger vd. (1993), Sgarrella ve Moncharmont-Zei (1993), Hatta ve Ujiie (1992), Yassini ve Jones (1995), Hayward vd. (1999), Avşar ve Meriç (1996, 2001a, 2001b), Avşar (1997, 2002), Avşar vd. (2001), Meriç ve Avşar (1997, 2001), Avşar ve Ergin (2001), Meriç vd. (1995, 2001, 2002a, 2002b, 2002c; 2003 a, 2003b; 2004a, 2004b, 2004c, 2004d, 2005) gibi çalışmalardan yararlanılmıştır.

Kaynak/kaynakların suları kireçtaşı çatlak ve boşluklarından ilerlerken bünyesine yüksek oranda  $CaCO_3$  almaktadır. Denizaltı yükseltisi kara litolojisinin devamı olduğundan bu alandaki kırıntılı inorganik çökeller çoğunlukla açık renkli kireçtaşıdır. Kaynak merkezi ve yakın çevresinde kalker kavkılı hauerimid tipli bol olarak bulunmaktadır. Hauerimid tiplerde (kalkerli testler) kabuklar kireçli maddeden yapılmıştır. Dış görünüşleri beyaz ve porselen gibidir. Bu kabuk oluşumu organizmanın sudan aldığı kireç ile oluşturduğu kabuk çeşididir (Taşman Ribnikar, 1975).

Çalışma alanında kaynaktan uzaklaştıkça aglutinant kavkılı textulariid foramların çoğaldığı gözlenmektedir. Aglutinant kavkılı (arenase testler) foraminiferlerin dış kabukları irili ufaklı tanelerden yapılmıştır. Bu taneler hayvanın çevresinden topladığı yabancı maddelerdir. Karbonat çökeltme ortamında yaşayan aglutinant kavkılı foraminiferler çalışma bölgesinde olduğu gibi çoğunlukla kalsit tanelerini kabuklarına almaktadır (Meriç, 1983) ve taneler kalkerli çimento ile birleşmektedir.

Kaynak merkezi ve yakın çevresinde yeraltısularının bünyelerinde getirdikleri yoğun  $CaCO_3$  bu civarda kalker kavkılı foraminiferlerin çoğalmasına olanak sağlarken, kaynaktan uzaklaştıkça suyun bünyesindeki  $CaCO_3$  azalmasıyla Aglutinant kavkılı foraminiferler artmaktadır.

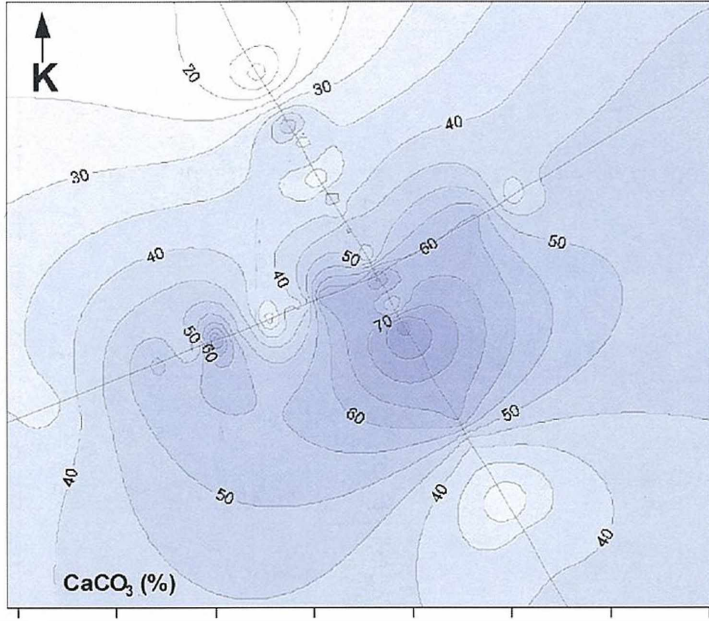
#### **Yüzey Çökel Örneklerinin Jeokimyasal Özellikleri**

42 yüzey çökel örneğinde yapılan analizlerin ortalama, minimum ve maksimum sonuçları Çizelge 1 de, alansal dağılımları ise Şekil 15, 16, 17, 18, 19, 20 ve 21'de yer almaktadır.

Çökel örneğinde  $CaCO_3$  ortalaması %44 olup, %83 ile %6 arasında değişmektedir. Merkezde %78 olan  $CaCO_3$  merkeze yakın istasyonlarda yüksektir. Bu yüksek değerler  $CaCO_3$  kavkuların ve tabanın kireçtaşı yapısından kaynaklanmaktadır. Şekil 15'te görüldüğü gibi karbonat yüzdesi merkezden dışa doğru azalmaktadır. Yüzey çökel örneklerinde organik karbon miktarları %2,01 ile %0,52 arasında değişmekte olup ortalaması %0,94 tür. Yeraltı suyu çıkışının olduğu yerlerde organik karbon düşük seviyelerde olmasına rağmen hemen yakınındaki istasyonlarda yüksek olabilmektedir (Şekil 16). Bunun en önemli nedeni çökel yüzdesinin yüksek oranda kavkı içermesidir. Organizmaların organik kısımları ölümünden sonra oksijenle kısa zamanda parçalanarak kaybolmakta, geriye kalan kavkuları  $CaCO_3$  birikimini oluşturmaktadır.

