



**Saros Körfezi Doğu Kıyı Alanında Tarihsel Deniz Suyu Girişlerine Ait
Paleontolojik Bulgular**

*Palaentological Findings on Historical Coastal Inundation Events on the Eastern Coastal Plain of the
Gulf of Saros, Turkey*

**Engin Meriç¹, Yıldız Altınok², Bedri Alpar³, Atike Nazik^{*4}, Niyazi Avşar⁴,
M. Baki Yokeş⁵, Nafiye G. Kıyak⁶**

¹ *Moda Hüseyin Bey Sokak, 15/4, 34710 Kadıköy, İstanbul (+90-533-1347605)*

² *Şair Latifi Sokak, 67/6, Moda, 34710 Kadıköy, İstanbul*

³ *İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, 34134 Fatih, İstanbul*

⁴ *Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01300 Balcalı,
Adana (anazik@cu.edu.tr)*

⁵ *Hanımefendi Sokak, 160/9, 34384 Şişli, İstanbul*

⁶ *OSLAB İstanbul, Lüminesans Araştırma ve Arkeometri Laboratuvarı, İstanbul*

Geliş/Received : 21.02.2019 • Düzeltilmiş Metin Geliş/Revised Manuscript Received : 13.05.2019 • Kabul/Accepted : 13.05.2019 • Baskı/Printed : 31.08.2019

Araştırma Makalesi/Research Article

Türkiye Jeol. Bül. / Geol. Bull. Turkey

Öz: Saros Körfezi'nin (Kuzey Ege) doğusu kıyı gerisindeki tuzlu bataklıktan oluşan alanlarda kayda değer foraminifer, ostrakod ve mollusk toplulukları belirlenmiştir. İncelenen 14 örnekten 11 tanesinde foraminifer, 8 tanesinde ostrakod ve 7 tanesinde ise mollusk bireyleri gözlenmiştir. Optik Uyarmalı Lüminesans (OSL) yöntemi ile elde edilen depolanma tarihlerine ve paleontolojik bulgulara göre, genellikle fırtına dalgalarının kısmen de tsunamilerin oluşması sonucunda deniz suyunun son 2200 yıl içinde körfezin doğusunda birkaç km içeriye kadar girerek, geniş kıyı alanlarını etkisi altına almış olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Saros Körfezi, Ege Denizi, foraminifer, ostrakod, mollusk, OSL yaşlandırma, fırtına dalgaları, tsunami

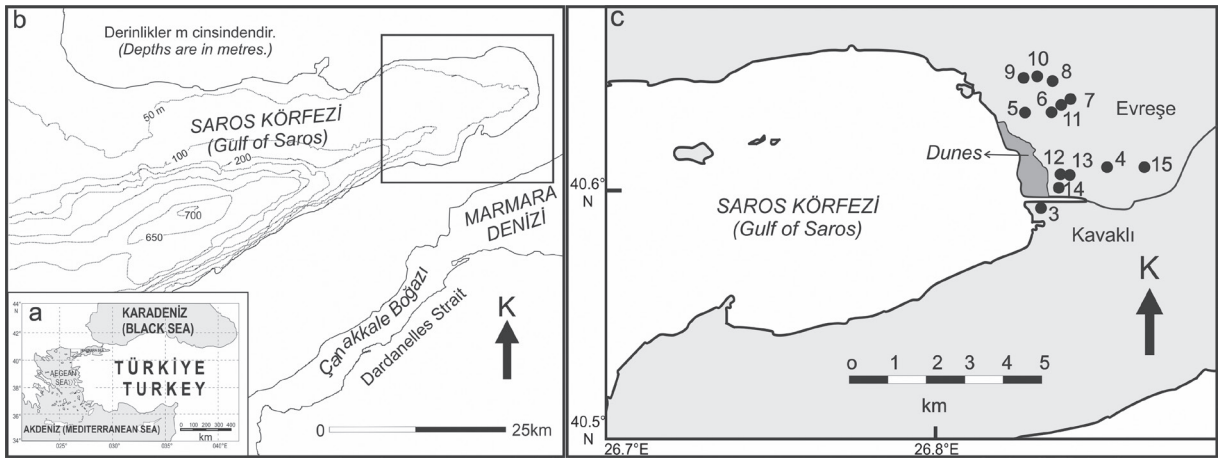
Abstract: Significantly rich assemblages of foraminifera (11 samples), ostracoda (8 samples) and mollusca (7 samples) have been detected from the 14 samples recovered from the salty swamp plain behind a dune field along the eastern coast of the Gulf of Saros, North Aegean Sea. Preliminary paleontological findings, together with the Optically Stimulated Luminescence (OSL) late Quaternary dating technique, have indicated that big-scale storm waves and occasional tsunamis have inundated the large coastal areas at the eastern part of gulf, as much as a few kilometres, in the past, at least during the last 2200 years.

