

Bu makale aşağıda atf bilgisi verilen makalenin Türkçe evirisidir.

Atf bilgisi: Barut, İ., F., Meriç, E., Nazik, A., Eryılmaz, M., Dinçer, F., Kam, E. 2024. Evaluation of radioactive properties and microfaunal evidence in the Bosphorus and the Dardanelles straits and Golden Horn sediments. Bulletin of the Mineral Research and Exploration 173, 203-233. <https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.1315735>



Maden Tetkik ve Arama Dergisi

<http://dergi.mta.gov.tr>

MADEN TETKİK VE ARAMA
DERGİSİ



KEMERLİK

İstanbul ve Çanakkale boğazları ile Haliç sedimentlerindeki radyoaktif özelliklerin ve mikrofaunal bulguların değerlendirilmesi

Evaluation of radioactive properties and microfaunal evidence in the Bosphorus and the Dardanelles straits and Golden Horn sediments

İpek F. BARUT^{a*}, Engin MERİ^b, Atike NAZİK^c, Mustafa ERYILMAZ^d, Feyza DİNER^e
ve Erol KAM^f

^a İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, 34134, Vefa-İstanbul, Türkiye

^b Moda Hüseyin Bey Sokak No: 15/4, 34710 Kadıköy-İstanbul, Türkiye

^c Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı-Adana, Türkiye

^d Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 33343 Yenişehir-Mersin, Türkiye

^e Nevşehir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 50300 Nevşehir, Türkiye

^f İstanbul Teknik niversitesi, evre Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak-İstanbul, Türkiye

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler:

İstanbul Boğazı ve
anakkale Boğazı
(Türkiye), Sediment,
Haliç (İstanbul), Gross
alfa ve beta, Mikrofauna
(bentik foraminifer,
ostrakoda).

Z

Bu çalışmanın amacı, Türk Boğazlar Sistemi ile Karadeniz'den Ege Denizi'ne taşınan kirlilik yüklerinden kaynaklanan radyoaktif kirleticileri ve bunların mikrofauna (bentik foraminifer ve ostrakod) toplulukları üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Çalışmada Haliç, İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı'nda farklı derinliklerden alınan 16 dip sedimentinde gross alfa ve beta aktivitesinin bentik foraminifer ve ostrakod topluluklarının tür sayısı, tür çeşitliliği, baskın tür ve tür zenginliği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. İncelenen sediment örneklerinde 61 cins ve 64 tür bentik foraminifer, 23 cins ve 26 tür ostrakod tespit edilmiştir. Ayrıca Atlantik-Pasifik kökenli *Spiroloculina antillarum* ve Hint-Pasifik kökenli *Peneroplis pertusus* olmak üzere iki göçmen foraminifer türü gözlenmiştir. Mikrofauna bolluğu ile yüksek gross alfa ve beta değerleri arasında bir ilişki Çanakkale Boğazı örneklerinde bulunurken, Boğaziçi ve Haliç örneklerinde bulunamamıştır. Bu çalışmada en yüksek radyoaktivite değerleri en derin dip sediman örneklerinde gözlenmiştir. Sonuç olarak Çanakkale Boğazı ve Haliç örneklerinde gross alfa ve beta değerlerinin birbirine yakın olduğu, İstanbul Boğazı örneklerinde ise geniş spektruma sahip olduğu grlmştir.

Geliş Tarihi: 15.12.2022

Kabul Tarihi: 16.06.2023

Keywords:

Bosphorus and
Dardanelles Straits
(Turkey), Sediment,
Golden Horn (Istanbul),
Gross alpha and beta,
Microfauna (benthic
foraminifera, ostracoda).

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate radioactive pollutants from pollution loads transported from the Black Sea to the Aegean Sea by the Turkish Straits System and their effects on microfauna (benthic foraminifer and ostracod) assemblages. In the study, the effects of gross alpha and beta activity on the species number, species diversity, dominant species and species richness of benthic foraminiferal and ostracod assemblages were investigated in 16 bottom sediments taken from different depths in the Golden Horn, Bosphorus and Dardanelles straits. In the studied sediment samples examined 61 genera and 64 species of benthic foraminifera, 23 genera and 26 species of ostracoda were identified. In addition two migratory foraminifera species were observed as *Spiroloculina antillarum* of Atlantic-Pacific origin and *Peneroplis pertusus* of Indo-Pacific origin. A relationship between the abundance of microfauna and high gross alpha and beta values was found in the Dardanelles samples, but not in the

*Başvurulacak yazar: İpek F. BARUT, barutif@istanbul.edu.tr

Bosphorus and Golden Horn samples. In this study, the highest radioactivity value was observed in the deepest bottom sediment samples. Consequently, the gross alpha and beta values were seen to be close to each other in the Dardanelles Strait and Golden Horn samples, and they had a broad-spectrum in the Bosphorus samples.

1. Giriş

Belirli koşullar, radyonüklid ekosistem bileşenleri içindeki ve arasındaki taşınma hızını belirleyebilir. Bu koşullar, taşınmaya neden olan mekanizmalar, ekosistemlerin biyotik ve abiyotik bileşenlerindeki radyonüklitlerin konsantrasyon düzeyleri ve taşınmayı etkileyen jeokimyasal ve ekolojik süreçlerdir (Meriç vd., 2012; Barut vd., 2013; Zorer ve Öter, 2015; Van vd., 2018).

Birçok araştırma omurgasızlar, balıklar, mantarlar ve likenler gibi canlılarda uzun süre birikerek radyonüklid serpintisinden kaynaklanan aktivite konsantrasyonunun değerlendirilmesine yardımcı olan kirleticilere dikkat çekmektedir (Kılıç vd., 2014; Biswas vd., 2015; Savino vd., 2017; Borcia vd., 2017; Duong Van vd., 2020). Kılıç vd. (2014), Akdeniz mollusk türlerinden *Mytilus galloprovincialis* (Mollusca: Bivalvia: Mytilidae) ve Haliç sedimentinden alınan örneklerde doğal ve yapay radyonüklidlerin aktivite konsantrasyonlarını belirlemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre sedimentin <63 µm kısmındaki parçacıklardaki radyoaktivite konsantrasyonları genel olarak *Mytilus galloprovincialis*'te bulunanlardan daha yüksektir. Dolayısıyla ortamın radyolojik durumunun ana göstergesi olan bu radyonüklidlerin etkileşimi ve biyolojik güncellemelerde kullanılabilirliği çeşitli biyojeokimyasal döngülerde gerçekleşmektedir (Mandic vd., 2010).

Yine radyonüklidlerin hareketleri ve dağılımı, sucul ortamlarındaki (göl, haliç, okyanus ve kıyı denizleri) sedimentlerdeki sedimantasyon hızındaki farklılıklardan ve sel ile kuraklık gibi atmosferik özelliklerden etkilenmiştir. Bu nedenle geçmiş veya mevcut sedimentlerdeki çevresel değişimlerle birlikte malzemenin zamanı, kalitesi, miktarı ve birikiminin değerlendirilmesi önemlidir (Carroll ve Lerche, 2003; Ayçik vd., 2004; Li vd., 2006; Dai vd., 2007; Yang vd., 2009; Ruiz-Fernandez ve Hillaire-Marcel, 2009).

Deniz sedimentleri, doğal kayıtları, organik ve inorganik toksik kirleticiler için zengin çevresel

kayıtları ve geçmişteki çevresel değişikliklerin antropojenik kökeninin incelenmesine olanak tanıyan yüksek çözünürlüklü kronolojik geçişleri içerir (Callaway vd., 1996; Vongunten vd., 1997; Fuller vd., 1999; Dai vd., 2007; Zhou vd., 2015; Hanfi vd., 2019, 2021). Nehir ve göl tabanı sedimentlerinde belirli sınır değerlerin üzerinde lokal olarak bulunan radyonüklidler (^3H , ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{238}U , ^{234}U , ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{241}Am , gross alfa, gross beta ve gross gama), yüzeydeki nükleer silah deneme çalışmaları sonucunda atmosfere dağılan hava parçacıklarının, radyonüklid serpintileri ve radyoaktif bulutlarla diğer ortamlara geçmesinden kaynaklanmaktadır (McLin ve Lyons, 2002).

Karadeniz'den İstanbul ve Çanakkale Boğazı yoluyla, Marmara ve Ege denizlerine çeşitli kirlilik yükleri taşınmaktadır. Karadeniz'deki kirliliğin önemli bir kısmı Tuna Nehri'nin getirdiği atıklardır (Rank vd., 1990; Pantelic vd., 2002; Maringer vd., 2015; Borcia vd., 2017). Karadeniz kıyı bölgesinde radyojeokimyasal süreçlerin incelenmesi, Karadeniz'e Tuna Nehri'nin dökülme alanıyla birlikte bazı karmaşık süreçlerin meydana geldiğini, Tuna Nehri'nin alt kısımlarında radyoaktif ve kimyasal kirlilik risklerinin varlığını ortaya çıkarmıştır (Bologa ve Patrascu, 1997; Borcia vd., 2017). Örneğin Çernobil kazasından sonra ekosistemdeki radyoaktif serpinti sonucu deniz ortamı örneklerinde ortaya çıkan aktivasyon ürünlerinin bir kısmı ve diğer fisyon ürünlerinin bir kısmı Doğu Karadeniz Bölgesi ve diğer bölgelere taşınmıştır (Bologa, 1994; Bologa ve Patrascu, 1997; Bologa vd., 1998; Patrascu, 2002). Ayrıca Dinyeper, Dinyester, Kuban, Don, Çoruh, Kızılırmak, Sakarya ve Yeşilirmak nehirleri ve bunların Karadeniz çevresindeki kolları da genel olarak kirliliğin, özelde ise endüstriyel kirliliğin taşınmasında etkilidir.

Sularda bulunan radyoaktivite; doğal radyoaktivite, radyoaktif yağışlar ve radyolojik tesisler olmak üzere başlıca üç kaynaktan ileri gelmektedir. Doğada mevcut radyoaktivite

seviyelerinin içeriğinin incelenmesi, çevre ve durum değerlendirmesi konusunda anlamlıdır (Tuncer ve Tuğrul, 1992; Er ve Tuğrul, 1995; Şahin, 2000; Tuğrul vd., 2001). Su ekosistemlerindeki doğal radyonüklid konsantrasyonları fiziko-kimyasal koşullar ve bölgenin jeolojik oluşumu ile ilişkilidir.

Çernobil kazasından sonra Eylül 1986'dan itibaren yürütülen yakın tarihli bir başka çalışma (Savino vd., 2017), dört izotopun (^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{103}Ru and ^{106}Ru) aktivite konsantrasyonunu değerlendirmek için dört izleme periyodunu içeriyordu. Ayrıca Savino vd., (2017) kazadan yirmi sekiz yıl sonra Aralık 2014'te başka bir numune alma işlemi gerçekleştirdi. Sadece ^{137}C 'ler, 20 ila 40 Bq/kg arasında değişen aktivite konsantrasyonları ölçüldüğünde tespit sınırlarının ötesinde ortaya çıkarken, diğer radyonüklidler, daha kısa yarı ömürleri nedeniyle gözlenememiştir (Savino vd., 2017). Toprakta bulunan elementlerin ve radyoaktif kirleticilerin su yoluyla taşınıp dağılması nedeniyle su ekosistemi radyoaktif maddelerden etkilenmektedir (Santschi ve Honeyman, 1989). Çözünmüş organik ve inorganik maddeler içeren partikül maddeler karadan nehirler aracılığıyla denize taşınmaktadır.

Göl ve nehir sedimentlerinde uranyumun yavru izotoplarıyla dengesiz olması nedeniyle radyoaktivite düşüktür. Buna karşılık, okyanus sedimentleri önemli bir değere sahip radyonüklidler içerir. Okyanuslar aynı zamanda radyoaktif elementlerin yeniden dağılımını da desteklemektedir (Friedlander vd., 2005). Karadeniz'deki bazı radyonüklid konsantrasyonları Akdeniz'dekilerden daha yüksektir. Ancak okyanuslarda ve Akdeniz'de ölçülen radyonüklidlerin radyolojik sonuçlarına ilişkin çalışmalar, Karadeniz'deki antropojenik radyonüklidlerden yayılan radyasyon dozunun düşük olduğunu göstermektedir (Emiroğlu, 2014). Karadeniz'i çevreleyen ülkelerde, deniz ortamındaki radyonüklidlere yönelik bölgesel olarak koordineli izleme ve acil müdahale programlarının geliştirilmesi ve radyoaktif izleyiciler kullanılarak Karadeniz'deki kirleticileri kontrol eden temel süreçlerin değerlendirilmesi yönünde çalışmalar devam etmektedir (Topçuoğlu, 2000).

Denizlere ve kıyı ekosistemlerine taşınan ve kirletici etki yapan unsurlar deniz suyunun kalitesinin

değişmesine, deniz tabanındaki ortamın bozulmasına, dip çamurunda çözünmüş oksijenin kaybolmasına ve anaerobik koşulların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu sürecin sonunda deniz ortamındaki yaşam koşullarının değişmesiyle birlikte ekolojik denge bozulmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından sınıflandırılan fauna ve florada anormal oluşumlara neden olan radyoaktif kirlenmeler bu kirleticiler arasında yer almaktadır.

Bentik foraminifer bireylerinin dağılımı ve bolluğu esas olarak deniz yüzey suyunun sıcaklığı ve tuzluluğu tarafından kontrol edilmektedir (Thunell, 1979; Sen Gupta, 1999). Bentik foraminiferler, ekolojik çevrenin fizikokimyasal ve biyolojik özelliklerindeki değişikliklere (deniz suyu sıcaklığı, tuzluluk, pH, çözünmüş oksijen, gıda vb.) karşı çok hassastır. Bentik foraminifer bireylerinin dağılımı ve bolluğu deniz ortamındaki ekolojik koşullardan etkilenmektedir. Bu nedenle bentik foraminifer testlerinin morfolojisi, bolluğu, kararlı izotopik ve eser metal bileşimi dahil olmak üzere özellikleri, deniz seviyesi, muson yoğunluğu, sıcaklık, tuzluluk ve okyanus dolaşımı gibi geçmiş iklimsel ve oşinografik değişiklikler hakkında değerli bilgiler sağlar (Saraswat ve Nigam, 2013).

Genel olarak deniz ortamının hem doğal hem de antropojenik faktörleri, farklı mikrofauna (bentik foraminifer, ostrakoda) cins ve türlerinin bolluğunu ve dağılımını, foraminifer veya ostrakod kavkiarının anormal morfolojik deformasyonlarını ve renklenmesini etkiler. Son zamanlarda Doğu Ege Denizi'nin farklı lokasyonlarında yapılan bazı çalışmalarda (Meriç vd., 2008, 2009, 2012, 2017, 2018a, b, 2020; Barut vd., 2013; Yokeş vd., 2014) yüksek oranda radyoaktivite konsantrasyonları ve sedimentin jeokimyasal özellikleri dahil olmak üzere farklı ekolojik koşulların, potansiyel deniz altı termal kaynaklarının varlığından etkilendiği bulunmuştur. Aynı şekilde deniz suyunun fiziksel, kimyasal ve radyoaktif özellikleri bentik foraminifer toplulukları üzerinde cins ve tür bolluğu, dağılım, anormal birey ve renkli kavki oluşumu açısından etkili iken ostrakod bireyleri üzerinde herhangi bir etki göstermemiştir (Barut vd., 2018; Meriç vd., 2018a, b, 2020).

Meriç vd. (2018a) tarafından Aliğa Koyu'nda

civarındadır. Kışın yüzey suyu sıcaklığı 5.5°C-6.5°C civarına düşmüştür. Dip suyunun sıcaklıkları genelde değişmeyerek tüm mevsimlerde ortalama 14-14.5°C civarındadır (Eryılmaz, 1995 ve 1997; Eryılmaz vd., 2000; Yücesoy- Eryılmaz vd., 2003a, b) (Şekil 2).