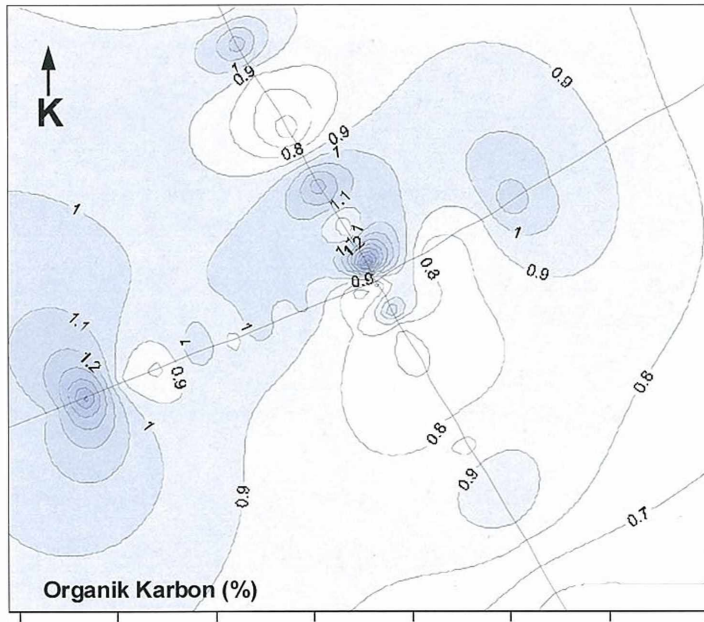
Ağır metal analizlerinden elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de en yüksek, en düşük ve ortalama konsantrasyon olarak ve Şekil 17, 18, 19, 20, 21 de grafik olarak verilmiştir. Çizelge 1, aynı zamanda çalışılan örneklere ait metal verilerini ortalama şeyl, kireçtaşı vb bileşimleri ile karşılaştırmalı olarak göstermektedir. Bu verilere göre, Harmantaşı denizaltı yükseltisi yüzey çökellerinin Cu, Zn, Ni, Mn ve Fe miktarları, ortalama magmatik ve sedimenter kayalar bileşimine benzemektedir ve bu nedenle jeolojik normal düzeydedirler.





Şekil 15. Çalışma alanı yüzey çökellerinde CaCO<sub>3</sub> miktar dağılımı.

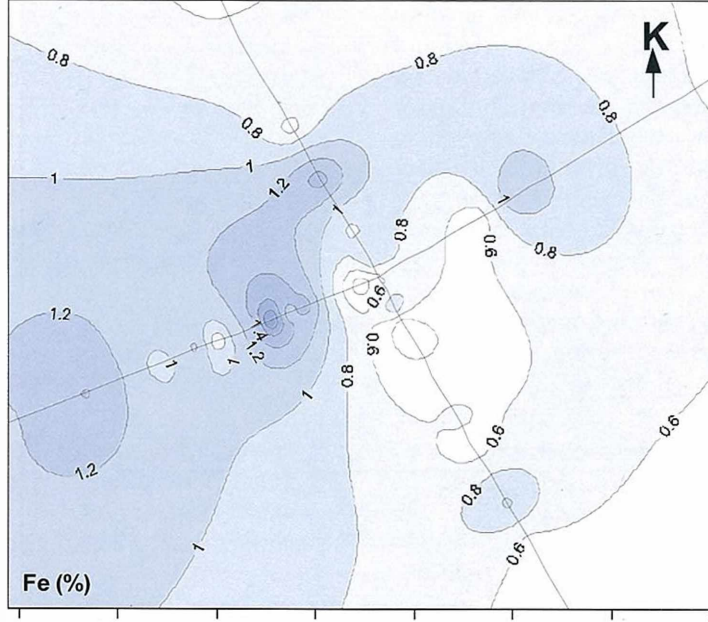
Figure 15. Distribution of CaCO<sub>3</sub> contents in surface sediments of the study area.



Şekil 16. Çalışma alanı yüzey çökellerinde organik karbon miktar dağılımı.

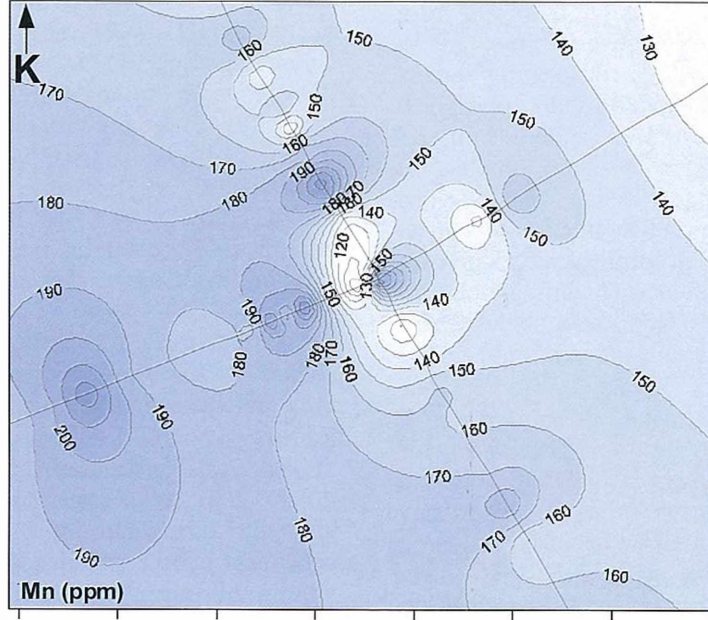
Figure 16. Distribution of organic carbon contents in surface sediments of the study area.