Keywords: Gulf of Saros, Aegean Sea, foraminifera, ostracoda, mollusca, OSL dating, storm waves, tsunamis

GİRİŞ

Saros Körfezi deniz alanlarında tür belirleme ve dağılım gibi farklı amaçlarla yapılmış paleontolojik araştırmalar vardır (örneğin Avşar, 2002; Meriç vd., 2002, 2004a ve b, 2008; Kubanç, 2006; Frontalini vd. 2015). Bu çalışmalarla örneğin bentik foraminifer topluluklarını deniz derinliğine göre tanımlamak mümkün olmuştur (Frontalini vd. 2015). Bu çalışmada ise, Saros Körfezinin en doğusundaki düzlük alanda, tarihsel deniz suyu girişlerinin ne düzeyde etkin olabildiklerini anlamak amacıyla, Edirne-Çanakkale yolu güneyinde yer alan ve tuzlu bataklıktan oluşan düzlük bölgede yüzeysel yer

alan kumul kumlarının içinden sediment örnekleri toplanmıştır (Şekil 1a, b). Ege Denizinin en tuzlu kesimlerinden birisini oluşturan Saros Körfezinin derinliği 690-700 metreye kadar inebilmekte olup, oluşturduğu asimetrik oluk güney batısındaki 1500 m derinliğe uzanan Kuzey Ege Çukuruna bağlıdır. Kuzey Ege hidrografik ve oşinografik şartları altında olan Saros Körfezine en önemli tatlı su girişi çalışma sahası üzerindeki Kavak Nehri ile olmaktadır. Aynı zamanda konumu itibarıyla bir fırtına etki alanı olan bu sahadan topladığımız örneklerde foraminifer, ostrakod ve mollusk toplulukları üzerine ön paleontolojik analizler ve optik uyarmalı ışınım (OSL) tekniği ile yaşlandırma yapılmıştır.



Şekil 1. a) Çalışma sahasının genel konumu. b) Saros Körfezi (derinlikler Çağatay vd. 1998). c) toplanan sediment örneklerinin yüzey dağılımı.

Figure 1. a) Location of the study area. b) Gulf of Saros (depths from Çağatay et al. 1998). c) areal distribution of the sediment samples.

MALZEME VE YÖNTEM

Saros Körfezi doğusunda, Kavak Deresinin yığıldığı alüvyonlarla kaplı Kadıköy-eski Evreşe ovasında (Kavak Deltası) tuzlu bataklık depolarının içinde açılan yarmalardan derlenen örneklerin (Şekil 1c) günümüz sahilinden olan uzaklıkları 85-2350 m, günümüz ortalama deniz seviyesinden olan yükseklikleri ise 2-5 m arasında değişmektedir (Çizelge 1). Örneklerin yüzeye göre derinlikleri ise 15 ile 73 cm arasında değişmektedir (Şekil 2). Kot yükseklikleri 2 ve 3 m seviyelerinde

olan 5 ve 3 numaralı istasyonların dışındaki tüm örnekler sahil gerisinde yer alan ve yükseklikleri 3-6 m arasında değişen stabilize kıyı kumulların gerisinde kalmaktadır. Genişliği yaklaşık 300-500 m arasında değişen kumullar ile gerisindeki tuzlu bataklık arasındaki geçiş keskin sınırlıdır (Özcan vd. 2010). Başlıca dört fasiyes halinde incelenebilen kumulların oluşmaya başlamasının OSL yaşı en azından 670 yıl olarak verilmektedir (Erginal vd. 2009). Foraminifer, ostrakod ve mollusklerin şimdiye kadar bilinen derinlik ve zonları ise Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. İncelenen çökel örneklerinin denize uzaklıkları, derinlikleri ve OSL yöntemi ile elde edilen yaşları.

Table 1. Distance to the present shoreline, elevation, depth, and OSL dating results of the sediment samples used in this study.

Örnek No / Sample No	Sahile uzaklık / Distance to shoreline (m)	Kot / Elevation (m)	Örnek derinliği / Depth (cm)	OSL Yaşı / OSL Age (yıl / year)
3	85	3	32	1963±14
5	135	2	21	1914±20
6	820	4	30	664±89
7	965	5	22	MÖ/AD 210±100
8B	880	5	73	436±98
9	670	5	23	701±80
10	770	4	23	525±132
11	840	4	65	1454±48
12A	390	3	35	1526±36
12B	390	3	33	1549±34
13	425	4	18	1705±54
14	360	3	15	1428±37
15C	2350	5	50	669±81



Şekil 2. a-d) Örnek yerlerinin arazi görünüşleri; a: 12A, b: 12B, c: 4, d: 8B.

Figure 2. a-d) Field images of sample locations; a: 12A, c: 12B, c: 4, d: 8B.

Çizelge 2. Derinliğe göre batimetrik zonların isimlendirilmesi (Sgarrella ve Moncharmont Zei, 1993; Breman, 1975; Wakefield ve Monteil, 2002).

Table 2. Bathymetric zones according to depth (Sgarrella and Moncharmont Zei, 1993; Breman, 1975; Wakefield and Monteil, 2002).

Batimetrik Zon / Bathymetric zones	Üst Limit / Upper Limit (m)	Alt Limit / Lower Limit (m)
İnfralitoral/Epineritik	0	40-50
Sirkalitoral/İnfraneritik	Üst Sirkalitoral	40-50
	Alt Sirkalitoral	80-100
Üst Batiyal	150-200	400-500
Orta Batiyal	400-500	1000
Alt Batiyal	1000	2000
Abisal	2000	6000
Hadal	>6000	

Mikrofosil Analizi

Foraminifer ve ostrakod analizleri Babin (1980) ve Bignot (1985)'e göre yapılmıştır. 5'er gr olarak tartılan kuru örneklerin üzerine %10'luk H₂O₂ eklenerek 24 saat bekletilmiş ve bunu takiben 0.063 mm'lik elekte tazyikli su ile yıkanmış, 50°C'lik etüvde kurutulduktan sonra 2.00, 1.00, 0.500, 0.250, 0.125 mm'lik eleklerde elenmiştir. Bu örnekler binoküler mikroskopta incelenerek, içerdikleri bentik foraminifer, ostrakod ve mollusklar ayırtlanmıştır. Foraminiferlerin belirlenmesinde Sgarella ve Moncharmont-Zei, 1993; Avşar 2002; Meriç vd., 2002, 2004 a ve b, 2008; Sakıncı, 2008; Meriç vd., 2009a,b; Frontalini vd., 2015'nin, ostrakodların tayininde Bonaduce vd., 1975; Breman, 1965; Krstic, 1977; Van Morkhoven, 1963; Yassini, 1979'un, mollusk türlerinin tayinlerinde Öztürk vd., 2014'ün çalışmalarından faydalanılmıştır.