İstanbul Boğazı'ndaki iki tabakanın varlığı tuzluluk verilerinden daha kolay gözlenmektedir (Şekil 2). İlkbahar mevsiminde yüzey tuzluluğu ‰ 17.68 iken, 30 m'de ‰ 36.0, 60 m derinlikte ‰ 36.8; yaz mevsiminde yüzeyde ‰ 17.89, 30 m'de ‰ 34.19, 60 m derinlikte ‰ 38.28; sonbahar mevsiminde yüzeyde ‰ 17.38, 30 m'de ‰ 17.59, 60 m'de ‰ 38.46; kış mevsiminde yüzey tuzluluğu ‰ 17.15, 30 m derinlikte ‰ 26.49, 60 m derinlikte ‰ 37.25'dir (Eryılmaz, 1995, 1997; Eryılmaz vd., 2000; Yücesoy- Eryılmaz vd., 2003a, b).

İki farklı suyun ters yönlere geçiş yaptığı İstanbul Boğazı'nda yüzey ve dip akıntıları Karadeniz ve Ege Denizi arasındaki seviye ve yoğunluk farklarından meydana gelmektedir. Bu akıntılar meteorolojik faktörlere ve mevsimlere göre farklılık gösterir. Boğazın kuzey girişinde yüzey akıntı sürati 0.5-0.7 knot, Fil Burnu açıklarında ½ knot, Anadolu Kavağı önlerinde 1-1.5 knot, Çubuklu önlerinde 2-3 knot, boğazın en dar kesimleri olan Akıntı Burnu ve Beylerbeyi önlerinde 4-5 knot, Üsküdar-Beşiktaş arasında 3-4 knot olarak gözlenmiştir. Ancak kuzey rüzgarları ile bu sürat 7-8 knot'a yükselmektedir (Şekil 2). (Eryılmaz, 1995, 1997; Eryılmaz vd., 2000; Yücesoy- Eryılmaz vd., 2003a, b).

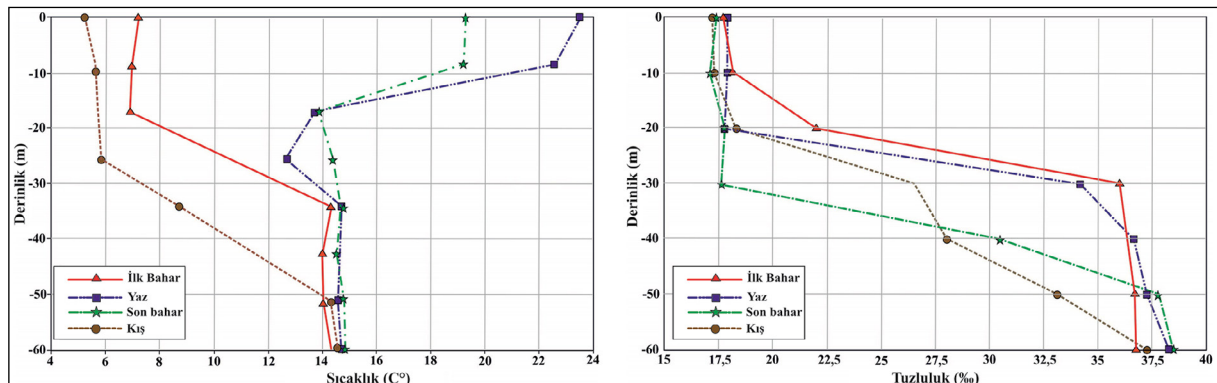
3. Çanakkale Boğazı'nın Oşinografik Özellikleri

İstanbul Boğazı'nda gözlenen Akdeniz ve

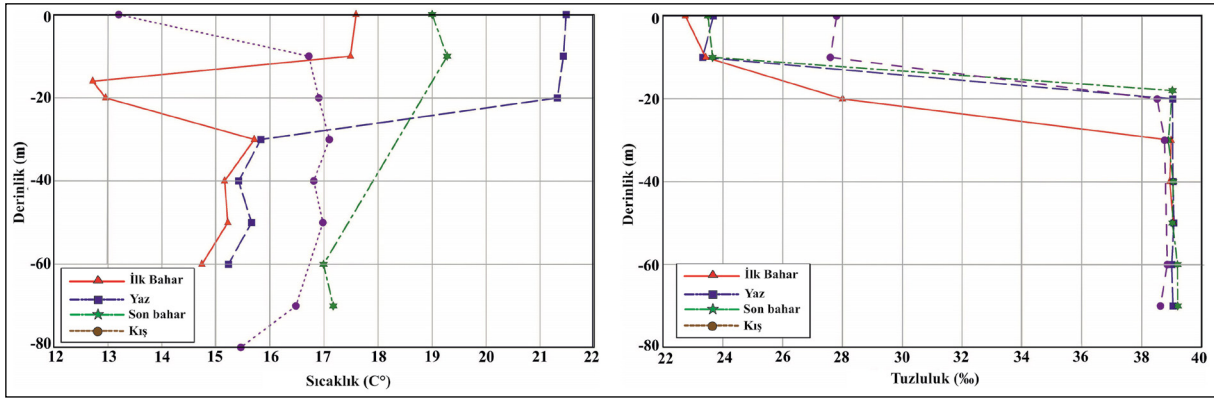
Karadeniz kökenli suların ters yönlü akıntıları Çanakkale Boğazı'nda da mevcuttur. Ancak İstanbul Boğazı'ndakinin aksine Akdeniz kökenli suyun kalınlığı daha fazla, Karadeniz kökenli suyun kalınlığı daha azdır. Bu faktör Çanakkale Boğazı'nda sudaki düşey sıcaklık dağılımını etkileyen en önemli unsurlardan biridir. İlkbahar mevsiminde yüzeyde su sıcaklığı 16.8-17.6°C iken 40 m derinlikte 14.8-15.2°C; yaz mevsiminde yüzeyde 19.8-22.3°C, 45 m derinlikte 15.4-15.7°C; sonbahar mevsiminde yüzeyde 16.4-17.7 °C, 75 m derinlikte 15.7-17.2°C; kış mevsiminde yüzey sıcaklığı 13.0-13.2°C, 80 m derinlikte 15.5-16.6°C'dir (Şekil 3) (Eryılmaz 1998; Eryılmaz vd., 2001; Yücesoy- Eryılmaz ve Eryılmaz 1998, 2000, 2002).

İlkbahar mevsiminde yüzey tuzluluğu ‰ 22.7-23.0 iken, 30 m'de ‰ 38.9-39.1; yaz mevsiminde yüzeyde ‰ 23.5-28.0, 30 m derinlikte ‰ 38.6-39.1; sonbahar mevsiminde yüzeyde ‰ 23.6-26.4, 30 m derinlikte ‰ 39.0; kış mevsiminde yüzey tuzluluğu ‰ 23.5-26.4, 30 m derinlikte ‰ 38.9-39.0'dır (Şekil 3) (Eryılmaz, 1998; Eryılmaz vd., 2001; Yücesoy- Eryılmaz ve Eryılmaz, 1998, 2000, 2002).

Çanakkale Boğazı'nda yüzey ve dip akıntıları Karadeniz ve Ege Denizi arasındaki seviye ve yoğunluk farklarından meydana gelmektedir. Burada da İstanbul Boğazı'nda olduğu gibi iki farklı su tabakası ters yönlere geçiş yapar. Çanakkale Boğazı'nda Ege Denizi'nden gelen Akdeniz kökenli sular yoğunluklarının fazla olması sebebiyle dipten akarak Marmara Denizi'ne ilerlerken, Marmara Denizi'nden de daha az yoğunluğa sahip Karadeniz



Şekil 2- İstanbul Boğazı'nda ortalama deniz suyu sıcaklığının (°C), tuzluluğun (‰) derinliğe göre mevsimsel değişimi.



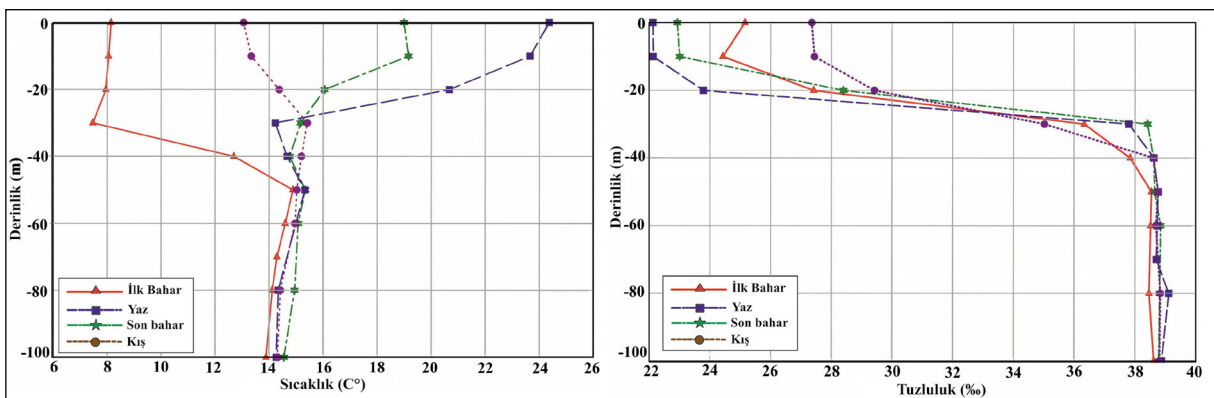
Şekil 3- Çanakkale Boğazı'nda ortalama deniz suyu sıcaklığının (°C), tuzluluğun (%) derinliğe göre mevsimsel değişimi.

kökenli sular yüzeyden Ege Denizi'ne geçer. Yüzeysel akıntısı yer yer kıyı şekline uyumlu bir ırmak gibi Ege Denizi'ne akar. Akıntı hızları boğazın kuzey girişinde düşüktür ancak güneye doğru artmaktadır. Yüzeysel akıntısı hızı Marmara Denizi girişinde 0.5 knot'tur. Lapseki-Nara arasında 1.0-1.5 knot aralığındadır. Normal koşullarda Nara Burnu önlerinde akıntı hızı 1.5-2.0 knot olup kuzeydoğudan esen rüzgarlar ile 5.0 knot'a kadar çıkabilmektedir. Çanakkale-Karanfil Burnu arası 4.0 knot, İntepe-Kumkale arası 2.0 knot, Seddülbahir-Kumkale arası 2-3 knot'tur. Çanakkale Boğazı yüzey akıntı hızları kuzeydoğu yönlü rüzgarlar ile artar iken, güneybatı yönlü rüzgarlar ile azalmaktadır. Dip akıntısı ise Seddülbahir-Kumkale arası 0.2-0.3 knot'tur. İntepe-Nara Burnu arasında dip akıntısı hızı 0.2 knot, Nara Burnu önlerinde 0.5 knot, Nara-Gelibolu arasında 0.3-0.4 knot olup, boğazın Marmara çıkışında 0.1 knot'a kadar düşmektedir (Şekil 3) (Eryılmaz 1998; Eryılmaz vd., 2001; Yücesoy-Eryılmaz ve Eryılmaz, 1998, 2000, 2002).

4. Marmara Denizi'nin Çanakkale Boğazı Girişinin (KB Marmara Adası) Oşinografik Özellikleri

Marmara Denizi, Çanakkale Boğazı girişinde (KB Marmara Adası) derinliğe bağlı olarak ölçülen sıcaklık dağılımları ilkbahar mevsiminde yüzeyde 7.97°C, 100 m'de 14.64°C, yaz mevsiminde yüzeyde 23.55°C, 100 m'de 14.64°C, sonbahar mevsiminde ise yüzeyde 19.31°C iken, 100 m'de 14.88°C ve kış mevsiminde yüzeyde 13.09°C, 100 m'de 14.61°C dir (Şekil 4) (Eryılmaz 1995; Yücesoy- Eryılmaz ve Eryılmaz, 2003a, b).

Ölçülen ortalama tuzluluk değerleri ilkbahar mevsiminde, yüzeyde ‰24.50, 100 m'de ‰38.61, Ağustos ayında yüzeyde ‰ 22.15, 100 m'de ‰ 38.86, sonbaharda mevsiminde yüzeyde ‰22.84, 100 m'de ‰ 38.71 ve kış mevsiminde yüzeyde ‰ 26.80, 100 m'de ‰ 38.71 dir (Şekil 4) (Eryılmaz, 1995; Yücesoy- Eryılmaz ve Eryılmaz, 2003a, b).



Şekil 4- Marmara Denizi Çanakkale Boğazı girişinde (Kuzeybatı Marmara Adası) ortalama deniz suyu sıcaklığının (°C), tuzluluğun (%) derinliğe göre mevsimsel değişimi.

5. Haliç'in Oşinografik Özellikleri

Haliç'te ilkbaharda yüzeydeki su sıcaklığı 9,93-10,67°C, 10 m derinlikte 11,15-11,77°C, 20 m derinlikte 13,29-14,08°C, 30 m derinlikte 13,93-14,61°C'dir. Yaz aylarında yüzeyde 24,65-25,12°C, 10 m derinlikte 11,85-12,26°C, 20 m derinlikte 11,68-12,32°C, 30 m derinlikte 14,17-14,69°C aralığındadır. Sonbaharda yüzeyde 19,05-19,60°C, 10 m derinlikte 17,82-18,35°C, 20 m derinlikte, 13,87-14,41°C, 30 m derinlikte 13,69-14,53°C, kış aylarında da yüzeyde 05,44-6,08°C, 10 m derinlikte 05,74-06,41°C, 20 m derinlikte 09,81-10,39°C, 30 m derinlikte 12,83-13,51°C aralığındadır. Derinliğe göre mevsimsel sıcaklık değişimleri, ilkbaharda 9 ila 20 m arasında, yazın 10 ila 26 m arasında, sonbaharda 8,5 ila 19 m arasında ve kışın da 14 ile 25 m arasında bir termoklin gelişimi görülmektedir (Şekil 5). (Eryılmaz ve Kara, 1996; Eryılmaz, 1998, 2002).

Haliç'te yüzey ve alt tabakalar arasında tuzluluk farkı neredeyse yoktur. Yüzey katmanlarındaki tuzluluk farklılıkları meteorolojik faktörlere bağlıdır. Deniz suyu tuzluluğunun mevsimsel ortalama değişimleri ise ilkbaharda yüzeyde ‰ 19,29, 10 m'de ‰ 25,26, 20 m'de ‰ 37,01, 30 m'de ‰ 37,56; yazın yüzeyde ‰ 19,72, 10 m'de ‰ 26,21, 20 m'de ‰ 37,77, 30 m'de ‰ 38,11; sonbaharda yüzeyde ‰ 18,58, 10 m'de ‰ 26,22, 20 m'de ‰ 37,42, 30 m'de ‰ 38,08; kışın yüzeyde ‰ 17,19, 10 m'de ‰ 18,44, 20 m'de ‰ 36,95, 30 m'de ‰ 37,58 olarak ölçülmüştür (Şekil 5) (Eryılmaz ve Kara, 1996; Eryılmaz, 1998).

6. Materyal ve Metod

6.1. Çalışma Alanı ve Örnekleme

Deniz Kuvvetleri Komutanlığı Seyir Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı'na (SHOD) bağlı TCG Çubuklu Gemisi tarafından 2005 yılı yaz aylarında

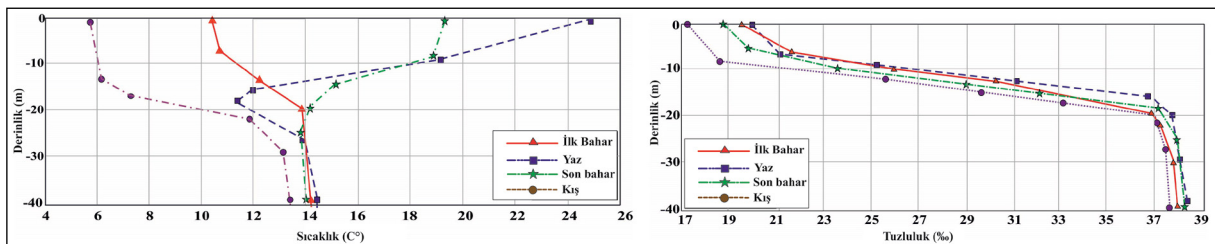
bölgede multidisipliner çalışmalar yürütüldü. Bu çalışmanın temel verilerini oluşturan 16 farklı nokta ve derinlikten dip sediman örnekleri Van Veen kepçeli örnekleyici ile toplanmıştır. Örneklerin alındığı derinlikler 7.00 ile 80.00 m arasında değişmektedir (Şekil 1, Çizelge 1).