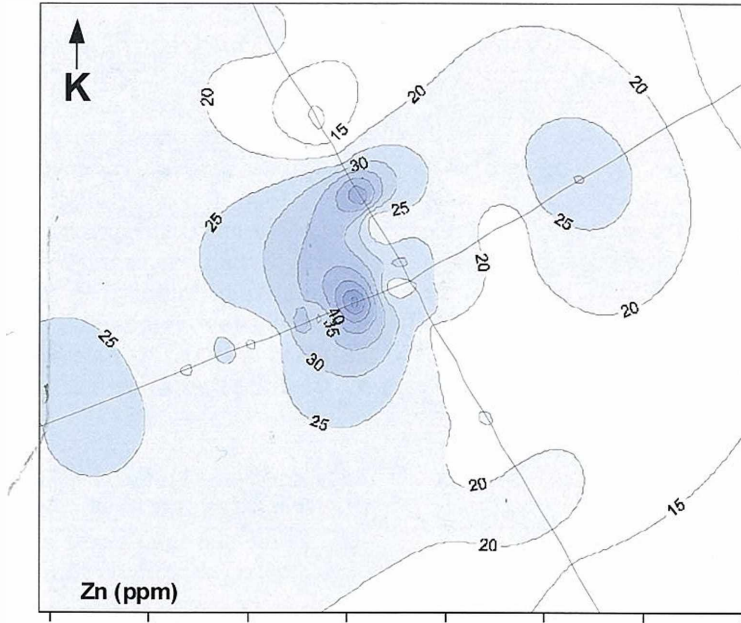
Şekil 17. Çalışma alanı yüzey çökellerinde Fe dağılımı.

Figure 17. Fe distribution in surface sediments of the study area.



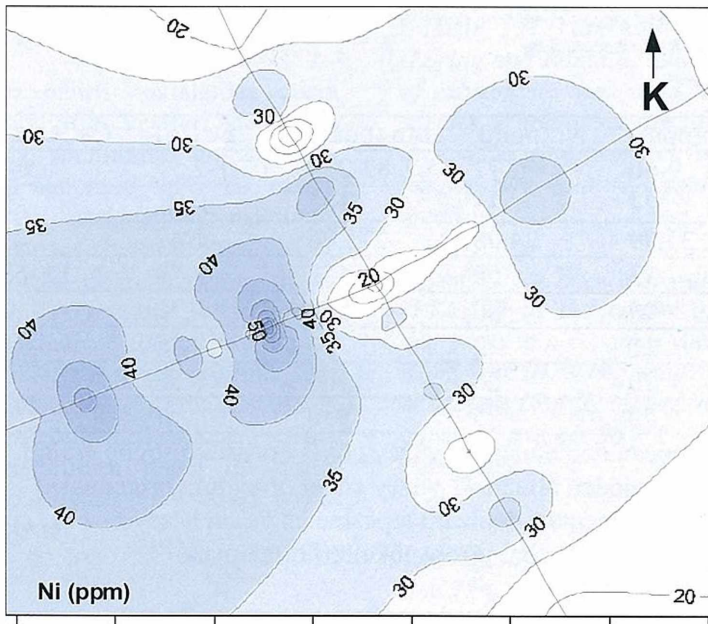
Şekil 18. Çalışma alanı yüzey çökellerinde Mn dağılımı.

Figure 18. Mn distribution in surface sediments of the study area.



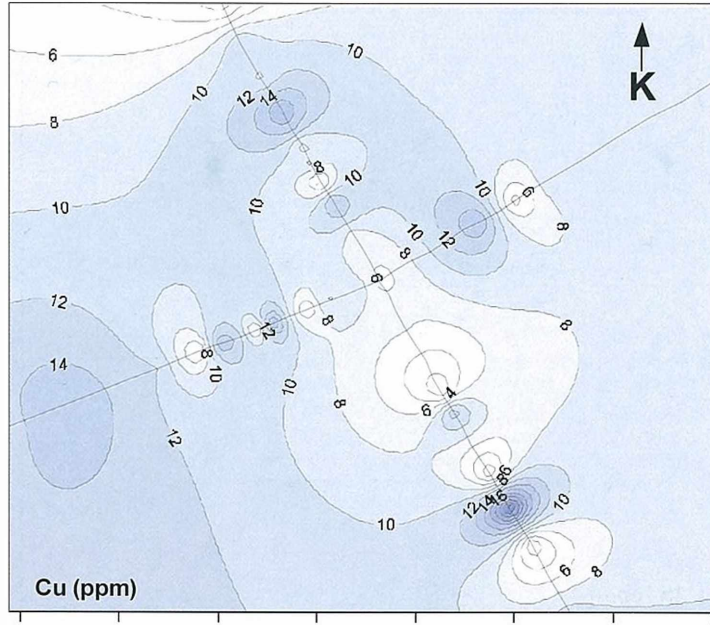
Şekil 19. Çalışma alanı yüzey çökellerinde Zn dağılımı.