Sayısal Yaş Verileri

Üzerinde çalışılan 15 örnekten 13'ü üzerinde çökellerin ışık uyarmalı lüminesans yöntemi (OSL: Optically Stimulated Luminescence) ile sayısal yaşlandırma yapılmıştır. Bu yöntem güneş ışığı altında kuvars minerallerinin elektronlarını serbest bırakması temeline dayanmaktadır (Aitken, 1985). Örnek 7 dışında kalan sedimentlerin depolanma yaşları milattan sonraki dönem içinde kalmaktadır (Çizelge 1).

FAUNAL TOPLULUK

Foraminiferler

İncelenen 14 örneğin (3, 5, 6, 7, 8B, 9, 10, 11, 12A, 12B, 13, 14, 15B ve 15C) 11 tanesinde foraminiferlerden *Spirillina* cf. *vivipara* Ehrenberg, *Vertebralina striata* d'Orbigny, *Adelosina cliarensis* Heron-Allen ve Earland, *Spiroloculina ornata* d'Orbigny, *Siphonaperta aspera* (d'Orbigny), *Massilina secans* (d'Orbigny), *Quinqueloculina berthelotiana* d'Orbigny, *Q. seminula* (Linné), *Triloculina marioni* Schlumberger, *T. scherberiana* d'Orbigny, *Sigmoilinita costata* (Schlumberger), *Pseudotriloculina laevigata* (d'Orbigny), *P. oblonga* (Montagu), *Rosalina bradyi* Cushman, *Lobatula lobatula* (Walker ve Jacob), *Nonion depressulum* (Walker ve Jacob), *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen ve Earland), *Ammonia compacta* Hofker, *A. parkinsoniana* (d'Orbigny), *A. tepida* (Cushman), *Challengerella bradyi* Billman, Hottirger ve Oesterle, *Porosonion subgranosum* (Egger), *Elphidium aculeatum* (d'Orbigny), *E. advenum* (Cushman), *E. complanatum* (d'Orbigny), *E. crispum* (Linné), *E. macellum* (Fichtel ve Moll) gibi 18 cins ile 27 türden oluşan ve Ege Denizi için karakteristik olan bir topluluk gözlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Çalışılan alanda tanımlanan foraminiferlerin istasyonlara göre dağılımı ve ortamsal özellikleri (Meriç vd., 2004 b'nin çalışmalarından faydalanılmıştır).

Table 3. Spatial distribution and environmental characteristics of the foraminifera identified in the study area (utilized from Meriç et al. 2004 b).

Foraminifer / Foraminifera	İstasyonlar / Study Area											Derinlik (m) ve zon / Depth (m) and zone
	3	5	6	7	8B	9	10	11	12A	12B	15C	
<i>Spirillina cf. vivipara</i>							X					11 – 226, infralittoral ve sirkalittoral
<i>Vertebralina striata</i>					X							1 – 106, infralittoral ve üstsirkalittoral
<i>Adelosina cliarensis</i>					X							1 – 550, infralittoral ve üstsirkalittoral
<i>Spiroloculina ornata</i>				X								12 – 550, infralittoral ve altepibatyal
<i>Siphonaperta aspera</i>		X		X	X							1 – 305, infralittoral ve üstepibatyal
<i>Massilina secans</i>					X							16 – 41, infralittoral
<i>Quinqueloculina berthelotiana</i>				X	X							4 – 500, infralittoral ve nadiren alt ve üstsirkalittoral
<i>Quinqueloculina seminula</i>	X	X	X	X	X							12 – 630, infralittoral, sirkalittoral ve altepibatyal
<i>Triloculina marioni</i>				X	X							3 – 550, infralittoral ve üstsirkalittoral, nadiren altsirkalittoral ve epibatyal
<i>Triloculina scherberiana</i>					X					X		10 – 151, infralittoral, nadiren sirkalittoral
<i>Sigmoilinita costata</i>										X		3 – 550, infralittoral, üstsirkalittoral, nadiren altsirkalittoral, alt epibatyal
<i>Pseudotriloculina laevigata</i>				X								11 – 550, infralittoral, altsirkalittoral ve epibatyal
<i>Pseudotriloculina oblonga</i>					X							10 – 106, infralittoral ve üstsirkalittoral, nadiren üstepibatyal
<i>Rosalina bradyi</i>	X											12 – 50, infralittoral, üstsirkalittoral, nadiren altsirkalittoral ve epibatyal
<i>Lobatula lobatula</i>				X			X					27 – 550, infralittoral, üstsirkalittoral, sık olarak altsirkalittoral ve epibatyal
<i>Aubignyna perlucida</i>					X		X					10 – 80, infralittoral ve üstsirkalittoral
<i>Ammonia compacta</i>			X	X	X		X		X			4 – 500, infralittoral-üstsirkalittoral, çoğunlukla altsirkalittoral ve epibatyal
<i>Ammonia parkinsoniana</i>	X	X	X	X	X		X		X	X		3 – 550, infralittoral, üstsirkalittoral, nadiren altsirkalittoral ile üstepibatyal
<i>Ammonia tepida</i>	X	X	X	X	X		X					18 – 550, üstsirkalittoral, nadiren altsirkalittoral ile üstepibatyal zon
<i>Challengerella bradyi</i>				X	X		X			X		11 – 305, infralittoral, üstsirkalittoral, çok nadir üstepibatyal zon
<i>Porosonion subgranosum</i>			X	X			X					27 – 500, infralittoral, üstsirkalittoral, nadiren altsirkalittoral ve üstepibatyal zon
<i>Elphidium aculeatum</i>							X					3 – 550, infralittoral, üstsirkalittoral, nadiren altsirkalittoral, altepibatyal
<i>Elphidium advenum</i>							X					3 – 500, infralittoral, üst sirkalittoral, nadiren altsirkalittoral ve epibatyal
<i>Elphidium complanatum</i>		X	X		X	X	X	X				12 – 550, infralittoral, sirkalittoral, altepibatyal
<i>Elphidium crispum</i>		X	X	X	X		X					3 – 550, infralittoral, sirkalittoral, altepibatyal