Çanakkale Boğazı'ndan 5, İstanbul Boğazı'ndan 7, Haliç'ten 4 sediment örneğinden 5'er gr olarak tartılmış, üzerine %10'luk hidrojen peroksit (H₂O₂) ilave edilerek 24 saat bekletildikten sonra 0.063 mm'lik elekte tazyikli su ile yıkanmış, 50°C etüvde kurutulmuştur. Bu işlemi takiben 2.00, 1.00, 0.500, 0.250 ve 0.125 mm'lik eleklerde elenerek binoküler mikroskopta incelenmiştir. Paleontolojik çalışmalarda standart prosedür izlenmiştir (Babin, 1980; Bignot, 1985; Murray, 1973)

Laboratuvar çalışmalarında her numunenin bentik foraminifer ve ostrakod içeriği belirlenmiş, topluluğu oluşturan türler ayrılarak isimlendirilmiş ve foraminifer sayım plakasında (5/7 grid) sayılmıştır. Paleontoloji Laboratuvarı'nda foraminifer ve ostrakod toplulukları üzerinde gerçekleştirilen analizler, SEM görüntüleme çalışmaları için son tanımlamalarda kullanılacak formların belirli bir sıraya göre sıralanmasıyla tamamlanmıştır.

6.2. Gross Alpha ve Gross Beta Aktivitesi Ölçümleri

İstanbul ve Çanakkale boğazları ve Haliç'ten toplanan 16 adet sediment örneklerinde gross alfa ve gross beta aktivite konsantrasyonları belirlenmiştir. Örneklerin gross alfa ve gross beta sayımları Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ÇNAEM)'nde yapılmıştır. Gross alfa ve gross beta sayımları için örnekler önce 200 mesh boyutunda öğütüldükten sonra kurutulurlar. Desikatörde muhafaza edilen örnek 12 gr tartılıp, 3 gr wax ile karıştırılarak, 40 mm çaplı kalıp içine yerleştirilmiş ve 35 ton basınç



Şekil 5- Haliç'te ortalama deniz suyu sıcaklığının (°C), tuzluluğunun (‰) derinliğe göre mevsimsel değişimi.

Çizelge 1- Örnekleme lokasyonlarındaki sedimentin koordinatları, derinlikleri, gross alfa ve beta aktivite konsantrasyon değerleri.

	Örnek ID.	Koordinatlar		Derinlik (m)	Gross alfa (Bq/kg)	Gross beta (Bq/kg)
		Latitude	Longitude			
İstanbul Boğazı	B1	41° 14'408"N	29° 06'976"E	39	451 ± 53	939 ± 51
	B3	41° 12'22"N	29° 07'22"E	20	87 ± 29	203 ± 28
	B10	41° 09'20"N	29° 02'53"E	33	547 ± 57	884 ± 51
	B12	41° 05'30"N	29° 03'40"E	67	253 ± 42	792 ± 47
	B17	41° 02'636"N	29° 01'888"E	47	621 ± 61	893 ± 49
	B21	41° 00'49"N	28° 59'26"E	30	274 ± 42	579 ± 41
	B22	40° 59'952"N	28° 59'061"E	10	315 ± 45	762 ± 47
Haliç	GH1	41° 02'02"N	28° 57'12"E	7	532 ± 56	987 ± 52
	GH3	41° 01'54"N	28° 57'14"E	10	439 ± 52	918 ± 51
	GH12	41° 01'31"N	28° 57'52"E	36	607 ± 60	991 ± 53
	GH18	41° 01'14"N	28° 58'06"E	52	718 ± 65	1005 ± 53
Çanakkale Boğazı	D1	40° 34'648"N	27° 14'088"E	80	550 ± 57	1062 ± 57
	D5	40° 27'42"N	26° 45'17"E	42	586 ± 59	1039 ± 53
	D9	40° 16'17"N	26° 31'21"E	65	535 ± 57	1002 ± 52
	D13	40° 05'12"N	26° 20'42"E	66	435 ± 51	895 ± 50
	D15	40° 01'06"N	26° 15'06"E	59	540 ± 57	988 ± 51

kullanılarak pellet haline getirilmiştir. Ölçme için uygun koşullarda pellet haline getirilen 16 sediment örneğinde yapılan ölçümlerde Berthol LB770-PC 10 (Low Level Counter) kanallı düşük seviyeli planşet radyasyon sayıcısı kullanılarak yapılmıştır. Ölçülen sonuçlar Bq/kg biriminde elde edilmiştir. Ölçüm belirsizliği $\pm 2\sigma$ aralığındadır.

Örneklerin aktivite konsantrasyonlarının hesabında, background düzeltmesi, self absorpsiyon düzeltmesi, sayım ve örneğin sayım için hazırlanması sırasında meydana gelen toplam belirsizliği hesaplanmıştır. Buna göre toplam belirsizlik %95 güvenilirlikle $\pm 2\sigma$ aralığındadır. Düşük seviyeli sayma sistemi, düşük doğal background düzeltmesi radyasyonuna sahip çevresel örneklerin ölçümü için yaygın olarak kullanılmıştır. Kalibrasyonu, örneğin geometrisine benzer alfa değerleri için ^{241}Am ve beta değerleri için ^{90}Sr 'nin bilinen aktivitelerini içeren standart çözeltilerle gerçekleştirildi. Tespit sistemi ile elde edilebilecek minimum tespit edilebilir aktivite (MDA) eşitliğinde elde edildi:

$$MDA(Bq/l) = \frac{L_d}{VT\varepsilon 60}$$

burada V örnek hacmi, T ölçümlerin süresi (dakika), ε sayma verimliliğidir (Currie, 1968). L_d şu şekilde tanımlandı:

$$L_d = 2.71 + 4.65\sqrt{C_B T}$$

C_B sayı/dakika cinsinden background seviyesidir.

6.3. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler için PAST (PAleontological STatistics): Eğitim ve bilimsel veri analizine yönelik paleontolojik istatistiksel yazılım paketi (Hammer vd., 2001) kullanıldı. Kantitatif paleontolojide PAST, bir dizi standart sayısal analiz ve işlemi yürütmek için kapsamlıdır ancak kullanımı kolay bir yazılım paketidir. PAST ayrıca paleontoloji ve ekolojiye özgü pek çok işlevi de içerir ve bu işlevler standart, daha kapsamlı istatistiksel paketlerde bulunmaz.

7. Sonuçlar

7.1. Bentik Foraminifer Topluluğu

Çalışmamızda İstanbul Boğazı, Çanakkale Boğazı ve Haliç'ten alınan 16 dip sediment örneğinde 61 cins ve 64 tür bentik foraminifer bireyi tanımlanmıştır. Bunların taksonomik tanımlarının yapılmasında Cimerman ve Langer, 1991; Hatta ve Ujiie, 1992; Hottinger vd., 1993; Sgarella ve Moncharmont-Zei, 1993; Loeblich ve Tappan, 1994; Avşar ve Meriç, 2001; Avşar, 2002; Meriç vd., 2002a, b; 2003a, b ve c; 2009; Avşar vd., 2006; Avşar ve Meriç, 2008 gibi

çalışmalardan yararlanılmıştır. Ayrıca, foraminiferlerin sınıflandırılmasında Loeblich ve Tappan (1988) esas alınmıştır.

Güncel dip sedimentlerinde yapılan bu çalışmada, sediment örneklerinde bentik foraminifer topluluklarının Ege Denizi ve Akdeniz faunasının etkisi altında olduğu belirlenmiştir. anakkale Boğazı'nın sediment örneklerinde mikrofauna çok sayıda bulunurken, Boğaziçi ve Haliç örneklerinde daha azdır. anakkale Boğazı'nın dip sedimentlerinin oldukça zengin foraminifer faunasına sahip olmasının yanı sıra, İstanbul Boğazı'nda ılık ve tuzlu Akdeniz sularının etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Ayrıca Atlantik-Pasifik kökenli *Spiroloculina antillarum* d'Orbigny (D13 ve GH3 örneklerinde) ve Hint-Pasifik kökenli *Peneroplis pertusus* (Forskål) (D9, GH3 ve GH12 örneklerinde) olmak üzere iki göçmen foraminifer türü gözlemlenmiştir. Çalışmamızda toplanan mikrofauna bireylerinde herhangi bir anormal morfolojik bozukluğa rastlanmamıştır. Bentik foraminiferlerin baskın türlerinin *Quinqueloculina seminula* (Linne), *Brizalina spathulata* (Williamson), *Cassidulina carinata* Silvestri, *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob), *Ammonia compacta* (Hofker), *A.tepida* (Cushman) olduğu belirlenmiştir. (izelge 2) (Levha 1-2).

Çizelge 2- İnceleme alanında bentik foraminifer cins ve türlerinin dağılım sayıları.

FORAMİNİFERA	Örnek ID.												
	B10	B12	B17	B21	B22	GH1	GH3	GH12	D1	D5	D9	D13	D15
<i>Spiroplectinella sagittula</i>					1						2		
<i>Textularia bocki</i>										1			
<i>Textularia</i> sp.											1		
<i>Adelosina cliarensis</i>											2		3
<i>Adelosina mediterraneensis</i>											2	2	
<i>Spiroloculina antillarum</i>							1					2	
<i>Spiroloculina ornata</i>					2								
<i>Spiroloculina tenuiseptata</i>					2				3		2		2
<i>Siphonaperta aspera</i>				2								3	
<i>Cycloforina contorta</i>					2							1	
<i>Cycloforina tenuicollis</i>													2
<i>Cycloforina villafranca</i>				1								1	
<i>Massilina secans</i>								1					
<i>Quinqueloculina berthelotiana</i>							2						
<i>Quinqueloculina bidentata</i>				1									
<i>Quinqueloculina disparilis</i>		2											
<i>Quinqueloculina laevigata</i>				1									
<i>Quinqueloculina lamareckiana</i>			2										
<i>Quinqueloculina seminula</i>	2	3	1		3				3	2	3		5
<i>Miliolinella semicostata</i>											1		
<i>Miliolinella subrotunda</i>										2			
<i>Pseudotriloculina oblonga</i>													2
<i>Phyrgo elongata</i>													3
<i>Sigmoilinita costata</i>											3		4
<i>Sigmoilinita edwardsi</i>									2	2			
<i>Sigmoilopsis schlumbergeri</i>										2	3		
<i>Peneroplis pertusus</i>							1	1			1		

Çizelge 2- Devamı.

FORAMİNİFERA	Örnek ID.												
	B10	B12	B17	B21	B22	GH1	GH3	GH12	D1	D5	D9	D13	D15
<i>Lenticulina cultrata</i>									2				
<i>Amphicoryna scalaris</i>											3		
<i>Polymorphina</i> sp. 1									1				
<i>Fissurina</i> sp.											2		1
<i>Brizalina alata</i>					2				1				4
<i>Brizalina spathulata</i>					3				2	4	6		8
<i>Cassidulina carinata</i>					4				3	3	6	2	6
<i>Globocassidulina subglobosa</i>											2		2
<i>Rectuvigerina phlegeri</i>											4		3
<i>Bulimina elongata</i>			1							3	4		6
<i>Bulimina marginata</i>									2		3		
<i>Globobulimina affinis</i>											2		3
<i>Globobulimina pseudospinescens</i>									1				
<i>Reussella spinulosa</i>										2	2		2
<i>Valvulineria bradyana</i>					2					3	4		2
<i>Gavelinopsis praegeri</i>					2								
<i>Neoconorbina terquemii</i>	1				3						3		3
<i>Rosalina bradyi</i>													3
<i>Rosalina globularis</i>											2	2	
<i>Siphonina reticulata</i>											1		
<i>Discorbinella bertheloti</i>					3				2	3	3		
<i>Hyalinea balthica</i>									1				
<i>Cibicides advenum</i>											2		
<i>Lobatula lobatula</i>	1		1		3				1	2	3	2	
<i>Planorbulina mediterraneanis</i>											1		
<i>Asterigerinata mamilla</i>							1			1	2	2	
<i>Nonion depressulum</i>									2				
<i>Nonionella turgida</i>									1				2
<i>Melonis pompilioides</i>									3		2		3
<i>Ammonia compacta</i>	1	2	3	2	5	2	2	2		2	4	4	4
<i>Ammonia tepida</i>	8			3	8	2	4	3		4	8	5	6
<i>Criboelphidium poeyanum</i>	4							1		2			3
<i>Porosonion subgranosum</i>													2
<i>Elphidium aculeatum</i>											2		
<i>Elphidium advenum</i>									1				
<i>Elphidium complanatum</i>					1							3	
<i>Elphidium crispum</i>	2			2						1		2	

7.2. Ostrakod Topluluğu

Bu çalışmada toplanan 16 sediment örneğinin 10'unun 23 cins ve 26 tür ostrakod bireyleri içerdiği belirlendi (Çizelge 3). Çalışmamızda ostrakod cins ve türlerinin belirlenmesinde Van Morkhoven, 1963; Hartman ve Puri, 1974; Breman, 1975; Bonaduce vd., 1975; Yassini, 1979; Guillaume vd., 1985; Athersuch vd., 1989; Guernet vd., 2003; Joachim ve Langer, 2008'den yararlanılmıştır.

Çanakale Boğazı'ndaki cins ve tür sayısının fazla olması, Akdeniz ve Ege Denizi sularının karışmasıyla ilişkilidir. Çalışmamızda ostrakod topluluğunun gözlemlendiği sediment örneklerinde Ege ve Akdeniz'de

yaygın olan cins ve türler belirlendi. Sadece B10 sediment örneğinde gözlenen, az tuzlu ortamlarda yaşayan *Tyrrenocythere amnicola* (Sars), Karadeniz'in mevcut düşük tuzluluk koşullarını yansıtmaktadır. *Cyprideis torosa* (Jones) örihalin olup kozmopolit bir türdür ve yalnızca D13 örneğinde görülmüştür. B21 (30 m) sediment örneğinde *Heterocypris salina* (Brady) gözlemlendi. Yüksek düzeyde tuzluluk değişiklikleri de dahil olmak üzere farklı düzeydeki çevresel değişkenleri tolere ettiği bilinen halofilik kozmopolit bir türdür. Hem küçük hem de hafif tuzlu kıyı ve iç suları tercih eder. Ayrıca saf tatlı su habitatlarında da görülmektedir (Akdemir ve Külköylüoğlu, 2021). Dolayısıyla bulunduğu su kütlesindeki tuzluluk

Çizelge 3- İnceleme alanında ostrakod cins ve türlerinin dağılım sayıları.

OSTRACODA	Örnek ID.									
	B10	B17	B21	B22	GHI	D1	D5	D9	D13	D15
<i>Aurila convexa</i>		1		1				1		
<i>Basslerites berchoni</i>							3			1
<i>Bosquetina carinella</i>				1			1	1	1	
<i>Buntonia sublatissima</i>								3		2
<i>Callistocythere intricatoides</i>	1									
<i>Carinocythereis carinata</i>									7	
<i>Carinocythereis rhombica</i>									1	
<i>Costa edwardsii</i>				1		3	14		6	2
<i>Cyprideis torosa</i>									2	
<i>Cytherella alvearium</i>							7	2		3
<i>Cytherella vulgata</i>							2	3	2	
<i>Cytheridea acuminata</i>							13			1
<i>Cytheridea neapolitana</i>							5		3	3
<i>Cytheropteron latum</i>								2		
<i>Heterocypris salinus</i>			2							
<i>Hiltermannicythere turbida</i>									2	
<i>Leptocythere</i> sp.							3		1	
<i>Loxococoncha rhomboidea</i>	1		1	1			4	2	6	1
<i>Neonesidea corpulenta</i>	1			1				1		
<i>Paradoxostoma triste</i>	1									
<i>Pontocythere elongata</i>	3									
<i>Pterygocythereis jonesii</i>							4	2	1	2
<i>Semiccytherura inversa</i>		1							3	
<i>Tyrrenocythere amnicola</i>	2									
<i>Urocythereis oblonga</i>								2		
<i>Xestoleberis communis</i>					1			1		1

oranının arttığına işaret etmektedir. B21 sedimentinde İstanbul Boğazı'nın Marmara girişinde ve 30 m derinlikte tespit edildiği dikkate alındığında taşınmış olabileceği düşünülmektedir.