Figure 19. Zn distribution in surface sediments of the study area.



Şekil 20. Çalışma alanı yüzey çökellerinde Ni dağılımı.

Figure 20. Ni distribution in surface sediments of the study area.



Şekil 21. Çalışma alanı yüzey çökellerinde Cu dağılımı.

Figure 21. Cu distribution in surface sediments of the study area

Çizelge 1. Harmantaşı denizaltı yükseltisi yüzey çökellerinde ağır metal, kalsiyum karbonat ve organik karbon konsantrasyonları ve diğer çalışma verileri ile karşılaştırılması.

Table 1. Heavy metal,  $CaCO_3$ , and organic carbon concentrations of surface sediments from the Harmantaşı submarine hill in comparison with data from other studies.

	Cu (ppm)	Zn(ppm)	Ni (ppm)	Mn (ppm)	Fe (%)	$CaCO_3$ (%)	C org (%)
1.	<1-28	9-60	6-77	83-239	0,21-2,17	6-83	0,52-2,01
2.	10	24	33	167	0,91	44	0,94
3.	7,17	31,99	24,08	275,06	1,47	5,9	1,95
4.	19	73	60	452	2,79	3,8-68,8	0,35-2,4
5.	50	90	80	850	4,70		
6.	5	16	2	50	0,98		
7.	4	20	20	1100	0,38		
8.	55	70	75	950	5		

1. Harmantaşı denizaltı tepesinden alınan 41 yüzey çökel örneğinin sonuç aralığı.
2. Harmantaşı denizaltı tepesinden alınan 41 yüzey çökel örneğinin ortalaması.
3. Sarı ve Çağatay (2001) Harmantaşı denizaltı tepesine en yakın istasyon (11) çökel sonuçları.
4. Sarı ve Çağatay (2001) Saros Körfezi yüzey çökelleri ortalaması.
5. Ortalama şeyl (Krauskopf, 1985).
6. Ortalama kumtaşı (Turekian and Wedepohl, 1961).
7. Ortalama kireçtaşı (Turekian and Wedepohl, 1961).
8. Ortalama magmatik kayaç (Turekian and Wedepohl, 1961).

Alansal dağılımda Fe, Mn, Zn ve Ni konsantrasyonları, özellikle I-25 m, I-30 m ve II-25 m aralıklarında yoğunlaşmaktadır. Bunun öncelikli sebebi çökelin daha fazla çamur tane boyu içermesidir. Metal miktarının yeraltı suyu çıkışı olan noktalarda düşük konsantrasyonda olması buralarda kabuklu organizmaların bolluğu ile izah edilebilir ki bu da yüksek enerjili bir ortama ve karbonatça zengin bir zemine işaret edebilir. Ağır metal miktarlarındaki artış I ve II no'lu hatlarda belirgindir. Bu hatların yer altı su çıkışından etkilenmediği veya çok az etkilendiği deniz suyunun sıcaklık, tuzluluk parametrelerinden de anlaşılmaktadır (Şekil 10 ve Şekil 12).

Akıntı verilerinden de takip edileceği gibi akıntı yönü çoğunlukla kuzeybatı olan bölgede denizaltı yükseltisinin açık denize bakan tarafında olan I ve II no'lu hatların ince malzeme tutumu daha fazladır.

## SONUÇ

Harmantaşı Mevkii denizaltı yükseltisi KD-GB istikametinde yanal atımlı bir fayın ötelemesi ile kara kütesinden uzaklaşmıştır. Çatlak ve boşluklardan ilerleyen sığ yeraltı suyu denizaltı yükseltisinin belirli noktalarında denize boşalmaktadır. Anakara kütesi ile denizaltı yükseltisini oluşturan birimlerin kireçtaşı olduğu da dikkate alınarak çıkan yeraltı suyunun kaynağının yakın karasal beslenme ile sağlandığı anlaşılmaktadır.

Ölçüm hatları boyunca belirli noktalardan çıkan suyun sıcaklık ve tuzluluk verileri de bunu desteklemektedir. Ayrıca, foraminifer topluluğunda gözlenen kalker kavkılı haucrinid tipler bol olarak bulunması ve kaynaktan uzaklaştıkça aglutinant kavkılı textulariid formların çoğalması; keza  $\text{CaCO}_3$  dağılımının merkezden dışa doğru azalması da bu görüşü desteklemektedir. Ağır metal miktarlarında zenginleşme görülmemektedir. Çalışma alanının sığ güncel denizel çökelleri karasal ayrışma ürünü hariç denize metal girdisinin olmadığına işaret etmektedir. Metalin bolca bağlanabileceği birikebileceği çamur türü çökelin de sınırlı olması metal miktarının artmasını engellemiştir. Kaynak çıkışındaki suyun metal birikimine etkisi yoktur.

