

**GÜRE (EDREMİT/BALIKESİR) İLE  
KÜÇÜKKUYU (AYVACIK/ÇANAKKALE)  
ARASINDA EGE DENİZİ'NDEKİ AĞIR METAL  
KİRLİLİĞİNİN YAYILIMI VE  
FORAMİNİFERLER ÜZERİNDEKİ  
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Melike ÖNCE**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Zeki Ünal YÜMÜN**

**2014**

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GÜRE (EDREMİT/BALIKESİR) İLE KÜÇÜKKUYU (AYVACIK/ÇANAKKALE)  
ARASINDA EGE DENİZİ'NDEKİ AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN YAYILIMI VE  
FORAMİNİFERLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**MELİKE ÖNCE**

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: YRD. DOÇ. DR. ZEKİ ÜNAL YÜMÜN**

**TEKİRDAĞ-2014**

**Her hakkı saklıdır.**

**Bu alışma Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından NKUBAP.00.17.YL.13.07 nolu proje ile desteklenmiştir.**

Zeki Ünal YÜMÜN danışmanlığında, Melike ÖNCE tarafından hazırlanan “Güre (Edremit/Balıkesir) İle Küçükuyu (Ayvacık/Çanakkale) Arasında Ege Denizi'ndeki Ağır Metal Kirliliğinin Yayılımı ve Foraminiferler Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Doç.Dr. Ali Rıza DİNÇER

*İmza :*

Üye : Yrd. Doç. Dr. İ. Feda ARAL

*İmza :*

Üye : Yrd.Doç.Dr. Zeki Ünal YÜMÜN

*İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

**Enstitü Müdürü**



## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GÜRE (EDREMİT/BALIKESİR) İLE KÜÇÜKKUYU (AYVACIK/ÇANAKKALE)  
ARASINDA EGE DENİZİ'NDEKİ AĞIR METAL KİRLİLİĞİNİN YAYILIMI VE  
FORAMİNİFERLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

MELİKE ÖNCE

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç Dr. Zeki Ünal YÜMÜN

Ege Denizi'ndeki başlıca doğal körfezlerden biri olan Edremit Körfezi gerek jeolojik (yeraltı kaynakları) gerekse hidrolojik (termal kaynaklar vb.) özelliklerinden dolayı son yıllarda araştırılmaya değer bir bölge olmuştur. Bu tez çalışması Edremit Körfezi'nde Güre ve Küçükuyu bölgesinde deniz dibi sedimanlarını stratigrafik olarak inceleyerek, dip çamuru ve foraminifer topluluklarında ağır metal birikiminin analizlerini yapmayı amaçlamaktadır. Çalışma bölgesi olan Güre ve Küçükuyu'da iki adet deniz sondajı yapılarak numuneler toplanmıştır. Yapılan sondajlardan elde edilen 2 adet karot numunesinden 141 adet örnekte bentik foraminifer ve ağır metal içeriği incelenmiştir. Bentik foraminifer içeriği için 15 gr kuru sediman numunesi alınmış 125 µ elekte yıkanarak elenmiş ve her örnekte bulunan bentik foraminiferler alındıktan sonra bütün taksonomik tanımlamalar bunlar üzerine yapılmıştır. Ağır metal analizleri için foraminiferlerin derlendiği düzeylerden alınan sediman örneklerinde 12 adet ağır metalin (Cd, Fe, Cu, Pb, Zn, Al, Co, Cr, Mn, Ni, As ve Hg) analizi yapılmıştır. Numuneler analiz için Namık Kemal Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarı'na (NABİLTEM) gönderilmiştir. Ağır metal analizleri ICP-OS cihazı ile yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda Güre ve Küçükuyu foramlarında bazı farklılıklar izlenmiştir. Güre bölgesi foramlarında meydana gelen renk değişimi Küçükuyu foramlarına göre daha çok ve belirgindir. Güre bölgesindeki termal kaynaklar bu farklılığı yaratmaktadır. Ayrıca Güre bölgesinde Fe ve Al dışındaki ağır metaller ilk düzeylerde yüksek daha derinlerde ise düşük olarak elde edilmiştir. Bu ağır metallerin ilk düzeyde fazla olması güncel dönemde sanayinin, kentsel yerleşmenin ve termal tesislerin son zamanlarda yaygınlaşmasına bağlıdır.

**Anahtar kelimeler:** Ağır Metal Kirliliği, Güre, Küçükuyu, Foraminifer

2014, 88 sayfa

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

**RESEARCH ON SPREAD OF HEAVY METAL POLLUTION AND THE EFFECTS ON FORAMINIFERS BETWEEN KÜÇÜKKUYU (AYVACIK/ÇANAKKALE) AND GÜRE (EDREMIT/BALIKESİR) IN THE AEGEAN SEA**

**Melike ÖNCE**

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Environmental Engineering

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Zeki Ünal YÜMÜN

Gulf in the Aegean Sea, one of the main natural geological Gulf of Edremit need (mineral resources) as well as hydrological (thermal springs, etc..) In recent years due to their properties has been an area worth investigating. In this thesis, the Gulf of Edremit and Gure in Kucukkuyu examining stratigraphic seabed sediments, bottom sludge and heavy metal accumulation in foraminiferal analysis aims to do. The study area is lush and Küçükkuyu done in two samples were collected from offshore drilling. Obtained from the drilling of two core samples in 141 samples were analyzed foraminifera and heavy metal content. Foraminifera for the content of 15 g of dry sediment samples were sieved and washed in 125 µ sieve benthic foraminifera in each sample taken after all taxonomic identification is made on them. Heavy metal analysis for the foraminifera compilation of the level of the sediment samples of 12 heavy metals (Cd, Fe, Cu, Pb, Zn, Al, Co, Cu, Mn, Ni, As and Hg) analysis was performed. Samples for analysis Namik Kemal University Central Research Laboratory (NABİLTEM) was sent. Heavy metal analysis was performed by ICP-OS device. As a result of this study, Gur and some differences were observed in Kucukkuyu foraminifera. Foramen occurred in the region of lush color change than Kucukkuyu foraminifera are many and obvious. Gure create these differences in thermal springs are. In addition to the neighboring other than Fe and Al in the first level of heavy metals was obtained as high and low in deeper. This is more than the first level of heavy metals in the current era of industry, urban settlements and recently spread depends on the thermal plants.

**Keywords :** Heavy Metal Pollution, Güre, Küçükkuyu, Foraminifera

**2013, 88 pages**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGE DİZİNİ.....	ix
SİMGELER DİZİNİ.....	x
ÖNSÖZ.....	xi
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Çalışma Yöntemleri.....	3
1.1.1.Öncel Çalışmalar .....	3
1.1.2. Arazi Çalışmaları.....	3
1.1.3. Laboratuvar Çalışmaları: .....	3
1.1.4. Büro Çalışmaları:.....	3
<b>2. KURAMSAL TEMELLER .....</b>	<b>4</b>
2.1. Çalışma Alanının Sosyo-Ekonomik Durumu .....	4
2.2. Çalışma Alanının Coğrafik Özellikleri.....	4
2.3. Çalışma Alanının Jeolojik Özellikleri .....	6
2.4. Çalışma Alanının Jeotermal Özelliği.....	7
2.5. Çalışma Alanının Kirlilik Durumu .....	7
2.6. Çalışma Alanının Ekolojik Özellikleri .....	9
2.6.1. İklim .....	9
2.6.2. Deniz suyu sıcaklığı, tuzluluğu ve akıntılar .....	9
2.6.3. Kıyı ve deniz dibi topoğrafyası .....	10
2.7. Çalışma Alanının Güncel Sedimentasyonu .....	11
<b>3. DOĞAL DENİZ SULARININ AĞIR METAL İÇERİKLERİ VE AĞIR METAL- LERİN BULUNUŞ ŞEKİLLERİ .....</b>	<b>12</b>
3.1. Doğal Deniz Sularının Ağır Metal İçerikleri.....	12
3.2. Ağır Metaller Yayılımı Ve Çevre Üzerindeki Etkileri .....	14
3.2.1. Ağır Metallerin Yayılımı .....	14
3.2.2. Ağır metallerin çevre üzerindeki etkileri.....	15
3.2.3. Denizlerde Kirlilik Meydana Getiren Başlıca Ağır Metaller .....	16
3.2.3.1. Cıva.....	16

3.2.3.2. Arsenik .....	17
3.2.3.3. Kadmiyum .....	17
3.2.3.4. Kurşun .....	18
3.2.3.5. Çinko .....	19
3.2.3.6. Bakır .....	19
3.2.3.7. Demir .....	20
3.2.3.8. Mangan .....	20
3.2.3.9. Kobalt .....	20
3.2.3.10. Alüminyum .....	21
3.2.3.11. Nikel .....	21
3.2.3.12. Krom .....	22
<b>4. ÇALIŞMA ALANININ CANLI TOPLULUĞU VE FORAMİNİFERLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ</b> .....	<b>23</b>
4.1. Çalışma Alanının Canlı Toplulukları .....	23
4.2. Foraminiferlerin Genel Özellikleri .....	23
4.2.1. Kavkı .....	25
4.2.2. Localar ve locaların sarılma şekli .....	26
4.2.3. Ağız açıklıkları ( apertür ) ve kanal sistemleri .....	27
4.2.4. Üreme biçimi .....	27
4.2.5. Yalancı ayaklar .....	28
4.2.6. Yaşam ortamları .....	29
4.3. Foraminiferlerde Morfolojik Değişime Neden Olan Etmenler .....	31
<b>5. LABORATUAR ÇALIŞMALARI VE FORAMİNİFERLERİN TANIMLANMASI.</b>	<b>32</b>
5.1. Laboratuar Çalışmaları .....	32
5.1. 1. Materyal Temini .....	32
5.1.2. Örneklerin Hazırlanması .....	32
5.1.2.1. Örneklerin mikroskopik incelemeye hazır hale getirilmesi: .....	33
5.1.3. Örneklerin mikroskopta incelenmesi (Paleontolojik çalışmalar): .....	34
5.1.4. Ağır Metal Analizlerinin yapılması: .....	34
5.2. Küçükkuyu (Çanakkale) Ve Güre (Balıkesir) Sondajlarında Elde Edilen Numunelerin Ağır Metal Yoğunluklarının Değişimi .....	35
<b>6.FORAMİNİFER SİSTEMATİĞİ VE ÇALIŞMALAR SONUCUNDA ELDE EDİLEN FORAMİNİFERLER</b> .....	<b>53</b>
6.1. Foraminiferlerin Sistematik Sınıflaması .....	55
6.1.1. Üst Familya: Miliolacea EHRENBERG, 1839 .....	56
6.1.1.1. Familya: Miliolidae EHRENBERG, 1839 .....	56

6.1.1.1.1. Altfamilya: Quinqueloculininae CUSHMAN, 1917 .....	56
6.1.2. Üst Familya: Rotaliacea EHRENBERG, 1839.....	57
6.1.2.1 Familya: Rotaliidae EHRENBERG, 1839 .....	57
6.1.2.1.1. Altfamilya: Rotaliinae EHRENBERG, 1839 .....	57
6.2. Küçükkuyu (Ayvacık/Çanakkale) ve Güre (Edremit/Balıkesir) Bölgelerinde elde edilen Foraminiferler .....	61
6.2.1.Küçükkuyu (Çanakkale) Bölgesi Foraminiferleri .....	61
6.2.2.Güre (Balıkesir) Bölgesi Foraminiferleri .....	64
<b>7. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>66</b>
<b>8. KAYNAKLAR .....</b>	<b>69</b>
<b>EKLER</b>	
Levha-1.....	74
Levha-2.....	77
Levha-3.....	79
Levha-4.....	81
Levha-5.....	83
Levha-6.....	85
Levha-7.....	87
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>88</b>