En derin (80 m) D1 sediment örneğinde ostrakod sayısı azdır (yalnızca üç kavkı). Yine bu çalışmada B1 (39 m), B3 (20 m), B12 (67 m) ve GH18 (52 m) sediment örneklerinde ostrakod gözlenmemiştir. B17 (47 m) sediment örneğinde sadece iki ostrakod kavkısı gözlemlendi. Ayrıca Haliç örneklerinden GH3 (10 m), GH12 (36 m) ve GH18 (52 m) sedimentlerinde ostrakod bireyine rastlanmazken, sadece GH1 (7 m) örneğinde yalnızca bir kavkı gözlemlendi. Çanakkale Boğazı örnekleri oldukça zengin ostrakod topluluğu içermektedir. Sedimentler arasında ostrakod tür zenginliği düzeyleri karşılaştırıldığında en fazla birey sayısının 56 tür ile D5'te (42 m) olduğu belirlendi.

7.3. Sediment Örneklerinde Gross Alfa ve Beta Radyoaktivite Konsantrasyonunun Değerlendirilmesi

Çalışmada örneklemeyapılan İstanbul ve Çanakkale boğazları ve Haliç sedimentlerinde gross alfa ve gross beta radyoaktivite konsantrasyonu belirlenmiştir (Çizelge 1). Radyoaktif kirlenme olup olmadığının belirlenmesi için, gross alfa ve beta radyoaktivite değerlerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Çanakkale Boğazı örneklerinde gross alfa sayımı $435 \pm 51 - 586 \pm 59$ Bq/kg, gross beta sayımı $895 \pm 50 - 1062 \pm 57$ Bq/kg aralığında ölçülmüştür. Haliç örneklerinde gross alfa sayımı $439 \pm 52 - 718 \pm 65$ Bq/kg, gross beta sayımı $918 \pm 51 - 1005 \pm 53$ Bq/kg aralığında, İstanbul Boğazı örneklerinde ise gross alfa sayımı $87 \pm 29 - 621 \pm 61$ Bq/kg aralığında, gross beta sayımı $203 \pm 28 - 939 \pm 51$ Bq/kg aralığında bulunmuştur. Sediment örneklerinde gross alfa konsantrasyonu B17, GH12 ve GH18'de en yüksek, B3'de en düşüktür (Şekil 6 a). Gross beta konsantrasyonu ise D1 ve B5'de en yüksek, B3'de en düşük (Şekil 6 b) ölçülmüştür. Gross alfa ve gross beta konsantrasyonu dağılımı örnekleme noktalarına göre birbirine paralellik sunmaktadır.

Gross alfa konsantrasyonu dağılımı Çanakkale Boğazı ile Haliç örneklerinde birbirine yakın değerlerde iken İstanbul Boğazı'nda 87 ± 29 ile 621 ± 61 Bq/kg arasında ciddi bir değişkenlik sunmaktadır. Gross beta konsantrasyonu dağılımı ise Haliç örneklerinde

birbirine yakın ancak İstanbul ve Çanakkale boğazları örneklerinde değişkendir.

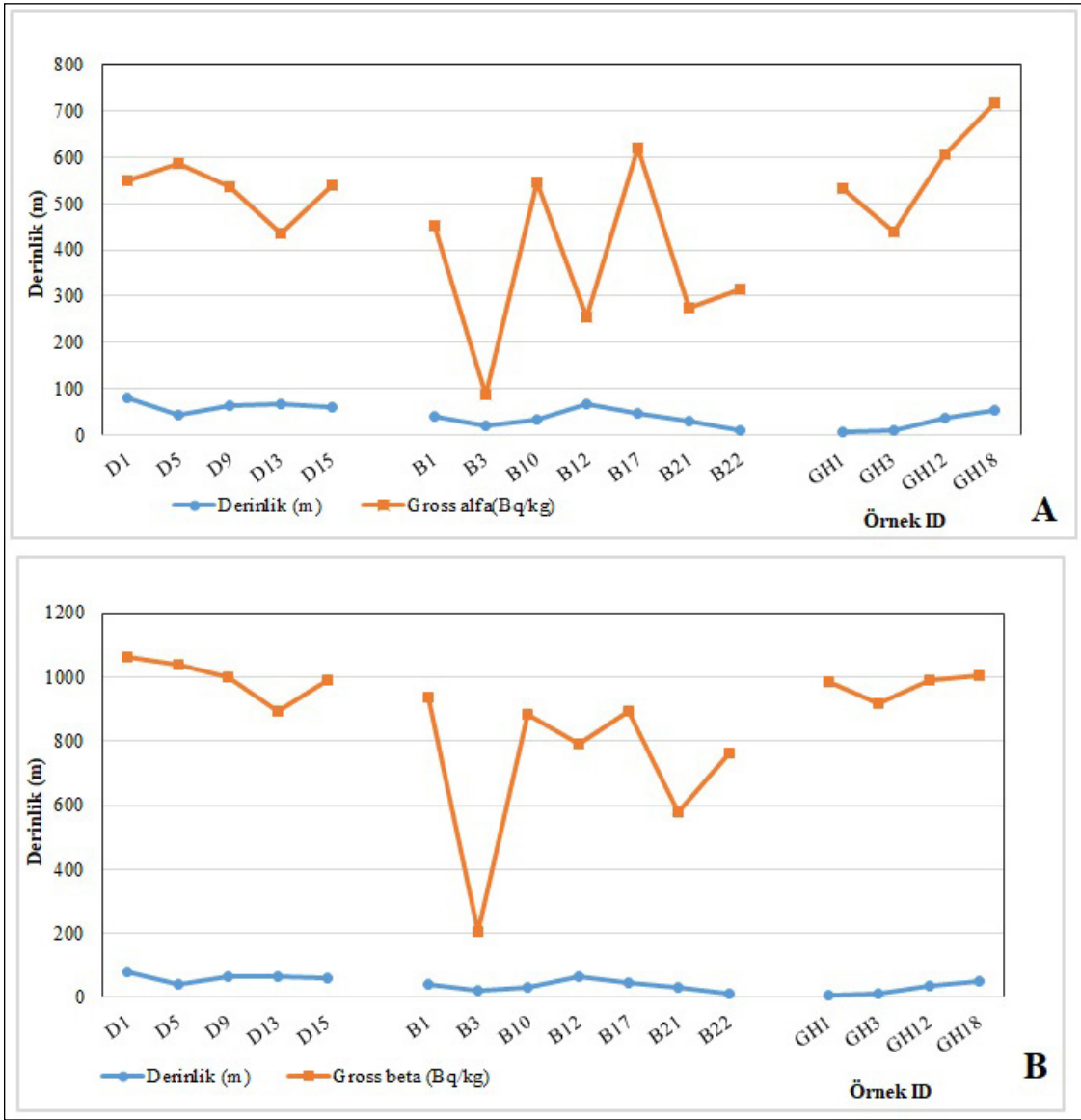
Derinlik ile gross alfa konsantrasyonu ilişkisinde sadece Çanakkale Boğazı'nda en düşük derinlikteki sedimentte (D5'de 42 m) en yüksek aktivite değeri (586 ± 59) ölçülerek derinlik ile ters orantı gözlenmiştir (Şekil 6 a). Haliç'te en derin dip sediment örneğinde (GH18; 52 m) en yüksek (718 ± 65), İstanbul Boğazı'nda ise yüzeye yakın en düşük (B3; 20 m) derinlikteki sediment örneğinde en düşük gross alfa değeri (87 ± 29 Bq/kg) bulunmuştur (Şekil 6 b). Gross beta konsantrasyonu ile derinlik ilişkisinde ise Haliç'te (GH18; 52 m; 1005 ± 53 Bq/kg) ve Çanakkale Boğazı'nda (D1; 80 m; 1062 ± 57 Bq/kg) derinlik ile gross beta konsantrasyonu ilişkisinde doğrusal ilişki bulunmuş ve en derin dip sediment örneklerinde en yüksek aktivite değerine rastlanılmıştır.

En derin D1 sedimentinde (80 m) bentik foraminifer ve ostrakod sayıları düşük, buna karşılık gross alpha ve beta değerleri yüksektir. Bentik foraminifer ve ostrakod gözlenemeyen B1 (39 m) de en yüksek gross beta, B3 (20 m) de ise en düşük gross beta ölçülmüştür. B17 de (47 m) gross alpha ve beta değerleri en yüksek, az sayıda microfaunaya rastlanmıştır. Bentik foraminifer topluluklarının en yüksek bolluğu (46 adet) ve çeşitliliği (16 adet) Boğaz çökellerinden B22'de (10 m) minimum derinlikte belirlenmiştir (Çizelge 2). GH18 (52 m) gross alfa ve beta değerleri en yüksek ancak mikrofaunaya rastlanmamıştır.

7.4. Bentik Foraminifer ve Ostrakod Topluluklarının İstatistiksel Analizi

Bu çalışmada bentik foraminifer çeşitliliği ve tür zenginliğinin (PAST) hesaplanmasında kullanılan parametreler tür sayısı (Taxa_S), tür çeşitliliği (Simpson_1-D), türlerin baskınlık sayısı (Dominance_D), tür çeşitliliği (Shannon_H) ve tür zenginliği (Margalef) yer almaktadır.

Bentik foraminifer çeşitliliği ve tür zenginliği (PAST) hesaplanmasında Shannon (3,36), Simpson (0,9603) ve Margalef (7,094) parametre sonuçları en yüksek D9'da kaydedilmiştir. Sedimanlardaki baskınlık, Simpson Hakimiyet Endeksi'ne (0,9603) göre D9'da en yüksek seviyeydi. Simpson Çeşitlilik Endeksi, çevrenin baskınlığının çevrenin



Şekil 6- İnceleme alanındaki; a) gross alfa ve b) gross beta değerlerinin sediment derinliğine göre dağılımı.

çeşitliliğiyle ters orantılı olduğunu gösteriyor. Shannon Tür Çeşitliliği ve Simpson Popülasyon Yoğunluğu ilişkisi en yüksek (3,36; 0,9603) D9 örneğinde, en düşük (0,6931; 0,5) GH1 örneğinde hesaplandı. Sedimanlar arasında bentik foraminifer tür zenginliği karşılaştırıldığında en fazla türün 33 türle D9'da bulunduğu belirlendi. Margalef İndeksi için sediman örneklerinde aynı foraminifer toplulukları karşılaştırılmış ve bu indeksin en yüksek D9'da, en düşük ise GH1'de olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

Ostrakodların dağılımının PAST istatistiksel analizine göre D13'te Shannon parametresi (2,404), D9'da Simpson parametresi (0,9032) ve B22'de

(9,783) Margalef parametresi belirlendi (Çizelge 5). Sedimanlardaki Simpson Hakimiyet Endeksi en yüksek D9'daydı (0,9032). Yine Shannon tür çeşitliliği ile ostrakod'un Simpson popülasyon yoğunluğu arasındaki ilişkinin en yüksek D9 (0,9032) ve D13 (2,404) örneklerinde, en düşük (0) ise GH1 ve D1 örneklerinde olduğu belirlendi (Çizelge 5). Sedimanlardaki ostrakod türlerinin zenginlik değerleri karşılaştırıldığında en fazla türün 56 tür ile D5'te bulunduğu belirlendi. Farklı sediman örnekleri arasında aynı ostrakod topluluklarının değerlendirilmesi için Margalef İndeksi karşılaştırıldı ve B22 örneğinde en yüksek değer bulundu (Çizelge 5).

Çizelge 4- Bentik foraminiferlerin PAST ile değerlendirilmesi.

Örnek ID.	Foraminifer sayısı	Taxa_S	Dominance_D	Simpson_1-D	Shannon_H	Margalef
B10	19	7	0.2521	0.7479	1.631	2.038
B12	7	3	0.3469	0.6531	1.079	1.028
B17	8	5	0.25	0.75	1.494	1.924
B21	12	7	0.1667	0.8333	1.864	2.415
B22	46	15	0.09032	0.9097	2.558	3.722
GH1	4	2	0.5	0.5	0.6931	0.7213
GH3	11	6	0.2231	0.7769	1.642	2.085
GH12	8	6	0.2099	0.7901	1.677	2.276
D1	31	17	0.06972	0.9303	2.74	4.659
D5	39	17	0.06772	0.9323	2.757	4.367
D9	91	33	0.03973	0.9603	3.36	7.094
D13	31	13	0.09261	0.9074	2.47	3.494
D15	84	25	0.0496	0.9504	3.109	5.417

Çizelge 5- Ostrakodların PAST ile değerlendirilmesi.

Örnek ID.	Ostrakod sayısı	Taxa_S	Dominance_D	Simpson_1-D	Shannon_H	Margalef
B10	9	6	0.1827	0.8173	1.747	6.056
B17	2	2	0.5	0.5	0.6931	0
B21	3	2	0.5256	0.4744	0.6673	0
B22	5	5	0.2	0.8	1.609	9.783
GH1	1	1	1	0	0	0
D1	3	1	1	0	0	0
D5	56	10	0.1126	0.8874	2.238	4.502
D9	20	11	0.09685	0.9032	2.365	6.38
D13	35	12	0.09701	0.903	2.404	5.909
D15	16	9	0.1201	0.8799	2.157	5.946

8. Tartışma ve Sonuçlar

İstanbul Boğazı'nın jeolojisi Trakya Formasyonu içerisinde yer alan Kuvaterner sedimanter diziye ait karasal killi çakıllardan oluşmaktadır (Şimşek, 1987). Sedimentlerin tabanı farklı boyutlarda kumtaşı, silttaşı, kiltası ve kuvars çakılları, kısa aralıklarla tekrarlanan çakıllı, az siltli, çok sıkı kum, koyu gri, iri kavkılı, kumlu çakıllı ve özellikle bol miktarda kavkı içerir. Genç sedimentlerin en üstü ise yaygınca görülen gri, kötü derecelenmiş kavkı parçalı, çok gevşek-gevşek-orta sıkı siltli kumlardan oluşmaktadır (Yıldırım vd., 1992).

İstanbul Boğazı'nda alt akıntılar nedeniyle tabanda bazı yerlerde sedimentler ya yoktur ya da çok incedir.

Genel olarak çakıl, kum, kavkı parçaları ve yer yer silt ile temsil edilirler. Sedimentlerin dağılımı blok-kaya, çakıl ve kum ile az miktarda silt birimleri olmak üzere üç gruptan oluşmaktadır (Meriç vd., 2001). Güncel sedimentler üzerinde yapılan çalışmalarda (Meriç vd., 2001; Avşar ve Meriç, 2001), çoğunlukla Akdeniz kökenli sığ deniz ortamını temsil eden cins ve tür bakımından zengin bir bentik foraminifer topluluğu gözlenmiştir. Yine Boğaz'ın Karadeniz çıkışında, Akdeniz kökenli sığ deniz ortamını temsil eden bentik foraminifer cins ve türleri bazı yerlerde baskındır (Avşar ve Meriç, 2001).

Çanakkale Boğazı'nda sediment dağılımını boğazın akıntı sistemi ile boğazın batimetrisi ve

morfolojik yapısı etkilemektedir. Akıntı hızının fazla olduğu bölgelerde ince taneli sediment birikmemekte; genellikle kaba taneli malzeme depolanmaktadır ve bu yerlerde güncel sediment kalınlığı azdır. Genellikle kumlu birimler ile kavkı parçaları ve bazı yerlerde silt görülür. Boğazın kıyısında yer alan küçük koy, körfez ve liman gibi yerlerde kıyılarda genellikle kumlu ve çakıllı malzeme ile ince taneli silt, kil ve çamur bileşenli sedimentler depolanmaktadır. Dip akıntısı ve eğim arttıkça sedimentin birikmesi mümkün olmamaktadır (Yücesoy-Eryılmaz ve Eryılmaz, 1998, 2000; Yücesoy-Eryılmaz vd., 2003a, b).

Haliç sedimentleri kalınlığı 35 m dolayında olan, durgun ortam sedimenti Haliç Kili denilen siltli kil sedimentlerinden oluşmaktadır. Haliç'te deniz tabanında siyah organik içeriği yüksek, çok yumuşak güncel çamur tabakası ve kalınlığı 2.0 - 8.5 m arasında değişen, gri kumlu killi çakıl dizeyi yer almaktadır. Haliç sedimentleri, ortamsal açıdan ve tabandan tavana doğru akarsu, deniz, acı su ve deniz olmak üzere dört seviyeye ayrılmış olup, sediment istif çakıl, kum, çamur ve kil düzeylerinden oluşmuştur (Meriç vd., 1988; Derman, 1990). Haliç sedimentleri hemen hemen her ortamda yaşayabilen *Ammonia tepida* (Cushman) (Yanko, 1993) dışında, Akdeniz ve Atlantik kökenli ve genellikle kıta sahanlığında yaşayan türlerin baskın bulunduğu (Murray, 1970; 1971; Meriç ve Sakıncı, 1990; Meriç vd., 1991; Sgarella ve Moncharmont-Zei, 1993) bentik foraminifer topluluğuna sahiptir (Şamlı, 1996).