## KATKI BELİRTME

Örnek alımını gerçekleştiren BÜSAS (Boğaziçi Üniversitesi Sualtı Sporları) topluluğuna ve suda tuzluluk ölçümlerini yapan Doç. Dr. H. Orak'a teşekkür ederiz.

## EXTENDED SUMMARY

*The study area is a submarine hill (the Harmantepe Hill) located in the north of the Saros Gulf where shore lithology also continues in the sea.*

*The surface water in the Saros Gulf is affected by atmospheric conditions reaching down to a depth of 25 m. Between 25-30 m there is mixed water and below that is deep water which is not effected by atmospheric conditions.*

*The Saros Gulf is situated in the northeast of the Aegean Sea that is a graben formed on the North Anatolian Fault Zone (NAFZ). The fault systems that created the Saros Gulf, stand on the NE-SW direction at different angles. They are either active or passive and exist both on land and in the sea.*

*The study area comprises the Harmantaşı submarine hill rising from the surrounding bottom at a depth of 30 m. to the peak at a depth of 15 m, which is 1 mile off-shore of the Toplar Burnu in the north of the Saros Gulf. In August 2001, in cooperation with Bogaziçi University Underwater Sports Club (BÜSAS), 41 surface sediment samples were taken at 5-10 m. intervals on both the 200 meters length NW-SE direction and the 200 meters length NE-SW direction. The surface sediment samples were analyzed for organic carbon (Gaudette et al, 1974), total carbonate (Martin, 1972) and heavy metal (Fe, Mn, Zn, Ni, Cu) (Loring and Rantala, 1988; 1992) contents. Also 5 g of subsamples was used to determine foraminifera species. While obtaining surface sediment samples in the sea, 56 water samples from bottom were taken and temperature, salinity, dissolved oxygene and pH were measured.*

*As seen from Figure 9, water temperature is highest (18,5 °C) at the center of the study area, and it decreases to a constant value (16,8 °C) along line II. Along line III, water temperatures are slightly higher, at around 17,5 °C. Along line I, water temperature is constant at about 16,7 °C which increases to 17,8 °C in part of line IV.*

*Salinity values in lines II and III vary between 36‰ and 37‰ but at the center point and at points III- 60 and III- 70 they fall below 36‰. Along lines I-IV salinity falls to a minimum at the center point (35,64 ‰). As seen from these salinity changes, salinity concentrations generally decrease at the center.*

From 46 sediment samples, 111 species of foraminifers were identified which belong to 37 families, 31 subfamilies and 63 genus. Aglutine foraminifers are represented by 12 species belonging to 10 families and limestone foraminifers by 99 species belonging to 10 different families.

When spring water flows through limestone cracks and caves, high levels of CaCO<sub>3</sub> are dissolved. Since the submarine hill is a part of the land lithology, clastic inorganic sediments in this area are usually light colored limestone. It is observed that in the area near the submarine spring, limeshelled hauserinid types exist abundantly, whereas agglutinant shelled textularid forms increase with increasing distance from the center.

High levels of CaCO<sub>3</sub> at the center and nearby are derived from shells. Getting farther away from the center, carbonates are composed of inorganic limestone. Organic carbon concentrations in the shallow, high oxygenated area are low. The organic carbon content is at the lowest level in the fresh water spring area (Figure 16). The most important reason for this is the presence of high levels of shells in the sediment.

Metal concentrations in the samples studied are below the average shale and limestone concentrations. At the I-25, I-30 and II-25 intervals, Fe, Mn, Zn, Ni concentrations increase due to the presence of a large amount of mud grain size in the samples. The sea water temperature and salinity parameters are not much affected by fresh water springs (Figure 10 and 12). As seen from current data, the direction of the prevailing current in the region is northwest.

The submarine hill in Harmantaşı Region is separated from the base land by a NE-SW directional fault line. Shallow spring water, flowing through cracks and caves, surfaces in the sea from some specific points of the submarine hill. Taking into consideration that both the lithological unit of the base land and the submarine mound is limestone, it is understood that fresh water surfacing from the submarine mound feeds from base land.

Temperature and salinity data of the water samples support this idea. Further support comes from the limestone shelled hauserinid types which exist abundantly at spring points, while there is an increase