## ŞEKİL DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 2. 1: Çalışma bölgesinin yerbulduru haritası ve çökel örnekleme noktalarının dağılımı.....	5
Şekil 2. 2: Güre ve Küçükkuyu Bölgesinde deniz sedimanlarının düşey dağılımı (Sondaj Logları Korelasyonu).....	6
Şekil 2. 3: Edremit körfezi mevsimsel değişimlere göre sıcaklık değişimleri (Meriç ve ark. 2012).....	9
Şekil 2. 4: Edremit körfezi deniz suyu mevsimlik tuzluluk değişimi (Meriç ve ark. 2012)....	10
Şekil 2. 5: Edremit Körfezi batimetri haritası (Meriç ve ark. 2012).....	11
Şekil 3. 1: Doğada Ağır Metal Kirliliğinin Oluşum Şeması (Rether 2002).....	15
Şekil 4. 1: Canlı Bir Foraminiferin Şematik Görünümü (İnan 2006).....	24
Şekil 4. 2: Farklı Kavkı, Loca Şekli ve Loca Düzenlenmelerine Örnekler (İnan 2006) .....	27
Şekil 4. 3: Dimorfizm Gösteren Bir Foraminiferin Üreme Döngüsü (İnan 2006).....	28
Şekil 5. 1: Güre Yat Limanı deniz sondajı karotları (DSK-3).....	32
Şekil 5. 2: Laboratuvar çalışmalarında granülometrik analiz ile foraminiferlerin kilden arındırılması.....	33
Şekil 5. 3: Laboratuvar çalışmalarında granülometrik analiz ile foraminiferlerin kilden arındırılmasında %10 luk H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Kullanımı... ..	33
Şekil 5. 4: Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Fe, Al -Derinlik Değişim Grafiği.....	36
Şekil 5. 5: Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Co, Pb, As, Cr, Cu, Zn, Mn, Ni, Hg ve Cd -Derinlik Değişim Grafiği.....	37
Şekil 5. 6: Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Co-Derinlik Değişim Grafiği.....	37
Şekil 5. 7: Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Fe-Derinlik Değişim Grafiği.....	38
Şekil 5.8: Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Pb-Derinlik Değişim Grafiği.....	38

Şekil 5.9: Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren As- Derinlik Değişim Grafiği.....	39
Şekil 5.10:Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Cr- Derinlik Değişim Grafiği.....	39
Şekil 5.11: Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Cu- Derinlik Değişim Grafiği.....	40
Şekil 5.12:Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Zn- Derinlik Değişim Grafiği.....	40
Şekil 5.13: Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Al- Derinlik Değişim Grafiği.....	41
Şekil 5.14:Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Mn- Derinlik Değişim Grafiği.....	41
Şekil 5.15:Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Ni- Derinlik Değişim Grafiği.....	42
Şekil 5.16: Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Hg- Derinlik Değişim Grafiği.....	42
Şekil 5.17:Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Cd- Derinlik Değişim Grafiği.....	43
Şekil 5.18:Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Co, Pb, As, Cr, Cu, Zn, Mn, Ni, Hg ve Cd -Derinlik Değişim Grafiği.....	45
Şekil 5.19: Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Fe, Al -Derinlik Değişim Grafiği.....	45
Şekil 5.20:Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Fe -Derinlik Değişim Grafiği.....	46
Şekil 5.21:Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Fe-Derinlik Değişim Grafiği.....	46
Şekil 5.22:Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Pb -Derinlik Değişim Grafiği.....	47
Şekil 5.23:Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren As -Derinlik Değişim Grafiği.....	47
Şekil 5.24: Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Cr -Derinlik	

Değişim Grafiği.....	48
Şekil 5.25: Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Cu -Derinlik Değişim Grafiği.....	48
Şekil 5.26: Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabandan İtibaren Zn -Derinlik Değişim Grafiği.....	49
Şekil 5.27:Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Al -Derinlik Değişim Grafiği.....	49
Şekil 5.28:Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Mn -Derinlik Değişim Grafiği.....	50
Şekil 5.29:Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Ni -Derinlik Değişim Grafiği.....	50
Şekil 5.30: Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Hg -Derinlik Değişim Grafiği.....	51
Şekil 5.31:Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Cd -Derinlik Değişim Grafiği.....	51



## ÇİZELGE DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 3.1: Doğal Deniz Sularının Ağır Metal İçerikleri (Güven 2005).....	12
Çizelge 3. 2: Ağır Metallerin Deniz Suyunda Bulunuş Şekilleri (Güven 2005).....	13
Çizelge 3.3:Ağır metallerin çevreye yayılımının da etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler (Rether 2002).....	14
Çizelge 5.1:Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Ağır Metal Dağılımı (ICP-OS datası).....	35
Çizelge 5.2:Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Ağır Metal Dağılımı (ICP-OS datası).....	44
Çizelge 6. 1: Küçükkuyu Foraminiferleri.....	61
Çizelge 6. 2: Güre Foraminiferleri.....	64

## SİMGELER DİZİNİ

ICP-OS	: Inductively Coupled Plasma
L.T.D.	: Limited Şirket
Tic.	: Ticaret
BOI	: Biyolojik Oksijen İhtiyacı
As	: Arsenik
Cd	: Kadmiyum
Cr	: Krom
Pb	: Kurşun
Hg	: Cıva
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
Ni	: Nikel
Sb	: Antimon
Ba	: Baryum
In	: İndiyum
Mg	: Magnezyum
Ag	: Gümüş
Te	: Tellür
Sn	: Kalay
U	: Uranyum
V	: Vanadyum
Zn	: Çinko
Au	: Altın
RNA	: Ribonükleik Asit
DNA	: Deoksi Ribo Nükleik Asit
CaCO <sub>3</sub>	: Kalsiyum Karbonat
DDT	: Dikloro Difenil Trikloroethan
MTA	: Maden, Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

## ÖNSÖZ

Bilimsel çalışmalarını sevmemde büyük etkisi olan ve bu yolda yürümem için beni her zaman destekleyen, bilgi deneyim ve donanımını hiç esirgmeden benimle paylaşan değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Zeki Ünal YÜMÜN'e,

Yüksek lisans tezimi gerçekleştirmem için gereken numune ve ekipmanı hiçbir ücret talep etmeden sağlayarak bilimsel çalışmalara yaptığı katkılarından dolayı Yümün Mühendislik'e,

Tez çalışmamı maddi olarak destekleyen Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na,

Eğitim ve öğretim hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, bu günlere gelmemi sağlayan sevgili babam Refik ÖNCE ve annem Melahat ÖNCE'ye,

Her zaman yanımda olarak sevgilerini hiç esirgemeyen sevgili ağabeyim Umut ÖNCE, yengem Neslihan ÖNCE ve bir tanecik yeğenim Ada ÖNCE'ye

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Ağustos 2014

Melike ÖNCE  
(Çevre Mühendisi)

## 1. GİRİŞ

Denizler yüzyıllardır insanoğlu tarafından devamlı kirlenmeye maruz kalmıştır. Zaman ilerleyip teknolojik gelişmeler arttıkça, bu kirliliğin boyutları ve toksik özellikleri de değişmiştir. Sanayi devrimi gerçekleşmeden önce denizler sadece evsel ve tarımsal kaynaklı kirleticilere maruz kalırken, sanayi devriminden sonra tehlikeli ve kimyasal atıklar da denizlere boşaltılmaya başlanmıştır. Bu durum ülkemizin iç denizi olan Marmara Denizi ve diğer denizlerde de yoğun bir şekilde gözlenmektedir. Denizlerimizdeki kirlenme son elli yıl içinde giderek aratarak önemli boyutlara ulaşmıştır.

Kirliliğe neden olan en önemli ve tehlikeli atıklardan birisi de ağır metallerdir. Ağır metaller girdikleri su ortamında çözünmeden ve toksik özelliğini kaybetmeden uzun yıllar kalabilme özelliğine sahiptir. Bu özelliğinden dolayı devamlı kirleticiler adını alan ağır metallerin denizlerimizdeki miktarı her geçen gün birikerek artmaya devam etmektedir.

Ağır metallerin bir bölümü deniz ortamına şehir ve endüstriyel kaynaklı deşarjlarla ulaşmaktadır. Bu kirleticilerin suda çözünebilir bileşikleri sucul ekosistemde problem yaratmaktadır. Çevredeki kalıcılıkları, yüksek konsantrasyonlardaki toksisiteleri, canlı dokularında birikme eğilimleri ve besin zincirinde bio-magnifikasyona uğramaları nedeniyle insanlar için potansiyel tehlike oluşturur. Bundan dolayı ağır metallerin sucul ekosistemde izlenmesi ve kontrolü araştırma aktivitelerinin konusu olmuştur (Uluturhan ve Küçüksezgin 1998). Çalışma alanının bulunduğu Edremit Körfezi jeolojik yapısı ile kapalı bir iç körfez durumundadır. Akıntının da kısıtlı olduğu bölge ağır metal kirliliğine karşı oldukça savunmasız bir konumdadır.

Bu tez çalışması Ege denizinin Edremit Körfezinde (Balıkesir) deniz dibi sedimanlarını stratigrafik olarak inceleyerek, deniz suyu, dip çamuru ve foraminifer topluluklarında ağır metal birikim analizlerini yapmayı amaçlamaktadır. Ortam koşullarındaki kirlilikler (yerleşim ve endüstriyel) ve termal kaynaklar ile Foraminiferler de meydana gelen morfolojik değişimlerin ilişkisi araştırılmıştır. Ayrıca evsel atıklar ve sanayi atıklarının arttığı son 50 yıl ile sanayi atıklarının olmadığı daha eski dönemleri karşılaştırma olanağı da sunmuştur.

Foraminiferler, yeryuvarı üzerinde hayatın belirlenmesiyle ortaya çıkmış ve zamanla gelişmeye başlamış olan bir hücreli ve genellikle çok küçük olan canlılardır (Meriç 1983). Son zamanlarda bilimsel çalışmalarda Foraminiferler denizdeki ağır metal kirliliğini

belirlemek için biyoindikatör olarak kullanılmış ve bu çalışmada da aynı yöntem izlenmiştir.

Dünyada ve ülkemizde deniz kirliliği ile ilgili çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir. Denizlerdeki kirliliğin belirlenmesinde bazı denizel canlılar biyo-indikatör olarak kullanılmıştır. Özellikle Marmara ve Ege Denizi kıyılarında Foraminiferlerin incelendiği çalışmalar mevcuttur.

Meriç ve ark. (2003) 'nın Dikili Körfezi'nde (Kuzeydoğu Ege Denizi) Bulunan Üç Anormal Bentik Foraminifer Örneği: *Peneroplis planatus*, *Rosalina* sp. ve *Elphidium crispum* (Linne) Hakkında yaptıkları çalışmada; Bentik foraminifer içerisinde gözlenen anormal görünümlü fertlerin, bölgede bulunan ve aktif faylara bağlı gelişmiş olan termal kaynaklardaki bazı eser elementlerin nicelik ve niteliklerindeki farklı değerlerinden etkilenmiş olabileceği ortaya konulmuştur.

Meriç ve ark. (2008) 'nın "Harmantaşı Mevkii (Saros Körfezi-Kuzey Ege Denizi) Deniz İçi Kaynakları Çevresindeki Foraminifer ve Ostrakod Topluluğuna Bu Alandaki Çevresel Koşulların Etkisi" adlı çalışmalarında karstik kireçtaşlarından çıkan ve 18-50 °C sıcaklıktaki kaynaklar çevresindeki foraminifer yaşamının merkezde ve merkezden çevreye doğru hem anormal fertlerin varlığı hem de cins türlerin merkezden itibaren dağılımında nasıl bir değişim gözleendiği ve Saros Körfezi bentik foraminifer topluluğu ile benzerlik ve farklılıkları incelemiştir.

Meriç ve ark. (2009) 'nın "Doğu Ege Denizi Kıyı Alanlarındaki Termal Mineralli Su Kaynaklarının Bentik Foraminifer Topluluklarına Etkisi" adlı çalışmalarında belirli noktalarda foraminifer kavkılarında gözlenen renklenme ve morfolojik bozukluklarının nedeninin termal mineralli su kaynakları olduğu ortaya konulmuştur. Toker ve Yıldız (2002)'ın "Kuzeydoğu Ege Denizi Gökçeada-Bozcaada-Çanakkale Üçgenindeki Dip Sedimanlarında Güncel Planktik Foraminifer Dağılımı" adlı çalışmalarında güncel planktonik foraminifer türleri tanımlanarak dağılımları incelenmiştir.