Ostrakodlar

İncelenen 14 örnekten 8 tanesinde (5, 6, 7, 8B, 10, 12A, 13 ve 15B) ostrakodlardan 9 cins ve 9 tür bulunmuştur. Bunlar *Candona parallela pannonica* (Zalanyi), *Candona (Pseudocandona) sp.*, *Ilyocypris bradyi* (Sars), *Tyrrhenocythere amnicola* (Sars), *Cyprideis torosa* (Jones), *Ponthocythere elongata* (Brady), *Semicytherura incongruens* (Müller), *Palmoconcha agilis* Ruggieri, *L. gibberosa* Terquem, *Cytherois sp.*, *Xestoleberis communis* (Müller), *Xestoleberis sp.* olarak adlandırılmıştır (Çizelge 4).

Mollusklar

Örneklerden 7 tanesinde (3, 5, 6, 7, 8B, 10 ve 12A) mollusklara ait 10 cins ve 8 tür saptanmıştır. Bunlar *Cerithidium submamillatum* (De Rayneval ve Ponzi), *Hyalea vitrea* (Montagu), *Modiolula phaseolina* (Philippi), *Lucinella divaricata* (Linné), *Tellina pygmaea* (Loven), *Gastrona fragilis* (Linné), *Abra sp.*, *Psammobia sp.*, *Gouldia minima* (Montagu)'dır (Çizelge 5).

Çizelge 4. Çalışma alanında tanımlanan ostrakodların istasyonlara göre dağılımı (Van Morkhoven, 1963; Bonaduce vd., 1975; Breman, 1975; Krstic, 1977; Yassini, 1979; Meisch 2000 çalışmalarından yararlanılmıştır).

Table 4. Spatial distribution and environmental characteristics of the ostracoda identified in the study area (utilized from Van Morkhoven, 1963; Bonaduce vd., 1975; Breman, 1975; Krstic, 1977; Yassini, 1979; Meisch 2000).

Ostrakod / Ostracoda	İstasyonlar / Study Area								Derinlik (m) ve Ortam Depth (m) and environment
	5	6	7	8B	10	12A	13	15B	
<i>Candona (Pseudocandona) sp.</i>								X	Derinlik verilemez, tatlı su
<i>Candona parallela pannonica</i>							X	X	Derinlik verilemez, tatlı su
<i>Ilyocypris bradyi</i>				X					Derinlik verilemez, tatlı su
<i>Tyrrhenocythere amnicola</i>	X	X		X	X	X			0 – 30 İnfralitoral (tatlı su, acı su ve deniz kıyısı)
<i>Cyprideis torosa</i>			X		X				Derinlik verilemez, (tatlı su, acı su ve deniz kıyısı)
<i>Cushmanidea elongata</i>	X			X					0 – 50 İnfralitoral/Epineritik
<i>Semicytherura incongruens</i>			X						20 – 125 İnfralitoral-Sirkalitoral (Adriyatik Denizi'nde optimum 42 de bulunmuştur)
<i>Palmoconcha agilis</i>									0 – 170 İnfralitoral-Sirkalitoral (Adriyatik Denizi'nde optimum 46 de bulunmuştur)
<i>Loxococoncha gibberosa</i>				X					0 – 85 İnfralitoral-Üstsirkalitoral (Adriyatik Denizi'nde optimum 42 de bulunmuştur)
<i>Cytherois sp.</i>				X					0 – 50 İnfralitoral/Epineritik
<i>Xestoleberis sp.</i>			X						0 – 40/50 İnfralitoral
<i>Xestoleberis communis</i>				X					2 – 54 İnfralitoral/ Sirkalitoral (Cezayir, Bou-İsmail Körfezi, Adriyatik Denizi'nde 0-125 ye kadar)

Çizelge 5. Çalışılan alanda tanımlanan molluskların istasyonlara göre dağılımı ve ortamsal özellikleri (Öztürk vd., 2014'ün çalışmasından faydalanılmıştır).

Table 5. Spatial distribution and environmental characteristics of the mollusks identified in this study (utilized from Öztürk et al. 2014).