of agglutinant shelled textulariid forms as one moves away from the springs, therefore the decrease in CaCO<sub>3</sub> distribution from the center to the periphery also supports this interpretation. Increase of the heavy metal concentration is not observed. Materials existing in low levels in fine grain size caused the metal concentration to be low. Also spring water does not have any effect on metal accumulation.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Avşar, N., 1997. Doğu Akdeniz kıyı bölgesi bentik foraminiferleri. Ç. Ü. Yerbilimleri, 31, 67-81.
- Avşar, N., 2002. Gökçeada, Bozcaada ve Çanakkale üçgeni kıta sahanlığı (KD Ege Denizi) bentik foraminifer dağılımı ve taksonomisi. H. Ü. Yerbilimleri, 26, 53-75.
- Avşar, N. ve Meriç, E., 1996. İskenderun Körfezi'nde bentik foraminifer dağılımı. SualtıBilim ve Teknolojisi Toplantısı (SBT) İstanbul, Bildiriler Kitabı, 220-224.
- Avşar, N. ve Ergin, M., 2001. Spatial distribution of Holocene benthic foraminifera, Northern Aegean Sea. International Geology Review, 43, 754-770.
- Avşar, N. ve Meriç, E., 2001 a. Çeşme-İlica Koyu (İzmir) termal bölgesi güncel bentik foraminiferlerin sistematik dağılımı. Yerbilimleri, Hacettepe Ü. Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 24, 13-22.
- Avşar, N. ve Meriç, E., 2001 b. Türkiye'nin güncel bentik foraminiferleri-1. Kuzeydoğu Akdeniz-Kuzey Ege Denizi-Çanakkale Boğazi-Kuzey ve Doğu Marmara Denizi-Haliç-İstanbul Boğazi-Batı Karadeniz). Ç. Ü. Yerbilimleri, 38, 109-126.
- Avşar, N., Meriç, E. ve Ergin, M., 2001. İskenderun Körfezi bentojenik sedimentlerinin foraminifer içeriği. H. Ü. Yerbilimleri, 24, 97-112.
- Bayarı, C.S. ve Kurtaş, T., 2002. Coastal and submarine karstic discharges in the Gökova Bay, SW Turkey. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, 35, 381-390.
- Cimerman, F. ve Langer, M. R., 1991. Mediterranean foraminifera. Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Akademia Scientiarum et Artium Slovenica. 118 p., 93 pls., Ljubljana.
- Çağatay, M.N., Görür, N., Alpar, B., Saatçılar, R., Akkök, R., Sakıncı, M., Tüce, H., Yaltrak, C. ve Kuşcu, I., 1998. Geological evolution of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. Geo-Marine Letters, 18, 1-9.
- Di Sipio, E., Galgaro, A. ve Zuppi, G. M., 2006. New Geophysical knowledge of groundwater systems in Venice Estuarine. Environment. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 66, 6-12.
- Elkhatib, H., 1987. Hydrogeological investigation of the Ovacık submarine springs by means of remote sensing technique. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış).