Avşar (2002) tarafından Kuzeydoğu Ege Denizi'nde yapılan çalışmada bentik foraminifer dağılımı incelenerek taksonomisi çıkarılmıştır.

Üstünada ve ark. (2011) Çanakkale Boğazı'nda belirli türlerdeki bentik canlılarda ağır metallerin mevsimsel değişimini incelemiştir.

Başcınar (2009) yaptığı çalışmada bentik canlıların biyoindikatör olarak kullanılabilirliğini incelemiştir.

## **1.1. Çalışma Yöntemleri**

Ege Denizi içerisinde yer alan Edremit Körfezinde (Güre ve Küçükkuşu) güncel sedimanların ağır metal analizleri ve bu ağır metallerin canlılar üzerindeki etkilerinin araştırılması konulu bu çalışma, öncel çalışmalar, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olarak 4 safhada gerçekleştirilmiştir.

### **1.1.1.Öncel Çalışmalar**

Ege Denizi ve diğer denizlerin tabanlarında biriken çoğunlukla güncel (Holosen) sedimanlarda yapılmış ağır metal analizleri ve ağır metal analizlerinin canlılar üzerindeki etkileri konularını içeren önceki çalışmalar derlenmiştir. Derlenen çalışmaların bu çalışmayla benzer ve farklı yönleri irdelenerek, tez çalışmalarının yürütülmesinde klavuz olarak kullanılmıştır.

### **1.1.2. Arazi Çalışmaları**

Edremit Körfezinde (Güre ve Küçükkuşu) Yümün Mühendislik Yapı Zemin San. Ve Tic. Ltd. Şti. tarafından deniz üzerine modüler olarak kurulan içerisinde duba ve sondaj makinası ile 6 adet yaklaşık 20 m derinliğinde sondajlar yapılmıştır. Yapılmış olan sondajlardan elde edilen sediman karotları özel karot sandıklarında korunmuş olup, bu çalışmada analizleri yapılmıştır.

### **1.1.3. Laboratuvar Çalışmaları**

Laboratuvar çalışmaları Bölüm 3.2.1 'de detaylı olarak verilmiştir.

### **1.1.4. Büro Çalışmaları**

Büro çalışmaları kapsamında öncel çalışmalar, arazi çalışmaları ve laboratuvar çalışmalarının sonuçlarını yorumlanarak sonuç raporunun yazımına geçilecek ve ayrıca çizimler tamamlanacaktır.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

### 2.1. Çalışma Alanının Sosyo-Ekonomik Durumu

Bölgenin ekonomisi zeytincilik ve turizme dayanır. Türkiye'deki zeytin ağaçlarının yaklaşık %10 bu bölgededir. Bu ağaçlardan üretilen 260.000 ton zeytinin %15-20 sofralık olarak, geriye kalan ise zeytinyağına dönüştürülerek kullanılır. Bu 45.000 ton zeytinyağı demektir, yani Türkiye'nin zeytinyağı üretiminin %28'ine denk gelir (Anonim 2014-a).

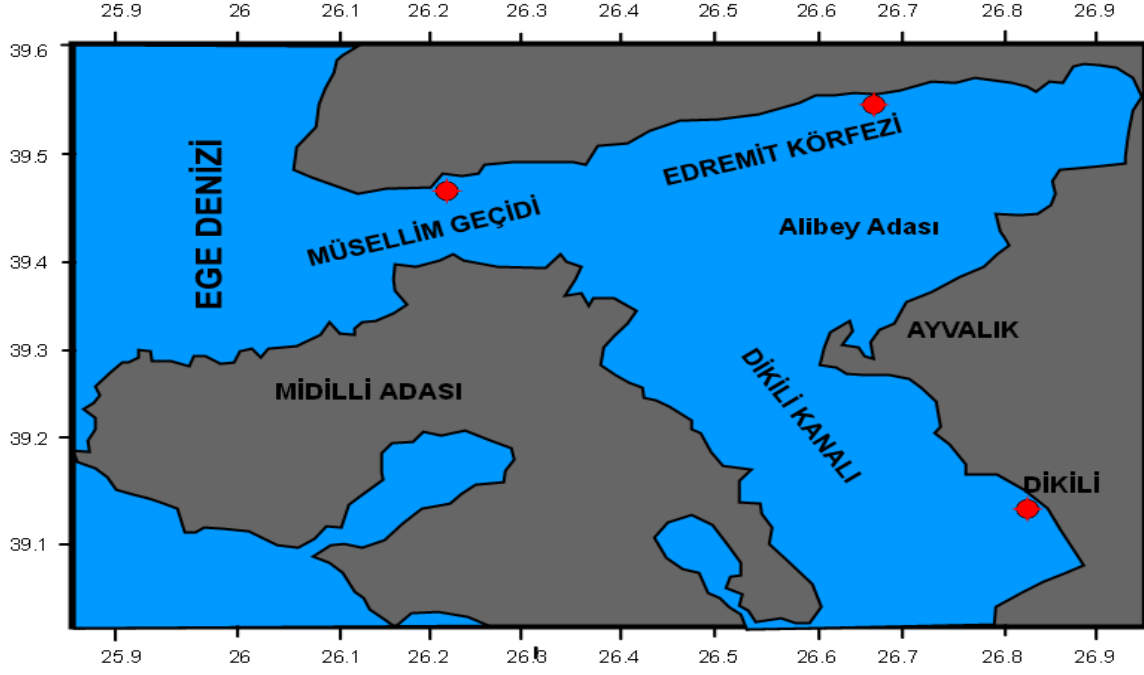
Çalışma alanının yeraltı kaynakları ise; Altın bölgedeki önemli madenlerin başında gelir. Havran da altın madenciliği, Roma ve daha eski dönemlere kadar uzanır ve Havran ismi de altından gelir. Modern altın madenciliği bu ilçenin Büyükdere ve Küçükdere köylerinde yapılmıştır. 2010 yılında son verilen madencilik faaliyetleri sonrasında, bölge rehabilite edilmiştir. Günümüzdeki altın arama çalışmaları Kaz Dağın'da sürmektedir. Ayrıca Ayvalık'ın güneyindeki Tuzla'da tuz çıkarma işlemleri yapılmaktadır (Anonim 2014-a).

Bölgenin rezerv açısından önemli bir madeni olan demir, Edremit-Eymir bölgesinde bulunur. Bunun dışında, Ayvacık'daki uranyum, Edremit'deki gümüş rezervleri bölgenin diğer madenleri olarak sıralanabilir (Anonim 2014-a).

Turizm açısından bölgede daha çok yerli turist bulunur. Güre ve Küçükkuyu çevresinde bulunan termal kaplıcalar çok sayıda turisti bölgeye çekmektedir.

### 2.2. Çalışma Alanının Coğrafik Özellikleri

Güre, [Balıkesir](#)'in [Edremit](#) ilçesine bağlı [Edremit Körfezi](#)'nde bulunan bir [beldedir](#). Edremit'e 12 kilometre uzaklıktadır. İlçe Ege Bölgesinde, [Edremit Körfezi](#) ile [Kaz Dağı](#) arasındaki sahaya yerleşmiştir. Kuzey Yarımkürede, Asya Kıtasının en batı ucu olan [Bababurnu](#)'ndan 85 Km. doğuda denizden 6 km içerde olup, 39 derece 35 dakika 30 saniye Kuzey Paraleli, 27 derece 2 dakika 48 saniye Doğu Meridyenlerinin üzerindedir. Batıda [Ege Denizi](#), [Ayvacık](#) ve [Ezine](#) ilçesi, kuzeyde [Bayramiç](#) ve [Yenice](#) ilçeleri, Doğuda [Havran](#) ilçesi, güneyde [Burhaniye](#) ilçesi ile çevrilidir. İlçe merkezi deniz seviyesinden 16 metre yükseklikte olup, ilçe sınırları içinde en yüksek dağ olan Kazdağı'nın Sarıkız Tepesi 1767 m yüksekliktedir (Yümün A, 2010-a).



**Şekil 2. 1:** Çalışma bölgesinin yerbulduru haritası ve çökel örnekleme noktalarının dağılımı.

Türkiye' nin kuzeybatısına düşen Küçükkuyu, Çanakkale'nin Ayvacık ilçesine bağlı bir turizm kasabasıdır. Batısında Altınoluk, Doğusunda Behramkale ve Kuzeydoğusunda Ayvacık bulunur. Denizden yüksekliği 273 m olan volkanik bir plato üzerinde bulunan Ayvacık ilçesi, arazi yapısı bakımından dağlık ve tepeliktir. İlçenin en büyük ovası 30 km<sup>2</sup> ile Tuzla Ovası'dır. Bunu Kösedere ve Babakale Ovaları izler. İnceleme Alanı Ege Denizi içerisinde bulunduğu için Ege bölgesinin iklim özelliklerini taşımaktadır (Yümün A, 2010-b).

Güre- Küçükkuyu bölgesinde nehir yoktur. Uzunluğu 6-10 Km arasında değişen Edremit-Zeytinli, Kızılkeçili, Güre, Altınoluk ve Mıhlı Çayları mevcuttur. Bu çaylardan kıyı şeridinde çoğunlukla evsel atıksular gelmektedir (Anonim 2014-a) .

Bölgede aktif faylar mevcuttur. Bandırma Körfezi ile Edremit Körfezi arasındaki Biga Yarımadası'nda ve Manyas Göller bölgesindeki aktif faylar, Kuzey Anadolu Fayı'nın batı kesimini oluşturmaktadır (Anonim 2014-a) .

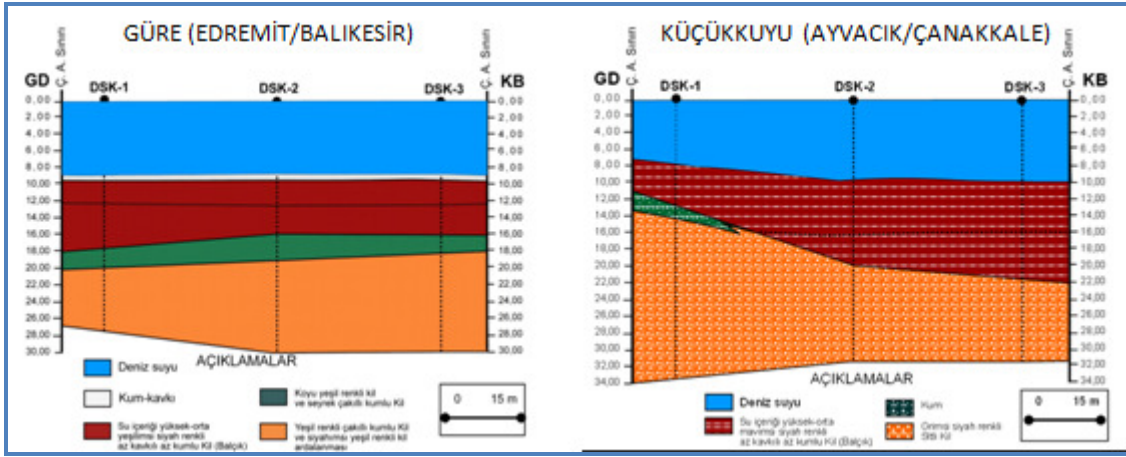
Müsellim Geçidi, Edremit Körfezi, Dikili Kanalı birbirleri ile dar suyollarıyla bağlantılıdır. Dolayısıyla güncel çökellerin birebir etkileşimi azdır. Bababurnu'ndan doğuya doğru Midilli ile Anadolu karasının en dar yerinde Müsellim kayalıkları Edremit Körfezi'nin açık deniz ile bağlantısını önemli oranda engellemektedir. Edremit Körfezi'nin Dikili Kanalı'na bağlandığı alanda -100 metreden -50 metreye sıçrama yapmaktadır. Bu batimetri farklılığı Edremit Körfezi'nde taban veya 50 metrenin altındaki malzemenin Dikili Kanalı'na



geçmesini engellemektedir. Akıntının da kısıtlı olduğu bu bölgede Edremit Körfezi kapalı havza niteliğindedir ( Eryılmaz ve Yücesoy- Eryılmaz 1998).