Mollusk / Mollusk	İstasyonlar / Study Area							Derinlik (m) ve zon / Depth (m) and zone
	3	5	6	7	8B	10	12A	
<i>Cerithidium submamilatum</i>				X	X			1 – ?? İnfra-litoral-???
<i>Hyalea vitrea</i>		X						0.5 – 50 infra-litoral
<i>Modiolula phaseolina</i>					X			1 – 100 infra-litoral ve üst sirkalitoral
<i>Lucinella divaricata</i>						X		1 – 60 infra-litoral ve üst sirkalitoral
<i>Spisula subtruncata</i>				X				0.5 – 200 infra-litoral ve sirkalitoral
<i>Tellina pygmaea</i>			X	X			X	0.5 – 100 infra-litoral ve üst sirkalitoral
<i>Gastrana fragilis</i>			X					0.5 – 100 infra-litoral ve üst sirkalitoral
<i>Abra</i> sp.				X				Türüne göre derinlik sınırı çok farklılık gösterebiliyor (30 – 3665) infra-litoral ve alt epibatyal
<i>Psammobia</i> sp.				X				Türüne göre derinlik sınırı çok farklılık gösterebiliyor (25 – 1179) infra-litoral ve alt epibatyal
<i>Gouldia minima</i>	X						X	2 – 1287 infra-litoral ve alt epibatyal

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Saros Körfezi doğusundaki tuzlu bataklık alandan oluşan düzlükte kumul kumlarının içerisinde açılan yarmalardan elde edilen örneklerde foraminifer, ostrakod ve mollusk toplulukları üzerine yapılan paleontolojik analizler ve optik uyarmalı ışınım tekniği (OSL) ile yapılan yaşlandırmalar, örneklerin MÖ 210±100 yıl ile MS 1963±14 yıl arasında buldukları yerde depolandıklarını göstermiştir. Örneklerin çevre jeomorfolojisi içindeki dağılımları ve içlerindeki denizel kaynaklı güncel fosiller tuzlu bataklıktan oluşan düzlük alanda büyük ölçekli deniz suyu girişlerini göstermektedir. Sedimantolojik ve mikropaleontolojik bulgular, hâkim meteorolojik ve oşinografik koşullar ile birlikte değerlendirildiğinde, yaklaşık 2200 yıl içinde farklı zamanlarda etkili olan deniz suyu girişlerinin, genel olarak büyük fırtınalar şeklinde oluştuğu düşünülmektedir.

Saros Körfezindeki dalgalar genellikle rüzgâr kaynaklıdır. Ancak kıyı bölgelerini etkileyen rüzgâr ve dalgaların genel özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmış kısa veya uzun süreli herhangi

bir şamandıra ölçümü yoktur. Bu nedenle dalga-iklim bilgileri rüzgâr atlaslarına göre belli kabullerle modellenmektedir (Özhan ve Abdalla, 1999). Bu modellere göre, Ekim-Nisan aralığında hâkim olan polar ve Mayıs-Eylül aralığında hâkim olan tropikal hava kütlelerinin geçiş sahasında yer alan çalışma bölgesinde rüzgâr en etkili dış kuvvet olup, genel olarak kuzey – kuzeydoğu sektörlüdür. Ancak frontal dönemlerde cephe geçişlerine bağlı olarak kuvvetli Lodos rüzgârları da görülmektedir. Güneybatı sektörlü rüzgârların hâkim olduğu sonbahar ve kış aylarında, özellikle Aralık ve Ocak aylarında, “en yüksek ve en büyük” rüzgâr hızı 25 m/s değerlerine kadar yükselmektedir (Özhan ve Abdalla, 1999). Aylık ortalama belirgin dalga yükseklikleri kış aylarında 2,5-3 metreye ulaşmaktadır. En yüksek dalga yüksekliği ise Şubat ayında 4 m (ortalama dalga dönemi 7 s) olarak hesaplanmıştır (Özhan ve Abdalla, 1999). Belirgin dalga yüksekliğinin değişik yönlerden oluşma oranlarını gösteren yıllık dalga gülüne göre, hâkim dalga yönleri KKD ve KD'dur. Kış (%8) ve Sonbahar (%5) aylarında ise güneybatı yönlü dalgalar önem kazanmaktadır.

Çalışılan örneklerde foraminiferlerden akarsu ağzında yaşayan *Aubignyna perlucida* (Heron-Allen ve Earland) birkaç örnek ile temsil edilmektedir. Ostrakodlardan 15B ve 13 no'lu istasyonlarda tatlı su formu olan *Candona parallela pannonica* (Zalanyi) ile *Candona (Pseudocandona)* sp. bulunmuştur. Denizel formlar ile birlikte yine tatlı su ortamını simgeleyen *Ilyocypris bradyi* (Sars)'nin 8B örneğindeki varlığı dikkat çekicidir. Mollusklerin ise tümüyle denizel formlar tarafından temsil edildiği saptanmıştır.