İstanbul ve Çanakkale Boğazları'nda devam eden sedimentlerin gelişmesinde morfolojik yapı, akıntı sistemi ve diğer oşinografik faktörler etkili olmuştur. Çanakkale Boğazı'nın tabanı kum, siltli kum, çamurlu kum, kumlu silt, silt, çamur ve kumlu çamurdan oluşmaktadır. Çanakkale Boğazı'nda yapılan bir çalışmada (Meriç vd., 2009) ortalama çakıl %6, ortalama kum tane boyu %25, ortalama silt %46, ortalama kil %22 ve ortalama çamur ise %68 olarak bulunmuştur. Ayrıca bu örneklerde ortalama %68 olan çamur dağılımı %27 ile %99 arasında değişmekte ve farklılıklar göstermektedir (Meriç vd., 2009). Çanakkale Boğazı ve Marmara Denizi geçiş bölgesi sedimentlerinde en fazla silt Çanakkale Boğazı'nda (%72,5), en fazla kil ise Çanakkale Boğazı-Marmara

Denizi giriş örneklerinde (%65,2) tespit edilmiştir (Yücesoy-Eryılmaz ve Eryılmaz, 2002).

Çanakkale Boğazı sedimentleri zengin bentik foraminifer topluluklarına sahiptir (Meriç vd., 2009). Bölgenin bentik foraminifer toplulukları Ege ve Akdeniz faunasını karakterize eden cins ve türlerle benzerlik göstermektedir (Avşar, 2002; Meriç vd., 2004a,b; 2009). Ayrıca tespit edilen foraminifer toplulukları arasında Kuzey Atlantik'te bulunan bir tür olan *Cushmanina striatopunctata* (Parker ve Jones) (Meriç vd., 2009) ve *Fissurina* sp. (Hottinger vd., 1993) bu çalışmada da belirlenmiştir. Çalışmamızda İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı'nın bentik foraminifer ve ostrakod toplulukları karşılaştırıldığında; İstanbul Boğazı ve Haliç'te gözlenen foraminifer ve ostrakod cins ve türlerinin ve bunlara ait birey sayılarının Çanakkale Boğazı'na göre daha düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca foraminifer kavkılarında olduğu gibi ostrakod kavkıları ortam koşullarından etkilenmemiş ve morfolojik anormallikler görülmemiştir.

Sediment özelliğinin bentik foraminifer ve ostrakod toplulukları üzerindeki etkisi, bunların tür sayısı (Taxa_S), tür çeşitliliği (Simpson_1-D), tür baskınlık sayısı (Dominance_D), tür çeşitliliği (Shannon_H) ve tür zenginliği (Margalef) açısından önemlidir. Sedimentler arasında bentik foraminifer tür zenginliği karşılaştırıldığında en fazla türün 33 türle D9'da bulunduğu belirlendi. Margalef İndeksi için sediment örneklerinde aynı foraminifer toplulukları karşılaştırılmış ve bu indeksin en yüksek D9'da, en düşük ise GH1'de olduğu görülmüştür. Ostrakodların Shannon Tür Çeşitliliği ile Simpson Popülasyon Yoğunluğu arasındaki ilişkinin en yüksek D9 (0,9032) ve D13 (2,404) örneklerinde, en düşük (0) ise GH1 ve D1 örneklerinde olduğu belirlendi. Sedimentlerdeki ostrakod türlerinin zenginlik değerleri karşılaştırıldığında en fazla türün 56 tür ile D5'te bulunduğu belirlendi. Farklı sediment örnekleri arasında aynı ostrakod topluluklarının değerlendirilmesi için Margalef İndeksi karşılaştırılmış ve B22 örneğinde en yüksek değer bulunmuştur.

Sonuç olarak D9 örneğinde gross alfa ve beta konsantrasyonlarının yüksek olması, bentik foraminiferlerde tür baskınlığının azalmasına, tür sayısının, çeşitliliğinin ve zenginliğinin artmasına

neden olmuştur. Ayrıca GH1 örneğinde yüksek gross beta değerleri tür baskınlığını artırmış ve tür sayısı, çeşitliliği ve zenginliğinin azalmasına neden olmuştur. Gross beta değeri yüksek olan D9 örneğinde ostrakod topluluklarındaki tür çeşitliliği artmıştır. GH1 ve D1 örneklerinde ise gross beta konsantrasyonlarının yüksek olması ostrakod topluluklarında tür baskınlığının yüksek olduğunu gösterirken tür sayısı, tür çeşitliliği ve zenginliğinin azalmasına neden olmuştur. Yine B22 örneğindeki düşük gross alfa konsantrasyonu, ostrakod topluluklarında tür sayısının düşük olmasına ve tür zenginliğinin yüksek olmasına neden olmuştur.

Çalışmamızda sedimentlerin 6'sı (D1, D5, D9, D13, D15 ve B22) zengin bentik foraminifer topluluğunu içermektedir. Bu bilgiler ışığında çalışma alanının Ege Denizi ve Akdeniz faunasının etkisi altında olduğu anlaşılmaktadır. *Quinqueloculina seminula*, *Brizalina spathulata*, *Cassidulina carinata*, *Lobatula lobatula*, *Ammonia compacta* ve *A. tepida* baskın bentik foraminifer türleridir. Atlantik-Pasifik kökenli *Spiroloculina antillarum* (D13 ve GH3) ve Hint-Pasifik kökenli *Peneroplis pertusus* (D9, GH3 ve GH12) iki göçmen foraminifer olarak gözlenmiştir. Bu verilere göre Çanakkale Boğazı'nın mevcut dip sedimentlerinin çok zengin bir foraminifer faunasına sahip olduğu, termal ve tuzlu Akdeniz sularının İstanbul Boğazı'nda aktif bir özelliğe sahip olduğu ortaya çıkmaktadır (Sakinç vd., 2000; Meriç vd., 2004a; Barut vd., 2012). Korelasyon analizi sonuçlarına göre Çanakkale Boğazı sedimentlerinde gross alfa beta aktivite konsantrasyonları ile derinlik arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. İstanbul Boğazı örneklerinden B1, B3 ve B10'da gross alfa ve beta aktivite konsantrasyonları ile derinlik arasındaki korelasyon pozitif ve doğrusal iken, diğerlerinde (B12, B17, B21 ve B22) bu korelasyon negatiftir. Haliç örneklerinden GH1 dışındaki tüm sediment örneklerinde pozitif korelasyon bulunmaktadır.

İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı bentik foraminifer ve ostrakod toplulukları karşılaştırıldığında, İstanbul Boğazı'nda gözlenen cins ve tür sayılarının Çanakkale Boğazı'na göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çanakkale Boğazı'ndaki mikrofauna cins ve türlerinin daha baskın olmasında ana faktör, Akdeniz su kütlelerinin

kalınlığının (Eryılmaz vd., 2001) bu ortam üzerindeki etkisidir. Bu, deniz akıntı sisteminin Çanakkale Boğazı'ndaki biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkisinin çok önemli olduğu anlamına gelmektedir (Meriç vd., 2018a). Böylece Pasifik Okyanusu, Hint Okyanusu, Kızıldeniz ve nadiren Atlantik Okyanusu kökenli mikrofauna toplulukları, Süveyş Kanalı-Akdeniz-Ege Denizi'nin farklı lokasyonlarına mevcut akıntı sistemlerinin önemli etkisi altında ve gemilerin balast suları içerisinde taşınmaktadır. Bunun sonucunda yaşam alanında ortama uyum sağlayan mikrofaunal bireyler çoğalarak dağılmaktadır (Meriç vd., 2018a).

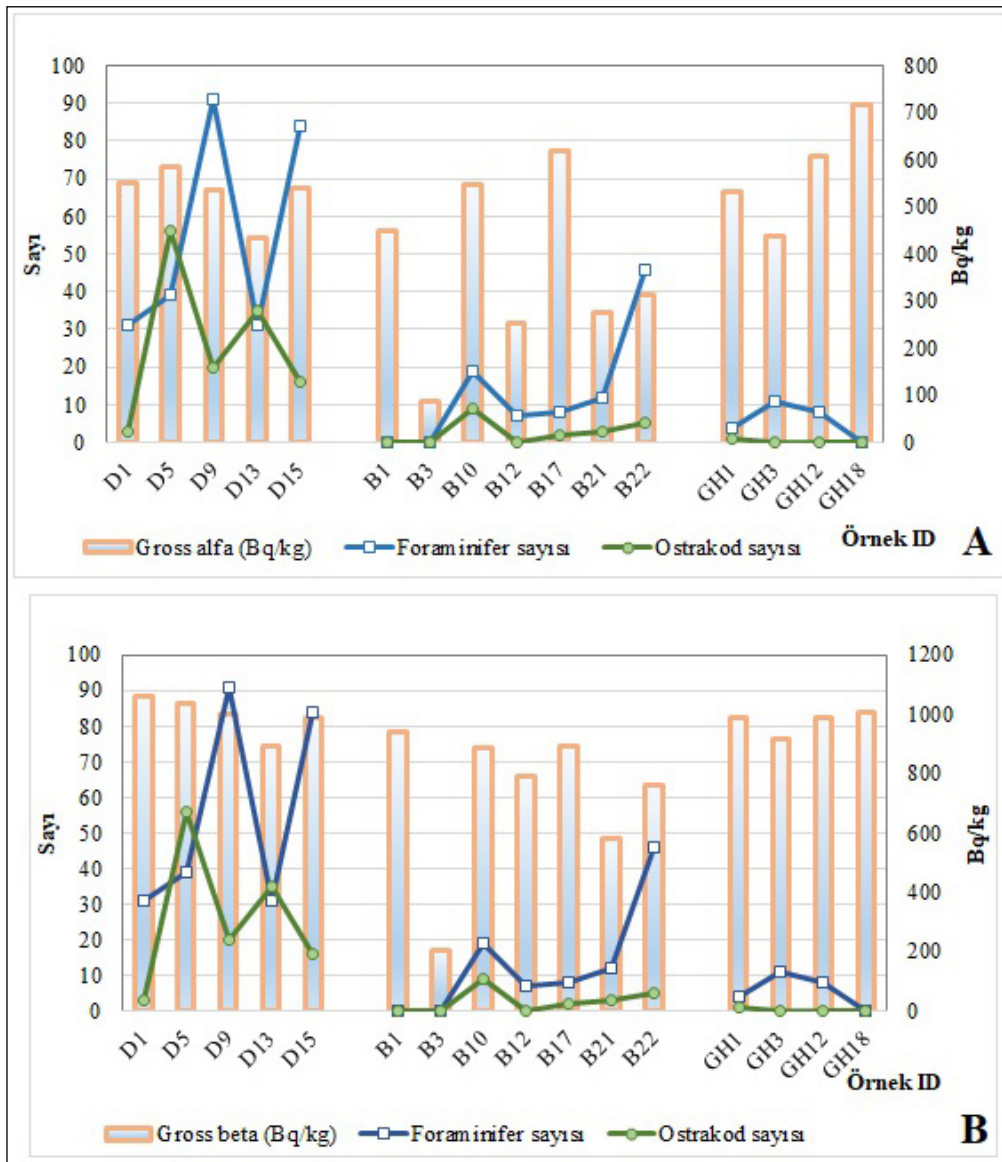
İki farklı su kütlelerinin zıt yönlerde aktığı Çanakkale Boğazı'nda, Karadeniz ile Ege Denizi arasındaki seviye ve yoğunluk farklılıkları sonucu yüzey ve dip akıntıları meydana gelmektedir. Akdeniz kökenli yüksek yoğunluklu sular dipten Marmara Denizi'ne doğru akarken, Karadeniz kökenli daha düşük yoğunluklu sular yüzeyden Ege Denizi'ne doğru akmaktadır. Marmara Denizi tarafında 20 m olan yüzey suyu kalınlığı Ege Denizi'ne doğru 5 m'ye kadar inmektedir. Bu faktör Çanakkale Boğazı'nda dikey sıcaklık dağılımını etkileyen en önemli faktörlerden biridir (Meriç vd., 2009).

İki katmanlı bir su sistemi ile temsil edilen İstanbul Boğazı'nın Karadeniz girişinde tuzluluğu %17-18 olan yüzey suyu, Boğaz yoluyla Marmara Denizi'ne dağılmakta ve tuzluluk değerleri %20-25'e çıkmaktadır. Çanakkale Boğazı'nın Ege Denizi girişinde taban sularına karışması nedeniyle yüzey suyunun tuzluluğu %29'a ulaşmaktadır. Ege Denizi girişi ve Çanakkale Boğazı'nın Marmara Denizi girişindeki dip suyu %~39 tuzluluğa sahiptir. Marmara Denizi içerisinde %37-38 aralığında olup, gözle görülür bir değişiklik görülmemekle birlikte İstanbul Boğazı'nın Karadeniz girişinde dip suyunun tuzluluğu %35,5'e kadar düşmektedir (Beşiktepe vd., 1994). Bu sistem, az tuzlu (%18) Karadeniz suyunun İstanbul Boğazı'ndan yüksek tuzlu (%39) Akdeniz suyunun ise Çanakkale Boğazı'ndan Marmara Denizi'ne girmesiyle şekillenmektedir (İSKİ, 2005). Yoğunlukları farklı olan bu iki su kütlesi arasında alt katmanı Akdeniz suyu, üst katmanı ise Karadeniz suyunu oluşturur ve bunlar birbirine zıt yönde akan sürekli bir akıntı sistemi geliştirir. Bu iki farklı su kütlelerini ayıran ara tabakanın (piknoklin) derinliği

su yüzeyinden 20-25 m kadardır (Ünlüata vd., 1990). Foraminifer, ostrakod ve mollusk cins ve türlerinin yaşam koşulları için belirli sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin olması gerekmektedir. Bunun yanı sıra bazı bentik foraminifer tür ve cinsleri için ekolojik koşullar arasında sıcaklık limitlerinin farklı olduğu bilinmektedir.

Meriç vd., (2009)'de, Çanakkale Boğazı sedimentlerinde Akdeniz kökenli ostrakod topluluk türlerinin oldukça zengin olduğu bulunmuştur. Çalışmamızda, Çanakkale Boğazı sedimentlerinden özellikle D5 ve D13'te zengin Akdeniz kökenli

türlere ait ostrakod topluluklarının baskın olduğu görüldü. Akdeniz kökenli bu zengin ostrakod cins ve türlerini içeren sediment örneklerinin derinlikleri 42 m ile 66 m aralığındadır. D5 ve D9 'da gross alfa değerlerindeki artış ve azalma ile ostrakod cins ve tür sayısı arasındaki ilişki doğrusal ve pozitifdir. Ancak diğer örneklerde (D13 ve D15) negatif bir ilişki gözlenmiştir. Haliç'ten alınan GH1 örneğinde sadece Akdeniz kökenli bir ostrakod türü bulunmuştur. Yine Boğaz sedimentlerinde Akdeniz kökenli ostrakod cins ve türlerinin sayısı 2 ile 9 arasında değişmektedir (Şekil 7 a, b).



Şekil 7- Sedimentlerin; a) gross alfa ve b) gross beta değerlerine göre bentik foraminifer ve ostrakod sayılarının dağılımı.