### 2.3. Çalışma Alanının Jeolojik Özellikleri

İnceleme alanı Ege denizi içerisinde yer almaktadır. İnceleme alanında yapılan deniz sondajlarına dayanarak temelde Karakaya (Trkk) formasyonu yer aldığı saptanmıştır. Deniz tarafında ise 0-9 m arasında değişen deniz suyu derinliğinden sonra 4-6 m kalınlığa sahip balçık (Yüksek su içerikli ince kumlu kil) daha derinlerde ise sıkı ve orta sıkı ince çakıllı kumlu kil zemin bulunmaktadır. Daha derinlerde ise Karakaya Formasyonu'nun ayrılmış üst düzeyleri yer almaktadır. İnceleme alanında yapılmış deniz sondaj loglarının korelasyonu şekil tablosu aşağıda verilmiştir.



**Şekil 2. 2:** Güre ve Küçükkuyu Bölgesinde deniz sedimanlarının düşey dağılımı (Sondaj Logları Korelasyonu)

İnceleme alanının Küçükkuyu bölümünde jeolojik olarak temelde Arıklı İgnimbriti, Küçükkuyu Formasyonu, Hallaçlar Volkanitleri bulunmaktadır.

Güre bölgesinde ise temelde Pliyosen yaşlı Bayramiç Formasyonu, Hallaçlar Volkaniti, Oligosen-Miyosen Granitoyitleri ve Çetmi Melanjı bulunmaktadır (Anonim 2014-b).

## 2.4. Çalışma Alanının Jeotermal Özelliği

Ege Denizi Türkiye kıyılarında Biga Yarımadası'nın güney kesimlerinden itibaren Marmaris Körfezi'ne kadar ulaşan kıyı şeridinde çok sayıda termal mineralli su kaynağı bulunmaktadır. Bu kaynakların oluşumunda bölgenin tektonik özelliği etken rol oynamıştır (Meriç ve ark. 2009).

Edremit çevresi termal suları, genç faylarla biçimlenen çöküntü havzası olan Edremit Körfezi'nin yapısal süreksizliklerle derinlere ulaşabilen sularının ısınarak yükselmesi ile oluşmaktadır (Öngür 2013).

Edremit'in 12 km kadar batısında yer alan bu jeotermal alanda 55-58 °C' ye ulaşan sıcaklar, kaynak ve sondajlarda görülmüştür. Bu alanda küçük çapta ısıtma amaçlı olarak yararlanılmaktadır. Güre bölgesi öncelikli olarak kaplıca amaçlı değerlendirilmelidir. Bu alanda MTA tarafından jeoloji, jeofizik ve sondaj çalışmaları yapılmış olmakla beraber daha geniş kapsamlı çalışmalarda yapılmalıdır. Güre bölgesi termal suları kimyasal olarak sodyum sülfatlıdır. Güre jeotermal alanın muhtemel potansiyeli hesaplanırken, jeotermal alan 3 km<sup>2</sup>, su kullanım sıcaklığı 55-35 °C ve rezervuar kalınlığı 400 m olarak alınmıştır. Buna göre hesaplanan muhtemel potansiyel 19,5 MW'dir. pH değerleri 6,4-9,05 oranında bir değer göstermektedir. Kimyasal yönden ise kaynakların beslenme ortamlarına göre; kalsiyum, sodyum bikarbonatlı, sülfatlı ve klorürlü olabilmektedir (Yılmaz ve ark. 2010).

## 2.5. Çalışma Alanının Kirlilik Durumu

Çalışma alanının kirlilik durumu dört ana başlık altında incelenebilir. Bunlar turizmden kaynaklanan kirlilik, katı atık ve altyapı sorunundan kaynaklanan kirlilik, sanayiden kaynaklanan kirlilik ve tarımdan kaynaklanan kirliliktir.

**Turizmden kaynaklanan kirlilik:** Yaz aylarında düzenlenen tekne turlarında tekneler sintine sularını buralarda bırakabilmekte, bu da denizin kirlenmesine sebep olmaktadır. İmbatın esmesiyle boşaltılan sintine suları kıyıya kadar gelmektedir (İrtem ve Soykan 2008). Turizmden kaynaklanan kirlilik daha çok dönemsel bir kirlilik yaratmaktadır.

**Katı atık ve altyapı sorunundan kaynaklanan kirlilik:** Güre – Küçükkuyu şeridinde yaklaşık 80.000 konut bulunmaktadır. Yaz aylarında bu konutlardan çıkacak evsel katı atıkların toplanmasının bir plan ve program çerçevesinde yapılması gerekir. Günübirlik kullanımlardan kaynaklanan katı atık kirliliği rüzgar ile yayılmakta ve ciddi kirliliğe neden olmaktadır. Evsel katı atıklar endüstriyel katı atıklarla düzensiz olarak depolanmaktadır. Buda

tehlikeli atıkların yeraltı sularına ve oradan da deniz kıyı şeridine geçmesine neden olmaktadır.

**Sanayiden kaynaklanan kirlilik:** Bölgenin ekonomisi zeytinciliğe dayandığından dolayı sanayi kuruluşu olarak da en çok zeytinyağı fabrikaları bulunmaktadır. Zeytinyağı üretimi, yılın belli zamanlarında yapılmaktadır. Bu tür agro-endüstrilerde genellikle atıksuların lagünlere verilir buharlaştırılarak arıtılması yoluna gidilmektedir. Edremit Körfezi çevresinde özellikle Küçükkuşu yöresinde yer alan bazı zeytinyağı fabrikaları üretim sonrası yeterince arıtılmayan ‘‘Karasu’’ denilen atık maddeleri bölge civarındaki derelere deşarj edilmekteydi. 2004 yılından itibaren zeytin karasuyunun lagünlerde buharlaştırılması yoluna gidilmiştir.

Zeytin karasuyunun yağmurun etkisi ile lagünlerden taşarak ya da su kaynaklarına ve toprağa arıtılmadan verildiğinde ciddi hasarlara sebep olmaktadır (İrtem 2010).

Zeytinyağı atığı olan karasuyun çevreye verdiği kirlilikler; yüksek oranda organik kirlilik, kendine özgü koku, koyu mor-siyah renk, yağ içeriği, asit özelliği ve yüksek tuz oranıdır (Başkan 2010) .

Zeytinyağı atığı deniz üzerinde siyah yağlı bir tabaka oluşturur. Zeytin karasuyu evsel atık suyuna göre yaklaşık 230 kat daha kirlidir. Üretim dönemleri sebebiyle zeytin karasuyu mevsimsel bir kirlilik olduğu için etkisi daha yüksek olmaktadır. Zeytin karasuyu biyolojik bozunmaya dirençli fototoksik ve antibakteriyel fenol bileşikleri içeren bir atık sudur. Karasuyun arıtılmasına yönelik metotlar bu kapsamda dikkatle seçilmelidir (Başkan 2010).

**Tarımdan kaynaklanan kirlilik:** Tüm dünyada tarım, dağınık su kirliliğinin başlıca kaynağıdır. Tarımsal uygulamalar, su kirliliği yaratacak çeşitli maddelerin ortaya çıkmasına sebep olurlar. Sulara sızan tarım ilaçları (pestisitler) su organizmalarını ve insanları olumsuz yönde etkilerler. Gübre sızıntıları suların besin bakımından zenginleşmesini sağlar. Hayvan atıkları ve bitki kalıntıları, sularda yüksek BOİ (Biyokimyasal oksijen ihtiyacı) ve çamura sebep olur ve besin bakımından zenginleştirirler. Bu da su organizmalarının sayıca fazla miktarda artmasına ve su üzerinde kirlilik yaratmasına sebep olur(Anonim 2014-c).

Tarım arazilerindeki toprak erozyonu sularda çökebilen katı madde miktarını artırır. Ayrıca, suda kolaylıkla çözünmeyen bazı tarım kimyasalları, bu katı taneciklere tutunarak sulara girer. Buradan anlaşılacağı gibi, toprak erozyonunu önlemek aynı zamanda su kirliliğini önlemek demektir (Anonim 2014-c).

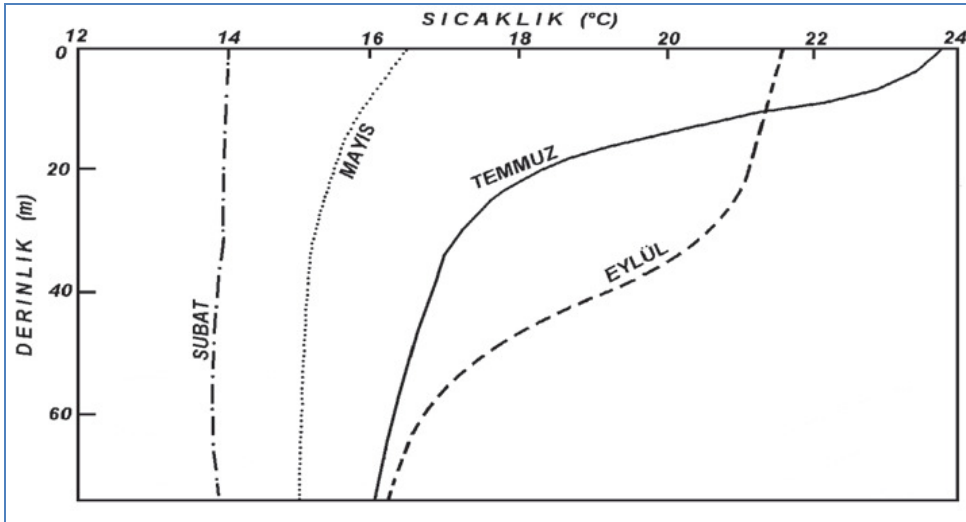
## 2.6. Çalışma Alanının Ekolojik Özellikleri

### 2.6.1. İklim

Yaz aylarında belirlenen yerel imbat-poyraz sistemleri bölgedeki tipik hava hareketleridir. Bölgede hakim rüzgar kuzeydoğu ve kuzey yönlüdür ve rüzgar şiddetinin yıllık ortalaması 4 bofor kuvvetindedir. Ortalama rüzgar hızı yıllık 5.4 knot civarındadır. Yıllık ortalama sıcaklık  $16.4^{\circ}\text{C}$  dir. Edremit Körfezi'nde ortalama yağış miktarı yıllık 783.6 mm dir. Bölgede kış mevsiminde ortalama 379.4 mm, yazın ise 20.3 mm yağış düşer (Meteoroloji Bülteni, 1984).