- Elkhatib, H., 1992. Kaş-Kalkan Arası Karst Hidrojeolojisi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Doktora Tezi (Yayınlanmamış).
- Eryılmaz, M., 1996. Ege Denizi'nde doğal uzantının saptanmasında kullanılan yerbilimleri kriterleri. İst. Ü. Deniz Bilimleri ve İşl. Enst. Doktora tezi, 178 s. (Yayınlanmamış)
- Eryılmaz M. ve Yücesoy-Eryılmaz F., 2003. Ege Denizi Saros Körfezi'nin oşinografisi ve çökel dağılım haritası, Mersin Ü. Müh. Fak. Jeoloji Müh. Böl. 10.yıl sempozyumu, 15-18 Ekim 2003, Mersin, Bildiri özetleri kitabı, 97-98.
- Flint, R. F. ve Skinner, B.J., 1974. Physical Geology. John Wiley and Sons, Inc. New York, 497 p.
- Gaudette, H.E., Flight, W.R., Toner, L. ve Folger, D.W., 1974. An Inexpensive, Titration Method for Determination of Organic Carbon in Recent Sediments. Journal Sedimentary Petrography, 44 (1), 249-253.
- Günay, G., 1965. İçel Gilindire ve civarı sahil ovalarının hidrojeolojik etüt raporu. DSİ yayını, Ankara (yayınlanmamış).
- Günay, G., 1968. Ovacık denizaltı kaynaklarının doğal izotoplarla yapılan jeoloji ve hidrojeoloji incelemesi. İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Ankara. Yüksek Mühendislik Tezi, (yayınlanmamış)
- Günay, G., 1971. Determination of the origin of Ovacık submarine springs by means of natural isotopes. Memoires, tome 9, IAFI reunion de Tokyo, 136-139
- Hamarat, S., Ülkenli, H., Türe, G. ve Bayarı, C.S., 1998. Türkiye kıyıları Aydınçık Taşucu deniz mağaralarının araştırılması. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları 2. Ulusal Konferansı Bildiriler Kitabı, Eylül 1998, Ankara, 81-90.
- Hatta, A. ve Ujiie, H., 1992. Benthic foraminifera from Coral Seas between Ishigaki and Iriomote Islands, Southern Ryukyu Island Arc, Northwestern Pacific. Bulletin of the College of Science, University of the Ryukyus. 53, 49-119; 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 of Geological and Nuclear Sciences monograph 21, 258 p., 17 pls. New Zealand.
- Hottinger, L., Halicz, E. ve Reiss, Z., 1993. Recent foraminiferida from the Gulf of Aqaba, Red Sea. Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Academia Scientiarum et Artium Slovenica. 179 p., 230 pls, Ljubljana.
- Khout, A., 1977. Coastal and submarine springs of the Mediterranean coast of Turkey. DSİ teknik raporu, no:15, Ankara (yayınlanmamış)
- Krauskopf, K.B., 1985. Introduction to Geochemistry. 2.nd. edition. McGraw-Hill, Singapore, 617 s.
- Kurt, H., Demirbağ, E. ve Kuşçu, İ., 2000. Active submarine tectonism and formation of the Gulf of Saros, Northeast Aegean Sea, inferred from multi-channel seismic reflection data. Marine Geology, 165, 13-26.
- Kurtaş, T., Bayarı, C.S. ve Tezcan, L., 1999. Determination of seawater intrusion rate and possible aquifer rocks by means of hydrochemical and isotopic ( $^{18}\text{O}$ , D, T,  $^{87}/^{86}\text{Sr}$ ) techniques (Gökova karstic springs, SW Turkey). International Symposium on Isotope Techniques in Water Resources Development and Management, Vienna, Austria, 10-14 May 1999, Book of Extended Synopses (IAEA-SM-361/76P), 247-248.
- Kurtaş, T., Bayarı, C.S. ve Tezcan, L., 2000. Gökova karstik kaynaklarında denize boşalım: Hidrolojik bütçe, uzaktan algılama ve karışım hücreleri modeli. Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı, MTA Genel Müdürlüğü, Ankara, cII, 531-556.
- Loeblich, Jr. A. R. ve Tappan, H., 1988. Foraminiferal genera and their classification. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 970 p., 842 pls.
- 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.
- Loring, D.H. ve Rantala, R.T.T., 1988. An Intercalibration Exercise for Trace Metals in Marine Sediments. Marine Chemistry, 24, 13-28.
- Loring, D.H. ve Rantala, R.T.T., 1992. Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter, Earth- Science Reviews, 32, 235-283.
- Martin, L., 1972. Marine Chemistry. Marcel Dekker Inc. New York, 389 s.
- Meriç, E., 1983. Foraminiferler. MTA Enstitüsü yayını. Eğitim serisi, no. 26. Ankara.
- Meriç, E., 1986. Deniz dibi termal kaynakların canlı yaşamına etkisi hakkında güncel bir örnek (Ilica-Çeşme-Izmir). TJK.Bült., 29 (1), 17-21.
- Meriç, E. ve Suner, F., 1995. İzmit Körfezi (Hersek Burnu-Kara Burun) Kuvaterner istifinde gözlenen termal veriler. İzmit Körfezi Kuvaterner istifi. E. Meriç(cd.), İstanbul, 81-90.
- Meriç, E. ve Aşar, N., 1997. İstanbul ve yakın çevresi Geç Kuvaterner (Holosen) bentik foraminifer faunası. Ç. Ü. Yerbilimleri, 31, 41-65.
- Meriç, E. ve Aşar, N., 2001. Benthic foraminiferal fauna of Gökçeada Island (Norther Aegean Sea) and its local variations. Acta Adriatica, 42 (1), 125-149.
- Meriç, E., Yanko, V. ve Aşar, N., 1995. İzmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner istifinin foraminifer faunası. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi. Ed. E. Meriç, İstanbul, 105-151.
- Meriç E., Aşar, N. ve Kılınçaslan Y., 2001. Gökçeada (Kuzey Ege Denizi) Bentik foraminifer Faunası ve bu toplulukta gözlenen yerel değişimler. Türkiye Jeoloji Bülteni. 44 (2), 39-63
- Meriç, E., Aşar, N., Görmüş, M. ve Orak, H., 2002a. Saros Körfezi (Kuzey Ege Denizi) Harmantaşı Mevkii sualtı yükseltisi çevresinin foraminifer faunası ile bu alandaki kaynakların canlı yaşamına etkisi hakkında ön bulgular. Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı, 22-24 Kasım 2002. Boğaziçi Ü. İstanbul, 182-193.