Elde edilen foraminifer örneklerine ait bazı bireylerde kavkı kenarlarının kırık olduğu gözlenmiştir. Özellikle yassı formlar olan *Elphidium complanatum* (d'Orbigny) türüne ait bireylerin kavkılarının sürüklenme sonucu kırıldığı düşünülmektedir. *Elphidium complanatum* 5, 6, 9, 11 no'lu örneklerde fert sayısı az (1-3) olarak, 8, 10 no'lu örneklerde ise bol olduğu ve kırık kavkılarının yaklaşık % 35-40 arasında değiştiği gözlenmiştir. Bu durum, Marmaray Yenikapı istasyon bölgesindeki kazılarında elde edilen *Elphidium complanatum* kavkılarında (Meriç vd., 2007) büyük benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada ayrıca Marmara'nın karakteristik Lodos fırtınalarının, mollusk kavkı kırıntıları ile 5-30 m hatta 40 m derinlikte yaşayan monakson tip sünger spiküllerini Yenikapı'da güncel kıydan 1.5 km içeride çıkartılan batık gemi enkazlarının içine kadar sürükleyebildiği öne sürülmüştür. Sirkeci-Bakırköy sahil yolu yapılmadan önce (1958), Lodos fırtınasının sahile vurduğu kıymetli malzemelerin yerel dilde "lodosçular" olarak adlandırılan kişiler tarafından toplandığı da bilinmektedir.

Yaklaşık 2200 yıl içinde farklı zamanlarda etkili olan bazı uzun menzilli deniz suyu girişlerinin, büyük fırtınalar şeklinde oluşacağı gibi tsunamiler şeklinde de olabileceği de düşünülebilir. Nitekim, OSL yaşlandırmasına göre, 1672 depreminde KD Ege'de oluşan depremin oluşturduğu tsunami dalgalarının Kavak

Deltasındaki gelgit kanalları boyunca iç kısımlara taşınmış olabileceği belirtilmiştir (Erginal vd., 2009). Bahse konu bu tsunami hadisesinde Bozcaada'da evlerin dalgaların altında kaldığı (Soloviev vd. 2000), Kos adasında anormal dalgaların gözlemlendiği (Papadopoulos vd. 2007; Yolsal vd. 2007) belirtilse de, Ambraseys (1962) bu depremin tsunami üretmediğini belirtmektedir.

Buna karşılık sahile uzaklığı 135 m olan ve önünde kıyı kumulu yer almayan 5 numaralı örneğimizden elde edilen OSL yaşı 9 Şubat 1893 Kuzey Ege depremi tsunamisi ile uyumludur. Bu tsunaminin Dedeagaç kıyılarında, Semadirek Adasında ve Saros Körfezinde (Karnik, 1971; Ambraseys, 2002) etkili olduğu bilinmektedir. 7 numaralı örneğin de tarihsel bir tsunami (330 BC) ile örtüşmesi söz konusudur, ancak hem örneğin OSL yaşının hem de depremin kesin tarihinin hata payları oldukça fazladır.

Açılan hendeklerde (örneğin 12A, B, 13, 14 ve 15C) çeşitli sivilaşma izleri gözlenmiş ve bu örneklerden alınan OSL yaşları bölgedeki bazı önemli depremlerle denetlenmiştir (Altınok vd. 2013). Örneğin 13 numaralı örnek bölgedeki 1659, 1719, 1730, 1752 veya 1756 depremine karşılık gelebilir. 8B ve 10 örnekleri 394, 476 ve 484 depremleri ile; 11 örneği ise 1437, 1456 ve 1471 depremleri ile örtüşmektedir. Yine 14 örneği 1402 veya 1456 depremine karşılık gelebilir. Ancak bu depremlerin hiçbirinde tsunami oluşmamıştır (Altınok vd. 2011).

Sonuç olarak, çalışılan toplulukta nehir ağzında bilinen bir foraminifer türü ile sulu-karasal ortamda bilinen ostrakodların az sayıda varlığının yanısıra faunanın neredeyse tamamının denizel olması, foraminifer kavkılarındaki sürüklenme kırıklarının tespit edilmesi, elde edilen yaş verilerine göre Milattan Önce ve çoğunlukla Milattan Sonra farklı tarihlerde meydana gelen büyük fırtınalar ve kısmen de tsunamiler nedeniyle dalgaların körfezin doğusunda birkaç yüz metre

ve bazen de birkaç km içeriye kadar ilerleyerek geniş düzlük alanları etkisi altına almış olduğu anlaşılmaktadır.


Aday çökellerin tsunami deposu olup olmadıkları, bunların detaylı inorganik ve organik içeriklerini ortaya koyan biyojeokimyasal analizler dışında, jeolojik olarak da belirlenebilir (Goff, J., Chagué-Goff, C., 2012). Bunun için tsunami depolarının tane boyutuna, kara içine olan sürekliliklerine, iç tabakalanmalarına, uyumsuz veya erozif alt ve kırıntılı malzemeler içerebilen üst birimlerinin özelliklerine, depolanma içindeki sıvılaşmanın varlığına, içerdikleri minerallerin manyetik özelliklerine ve kaynağa bağlı ağır mineral içeriklerine bakılır. Tsunami çökelleri daha uzun mesafeler takip edilebilirken, fırtına dalgaları tarafından oluşturulmuş çökeller sürekli tekrarlanan ardalanmalar şeklinde oluşmaktadır. Geniş bir yelpazeye yayılan kabuk yaşları tsunaminin göstergesidir. Güncel paleotsunami çökeltilerinin üst yüzeyinde küçük ve kırılğan kabuklu deniz hayvanlarına ve düşük yoğunluklu parçalara rastlanır. Karasal diatomlar ise, tsunami dalgasının geriye olan hareketi sırasında iç kısımlardan gelerek, çökelen tsunami depolarının üst kısmında yer alırlar. Foraminiferlerde de belirgin değişiklikler ortaya çıkar. Fırtına çökellerinden farklı olarak tsunamilerde daha derin su türlerine rastlanır. Kaynağa bağlı olarak foraminifer miktarında artış olur ve farklı kırık şekilleri gözlenir. Polen konsantrasyonu ise tsunami depolarında genellikle daha düşüktür. Çalışma sahasında elde ettiğimiz ön paleontolojik bulgular dikkate alındığında, bölgeyi kapsayan daha geniş bir alanda çok disiplinli araştırmaların yapılması önerilmektedir.