### 2.6.2. Deniz suyu sıcaklığı, tuzluluğu ve akıntılar

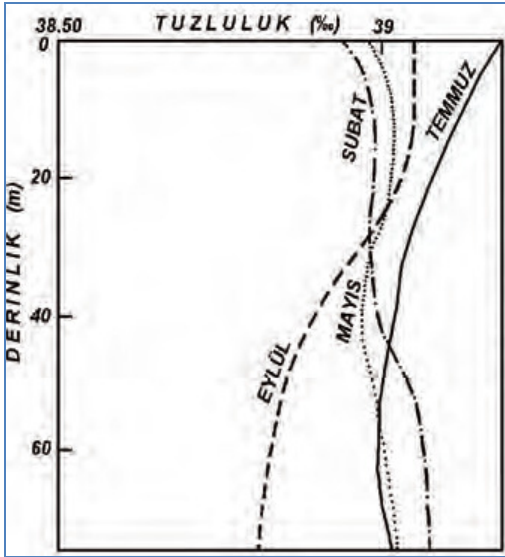
Çalışma alanının dip suyunun ekstrem değerleri ile ortalama değerleri arasında fark bulunmamasına rağmen yüzey suyunun mevsimlere göre kalınlığı izlenebilmektedir. İlkbahar (Mayıs)'da 10 m civarında; yazın (Temmuz) ise 30 metredir. Ortalama yüzey suyu sıcaklığı ilkbaharda (Mayıs)  $15.5^{\circ}\text{C}$ , yazın (Temmuz)  $22.5^{\circ}\text{C}$  sonbaharda (Eylül)  $20.8^{\circ}\text{C}$ , kışın (Şubat)  $13.03^{\circ}\text{C}$  dir. Ortalama dip suyu ise ilkbaharda (Mayıs)  $14.8^{\circ}\text{C}$ , yazın (Temmuz)  $16.0^{\circ}\text{C}$ , sonbaharda (Eylül),  $16.1^{\circ}\text{C}$  ve kışın (Şubat)  $12.36^{\circ}\text{C}$  dir (Yücesoy-Eryılmaz vd., 2002, 2004, 2005; Meriç vd., 2009a)



Şekil 2. 3: Edremit körfezi mevsimsel değişimlere göre sıcaklık değişimleri (Meriç ve ark. 2012)

Çalışma alanının yüzey suyu ile dip suyu arasında tüm mevsimlerde tuzluluk farkının fazla olmadığı görülmektedir. Ancak, bölgeye taşınan tatlı su kaynaklarının debisinin azalıp çoğalmasına ve yerel sıcaklık farklarından oluşan akıntıların sebep olduğu küçük değişimler

bazı derinliklerde gözlenmektedir. Edremit Körfezi'nde tuzluluk ilkbaharda (Mayıs) yüzey suyunda ‰38.84- ‰39.04; 30 m su derinliğinde ‰38.90-‰39.08; yazın (Temmuz) yüzey suyunda ‰39.08- ‰39.26; 30 m su derinliğinde ‰38.95-‰39.08; sonbaharda (Eylül)yüzey suyunda ‰38.97- ‰39.15; 30 m su derinliğinde ‰38.87-‰39.01 ve kışın (Şubat) yüzey suyunda ‰38.58- ‰39.21; 30 m su derinliğinde ‰38.63- ‰39.23 arasında değiştiği belirlenmiştir (Yücesoy- Eryılmaz vd., 2002, 2004, 2005; Meriç vd., 2009a)



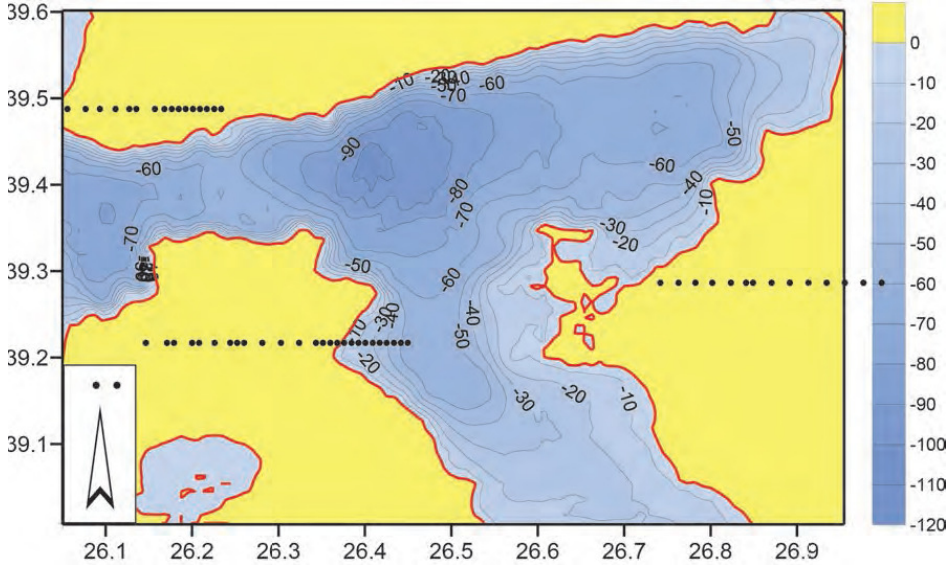
**Şekil 2. 4:** Edremit körfezi deniz suyu mevsimlik tuzluluk değişimi (Meriç ve ark. 2012)

Çalışma alanındaki akıntı sistemi incelendiğinde ise bölgede, belirgin bir akıntı sisteminin mevcut olmadığı saptanmıştır. Genellikle görülen bölgesel akıntılar, sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk farkları ile meteorolojik faktörlere bağlı olarak gerçekleşmektedir. Farklı yoğunluktaki su kütlelerinin oluşturacağı akıntılar özellikle bölgeye tatlı su taşıyan Havran Çayı ve mevsimsel diğer akarsuların suyunun arttığı dönemde oluşmaktadır. Ayrıca, meteorolojik faktörlerin yüzeyde akıntılarının yön ve hızlarını etkileyeceği de bilinmektedir (Meriç ve ark. 2012).

### 2.6.3. Kıyı ve deniz dibi topoğrafyası

Baba Burnu ve Akçay arasında sahile paralel bir fay hattı uzanmaktadır. Bandırma Körfezi ile Edremit Körfezi arasındaki aktif faylar Kuzey Anadolu Fay'ının batı kesimini oluşturmaktadır. Akçay ve Alibey adası arasında yer yer falez tipi kıyılar mevcuttur (Eryılmaz, 1996; Eryılmaz vd.,1998; Erol ve Yılmaz, 1999). Bu falez tipi kıyıların arasında irili ufaklı derelerin denize bağlandığı kesimde denizaltı delta gelişmiştir. Ayrıca, Edremit Körfezi'nde körfezi boydan boya geçen doğu batı yönlü denizaltı vadisi görülmektedir.

Alibey Adası'nın doğusunda da bir abrazyon platformu gelişmiştir. Edremit Körfezi'nde deniz dibi topografyası Midilli Adası kuzeyinde 110 metreye kadar ulaşan su derinliği körfezin doğu ucunda Akçay'a doğru yavaş yavaş sığlaşır. Midilli Adası ile Sivrice Burnu arasındaki derinliğin yanında Müsellim Kayalıkları yer almaktadır.



Şekil 2.5: Edremit Körfezi batimetri haritası (Meriç ve ark. 2012)

## 2.7. Çalışma Alanının Güncel Sedimentasyonu

Çalışma alanında ortalama çakıl %2,4, en yüksek çakıl %14,4 olarak bulunmuştur. Kum dağılımı ortalaması %24,5 olup, en yüksek %72,6, en düşük %0,5'dir. Silt tane boyunun bölgesel dağılımına bakıldığında bölgede %43,6 ortalama, %72,5 en yüksek, %13,9 ile en düşük değerlere ulaşılmıştır. Edremit Körfezinde en düşük kil % 6,9, en yüksek kil ise %59,4 olup, ortalama %29,5 bulunmuştur. Edremit Körfezi'nde çakıl+kum değerleri ise en yüksek %79,1 olarak gözlemlenmiştir.

Çalışma alanının kıyı ve dip çökelleri, yerel akıntılar, dalgalar, karanın topografyası, denizaltı morfolojisi, batimetri ve derelerin denize taşıdığı maddelerin etkisi altındadır. Karadan taşınan ve dalgaların kıyılardan kopardığı materyaller denizin dinamik hareketleriyle deniz içinde tekrar aşınmaya uğrayarak küçülürler. Bölgede, kıyıdan açığa doğru çökel tane boyları küçülür. Çalışma sahasının güncel çökelleri litoklast ağırlıktadır ve genelde kohezyonlu malzeme hakimdir. Genellikle kaba taneli ve kırıntılı kohezyonsuz materyal yüksek enerjili kıyı kesiminde bulunurken, derin ve kıyıdan uzak bölgelerde kohezyonlu materyal birikir (Eryılmaz 2012).

### 3. DOĞAL DENİZ SULARININ AĞIR METAL İÇERİKLERİ VE AĞIR METALLERİN BULUNUŞ ŞEKİLLERİ

Doğal ortamlarda kirlilik yaratan birçok parametre vardır. Kirliliğe sebep olan parametrelerden en önemlilerinden birisi de ağır metallerdir. Ağır metaller devamlı kirleticiler grubundadır. Deniz ortamına evsel, endüstriyel ya da doğal yollarla karışan ağır metaller yok olmazlar. Girdikleri su ortamlarında parçalanmadan kalır ve sudan sedimana geçerek sedimanda ve bentik canlılarda birikime uğrarlar. Çevredeki kalıcılıkları, yüksek konsantrasyonlardaki toksisiteyi, canlı dokularında birikme eğilimleri ve besin zincirinde biomagnifikasyona uğramaları nedeniyle insanlar için potansiyel tehlike oluşturmaktadırlar (Uluturhan ve ark. 1998). Deniz suyunda metaller fiziksel olarak dört esas formda bulunur. Bunlar, suda çözülmüş olarak, kolloid parçacıkları olarak, canlı organizmaların bünyesinde, diğer kolloid parçacıkların üzerindedir. Ağır metallerin denizel ortamlarda yarattıkları zehirlilik etkisi toksisite seviyelerine göre değişir. Ağır metallerin toksisitesi pH, çözülmüş oksijen, sıcaklık, çözeltinin yenilenme frekansı, çözeltideki diğer maddeler, sinerjetik etki gibi faktörlerdir (Anonim 2014-c).

Metallerin toksisite sırası: Hg> Cd> Ag> Ni> Pb> As> Cr> Sn> Zn şeklindedir (Güven 2005).

#### 3.1. Doğal Deniz Sularının Ağır Metal İçerikleri

Elementler toksisiteye göre iki grupta toplanır. Major ve minor toksik elementler olarak sınıflandırılır.

Major toksik elementler; As, Cd, Cr, Pb, Hg, Cu, Fe, Ni.

Minor toksik elementler; Sb, Ba, In, Mg, Ag, Te, Sn, U, V.

**Çizelge 3.1:** Doğal Deniz Sularının Ağır Metal İçerikleri (Güven 2005)

As - As III 0.4, $As^{+5}$ 1.6 µg/ L. III +5 değerlikli Arsenik $As_2SO_3$	Fe - 5 mg/L ( total)
Cd - 0.04 µg/ L. Cd $Cl_2$ çok çözünür.	Pb - $3 \times 10^{-2}$ µg/L
Cr - 0.3 µg/ L , Cr III ve CrIV	Hg - $3 \times 10^{-2}$ µg/L
Co 0.1 µg/ L	Ni - 0.40 µg/L

Cu - 0.6 µg / L, $\text{CuCO}_3$ , $\text{Cu(OH)}_2$	Sn - $10^{-2}$ µg/L
Au - $4 \times 10^{-3}$ µg/L, $\text{AuCl}_2$	Zn - 3.9-4.9 µg/L