- 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*, 40-41, 177-194.
- Meriç, E., Avşar, N. ve Nazik A., 2002c. Bozcaada (Kuzey Ege Denizi) Bentik Foraminifer ve ostrakod faunası ile bu toplulukta gözlenen yerel değişimler. *Ç.Ü. Yerbilimleri*, 40-41, 97-120.
- Meriç, E., Avşar, N., Bergin, F. ve Barut, İ. F., 2003 a. Dikili Körfezi'nde (Kuzeydoğu Ege Denizi) bulunan üç anormal bentik foraminifer örneği: *Peneroplis planatus* (Fichtel and Moll), *Rosalina* sp. ve *Elphidium crispum* (Linné) hakkında. *M.T.A. Dergisi*, 127, 67-81.
- Meriç, E., Avşar, N., Bergin, F. ve Barut, İ. F., 2003 b. Edremit Körfezi (Kuzey Ege Denizi) güncel çökellerindeki bentik foraminifer topluluğu ile ekolojik koşulların incelenmesi. *Ç. Ü. Yerbilimleri*, 43, 169-182.
- Meriç, E., Avşar N., Nazik, A., Eryılmaz, M. ve Yücesoy-Eryılmaz F., 2004 a. Saros Körfezi'nin (Kuzey Ege Denizi) güncel Bentik ve Planktonik Foraminifer toplulukları ile çökel dağılımı. *Ç. Ü. Yerbilimleri*, 44-45, 1-44.
- Meriç, E., Avşar, N. ve Bergin, F., 2004 b. Benthic foraminifera of Eastern Aegean Sea (Turkey) Systematics and Autoecology. *Turkish Marine Research Foundation and Chamber of Geological Engineers of Turkey, Publication, İstanbul, no: 18, 306 s ve 33 plts.*
- Meriç, E., Avşar, N. ve Barut, İ. F., 2004 c. Türkiye Ege Denizi ve Akdeniz kıyılarında deniz dibi jeolojisinin belirlenmesinde bentik foraminiferlerin önemi. *Sualtı Bilim ve Teknolojisi, İstanbul, bildiriler kitabı*, 72-83.
- Meriç, E., Avşar, N. ve Bergin, F., 2004d. Güncel Bir Foraminifer ; *Amphicoryna scalaris* (Batsch). *H. Ü. Yerbilimleri*, 30, 103-114, Ankara.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Alpar, B., Yokeş, B., Barut, İ. F. ve Ünlü, S., 2005. Gemlik Körfezi'nin yüzey çökellerinin foraminifer, ostrakod ve mollusk faunası, foraminifer kavkılarında gözlenen morfolojik anomaliler ile sedimentolojik, hidrokimyasal ve iokimyasal özellikleri. *M. T. A. Dergisi, Ankara*, 131, 21-48.
- Mutluay, H. ve Demirak A., 1996. *Su Kimyası. Beta Basım Yayım. Yayın no:624. Teknik Dizisi: 29. İstanbul*
- Ocakoğlu, F., Gençoğlu, H. ve Açıkalın, S., 2006. Saros Körfezi (K Ege Denizi) Dip Çökellerinin Sedimentolojisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 49 (2), 17-28.
- Öztaş, M., Baştañlar, Y., Varinliođlu, G., Hamarat, S., Ülkentli, H., Özyurt, N. ve Bayarı, S., 2004. Patara-Kekova Tatlı su boşalmalarının ve denizaltı mağaralarının araştırılması. *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları. V. Ulusal Konferansı, 4-7 Mayıs 2004. Çukurova Ü. Adana Bildiriler Kitabı, E.Özhan ve H. Evliya (Eds.), 2, 815-824.*
- Povinec, P.P., Aggarwal, P.K., Aureli A., Burnett, W.C., Kontar, E.A. Kulkarni, K.M., Moore, W.S., Rajar, R., Taniguchi, M., Comanducci, J.F., Cusimano, G., Dulaiova, Gatto, L., Groening, M., Hausser, S., Levy-Palomo, I., Oredioni, B., Ozorovich, Y.R., Privitera, A.M.G. ve Schiavo, M.A., 2006. Characterisation of submarine groundwater discharge offshore South-eastern Sicily. *Journal of Environmental Radioactivity*, 89, 81-101.
- Saatçılar, R., Ergintav, S., Demirbağ, E. ve İnan, S., 1999. Character of active faulting in the North Aegean Sea. *Marine Geology*, 160, 339-353.
- Sarı, E. ve Çağatay, M.N., 2001. Distributions of heavy metals in the surface sediments of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. *Environment International*, 26, 169-173.
- Sgarrella, F. ve Moncharmont-Zei, M., 1993. Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy), systematic and autoecology. *Bulletino della Societa Paleontologica Italiana*. 32 (2), 145-264.
- SHOD 1980. Seyir haritaları, Harita no 2111, Seyir Hidrografi ve Oşinografi D. Matbaası, İstanbul.
- Sümengen, M. ve Terlemeç, İ., 1991. Güneybatı Trakya yöresi Eosen Çökellerinin Stratigrafisi. *MTA Dergisi*, 113, 17-30.
- Taşman Rıbnıkar, M., 1975. *Tatbiki Mikropaleontoloji. MTA Enstitüsü yayını. Eğitim serisi, No. 15. Ankara*
- Turekian, K.K., ve Wedepohl, K.H., 1961. Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. *Bull. Geol. Soc. America*, 72, 175-192.
- Tüysüz, O., Barka, A., ve Yiğitbağ, E., 1998. Geology of the Saros Graben and its implications for the evolution of the North Anatolian fault in the Ganos-Saros region, northwestern Turkey. *Tectonophysics*, 293, 105-126.
- 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. *Oceanography of the E23 to 26 February 1999. Athens, Greece* 315.
- Yalıtırak, C. ve Alpar, B., 2002. Kinematics and evolution of the northern branch of the North Anatolian Fault (Ganos Fault) between the Sea of Marmara and the Gulf of Saros. *Marine Geology*, 190, 351-366.
- Yassini, I., ve Jones, B. G., 1995. Foraminiferida and Ostracoda from estuarine and shelf environments on the southeastern coast of Australia. *The University of Wollongong Press*, 269 s.

Makale Geliş Tarihi : 25 Mart 2007

Kabul Tarihi : 15 Ağustos 2007

Received : March 25, 2007

Accepted : August 15, 2007