EXTENDED SUMMARY

This study was carried out to investigate the effects of major seawater invasion at different times in the east of Gulf of Saros (Kadıköy-eski Evreşe) in the North Aegean Sea. Sediment

*samples were collected from shallow trenches in the salty swamp area between the modern coast and Edirne-Çanakkale highway, 85 to 2350 m far from the shoreline. The samples at the southern part of the studied area, just to the north of the Kavak Creek, are located behind a dune field lying parallel to the coast. The depth of the samples varies between 15 and 73 cm below the soil surface. According to the data obtained by the Optically Stimulated Luminescence (OSL) method, the deposit ages of the samples were between the years of 210 ± 100 BC and 1963 ± 14 . We observed foraminifera (11), ostracoda (8) and molluscs (7) in the samples. Except *Aubignyna perlucida*, the foraminifer assemblages are represented by marine genera and species. In addition, we observed fractures on the margins of test of some specimens belonging to the flat foraminifer species. Besides marine ostracods, we have also found fresh water ostracodes (*Ilyocypris bradyi* and *Candona parallela pannonica*) in the samples. The Mollusca fauna is represented by marine genera and species. In most cases, the waves in the Gulf of Saros are wind-driven. Their significant wave heights and directions vary seasonally. The average wave heights reach monthly 2.5-3 meters in winter. The presence of a mixed terrestrial and marine fauna in the studied assemblages and the detection of drift fractures on the foraminifera tests indicate that the impact of large storms on different dates in the last 2200 years has taken the impact of large coastal areas inward several kilometres in the east of the gulf. The other source of the possible seawater inundations is tsunamis, mostly associated with some of the moderate to large earthquakes in the region; e.g. 330 BC, 1672 and 1893 events in our case. Our preliminary palaeontological results deserve further comprehensive multidisciplinary studies, which must cover larger areas.*


ORCID

Engin Meriç  <https://orcid.org/0000-0002-5975-3678>

Yıldız Altınok  <https://orcid.org/0000-0003-0650-718X>

Bedri Alpar  <https://orcid.org/0000-0002-9694-1395>

Atike Nazik  <https://orcid.org/0000-0001-7996-7430>

Niyazi Avşar  <https://orcid.org/0000-0001-7866-8770>

M. Baki Yokeş  <https://orcid.org/0000-0002-9440-4561>

Nafiye G. Kıyak  <https://orcid.org/0000-0002-5429-2825>

DEĞİNİLEN BELGELER / REFERENCES

- Aitken, M.J., 1985. Thermoluminescence Dating. Academic Press, London, 351 s.
- Altınok, Y., Alpar, B., Özer, N. and Aykurt, H. 2011. Revision of the tsunami catalogue affecting Turkish coasts and surrounding regions, Natural Hazards and Earth System Sciences, 11 (2), 273-291.
- Altınok, Y., Alpar, B., Yalıtırak, C., Kıyak, N.G. and Zabcı, C. 2013. Tsunami effects on the eastern coast of Saros Bay, Turkey. 40th CIESM Congress Proceedings, Marseille, France, 28 October - 1 November 2013, Vol 40, p. 42.
- Ambraseys, N.N., 1962. Data for the investigation of the seismic sea-waves in the Eastern Mediterranean, Bulletin of Seismological Society of America, 52 (4), 895-913.
- Ambraseys, N.N., 2002. Seismic sea waves in the Marmara Sea region during the last 20 centuries, Journal of Seismology, 6 (4), 571-578.
- Avşar, N., 2002. Gökçeada, Bozcaada ve Çanakkale üçgeni kıta sahanlığı (KD Ege Denizi) bentik foraminifer dağılımı ve taksonomisi. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni-Yerbilimleri, 26, 53-75, Ankara.
- Babin, C. 1980. Elements of Palaeontology. John Wiley and Sons, Chichester. 446 s.
- Bignot, G., 1985. Elements of Micropaleontology. Graham and Trotman Limited London, 217 s.
- Bonaduce, G., Ciampo, G. and Massoli, M., 1975. Distribution of ostracoda in the Adriatic Sea, Pubblicazioni Della Stazione Zoologica di Napoli, 40 Suppl., 1-304.
- Breman, E., 1975. The distribution of ostracodes in the bottom sediments of the Adriatic Sea. Vrije Universiteit te Amsterdam. Krips Repro Meppel, 165 s.
- Çağatay, M.N., Görür, N., Alpar, B., Saatçılar, R., Akkök, R., Sakıncı, M., Yüce, H., Yalıtırak, C. and Kuşcu, İ. 1998. Geological evolution of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. Geo-Marine Letters, 17 (1), 1-9.
- Erginal, A.E., Kıyak Güney, N. and Özcan, H. 2009. Optically stimulated luminescence to date coastal dunes and a possible tsunami layer on the Kavak Delta (Saros Gulf, NW Turkey). Turkish Journal of Earth Science, 18 (3), 465-474.
- Frontalini, F., Kaminski, M. A., Mikellidou, I. and du Chatelet, E.A., 2015. Checklist of benthic foraminifera (class Foraminifera: d'Orbigny 1826; phylum Granuloreticulosa) from Saros Bay, northern Aegean Sea: a biodiversity hotspot. Marine Biodiversity, 45 (3), 549-567.
- Goff, J. and Chagué-Goff, C., 2012. A review of palaeo-tsunamis for the Christchurch region, New Zealand. Quaternary Science Reviews, 57, 136-156.
- Karnik, V., 1971. Seismicity of the European Area, Part 2. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 212 s.
- Krstic, N., 1977. The ostracod genus Tyrrhenocythere. In: Aspect of the ecology and zoogeography of recent and fossil ostracoda (Eds: Loffer, H. and Danielopol, D.). Dr. W. Junk b.v. Publishers, The Hague, 395-405.
- Kubanç, N., 2006. Saros Körfezi ostrakod (crustacea) faunası. Istanbul University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 20, 27-43.
- Meriç, E., Avşar, N., Görmüş, M. ve Orak, H., 2002. 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 Teknolojisi Toplantısı Bildiriler Kitabı, 22-24 Kasım 2002, İstanbul, 182-193.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Eryılmaz, M. ve 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.