**Çizelge 3. 2:** Ağır Metallerin Deniz Suyunda Bulunuş Şekilleri (Güven 2005)

Be - $\text{BeOH}$ , $\text{Be(OH)}_2$	Mo - $\text{MoO}_4$	Ni - $\text{Ni}^{+2}$ , $\text{NiCO}_3$ , $\text{NiCl}^+$
B - $\text{HBO}_3$	Tc - $\text{TcO}_4$	Cu - $\text{CuCO}_3$ , $\text{CuOH}$ , $\text{Cu}^{+2}$
C - $\text{HCO}_3$ , $\text{CO}_3$	Ag - $\text{AgCl}_2$	Zn - $\text{Zn}^{+2}$ , $\text{ZnOH}$ , $\text{ZnCO}_3$ , $\text{ZnCl}$
N - $\text{NO}_3$ , $\text{N}_2$	Cd - $\text{CdCl}_2$	Ga - $\text{Ga(OH)}_4$
O - $\text{O}_2$ , $\text{H}_2\text{O}$	In - $\text{In(OH)}_3$	Ge - $\text{H}_4\text{GeO}_4$ , $\text{H}_3\text{GeO}_4^-$
Al - $\text{Al(OH)}_4$ ,	Sn - $\text{Sn(OH)}_3$	As - $\text{HASO}_4^{-2}$
Si - $\text{H}_4\text{SiO}_4$	Tb - $\text{TbCO}_3$ , $\text{Tb}^{+3}$ , $\text{TbOH}^{+2}$	Se - $\text{SeO}_4^{-2}$ , $\text{SeO}_3^{-2}$
P - $\text{HPO}_4$ , $\text{NaHPO}_4$ , $\text{MgHPO}_4$	Dy - $\text{DyCO}_3$ , $\text{Dy}^{+3}$ , $\text{DyOH}^{+2}$	Sb - $\text{Sb(OH)}_6$
Sc - $\text{Sc(OH)}_3$	Ho - $\text{HoCO}_3$ , $\text{Ho}^{+3}$ , $\text{HoOH}^{+2}$	Te - $\text{TeO}_3^{+2}$ , $\text{HTeO}_3$
Ti - $\text{Ti(OH)}_4$	Er - $\text{ErCO}_3$ , $\text{ErOH}^{+2}$ , $\text{Er}^{+3}$ ,	I - $\text{IO}_3^-$
V - $\text{HVO}_4^{-2}$ , $\text{H}_2\text{VO}_4^{-1}$ , $\text{NaHVO}_4$	Tm - $\text{TmCO}_3$ , $\text{TmOH}^{+2}$ , $\text{Tm}^{+3}$ ,	Cs - $\text{Cs}^+$
Br - $\text{Br}^-$	Yb - $\text{YbCO}_3^+$ , $\text{YbOH}^{+2}$	Ba - $\text{Ba}^{+2}$
Rb - Rb	Lu - $\text{LuCO}_3^+$ , $\text{LuOH}^{+2}$	La - $\text{La}^{+3}$ , $\text{LaCO}_3$ , $\text{LaCl}_2^+$
Sr - $\text{Sr}^{+2}$	Hf - $\text{Hf(OH)}_4$ , $\text{Hf(OH)}_5$	Pr - $\text{PrCO}_3$ , $\text{Pr}^{+3}$ , $\text{PrSO}_4$



Y - $YCO_3$ , $YOH^{+2}$ , $Y^{+3}$	Cr - $CrO_4^{+2}$ , $NaCrO_4^+$	Eu - $EuCO_3$ , $Eu^{+3}$ , $Eu(OH)^{+2}$
Zr - $Zr(OH)_4$ , $Zr(OH)_5$	Mn - $Mn^{+2}$ , $MnCl^+$	Gd - $GdCO_3$ , $Gd^{+3}$
Nb - $Nb(OH)_6$ , $Nb(OH)_5$	Fe - $Fe(OH)_3$	Ta - $Ta(OH)_5$
Ce - $CeCO_3$ , $Ce^{+3}$ , $CeCl_2^{+2}$	Co - $Co^{+2}$ , $CoCO_3$ , $CoCl$	W - $WO_4^-$
Nd - $NdCO_3$ , $Nd^{+3}$ , $NdSO_4$	Sm - $SmCO_3$ , $Sm^{+3}$ , $SmSO_4$	Re - $ReO_4^-$
Au - $AuCl_2^-$	Hg - $HgCl_4^{2-}$	Pb - $PbCO_3$ , $PbCO_3^{-2}$ , $PbCl$

### 3.2. Ağır Metaller Yayılımı Ve Çevre Üzerindeki Etkileri

#### 3.2.1. Ağır Metallerin Yayılımı

Antik çağlarda ağır metallerin cevherleri işlenmeye başlandığından beri metaller insan faaliyetleri sonucu olarak doğal çevrimler dışında atmosfere, hidrosfere ve pedosfere yayılmaya başlamışlardır. Yüzyıllar boyunca insanlar ağır metalleri etkilerini bilmeden takı, silah, su borusu vb. çeşitli amaçlar için kullanmışlardır. Sanayileşme ile birlikte ağır metal içeren kömürlerin yakılmaya başlanması ile endüstri bölgelerindeki ağır metal kirliliği aşırı boyutlara ulaşmış ve ağır metal kirliliğinden kaynaklanan ilk tanımlanan zehirlenmeler Japonya’da ortaya çıkmıştır (Rether 2002).

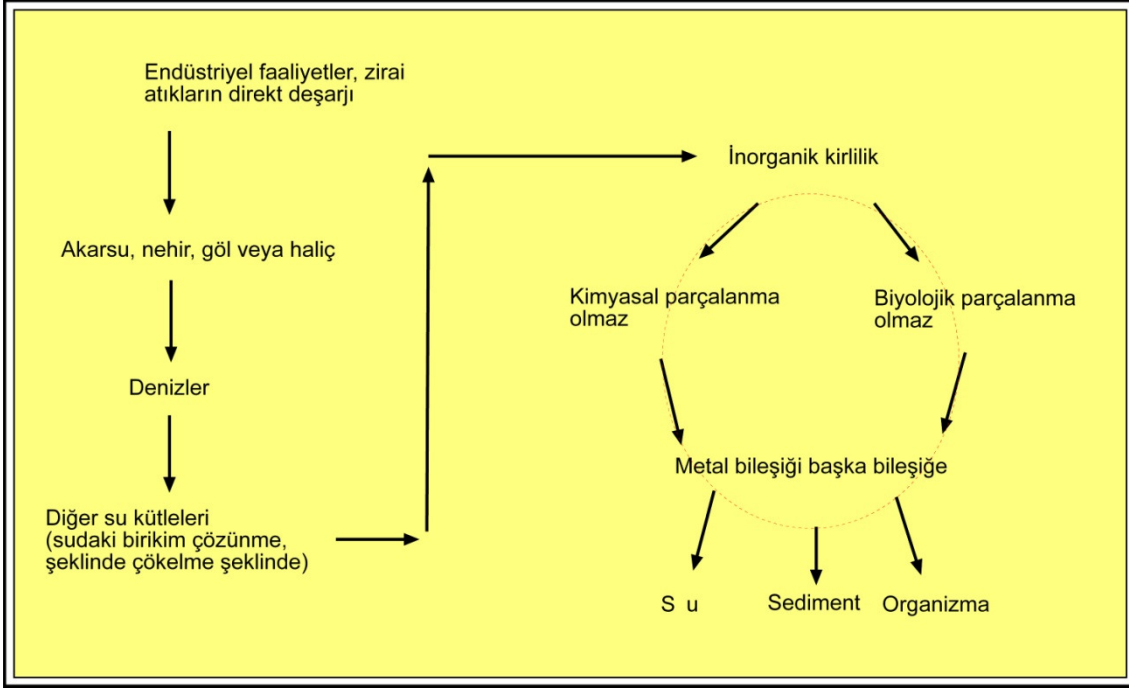
Ağır metaller, su kaynaklarına, endüstriyel atıklar veya asit yağmurlarının toprağı ve dolayısı ile bileşimde bulunan ağır metalleri çözmesi ve çözünen ağır metallerin ırmak, göl ve yeraltı sularına ulaşmasıyla geçerler. Sulara taşınan ağır metaller aşırı derecede seyrelirler ve kısmen karbonat, sülfat, sülfür olarak katı bileşik oluşturarak su tabanına çökerek bölgede zenginleşirler. Sediment tabakasının adsorpsiyon kapasitesi sınırlı olduğundan dolayı da suların ağır metal konsantrasyonu sürekli olarak yükselir (Rether 2002).

**Çizelge 3.3:** Ağır metallerin çevreye yayılımını da etkileyen en önemli endüstriyel faaliyetler (Rether 2002)

Endüstri	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Sn	Zn
Kağıt endüstrisi	-	+	+	+	+	+	-	-
Petrokimya	+	+	-	+	+	-	+	+
Klor-alkali üretimi	+	+	-	+	+	-	+	+
Gübre sanayi	+	+	+	+	+	+	-	+
Demir-çelik sanayi	+	+	+	+	+	+	+	+
Enerji üretimi	+	+	+	+	+	+	+	+

Ağır metallerin ekolojik sistemde yayınımları dikkate alındığında doğal çevrimlerden daha çok insanın neden olduğu etkiler nedeniyle çevreye yayılımı söz konusu olduğu görülmektedir. Sürekli ve kullanıma bağlı kirlenmenin yanı sıra kazalar sonucu da ağır metallerin çevreye yayılımı önemli miktarlara ulaşabilmektedir (Ör. 1979 Lengrich'te çimento tesisinden talyum kaçağı ). Yıllık olarak doğal çevrimler sonucu 7600 ton Cd, 18800 ton arsen, 3600 ton cıva 332000 ton kurşun atmosfere atılmakta iken, insan faaliyetleri sonucu deşarj edilen miktarlar dikkate alındığında ise selen (19 kat), kadmiyum (8 kat), cıva, kurşun, kalay (6 kat), arsen, nikel ve krom (3 kat) ) daha fazladır (Rether 2002).

Ağır metallerin çevreye yayılımını da etkileyen en önemli endüstriyel faaliyetler çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir. Şekil 3'te bu sanayilerden çıkan ağır metaller özetlenmiştir (Rether 2002) .



**Şekil 3.1:** Doğada Ağır Metal Kirliliğinin Oluşum Şeması (Rether 2002)

### 3.2.2. Ağır metallerin çevre üzerindeki etkileri

Kirliliğin söz konusu olduğu ortamlarda ekosistem dengesinin bozulmasına ortamdaki canlı organizmalar çeşitli tepkiler gösterirler. Bu tepkiler arasında oldukça kolay gözlenen bazı ekolojik özellikler vardır. Bu özelliklerin en tipik olanları, dağılım özellikleri olarak adlandırabileceğimiz tür çeşitliliği, tür zenginliği, bolluk ve benzerlik değerleridir. Organizmaların yaşadığı ortamda şartların değişmesiyle türlerin buldukları ortamı bırakıp gitmeleri olası sonuçlardan biridir (Ökten 2009).

Ağır metaller gibi kirleticiler denizel ortamlarda yok olmadıkları için yaşama ortamını bırakıp gitmeyen denizel omurgasız canlılar üzerinde birikime uğrarlar. Denizel omurgasız organizmalar buldukları ortamdan etkilenen hassas unsurlar olduklarından, ortamsal koşullara bağlı olarak kavkılarında kimyasal tarihçeyi barındırmaları mümkündür (Ökten 2009).

Ağır metallerin insan metabolizmasında oluşturdukları etki ve etkin oldukları aşamaları ana sistemler açısından kısaca ele alırsak;

- Kimyasal reaksiyonlara etki edenler
- Fizyolojik ve Taşınım sistemlerine etki edenler
- Kanserojen ve mutojen olarak yapı taşlarına etki edenler

- Alerjen olarak etki edenler ve
- Spesifik etki edenler olarak sıralamak mümkündür ((Rether 2002).

### **3.2.3 Denizlerde Kirlilik Meydana Getiren Başlıca Ağır Metaller**

#### **3.2.3.1. Cıva (Hg)**

Denizde  $3 \times 10^{-2}$  µg/L miktarında bulunur. Cıva çözünen bileşiği, cıva tetraklorid  $HgCl_4^{-2}$  ve  $HgCl_2$  cıva II klorür (süblime) şeklinde bulunur. Bu cıva partiküllerini beraberinde taşır. Cıva ayrıca denizde metillenme sonucu metil  $HgCH_3$  ve dimetilcıva  $CH_3-Hg-CH_3$  şeklinde bulunur. Bunlar uçucudur. Bu metillenme işlemi bakterilerce ve alglerce yapılır (Güven 2005).