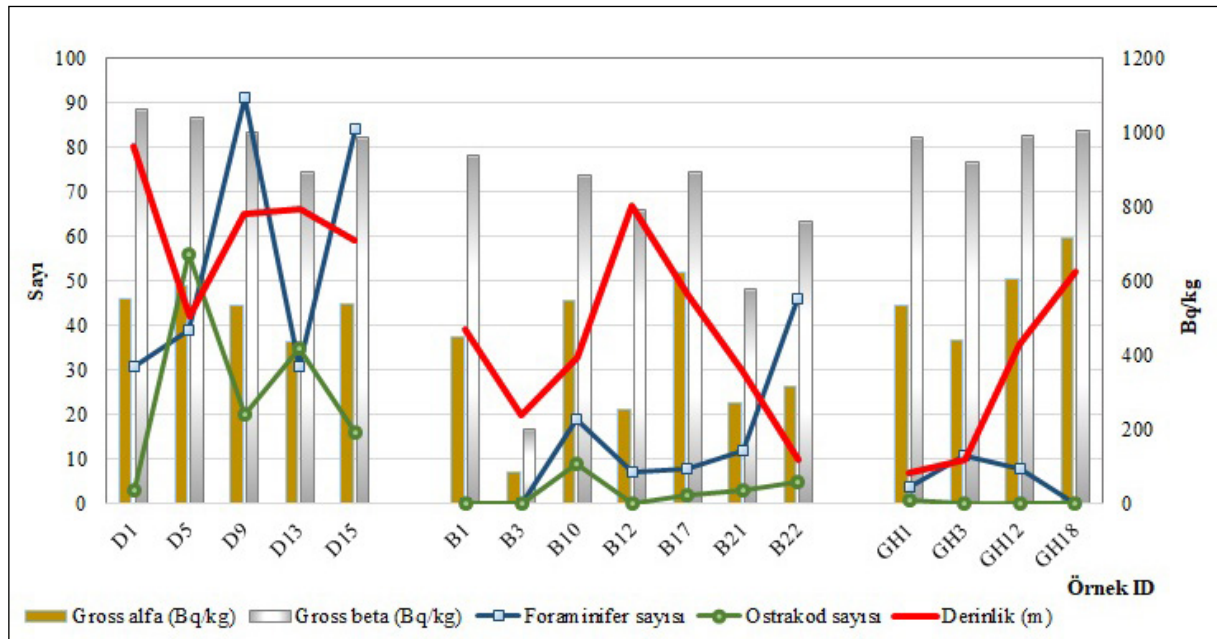
Çalışmamızda, en yüksek gross alfa ve beta değerleri GH18'de ölçülmüş olup bentik foraminifere rastlanmamıştır. Gross alfa değerinin yüksek olduğu B17 örneğinde 5 tür, GH17'de ise 6 tür gözlemlendi. Gross beta değerinin en yüksek olduğu D1, D5, D9 ve D15 örneklerinde bentik foraminifer topluluklarının bolluğu gözlemlenmiştir (Şekil 4). Yine gross alfa ve beta değerleri ile bentik foraminifer topluluklarının tür sayıları arasındaki korelasyon D13 ve D15 hariç, Çanakkale Boğazı'nın tüm örneklerinde negatif olarak ortaya çıkmıştır (Şekil 5 a, b).

Çanakkale Boğazı sedimentlerinde gross alfa ve beta değerleri ile derinlikler arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur. İstanbul Boğazı sedimentlerinden B1, B3 ve B10'da bu parametreler arasındaki ilişki pozitif ve doğrusal iken diğerlerinde negatiftir. Haliç örneklerinden GH1 dışında korelasyon pozitifdir (Şekil 8). Çanakkale Boğazı örneklerinde mikrofauna yoğunluğu ile yüksek gross alfa ve beta değerleri arasında bir ilişki bulunurken, İstanbul Boğazı ve Haliç örneklerinde bu ilişki bulunamadı.

Karahan (1997)'in çalışmasında Marmara Denizi'nin gross alfa konsantrasyonu ortalaması 1.42 Bq/l, gross beta konsantrasyonu ortalaması ise 5.47 Bq/l olarak bulunmuştur. Yine aynı çalışmada Karadeniz suyunun gross alfa aktivite konsantrasyonu

ortalaması 0.375 Bq/l, beta aktivite konsantrasyonu ortalaması ise 5.63 Bq/l olarak bulunmuştur. Diğer bir çalışmada (Özger, 2005) Akdeniz suyunun gross alfa aktivite konsantrasyonu 0.703 Bq/l, gross beta aktivite konsantrasyonu ise 6.81 Bq/l olarak bulunmuştur. Görüldüğü gibi Akdeniz suyunun gross beta aktivite konsantrasyonu, Marmara Denizi ve Karadeniz'de ki gross beta aktivite konsantrasyonu değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Bu durum, Akdeniz suyunun tuzluluk oranının Karadeniz ve Marmara Denizi'nden daha yüksek olması ile ilişkili olduğu ile açıklanabilir. Çünkü deniz suyundaki gross alfa ve beta aktivitelerinin yüksek çıkmasının nedeni, deniz suyundaki potasyum miktarının fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

Karahan (1997)'in çalışmasında gross alfa değerleri, Karadeniz ve Marmara Denizi'nde yapılan diğer çalışmalara (Karahan vd., 2000; Otansev vd., 2016) göre daha yüksek bulunmuştur. Gross beta değerleri Karahan vd. (2000) ve Otansev vd. (2016) çalışmalarında aynı bulunmuştur. Çizelge 6'da görüldüğü gibi yağış ve kar suyu değerleri de karşılaştırıldığında göl değerlerine benzediği tespit edilmiştir. Otansev vd. (2016)'nin çalışmasında ise Marmara Denizi gross alfa değerleri en düşük, gross beta değerleri ise yüksek bulunmuştur. Romanya kıyılarında deniz suyu gross beta değeri en yüksektir



Şekil 8- Bentik foraminifer ve ostrakoda sayılarının gross alfa ve gross beta değerleriyle sediment derinliğine göre dağılımı.

Çizelge 6- Gross alfa ve gross beta radyoaktivite düzeylerinin ve/veya çeşitli yerlerde ve farklı çalışmalarla karşılaştırılması.

Çalışmaların Lokasyonları	Gross alfa	Gross beta	Referanslar
Marmara Denizi (Bq l-1)	1.42	5.47	Karahan, 1997
Karadeniz (Bq l-1)	0.375	5.63	Karahan, 1997
K. Çekmece Gölü (Bq l-1)	0.06±0.04	3±1	Karahan vd., 2000
B. Çekmece Gölü (Bq l-1)	0.05±0.01	0.3±0.07	Karahan vd., 2000
Terkos Gölü (Bq l-1)	0.02±0.009	0.2±0.05	Karahan vd., 2000
Ömerli Baraj Gölü (Bq l-1)	0.034±0.008	0.04±0.005	Karahan vd., 2000
İstanbul kıyıları deniz suyu (Bq l-1)	0.4±0.1	4.9±0.9	Karahan vd., 2000
Karadeniz deniz suyu (Bq l-1)	0.4±0.2	5.6±1.1	Karahan vd., 2000
Marmara Denizi deniz suyu (Bq l-1)	0.5±0.1	5.0±1.2	Karahan vd., 2000
Karadeniz ve İstanbul Boğazı deniz suyu (Bq l-1)	0.3±0.006	5.3±1.3	Karahan vd., 2000
Yağmur suyu (Bq l-1)	0.03±0.008	0.13±0.03	Karahan vd., 2000
Kar suyu (Bq l-1)	0.08±0.004	0.14±0.03	Karahan vd., 2000
Marmara Denizi deniz suyu (Bq l-1)	0.042	13.402	Otansev vd., 2016
Romanya kıyıları sedimentleri (Bq.kg-1)		30-8000	Patrascu, 2002
Romanya kıyıları dip sedimentleri (Bq.kg-1)		459-980	Patrascu, 2002
Romanya kıyıları deniz suyu (Bq l-1)		3300 -- 7500	Patrascu, 2002
İstanbul Boğazı sedimentleri ortalaması (Bq kg ⁻¹)	364	721.71	Bu çalışma
Haliç sedimentleri ortalaması (Bq kg ⁻¹)	574	975.25	Bu çalışma
Çanakkale Boğazı sedimentleri ortalaması (Bq kg ⁻¹)	441	831	Bu çalışma

(Patrascu, 2002). Sedimentler karşılaştırıldığında Romanya kıyı sedimentlerinde sonuçların oldukça değişken (30-3000 Bq/kg) ancak çalışmamızın sonuçlarında dip sedimentlerde aynı aralıkta olduğu görüldü.

Doğal radyonüklid dağılımı her bölgenin jeolojik ve coğrafi koşullarına bağlıdır. Elde edilen sonuçlar, jeolojik formasyonun ve tarım alanlarının doğal radyoaktivite oluşumunu güçlü bir şekilde etkilediğini gösterir. Ayrıca toprak ve sediment numunelerindeki gross alfa ve beta radyoaktivite konsantrasyonlarının diğer çalışmalarda gözlemlenenlerden nispeten daha yüksek olduğu da gösterilmiştir (Yuanxun vd., 2003; Stephen, 2004).

Yakın zamanda yapılan bir çalışma sonucunda (Önce ve Kam, 2019) Şarköy ve Mürefte inceleme alanları çevresinde maksimum gross alfa değeri 301 ± 15.9 Bq/kg (Şarköy Limanı, Marmara Denizi'nin güneybatı kıyısında), en düşük değer ise 989 ± 16.5 Bq/kg (Şarköy Limanı) olarak bulunmuştur. Bu değerler çalışmamızın sonuçlarıyla karşılaştırıldığında çalışmamızda hem gross alfa hem de gross beta

konsantrasyonu değerleri yüksek bulunmuştur. Gross alfa ve beta konsantrasyonlarının genel olarak yüksek olmasının temel nedeni tarımda kullanılan gübrelerin doğal ⁴⁰K'nın yanı sıra uranyum, toryum ve bunların bozunma ürünlerini de içermesidir (Eisenbud ve Gessel, 1997). Keser vd. (2013), İkizdere ve Kaptanpaşa Vadisi'ndeki sediment ve kayaç örneklerinde radyoaktivite düzeylerini incelediği çalışmada bazı kaya örnekleri için gross alfa aktivitesinin gross beta aktivitesinden genel olarak daha düşük olduğunu bulmuştur.

Zorer vd. (2009a) çalışmasında Van Gölü'nde göl ve nehir sedimentlerinin radyoaktivitesini genellikle Mayıs ayında düşük olarak, ortalama gross alfa aktivitesi 1.134±0.664 Bq/g, ortalama gross beta aktivitesi ise 0.482±0.181 Bq/g; Ağustos ayında ise bu değerleri gross alfa 1.082±0.642 Bq/g ve gross beta 5.529±2.541 Bq/g olarak bulmuştur. Yine söz konusu çalışmada, Mayıs ayında gross alfa ve beta radyoaktivite konsantrasyonlarının sırasıyla 0.782 – 4.596 Bq/g ve 0.482- 10.372 Bq/g; Ağustos ayında 0.580 -5.824 Bq/g ve 0.303- 9.702 Bq/g aralığında değiştiği görülmüştür (Zorer vd., 2009b).

Radyoelementlerin okyanustan pelajik yataklara transferinin mekanizması tartışılmış ve gross beta-aktivite dağılımının yorumlanmasında belirsizlik noktaları belirtilmiştir. (Arrhenius ve Goldberg, 1955). Gross alfa aktivitesi şu ana kadar sadece güncel sedimentlerin tane boyutu $> 5 \mu$ olanlarında araştırılmış, büyük ölçüde radyum ve onun varyant elementleri olan radon ve radyum nedeniyle, hepsi pratik olarak tamamen fillipsit (K- ve Na-) gibi zeolit minerallerine bağlı olduğu belirtilmiştir (Arrhenius ve Goldberg, 1955).

Katkı Belirtme

Yazarlar, çalışmanın örnekleme aşamasındaki katkılarından dolayı Prof. Dr. H. İbrahim Sur'a (Karadeniz Daimi Sekreterliği İcra Müdürlüğü) ve SHOD'a (Deniz Kuvvetleri Seyir, Hidrografi ve Oşinografi Dairesi Başkanlığı) içtenlikle teşekkür ederler. Yazarlar ayrıca SEM fotoğraflarını (Jeol JSM-5600) hazırlayan Sayın Tuğrul Tüzüner'e (TPAO Araştırma Merkezi-Ankara) özel teşekkürlerini sunarlar.

Değinen Belgeler

Akdemir, D., Külköylüoğlu, O. 2021. Effects of Temperature Changes on the Spatial Distribution and Ecology of Ostracod (Crustacea) Species. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research* 7(1): 1-13.

Arrhenius, G., Goldberg, E.D. 1955. The distribution of radioactivity in pelagic clays. *Tellus* 7, 226-231.

Athersuch, J., Home, D.J., Whittaker, J.E. 1989. Marine and Brackishwater Ostracods. *Linnean Society Synopses of the British Fauna (New Series)*, No. 43. E. J. Brill, Leiden, Netherlands, 343.

Avşar, N. 2002. Gökçeada, Bozcaada ve Çanakkale üçgeni kıta sahanlığı (KD Ege Denizi) bentik foraminifer dağılımı ve taksonomisi. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi* 26, 53-75.

Avsar, N., Meriç, E. 2001. Çeşme-İlca Koyu (İzmir) bölgesi güncel bentik foraminiferlerinin sistematik dağılımı. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi* 24, 13-22.

Avşar, N., Meriç, E. 2008. Taxonomy and ecology of foraminifera from the sea of Marmara (NW Turkey). *The Fifth International Conference on Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meiobenthology, EMMM'2008, University of Madras, India.* 34-36.

Avşar, N., Aksu, A., Dinçer, F. 2006. Erdek Körfezi (GB Marmara Denizi) bentik foraminifer toplulukları. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Dergisi* 27(3), 125-141.

Ayçık, G.A., Citaku, D., Erten, H.N., I., Salihoğlu, I. 2004. Dating of Black Sea sediments from Romanian coast using natural ^{210}Pb and fallout ^{137}Cs . *Journal of Radio Analytical and Nuclear Chemistry* 259 (1), 177-180.

Babin, C. 1980. *Elements of Palaeontology*. Chichester: Wiley, 446.

Barut, I. F., Meriç, E., Kam, E., Avşar, N., Nazik, A. 2012. The impact in distribution of radioactive to recent meiofauna assemblages: A case of the Bosphorous and the Dardanelles straits and Golden Horn sediments. *ECSA 50 and Estuarine, Coastal Shelf Science (Today's Science for tomorrow's management)*, (3-7 June 2012), Venice Italy, [O9.5]

Barut, I. F., Meriç, E., Kam, E., Avşar, N., Nazik, A. 2013. Effects of oceanographic properties to the Meiofauna assemblages: The North coasts of Karaburun Peninsula (Eastern Aegean Sea). *World Academy of Science, Engineering and Technology (WASET)* 76, 887-896.

Barut, I. F., Ergin M., Meriç, E., Avşar N., Nazik, A., Suner, F. 2018. Contribution of natural and anthropogenic effects in the İznik Lake bottom sediment: geochemical and microfauna assemblages evidence. *Quaternary International (Paleoclimatic and Paleoecological Studies in Turkey's Lakes-TURQLAKES2016)* 486, 129-142.

Beşiktepe, Ş.T., Sur, H.İ., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T., Ünlüata, Ü. 1994. The circulation and hydrography of the Marmara Sea. *Progress in Oceanography* 34, 285-334.

Bignot, G. 1985. *Elements of Micropaleontology*. London, Graham & Trotman, 217.

Biswas, S., Ferdous, J., Begum, A., Ferdous, N. 2015. Study of Gross Alpha and Gross Beta Radioactivities in Environmental Samples. *Journal Of Scientific Research* 7(1-2), 35-44.

Bologa, A.S. 1994. Marine science research priorities in Romania. *Mediul inconjurator* 5 (1), 3-13.

Bologa A.S., Pătrascu V. 1997. Radioactivity in the Romanian Black Sea Sector – One Decade after Chernobyl. *IAEA International Conference "One Decade after Chernobyl: Summing Up the Radioecological Consequences of the Accident"*. Vienna, 8-12 April 1996; *IAEATECDOC-964*, 2, 469-475.