- Meriç, E., Avşar, N. and 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 18, İstanbul, 306 s.
- Meriç, E., Perinçek, D., Avşar, N., Nazik, A., ve Yokeş, M.B., 2007, Yenikapı batıkları alt ve üst bölümlerinde gözlenen güncel çökellerin foraminifer, ostrakod ve mollusk içeriği. 11. Sualtı Bilim ve Teknolojisi Toplantısı Bildiriler Kitabı, İstanbul, 128-139.
- Meriç, E., Avşar, N., Tunoğlu, C., Nazik, A., Yokeş, B., Barut, İ.F., Yücesoy-Eryılmaz, F., Tuğrul, B., Görmüş, M., Öncel, M.S., Orak, H., Kam, E. ve Dinçer, F. 2008. Harmantaşı Mevkii (Saros Körfezi-Kuzey Ege Denizi) deniz içi kaynakları çevresinde foraminifer ve ostrakod topluluğuna bu alandaki çevresel koşulların etkisi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 136, 63-84.
- Meriç, E., Avşar, N., Mekik, F., Yökeş, B., Barut, İ.F., Dora, Ö., Suner, F., Yücesoy-Eryılmaz, F., Eryılmaz, M., Dinçer, F., ve Kam, E., 2009a. Alibey ve Maden Adaları (Ayvalık-Balikesir) çevresi genç **çökellerinde gözlenen** bentik foraminifer kavkılarındaki anormal oluşumlar ve nedenleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, 52 (1), 31-84.
- Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A., Yokeş, B., Ergin, M., Eryılmaz, M., Yücesoy-Eryılmaz, F., Gökaşan, E., Suner, F., Tur, H., Aydın, Ş., ve Dinçer, F., 2009b. Çanakkale Boğazı'nın güncel bentik foraminifer, ostrakod ve mollusk topluluğunu denetleyen faktörler ile çökel dağılımının jeokimyası. Türkiye Jeoloji Bülteni, 52 (2), 155-215.
- Özcan, H., Erginal, A.E., Akbulak, C., Sungur, A., and Bozcu, M., 2010. Physico-chemical characteristics of coastal dunes on the Saros Gulf, Turkey. Journal of Coastal Research, 26 (1), 132-142.
- Özhan, E., ve Abdalla, S. 1999. Türkiye Kıyıları için Rüzgâr ve Derin Deniz Dalga Atlası, ODTÜ, İnşaat Müh. Böl., Ankara, 296-297.
- Öztürk B., Doğan A., Bitlis-Bakır B., and Salman A., 2014. Marine molluscs of the Turkish coasts: an updated checklist. Turkish Journal of Zoology, 38, 832-879.
- Papadopoulos, G.A., Daskalaki, E., Fokaefs, A., ve Giraleas, N., 2007. Tsunami hazards in the eastern Mediterranean: strong earthquakes and tsunamis in the East Hellenic Arc and Trench system, Natural Hazards and Earth System Sciences, 7, 57-64.
- Sakıncı, M., 2008. Marmara Denizi Bentik Foraminiferleri: Sistematik ve Otoekoloji. İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörlüğü, Yayın No: 1638, İstanbul, 134 s.
- Sgarrella, F. and Moncharmont-Zei, M. 1993. Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy): systematics and autoecology. Bollettino Della Societa Paleontologica Italiana, 32, 145-264.
- Soloviev, S.L., Solovieva, O.N., Go, C.N., Kim, K.S. and Shchetnikov, N.A., 2000. Tsunamis in the Mediterranean Sea 2000 B.C.-2000 A.D., Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 237 s.
- Van Morkhoven, F.P.C.M., 1963. Post Palaeozoic ostracoda. Elsevier, Amsterdam, 2, 478 s.
- Wakefield, M.I. and Monteil, E. 2002. Biosequence stratigraphical and palaeoenvironmental findings from the Cretaceous through Tertiary succession, Central Indus Basin, Pakistan. Journal of Micropalaeontology, 21 (2), 115-130.
- Yassini, I., 1979. The littoral system ostracodes from the Bay of Bou-Ismaïl, Algiers, Algeria. Revista Espanola de Micropaleontologia, 11 (3), 353-416.
- Yolsal, S., Taymaz, T. and Yalçiner, A.C., 2007. Understanding tsunamis, potential source regions and tsunami prone mechanisms in the Eastern Mediterranean, The Geodynamics of the Aegean and Anatolia. The Geological Society, Special Publication, London, 201-230.