Cıva, yer kabuğunun oluşumuna katılan temel elementlerdendir. Çoğunlukla yüzeysel katmanlarda bulunur ve doğal dispersiyon sonucu kolaylıkla serbest hale geçerek tüm ekosistemlere yayılır. Bu nedenle su, toprak, hava ve canlılarda iz halde cıvaya rastlamak mümkündür. Kapalı denizler ve iç sular, kirlenmeyi kolaylaştıran organik maddeler yönünden daha zengin, pH değerleri bakımından daha uygun, kirliliklerin arınma imkanlarından yoksun kaldıkları için özellikle cıva ile kirlenme bakımından açık denizlere oranla daha büyük bir kirlenmeyle karşı karşıyadırlar. Ayrıca endüstriyel kuruluşların büyük bir kısmı bu tip denizlerin çevresinde toplanmakta ve kirlenmenin zararlı etkileri esas bulaşma bölgesinden diğer kesimlere ulaşabilmektedir. Su ortamındaki organik cıva bileşikleri toksisite yönünden ayrı bir önem taşımaktadır. Bu bileşikler suda erimedikleri için kolayca diffuzibl hale geçebilmektedir. Bitkisel ve hayvansal yağlarda kolaylıkla erimekte ve özellikle suda yaşayan ilkel canlıların (diatome) üzerinde pasif adsorbsiyon yolu ile toplanmaktadırlar (Levent ve Demet 1992).

Daha büyük canlılarda ise kolaylıkla absorbe edilmelerine karşın çok zor metabolize olmaktadır. Bunun sonucu olarak da kirlenmiş sularda yaşayan canlılarda büyük bir hızla cıva birikimi görülmektedir. Normal şartlarda doğal çevre ile canlılar arasında dengeli bir cıva sirkülasyonu vardır. Bu durum canlıya özgü güven sınırını aşmayan bir "vücut cıva yükü" oluşturur. Dolayısıyla ortamın cıva değerlerinde bir değişme olmadığı sürece vücut cıva yükü de canlı için sakıncasız bir düzeyde kalır (Levent ve Demet 1992).

#### **3.2.3.2. Arsenik**

Arsenik, yer kabuğunun doğal oluşumuna katılan elementlerdendir. Bu nedenle tüm canlılarda ve ekosistemlerde iz halinde bulunurlar. Ancak canlılardaki yoğunlukları;

endüstriyel etkinliklere, canlının beslenme koşulları ve beslenme şekline göre değişir. Bu doğrultuda insan ve hayvanlara yansıyan arsenik yoğunlukları giderek artmaktadır. Arsenik tabiatta farklı bir çok bileşiğin yapısına katılır. Bileşikleri genellikle üç ve beş değerlidir. İnorganik üç değerli bileşiklerin başlıcaları arsenik trioksit, sodyum arsenit ve arsenik trikloridtir. Beş değerli inorganik bileşikler ise arsenik asit ve Ca-arsenat gibi arsenatlardır. Arsenik organik bileşiklerde de üç ve beş değerlidir. Arseniğin üç değerli bileşikleri beş değerli olanlardan daha toksiktir. Arsenik elementel halde toksik değildir; ancak bileşikleri toksiktir. Arseniğin bir sistemden diğer bir sisteme geçişi genellikle su ile olur (Levent ve Demet 1992).

### **3.2.3.3. Kadmiyum**

Kadmiyum 1817 yılında keşfedilmiş toksik bir metaldir. Endüstriyel kullanımı 50 yıl öncesine dayanır. Nonkorroziv özelliği sebebi ile genellikle kaplama ve galvanizasyon sanayinde kullanılır. Ayrıca nükleer santrallerde nötron absorblayıcı olarak, nonkorroziv özelliği sebebi ile uçak sanayinde, insektisit formülasyonlarında, plastik yapımında stabilizatör olarak kullanılmaktadır. Bunlardan başka boya ve nikel kadmiyumlu pil sanayinde de yaygın olarak kullanım alanı bulmaktadır. Kurşun üretiminde ise yan ürün olarak oluşur. Bu durum çevre kirlenmesi açısından önemlidir (Levent ve Demet 1992).

Fosfatlı gübreler de önemli miktarda kadmiyum içermektedir. Kadmiyum, çevrede çözünme yeteneği farklı olan tuzlar şeklinde bulunur. Su ve sedimentlerde bulunan kadmiyum özellikle plankton, bitkisel makrofitler, kabuklu ve yumuşakçalarda yoğunlaşır. Yumuşakça ve kabuklular kadmiyumu 300-10.000 kat yoğunlaştırabilmektedir (Serafim 2002, Clark 2003). Civa, su ortamında besin zinciri boyunca artarak birikir. Oysa kadmiyumun biyoakümüasyonu selektiftir; organik bileşikler oluşturmayan kadmiyum için, su bitkileri ve yumuşakçalar gibi ara tuzaklar vardır. Kadmiyum düzeyi balıklarda 10-60 ppb dolayında bulunmasına karşılık, kabuklu ve yumuşakçalarda 500-1500 ppb'ye ulaşabilmektedir. Bu verilere göre su ürünleri ile kontaminasyon beslenme tarzı ile yakından ilgilidir (Kayhan 2006).

Çökellerin yaşı arttıkça kadmiyumun hareketlilik derecesi de oldukça zayıflamaktadır. Yani derine doğru bu metalin sorpsiyon edilme seviyesi gittikçe azalmaktadır (Ökten 2009).

#### **3.2.3.4. Kurşun**

Kurşun kullanımının tarihçesi eski Romalılara kadar uzanır. Günümüzde boya, pil, seramik, porselen, kauçuk sanayi, benzin katkı maddesi, oyuncak yapımında ve matbaacılıkta kullanılmaktadır. Biyosfere insan faaliyetlerine bağlı olarak önemli oranda yayılan kurşun, günümüzden 4000-5000 yıl öncesinde, antik uygarlıklar tarafından gümüş üretimi esnasında yan ürün olarak keşfedilmiş ve tarih boyunca kurşun üretimi ve kullanımı giderek artış göstermiştir. Kurşun, Roma İmparatorluğunda su borularında, su saklama haznelerinde kullanılmıştır ve günümüz bilim adamları ve tarihçiler bu kullanım şeklinin Roma İmparatorluğunun sonunu hazırladığı görüşünü ortaya atmaktadırlar. Kurşun zehirlenmesi sonucu, yönetici sınıfının düşünme kapasitesinin düşmesi, doğum oranlarındaki azalış ve kısalan yaşam süresinin bu çöküşün temelini oluşturduğu iddia edilmektedir. Kurşun insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararlı veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Kurşunlu benzin ve boya maddelerinin yanı sıra yiyecekler ve su da kurşun kaynağı olabilmektedir. Özellikle endüstriyel ve şehir merkezlerine yakın yerlerde yetişen yiyecekler; tahıllar, baklagiller, bahçe meyveleri ve birçok et ürünü bünyesinde normal seviyelerin üzerinde kurşun bulundurur. Su borularında kullanılan kurşun kaynaklar ve eski evlerde bulunan kurşun tesisatlarda, kurşunun suya karışmasına sebep olabilmektedir (Kayhan 2006).

#### **3.2.3.5. Çinko**

Çinko beslenme açısından esansiyel bir metaldir. Yetersizliği neticesinde önemli sağlık problemleri oluşur. Diğer taraftan çinkonun aşırı maruziyetleri nadiren şekillenir. Çinko, pek çok besin maddesinde, suda, havada ve kısacası çevrede hemen her yerde bulunan bir metaldir. Galvanize bakır boru veya plastik boru ile temas sonucu sudaki çinko içeriği daha da artar. Deniz ürünleri, et, tahıl, kanatlılardan elde edilen ürünler ve kabuklu yemişler yüksek oranda çinko içerirler. Sebzelelerdeki miktar düşüktür (Levent ve Demet 1992) .

Çinko metali ve birçok bileşiği diğer ağır metallerle karşılaştırıldığında düşük zehirlilik etkisi gösterirler. Çinko ve çinko tuzlarından zehirlenme nadir görülmektedir (Rether 2002).

#### **3.2.3.6. Bakır**

Denizel ortam çökellerindeki bakırın esas ortalama miktarı genel olarak onun aktif kısmı ile ilişkilidir. Sığ deniz çökel tiplerinden pelajik derin deniz zonlarına doğru bakırın

ortalama miktarı artmaktadır. Bunun yanı sıra, çökellerin yüzeysel tabakalarındaki sorpsiyon özelliğinde olan bakırın yüksek miktarının nedeni çökellerdeki kil minerallerine ve organik maddeyle ilişkilidir. Çökellerin yaşlanmasıyla sorpsiyon durumundaki bakırın değerinin azaldığı gözlemlenmektedir (Ökten 2009) .

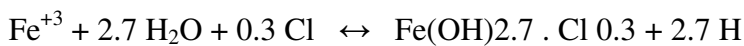
Endüstride bakırın önemli rol oynamasının ve çeşitli alanlarda kullanılmasının nedeni çok farklı özelliklere sahip olmasıdır. Bakırın en önemli özelliklerinin arasında yüksek elektrik ve ısı iletkenliği, aşınmaya ve korozyon direnci, çekilebilme ve dövülebilme özellikleri sayılabilir. Ayrıca alaşımları çok çeşitli olup endüstride (otomotiv, basınçlı sistemler, borular, vanalar, elektrik santralleri ve elektrik, elektronik vd.) değişik amaçlı kullanılmaktadır. Bakır genel kimyasal özelliklerinden dolayı doğaya yayılımı açısından “Atmofil” (hava sever) grupta yer almasına rağmen, havada bulunan bakır konsantrasyonu üretim yapan sanayi birimine uzaklığına bağlıdır. Bakır “Lithofil” (kaya sever) elementler gibi suda çözünerek geniş bir alana dağılılabılır bu nedenle de çevresel açıdan iki grubun arasında değerlendirilir. Atmosfere yayılan bakırın ancak % 1’ i biyolojik kullanılabilir iyon halinde kalırken diğer kısım sedimente olarak çöker (Rether 2002).

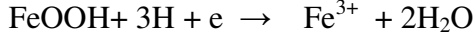
Tarımsal kesimlerde havadaki ortalama bakır konsantrasyonu 5 to 50 ng/m<sup>3</sup> iken endüstriyel kirletilmemiş bölgelerdeki deniz suyundaki bakır konsantrasyonu 0.15 µg/L ve tatlı suda ise 1-20 µg/litre’dir. Doğal suların pH değerine bağlı olarak çözünürlük sınırındaki azalma sonucu suların dibinde çöker ve doğal yeraltı tatlı suların çökeleklerinde yaklaşık 16 - 5000 mg/kg (kuru ağırlık) arasında ve deniz dibinde ortalama 2 - 740 mg/kg (kuru ağırlık) bakır bulunur. Kirletilmemiş toprakta bakır konsantrasyonu ortalama 30 mg/kg (sınır değeri 2-250 mg/kg) seviyelerindedir.

Bakırın bitkiler ve canlılar üzerindeki etkisi, kimyasal formuna ve canlının büyüklüğüne göre değişir. Küçük ve basit yapıları için zehir özelliği gösterirken büyük canlılar için temel yapı bileşenidir. Bu nedenle bakır ve bileşikleri fungusit, biosit, anti bakteriyel madde ve böcek zehiri olarak tarım zararlılarına ve yumuşakçalara karşı yaygın olarak kullanılır (Rether 2002) .

### 3.2.3.7. Demir

Demir deniz suyunda Fe(OH)<sub>2.7</sub> şeklinde bulunur, FeOOH (Goethite) sedimentte bulunur. Demirin denizde bulunuş şekilleri aşağıda verilmiştir.





Humik asit Fe ile kompleks oluşturur. Diatomeler demiri partikül şeklinde adsorbe eder. Polifenolik asit humik asit ile selat veya kompleks yapar. Bu dinoflagellates bloom'una, Gonyaulax tamerensis' in gelişmesine sebep olur. Balıkta solungaçlarda tutunur. Epiteli tahriş eder kırmızı renk alır, inflamasyona sebep olur. 0.9 mg/L, pH 6.5-7.5 ta balığı öldürür. Demirin kanser yapma ihtimali tartışmalıdır (Güven 2005) .