Bologa, A.S., Pătrascu, V., Cuingioglu, E. 1998. Distribution of Total Beta Radioactivity, Sr-

- 90 and 137Cs Content in the Romanian and NW Black Sea Sector between 1994-1995. Rapport Commission International Mer Mediterranee 35, 234-235.
- Bonaduce, G., Ciampo, G., Masoli, M. 1975. Distribution of Ostracoda in the Adriatic Sea. Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli 40 (suppl.): 304.
- Borcia, C., Rădulescu, C., Ciucă, R., Blendea, V. 2017. Radioactivity of the lower sector of Danube River and the Black Sea coastal zone in relation to some hydrological characteristics. Ovidius University Annals Series: Civil Engineering 19, 15-27.
- Breman, E. 1975. The distribution of ostracodes in the bottom sediments of the Adriatic Sea. Vrije Universiteit te Amsterdam, Krips Repro, Meppel, 165.
- Callaway, J. C., Delaune, R. D., Patrick, W.H. 1996. Chernobyl Cs-137 used to determine sediment accretion rates at selected north European coastal wetlands. Limnology and Oceanography 41 (3), 444-450.
- Carroll, J., Lerche, I. 2003. Sedimentary Processes: Quantification Using Radionuclides. Elsevier, Oxford, 272.
- Cimerman, F., Langer, M. R. 1991. Mediterranean foraminifera. Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti. Academia Scientiarum et Artium Slovenica, 118.
- Currie, L.A. 1968. Limits for Qualitative Detection and Quantitative Determination: Application to Radiochemistry, Analytical Chemistry 40, 586-593.
- Dai, J. C., Song, J. M., Li, X.G., Yuan, H.M., Li, N., Zheng, G.X. 2007. Environmental changes reflected by sedimentary geochemistry in recent hundred years of Jiaozhou Bay, North China. Environmental Pollution 145 (3), 656-667.
- Derman, A. S. 1990. Genç çökellerin (Holosen) sedimentolojik özellikleri ve ortamsal yorumu. E. Meriç (Ed.), İstanbul Boğazı Güneyi ve Haliç'in Geç Kuvaterner Dip Tortulları 5-11.
- Duong Van, H., Le Luong, H., Nguyen Dinh, C., Nguyen Thanh, D., Hegedüs, M., Csordás, A., Kovács, T. 2020. Gross alpha and gross beta activities in selected marine species in Vietnam. Environmental Science and Pollution Research 27, 33385-33392.
- Eisenbud, M., Gesell, T. 1997. Environmental Radioactivity from Natural, Industrial and Military Sources. Academic Press, 4th Edition, New York. 656.
- Emiroğlu, A. 2014. Karadeniz'in Kirliliği ve Katılımcı Çözüm Önerileri (The Black Sea Pollution and Participative Solution Offers). Vergil, H., Sezer, Ö., Dökmen G. (Eds.), 1. Karadeniz ve Balkan Ekonomik ve Politik Araştırmalar Sempozyumu, Zonguldak (3-5 Eylül 2014). Bildiriler Kitabı, 173-187.
- Er, Z., Tuğrul, A.B. 1995. Çeşitli Madensuyu ve Sodalarnın Radyoaktivite Seviyelerinin Tayini. V. Ulusal Medikal Fizik Kongresi, İstanbul, (11-15 Eylül 1995).
- Eryılmaz, M. 1995. Marmara Denizi, İstanbul ve Çanakkale Boğazları Fiber optik kablo güzergahı çalışmaları, İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi 1995, 2, 445-456.
- Eryılmaz, M. 1997. Türkiye, İstanbul Boğazı yüzey sediment dağılım haritası (tane büyüklüğüne göre), Ölçek, 1: 100.000, Dz.K.K. Sey. Hid. ve Oşi. Dairesi Başkanlığı, (SHOD).
- Eryılmaz, M. 1998. Türkiye, Çanakkale Boğazı yüzey sediment dağılım haritası, Dz.K.K. Sey. Hid. ve Oşi. Dairesi Başkanlığı, 1: 200.000 ölçekli, Dz.K.K. Sey. Hid. ve Oşi. Dairesi Başkanlığı (SHOD).
- Eryılmaz, M. 2002. İstanbul Boğazı ve Haliç, Oşinografi Çalışmaları, Dz.K.K. Sey.Hid. ve Oşi. Dairesi Başkanlığı (SHOD), Unpublished Report, Archiv, 30s.
- Eryılmaz, M., Kara, S. 1996. Valide Sultan Köprüsü'nün Haliç Oşinografisi ve Hidrografisi Üzerine Etkileri. Dz.K.K., Sey., Hid. ve Oşi. Dairesi Başkanlığı (SHOD), Unpublished Report, Archiv, 23s.
- Eryılmaz, M., Türker, A., Aydın, Ş., Kırca, Z. 2000. İstanbul Boğazı'nda güncel çökel dağılımı. Z.Uysal, İ. Salihoğlu (Eds.), 1. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı ODTÜ, (30 Mayıs-2 Haziran 2000), 281-283.
- Eryılmaz M., Yücesoy-Eryılmaz F., Aydın, Ş., Türker, A., Kırca, Z. 2001. Çanakkale Boğazı'nın güncel çökel dağılımı. 54. Türkiye Jeoloji Kurultayı (7-10 Mayıs 2001) Ankara. Bildiri Özleri, CD 5-6.
- Friedlander, B., Burger, J., Gochfeld, M. 2005. Review of radionuclides in the marine environment. (In: Powers, C.W., Burger, J., Kosson, D., Gochfeld, M., Barnes, D. (Eds.), Amchitka Independent Science Assessment: Biological and Geophysical Aspects of Potential Radionuclide Exposure in the Amchitka Marine Environment). Consortium for Risk Evaluation with Stakeholder Participation, Piscataway, New Jersey (Appendix 2A).
- Fuller, C.C., Geen, A.V., Baskaran, M., Anima, R. 1999. Sediment chronology in San Francisco Bay, California, defined by 210Pb, 234Th, 137Cs, and 239, 240Pu. Marine Chemistry 64, 7-27.

- Guernet, C., Lemeille, F., Sorel, D., Bourdillon, Ch., Berge-Thierry, C., Manakou, M. 2003. Les Ostracodes et le Quaternaire d'Aigion (Golfe de Corinthe, Grèce). *Revue de Micropaléontologie*, 46, 73–93.
- Guillaume, M.C., Peypouquet, J.P., Tetart, J. 1985. Quaternaire et actuel. Atlas des Ostracodes de France. *Bulletin des centres de recherches exploration-production Elf-Aquitaine* 9, 337-377.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4 (1), 9pp., 178kb. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Hanfi, M. Y., Yarmoshenko, I.V., Seleznev, A. A., Zhukovsky, M. V. 2019. The gross beta activity of surface sediment in different urban landscape areas. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 321, 831–839.
- Hanfi, M. Y., Yarmoshenko, I., Seleznev, A.A. 2021. Gross Alpha and Gross Beta Activity Concentrations in the Dust Fractions of Urban Surface-Deposited Sediment in Russian Cities. *Atmosphere* 12, 571, 1-8.
- Hartman, G., Puri, H. 1974. Summary of Neontological and Paleontological Classification of Ostracod. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut* 20, 7-73.
- Hatta, A., 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 Ryukyus* 53, 49-119; 54, 163-287.
- Hottinger, L., Halicz, E., Reiss, Z. 1993. Recent foraminifera from the Gulf of Aqaba, Red Sea. *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti, Ljubljana* 179. (pl. 1-230)
- İSKİ, 2005. Su kalitesi İzleme Çalışması, Sonuç Raporu. İstanbul.
- Joachim, C., Langer, M. R. 2008. The 80 most common Ostracods from the Bay of Fetovaia Elba Island (Mediterranean Sea), *Universität Bonn*, 29.
- Karahan, G. 1997. İstanbul'un çevresel radyoaktivitesinin tayini ve doğal radyasyonların yıllık etkin doz eşdeğeri. Doktora Tezi, İTÜ, Nükleer Enerji Enstitüsü, İstanbul. 118s.
- Karahan, G., Öztürk, N., Bayülken, A. 2000. Natural radioactivity in various surface waters in Istanbul, Turkey. *Water Research* 34(18), 4367-4370.
- Keser, R., Korkmaz-Görür, F., Alp, İ., Okumuşoğlu, N. T. 2013. Determination of radioactivity levels and hazards of sediment and rock samples in İkizdere and Kaptanpaşa Valley, Turkey. *International Journal of Radiation Research* 11 (3), 155-165.
- Kılıç, Ö., Belivermiş, M., Gözel, F., Carvalho, F. P. 2014. Radioactivity levels in mussels and sediments of the Golden Horn by the Bosphorus Strait, Marmara Sea. *Marine Pollution Bulletin* 86 (1-2), 555-561.
- Li, F. Y., Li, X. G., Song, J. M., Wang, G. Z., Cheng, P., Gao, S., 2006. Sediment flux and source in northern Yellow Sea by 210Pb technique. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology* 24 (3), 255-263.
- Loeblich, Jr.A.R., Tappan, H. 1988. Foraminiferal genera and their classification. Van Nostrand Reinhold Company, 970, 842 pls.
- Loeblich, A. R., Tappan, H. 1994. Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea. Cushman Foundation for Foraminiferal Research Special Publication, 31.
- Mandic, L. J., Dragović, R., Dragović, S. 2010. Distribution of lithogenic radionuclides in soils of the Belgrade region (Serbia). *Journal of Geochemical Exploration* 105 (1-2), 43-49.
- Maringer, F.J., Baumgartner, A., Seidel, C., Stietka, M. 2015. Radioactivity in the Danube. I. Liska (Ed.) In: *The Handbook of Environmental Chemistry* 39. The Danube River Basin. Springer. 271–284.
- McLin, S. G., Lyons, D. W. 2002. Background Radioactivity in River and Reservoir Sediments near Los Alamos, New Mexico, report, New Mexico. University of North Texas Libraries, UNT Digital Library, crediting UNT Libraries Government Documents Department.
- Meriç, E., Sakınç, M., Eroskay, O. 1988. İstanbul Boğazı ve Haliç çökellerinin evrim modeli. *Mühendislik Jeolojisi Bülteni*, 10, 10-14.
- Meriç, E., Sakınç, M. 1990. Foraminifera. E. Meriç (Ed.), İstanbul Boğazı Güneyi ve Haliç'in Geç Kuvaterner (Holosen) Dip Tortulları. 15-41.
- Meriç, E., Oktay, F.Y., Sakınç, M., Gülen, D., Inal, A. 1991. Sedimentary geology and palaeoecology of the Quaternary sequences of Ayamama (Bakırköy-Istanbul) Çukurova Üniversitesi Yerbilimleri (Geosound) 8(1), 93–100.
- Meriç, E. Avşar, N., Eryılmaz, M., Yücesoy-Eryılmaz, F. 2001. İstanbul Boğazı'nın Güncel Bentik Foraminifer Topluluğu ve çökel dağılımı. Çukurova Üniversitesi Yerbilimleri (Geosound), 38, 93-108.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A. 2002a. Bozcaada (Kuzey Ege Denizi) bentik foraminifer ve ostrakod faunası ile bu toplulukta gözlenen yerel değişimler. Çukurova Üniversitesi Yerbilimleri (Geosound), 40-41, 97-119.

- Meriç, E., Avşar, N., Bergin, F. 2002b. Midilli Adası (Yunanistan-Kuzeydoğu Ege Denizi) bentik foraminifer faunası ve bu toplulukta gözlenen yerel değişimler. Çukurova Üniversitesi Yerbilimleri (Geosound), 40-41, 177-193.
- Meriç, E., Avşar, N., Bergin, F., Barut, İ. F. 2003a. Edremit Körfezi (Kuzey Ege Denizi) güncel çökellerindeki bentik foraminifer topluluğu ile ekolojik koşulların incelenmesi. Çukurova Üniversitesi Yerbilimleri (Geosound), 43, 169-182.
- Meriç, E., Avşar, N., Bergin, F., Barut, İ.F. 2003b. Dikili Körfezi'nde (Kuzeydoğu 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.
- Meriç, E., Kerey, İ. E., Avşar, N., Tuğrul, A. B., Suner, F., Sayar, A. 2003c. Haliç (İstanbul) kıyı alanlarında (Unkapanı- Azapkapı) gözlenen Holosen çökelleri hakkında yeni bulgular. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri 28, 9-32.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Eryılmaz, M., Yücesoy-Eryılmaz, F. 2004a. Saros Körfezi'nin (Kuzey Ege Denizi) güncel bentik ve planktik foraminifer toplulukları ile çökel dağılımı. Çukurova Üniversitesi Yerbilimleri (Geosound), 44-45, 1-44. (in Turkish with English abstract)
- Meriç, E., Avşar, N., Bergin, F. 2004b. 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, 33 plates.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Tunoğlu, C., Yokeş, B., Barut, İ.F., Yücesoy-Eryılmaz, F., Tuğrul, B., Görmüş, M., Öncel, M. S., Orak, H., Kam, E. Dinçer, F. 2008. Harmantaşı Mevkii deniziçi kaynakları çevresindeki foraminifer ve ostrakod topluluğuna bu alandaki çevresel koşulların etkisi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi 136, 63-84.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Yokeş, B., Ergin, M., Eryılmaz, M., Yücesoy-Eryılmaz, F., Göktaşan, E., Suner, F., Tur, H., Aydın, Ş., Dinçer, F. 2009. Çanakkale Boğazı'nın güncel bentik foraminifera, ostrakod ve mollusk topluluğunu denetleyen faktörler ile çökel dağılımının jeokimyası. Türkiye Jeoloji Bülteni, 52 (2), 155-215.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Yokeş, B., Barut, İ.F., Eryılmaz, M., Kam, E., Taşkın, H., Başsarı, A., Dinçer, F., Bircan, C., Kaygun, A. 2012. Ilica Bay (Çeşme-İzmir) Benthic Foraminifera-Ostracoda Assemblages And Pacific Ocean – Red Sea Originated Foraminifera And Abnormal Individuals. Bulletin of the Mineral Research and Exploration 145, 62-78.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Yokeş, B., Barut, İ.F., Suner, F., Sarı, E., Eryılmaz, M., Yücesoy-Eryılmaz, F., Dora. Ö., Kam, E., Dinçer, F. 2017. A multi disciplinary overview of factors controlling on meiofauna assemblages around Maden and Alibey islands in Ayvalık (Balıkesir, Eastern Aegean Sea). Journal of African Earth Sciences 129, 558-578.
- Meriç, E., Barut, İ.F., Nazik, A., Avşar, N., Yokeş, M.B., Eryılmaz, M., Yücesoy-Eryılmaz, F., Kam, E., Sonuvar, B., Dinçer, F. 2018a. The Effect Of Submarine Thermal Springs Of Doğanbey Cape (Seferihisar - İzmir) On Foraminifer, Ostracoda And Mollusca Assemblages. Bulletin of the Mineral Research and Exploration 156, 87-116.
- Meriç, E., Nazik, A., Yokeş, M.B., Barut, İ.F., Kumral, M., Eryılmaz, M., Yücesoy-Eryılmaz, F., Gündoğan, İ., Sonuvar, B., Dinçer, F. 2018b. The effects of submarine springs on meiobenthic assemblages (benthic foraminifers, ostracods and molluscs) on the coasts of Aliağa (İzmir). Geological Bulletin of Turkey 61, 269-290.
- Meriç, E., Avşar, N., Yokeş, M.B., Barut, İ.F., Dinçer, F., Bircan, C., Kam, E. 2020. Ecology of benthic foraminifera of the eastern Aegean Sea coasts, International Journal of Environment and Geoinformatics (IJEGEO), 7(1): 06-22
- Murray, J. W. 1970. Foraminifers of the western approaches to the English Channel. Micropaleontology 16/4, 471-485.
- Murray, J.W. 1971. An atlas of British recent foraminiferids. 1-244, 1:95, Heineman Educational Books, London.
- Murray, J. W. 1973. Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids, Heinemann Educational Books Ltd., London, 274.
- Otansev, P., Taşkın, H., Başsarı, A., Varınlıoğlu, A. 2016. Distribution and environmental impacts of heavy metals and radioactivity in sediment and seawater samples of the Marmara Sea. Chemosphere 154, 266-275.
- Önce, M., Kam, N. 2019. Gross Alpha and Gross Beta Activity Levels of Holocene Sediments Between Şarköy and Mürefte (Tekirdağ). Journal of Engineering Technology and Applied Sciences 4 (2), 63-69.
- Özger, A.G. 2005. Ceyhan, Yumurtalık ve Pozantı Bölgelerinin Doğal Radyoaktivite Düzeylerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pantelic, G., Eremic, M., Petrovic, I., Javorina, L., Tanaskovic, I., Vancsura, P., Varga, A.L., Kövágó, J. 2002. Radioactivity control of the Danube at

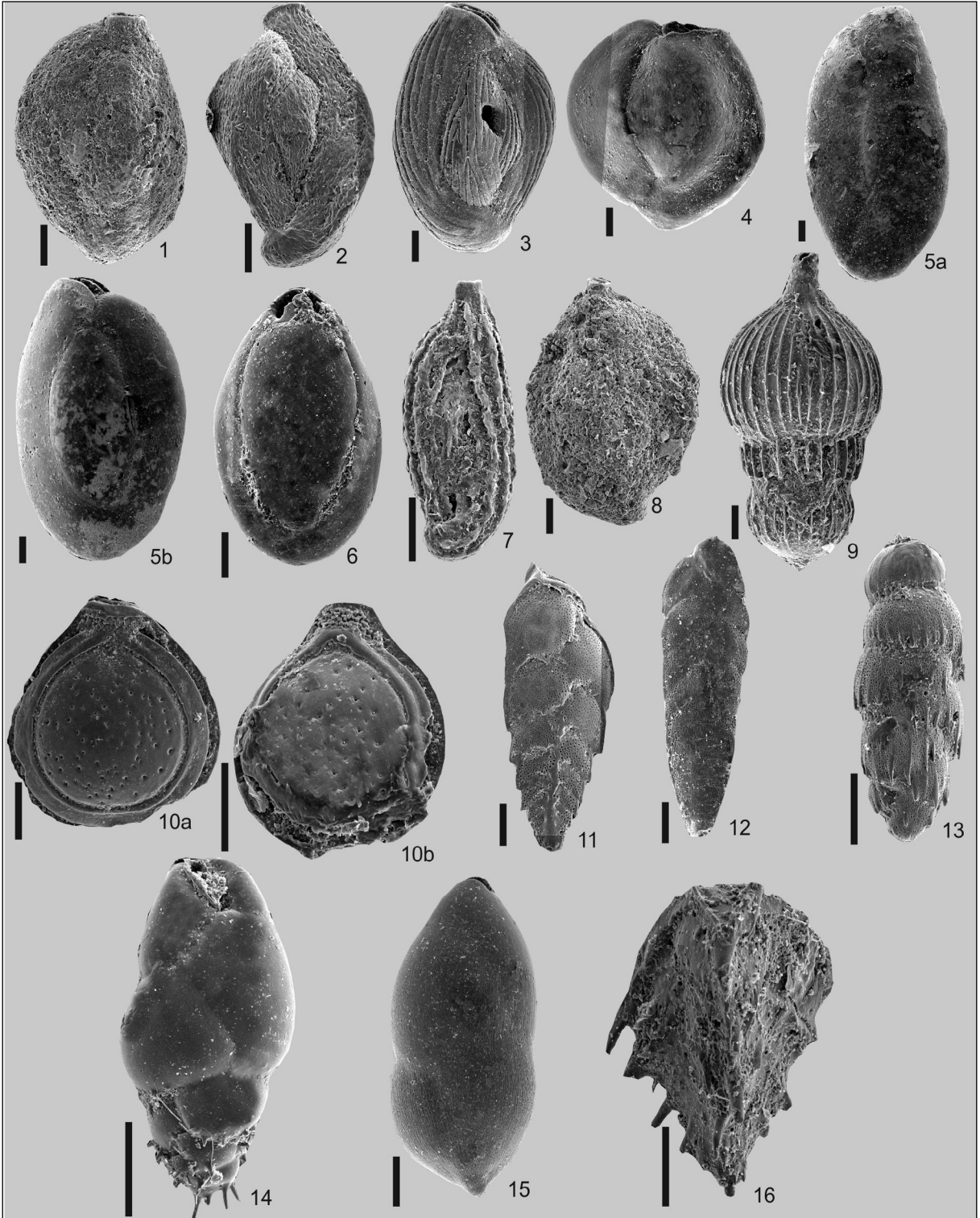
- Yugoslav-Hungarian border area. Environmental Recovery of Yugoslavia, Vinca Institute, Belgrade, Serbia. 193-201.
- Patrascu, V. 2002. Radioactivity level in marine ecosystem. Agata Olariu, Kristina Stenstrom, Ragnar Helborg (Eds.), In book: Proceedings of the International Conference on Application of High Precision Atomic & Nuclear Methods, (2-6 Sept 2002), Neptun, Romania. Edition 2005, Publisher: Ed. Academia Romana, 53-56.
- Rank, D., Maringer, F.J., Terlunen, J. 1990. The radioactivity of sediments in Danube reservoirs in Austria before and after the Chernobyl accident. Water Science and Technology (UK) 22, 211-218.
- Ruiz-Fernandez, A.C., Hillaire-Marcel, C. 2009. 210Pb-derived ages for the reconstruction of terrestrial contaminant history into the Mexican Pacific coast: potential and limitations. Marine Pollution Bulletin 59, 134-145.
- Sakinç, M., Yalıtırak, C., Oktay, F.Y. 2000. Kuzeybatı Türkiye'de (Trakya) Tetis-Paratetis ilişkisi ve Trakya Neojen Havzası'nın paleocoğrafyası ve tektonik evrimi. Cumhuriyet'in 75. Yıldönümü Yer Bilimleri ve Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı, 1, 107-135.
- Santschi, P.H., Honeyman, B.D. 1989. Radionuclides in aquatic environments. Radiation Physics and Chemistry 34, 213-240.
- Saraswat, R., Nigam, R. 2013. Benthic Foraminifera. Elias, S.A. (Ed.), In: The Encyclopaedia of Quaternary Science, Amsterdam, Elsevier. 2, 765-774.
- Savino, F., Pugliese, M., Quarto, M., Adamo, P., Loffredo, F., De Cicco, F., Roca, V. 2017. Thirty years after Chernobyl: Long-term determination of ¹³⁷Cs effective half-life in the lichen *Stereocaulon vesuvianum*. Journal of Environmental Radioactivity 172, 201-206.
- Sen Gupta, B. K. 1999. Introduction to modern foraminifera. Sen Gupta, B.K. (Ed.), Modern Foraminifera, Kluwer Academic Publisher, Netherlands, 3-6.
- Sgarella, F., Moncharmont-Zei, M. 1993. Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy), systematic and autoecology. Bulletin della Società Paleontologica Italiana, 32 (2), 145-264.
- Stephen, G.M. 2004. Background radioactivity in sediments near Los Alamos, New Mexico. Science of the Total Environment, 328, 143-159.
- Şahin, S. 2000. Radyoaktivite Seviye Tayini ile Kuvaterner İstifi İncelemesi ve Yeni Bir Değerlendirme, Doktora Tezi, İTÜ Nükleer Enerji Enstitüsü, İstanbul.
- Şamlı, A.C. 1996. Haliç (İstanbul) Holosen dip çökellerinin bentik foraminifer faunası. Türkiye Jeoloji Bülteni, 39(2), 87-102.
- Şimşek, O. 1987. İstanbul Boğazı Tüp Geçiş Güzergahının Jeolojisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Thunell, R.C. 1979. Pliocene-Pleistocene paleotemperature and paleosalinity history of the Mediterranean Sea: Results from DSDP Sites 125 and 132. Marine Micropaleontology, 4, 173-187.
- Topçuoğlu, S. 2000. Black Sea ecology, pollution research in Türkiye of the marine environment. IAEA Bulletin, 42, 12-14.
- Tuğrul, B., Meriç, E. Aşvar, N., Baytaş, F., Altınsoy, N., Ayaz, B., Doğan, N., Şahin, S., Yılmaz, I. 2001. Haliç Geç Kuvaterner (Holosen) İstifinin Radyoaktivite Seviyesi Tayini İle Değerlendirilmesi ve Diğer Değerlendirme Teknikleri İle Karşılaştırılması. Haliç 2001 Sempozyumu, (3-4 Mayıs 2001), 253-267.
- Tuncer, S., Tuğrul, B. 1992. Radioactivity Levels in Drinking Water of West Side of Turkey. First Tatarstan Symposium on Energy, Environment and Economics, (9-4 August 1992), Kazan-Tatarstan. 182.
- Ünlüata, Ü., Oğuz, T., Latif, M.A., Özsoy, E. 1990. On the physical oceanography of the Turkish straits. Pratt, L.J. (Ed.), In: The physical oceanography of sea straits. NATO/ASI series, Kluwer, Dordrecht, 25-60.
- Van, T., Bat, L., Nhan, D., Quang, N., Cam, B., Hung, L. 2018. Estimation of radionuclide concentrations and average annual committed effective dose due to ingestion for the population in the Red River Delta, Vietnam. Environmental Management 63 (4), 444-454.
- Van Morkhoven, F.P.C.M. 1963. Post Palaeozoic Ostracoda. Elsevier Amsterdam, 2, 478.
- Vongunten, H.R., Sturm, M., Moser, R.N. 1997. 200-year record of metals in lake sediments and natural background concentrations. Environmental Science and Technology 31, 2193-2197.
- Yang, W.F., Chen, M., Li, G.X., Cao, J.P., Guo, Z.G., Ma, Q., Liu, J., Yang, J.H. 2009. Relocation of the Yellow river as revealed by sedimentary isotopic and elemental signals in the East China Sea. Marine Pollution Bulletin 58, 923-927.
- Yanko, V. 1993. Stratigraphy and paleostratigraphy of the marine Pleistocene and Holocene deposits of the southern seas of the USSR. Mem. Soc. Geol. Inst., 44, 167-187.

- Yassini, I. 1979. The littoral system ostracodes from the Bay of bou, İsmail, Algeria, Algeria: Revista Espanola de micropaleontologica 11 (3), 353-416.
- Yıldırım, M., Özaydın, K., Erguvanlı, A. 1992. İstanbul Boğazı Güneyi ve Haliç'in Jeolojik Yapısı ve Geoteknik Özellikleri. Jeoloji Mühendisliği Bülteni, 40, 4-14.
- Yokeş, M.B., Meriç, E., Avşar, N., Barut, İ., Tas, S., Eryılmaz, M., Dinçer, F., Bircan, C. 2014. Opinions and comments on the benthic foraminiferal assemblage observed around the mineral submarine spring in Kuşadası (Aydın, Turkey). Marine Biodiversity Records, Marine Biological Association of the United Kingdom, 7/2014; e103, 1-17.
- Yuanxun, Z., Erhkang, L., Deyi, L., Yinsong, W., Yuehchung, Y., Changwan, W., Waiguo, S., Min, Z., Guilin, Z., Yan, L. 2003. PIXE and radioactivity measurements for elemental determination in river water and sediment samples. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 258 (2), 415-419.
- Yücesoy-Eryılmaz, F., Eryılmaz, M. 1998. Çanakkale Boğazı ve çevresi güncel çökellerinde metal dağılımı. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz alanları II. Ulusal Konferansı (22-25 Eylül 1998), ODTÜ, Ankara. E. Özhan (Ed.), Türkiye Kıyıları 1998 Konferans Bildiriler kitabı, 649-658.
- Yücesoy-Eryılmaz, F., Eryılmaz, M. 2000. Kuzeydoğu Ege Denizi-Çanakkale Boğazı-Çanakkale Boğazı Marmara Denizi girişindeki ince taneli çökellerin ağır metal dağılımına etkisi. 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı, (21-25 Şubat 2000) Ankara, Bildiri Özleri, 126-127.
- Yücesoy-Eryılmaz F., Eryılmaz, M. 2002. Kuzeydoğu Ege Denizi ve Marmara Denizi geçiş bölgesi çökellerinde ince tane boyunun ağır metal dağılımına etkisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 45 (1), 111-124.
- Yücesoy-Eryılmaz, F., Eryılmaz, M., Özdemir, Z. 2003a. Sedimentology and Geochemistry of the Bosphorus, Junction of the Marmara Sea and Black Sea with the Bosphorus surface sediments. A. Yılmaz (Ed.), Oceanography of the Eastern Mediterranean and Black Sea, (Similarities and differences of two interconnected basins), 948-952, 944-947.
- Yücesoy-Eryılmaz, F., Eryılmaz, M., Özdemir, Z. 2003b. İstanbul Boğazı, Marmara ve Karadeniz çıkışı güncel çökellerinde ağır metal dağılımı. Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü 10.Yıl Sempozyumu (15-18 Ekim 2003), Bildiri Özleri Kitabı, 102.
- Zorer, Ö., Öter, Ç. 2015. Evaluation of gross radioactivity in foodstuffs. Kerntechnik 80 (2), 174-179.
- Zorer, Ö.S., Ceylan, H., Doğru, M. 2009a. Gross alpha and beta radioactivity concentration in water, soil and sediment of the Bendimahı River and Van Lake (Turkey). Environmental Monitoring and Assessment 148 (1-4), 39 – 46.
- Zorer, Ö. S., Ceylan, H., Doğru, M. 2009b. Determination of Heavy Metals and Comparison to Gross Radioactivity Concentration in Soil and Sediment Samples of the Bendimahı River Basin (Van, Turkey). Water, Air, and Soil Pollution 196, 75-87.
- Zhou, P., Li, D., Li, H., Fang, H., Huang, C., Zhang, Y., Zhang, H., Zhao, L., Zhou, J., Wang, H., Yang, J. 2015. Distribution of radionuclides in a marine sediment core off the waterspout of the nuclear power plants in Daya Bay, northeastern South China Sea. Journal of Environmental Radioactivity 145, 102-112.

LEVHALAR

LEVHA 1

1. *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny). Yan görünüm, Örnek ID B21, 30 m, İstanbul Boğazi.
2. *Quinqueloculina berthelotiana* d'Orbigny. Yan görünüm, Örnek ID GH3, 10 m, Haliç.
3. *Quinqueloculina disparilis* d'Orbigny. Yan görünüm, Örnek ID B12, 67 m, İstanbul Boğazi.
4. *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny. Yan görünüm, Örnek ID B17, 67 m, İstanbul Boğazi.
5. *Quinqueloculina seminula* (Linne). a ve b, yan görünümler, Örnek ID B12, 67 m, İstanbul Boğazi.
6. *Phyrgo elongata* (d'Orbigny). Yan görünüm, Örnek ID D15, 30 m, Çanakkale Boğazi.
7. *Sigmoilinita costata* (Schlumberger). Yan görünüm, Örnek ID D9, 30 m, Çanakkale Boğazi.
8. *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri). Yan görünüm, Örnek ID D9, 30 m, Çanakkale Boğazi.
9. *Amphicoryna scalaris* (Batsch). Yan görünüm, Örnek ID D9, 30 m, Çanakkale Boğazi.
10. *Fissurina* sp. a ve b, yan görünümler, Örnek ID D9, 30 m, Çanakkale Boğazi.
11. *Brizalina alata* (Seguenza). Yan görünüm, Örnek ID B22, 30 m, İstanbul Boğazi.
12. *Brizalina spathulata* (Williamson). Yan görünüm, Örnek ID D5, 30 m, Çanakkale Boğazi.
13. *Rectuvigerina phlegeri* le Calvez. Yan görünüm, Örnek ID D9, 30 m, Çanakkale Boğazi.
14. *Bulimina elongata* d'Orbigny. Yan görünüm, Örnek ID D5, 10 m, Çanakkale Boğazi.
15. *Globobulimina affinis* (d'Orbigny). Yan görünüm, Örnek ID D15, 30 m, Çanakkale Boğazi.
16. *Reussella spinulosa* (Reuss). Yan görünüm, Örnek ID D5, 10 m, Çanakkale Boğazi.



LEVHA 2

1. *Rosalina bradyi* Cushman. Spiral görünüm, Örnek ID D15, 30 m, Çanakkale Boğazı.
2. *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob). Spiral görünüm, Örnek ID B22, 30 m, İstanbul Boğazı.
3. *Melonis pompilioides* (Fichtel ve Moll). Yan görünüm, Örnek ID D1, 30 m, Çanakkale Boğazı.
4. *Ammonia compacta* Hofker. Spiral görünüm, Örnek ID D13, 30 m, Çanakkale Boğazı.
5. *Criboelphidium poeyanum* (d'Orbigny). Yan görünüm, Örnek ID B10, 30 m, İstanbul Boğazı.
6. *Elphidium complanatum* (d'Orbigny). Yan görünüm, Örnek ID D13, 30 m, Çanakkale Boğazı.
7. *Elphidium crispum* (Linné). Yan görünüm, Örnek ID D13, 30 m, Çanakkale Boğazı.