### 3.2.3.8. Mangan

Mn ortamda doğal olarak bulunan bir elementtir. Mangan bileşikleri temel bir metal gibi ortaya çıkmaz, ama 100' den fazla mineralin bileşenidir (Erdoğan 2009).

Toksisitesi yüksektir. 0.5 g/L denizde toksik etki eder (Güven 2005) .

Deniz suyu ile bazalt kaya arasındaki düşük sıcaklıktaki reaksiyonlar sonucu manganın denizel ortamlara geçtiği bir yol olduğu saptanmıştır (Elderfield 1976) .

### 3.2.3.9. Kobalt

Kobalt adını ortaçağ Avrupa madencilerinin kurşun ve kalay madenlerinin üretimi esnasında oluşan, ergimeyen ve metalin kullanılmasını engelleyen katı yapı nedeniyle maden ruhu, şeytan anlamına gelen “Kobold” tanımlamasından almıştır. M.O. 2000'li yıllardan beri kobalt bileşikleri cam ve emayede mavi boya olarak kullanılmasına rağmen, element olarak 1742 yılında İsveçli araştırmacı G. Brant tarafından yeni bir metal olarak ve 1780'de Torbern Bergman tarafından element olarak tanımlanmıştır (Rether 2002).

Yeryüzünde 25 mg/ton ortalama ile kobalt en az sıklıkla bulunan elementler grubundadır. Okyanus diplerinde bulunan mangan yumruları (% 0,25 Co) dışında, tahmini rezerv  $5,7 \times 10^6$  ton olarak tahmin edilmektedir (Rether 2002).

Kobalt stratejik ve endüstriyel uygulamalarda ve askeri alanda önemli kullanım alanlarına sahiptir. Suda çözünür kobalt bileşikleri ağız yolu ile alındığında % 75' i tekrar atılırken geriye kalan kobalt kan, karaciğer, akciğer, böbrek, testisler ve bağırsaklarda toplanmaktadır (Rether 2002) .

Denizde 0.1 µg/L miktarında bulunur. Başlıca  $\text{Co}^{+2}$  şeklindedir. Alglerde fazla bulunur. Vitamin B12'nin yapı taşıdır (Güven 2005) .



### 3.2.3.10. Alüminyum

Alüminyum (Al) Alüminyum denizde 10 mg/L miktarında bulunur. 50 mg/L konsantrasyonunda Chlorella ve Cyanidium' unun büyümesini durdurur. Cyanidium Al' i sülfid şekline çevirir. Asit yağmurları Al' ın çözünürlüğünü artırır. Kerevitte adalede ve hepatopankreasta toplanır. NaCl dokudan serbestleşmesini kolaylaştırır. Alüminyum calmaldulin (CaM, kalsiyum ayarlayan protein, balıkta solungaç ve mukozasında bulunur, hücrenin stimülasyonunda sekonder mesenger etkiye sahiptir, yapısal değişimini artırır) bağlanır ve bu toksik etkiye ait ilk fazdır. Alüminyum mukus tıkanması, hiperventilasyon ve NaCl kaybı yapar. RNA sentezini engeller ve RNA/ DNA dengesini bozar, karbonik anhidrazı ve Na-K- ATPase' i redükler (Güven 2005) .

### 3.2.3.11. Nikel

Nikel (Ni) Deniz suyunda 0.46 µg/L miktarında bulunur. Bunun %28' i organik bileşik halindedir. Doğaya bulaşması dizel yağı, atık petrol yağlarının yakılması, sigara, katalizör olarak kimya sanayinde kullanılması, nikel endüstrisi, nikel kaplama ile olur. Diatomelerde yığılır. Nikel başlıca NiCO (nikel karbonil), Ni<sub>3</sub>S<sub>3</sub> , NiO bileşikleri vardır. NiCO burunda kanser yapar. NiCO<sub>3</sub> balık için çok toksiktir. İnsanda akciğer kanseri yapar (Güven 2005) .

Toprakta eser element olarak bulunan nikel, demir ve alüminyum silikatların latisinde yer almaktadır. Çoğunlukla sülfat ve oksitler halinde bulunan ve yeryüzünde bulunma sıklığı 24. sırada olan nikelin ortalama konsantrasyonu % 0.008'dir. Toplam rezerv 130x10<sup>6</sup> ton olarak tahmin edilmektedir. Parlak gümüşümsü sert bir ferromanyetik olan nikel metali nitrik asitte çözünebilirken seyreltik hidroklorik ve sülfürik asitte az oranda çözünebilmekte, sıcak-soğuk su veya amonyakta ise hiç çözünürlük göstermemektedir.

Nikelin bilinen biyolojik fonksiyonu olmamakla birlikte orta seviyede zehirleyici özelliği vardır. Doğal yayılımı yanında insan aktivitelerine bağlı olarak doğada bulunmaktadır. Nikelin organik formu, inorganik formundan daha zehirleyicidir. Deriyi tahriş etmesinin yanında kalp-damar sistemine çok zararlı ve kanserojen bir metaldir. Zararlı etkilerine rağmen nikel ve tuzlarıyla zehirlenme nadir rastlanan bir vakadır (Rether 2002) .

### **3.2.3.12. Krom**

Vücutta insulin hareketini sağlayarak karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkileyen krom, doğada her yerde bulunan bir metal olup havada  $> 0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ve kirlenmemiş suda ortalama  $1 \mu\text{g}/\text{L}$  bulunur. Pek çok toprakta az miktarda krom (2 - 60 mg/kg) bulunurken, kirlenmemiş bazı topraklarda bu değer  $4 \text{ g}/\text{kg}$ ' a kadar çıkmaktadır. İlk kez 1789 da Fransız L. N. Vauquelin tarafından üretilmiş ve çok renkliliğinden dolayı yunanca renkler anlamına gelen krom olarak adlandırılmıştır. Günümüzde özellikle alaşım elementi olarak kullanılmaktadır. Kromun başta insan bünyesinde olmak üzere canlı organizmalardaki davranışı oksidasyon kademesine ve oksidasyon kademesindeki kimyasal özelliklerine ve bulunduğu ortamdaki fiziksel yapısına bağlıdır (Anonim 2014-d)

## **4. ÇALIŞMA ALANININ CANLI TOPLULUĞU VE FORAMİNİFER'LERİN GENEL ÖZELLİKLERİ**

### **4.1. Çalışma Alanının Canlı Toplulukları**

Edremit Körfezi önemli besin kaynağı olan deniz ürünlerinden özellikle deniz balıkları açısından oldukça büyük bir potansiyel içermektedir (Çakır ve ark. 2003).

Edremit Körfezi, civardan erozyonla gelen besince zengin sularla beslenmektedir ki bu durum boreal ve subtropik kökenli balıklar için iyi bir biyotop oluşturur. Bu ortamda farklı tuzluluk ve sıcaklıktaki su kütlelerinin karışması sonucu akıntı sistemlerinin oluşturduğu upwelling bölgede bir fito ve zooplankton patlaması oluşur. Bu ortam özellikle pelajik balıklar için uygun bir habitat oluşturur. Edremit Körfezi, İzmir Körfezi'nden sonra sardalya avcılığının en fazla yapıldığı ve gırgır balıkçılığının en önemli merkezlerinden biridir (Gıcılı 2007) .

Ege denizi gibi sığ denizlerde belirli noktalarda fay veya faylara bağlı olarak çıkan sıcak veya ılık su kaynakları sahip oldukları kimyasal özellikler ve çevrelerinde oluşturdukları fitoplankton toplulukları nedeni ile farklı bir foraminifer topluluğunun oluşmasına neden olmaktadır. Bu gibi noktalarda, sıcak bölgedeki aynı cins ve türlerde canlılar çoğalmaktadır (Bakak 2012) .

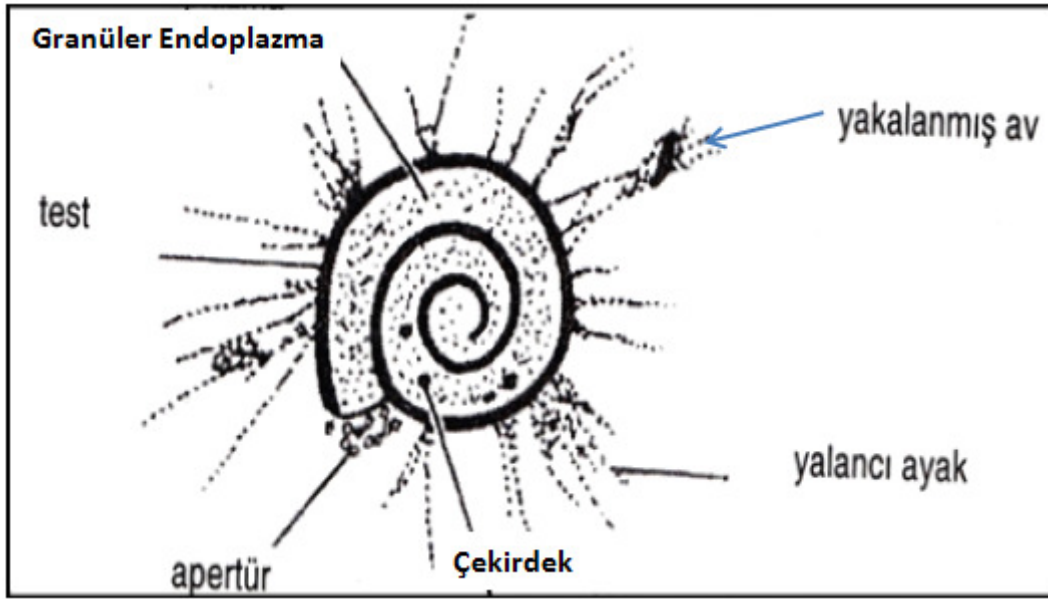
### **4.2. Foraminiferlerin Genel Özellikleri**

Foraminiferler tek hücreli ve kavkılı rhizopod protozoalardır. Protoplazmaları endoplazma ve ektoplazma olarak ayrılaşmıştır ve protoplazmadan yalancı ayaklar (pseudopoda) uzanır. Pseudopodaların avlanmak, hareket etmek, tutunmak ve kavkının salgılanması gibi işlevleri vardır (Aydın ve ark. 2000). Foraminiferler; embriyonik (bebeklik),

nepionik (çocukluk), juvenil (gençlik), adult (olgun) ve senile (yaşlılık) evreleri geçirip, bu gelişme evrelerine göre farklı görünümlere sahip olurlar (İnan 2006).

Foraminiferler tek hücreli canlılar olmasına karşın ilkel organizmalar olarak kabul edilmemeleri gerekir. Zira güncel fertler arasında bile büyüklük, şekil, yaşam ortamı, hayat devresi, yalancı ayak karakteri ve kavkı morfolojisi yönünden büyük değişimler görülür (Meriç 1983).

Foraminiferler gerek çeşitlilik, gerekse bolluk yönünden sedimanter kayaçlar içinde yaygın olarak bulunabilmektedir. Mikroskop altında incelenen bu fosil grubu stratigrafik, paleoekolojik ve paleocoğrafik yorumlarda oldukça aydınlatıcı veriler sunar; bilimsel çalışmalarda ve yer altı kaynaklarının ortaya çıkartılmasında yaygın olarak kullanılır (Aydın ve ark. 2000). Güncelde yaşamakta olan foraminiferlerin renkleri çok parkal ve güzeldir. Muhtelif gruplarda protoplazma değişik renklerde olur. Miliolid'ler ekseriye açık pembe renktedirler. Başka bazı formlar kahverenginin değişik tonlarındadır (Rıbnıkar 1975) .



Şekil 4. 1: Canlı Bir Foraminiferin Şematik Görünümü (İnan 2006)

Foraminiferler ilk kez Herodot tarafından M.Ö. 5. Yüzyıl'da Mısır piramitlerinin yapımında kullanılan karbonat kayaların içerdiği Nummulitler nedeniyle kayıtlara geçirilmiştir. (Loeblich ve Tappan, 1964). D'Orbigny (1826), fosilli tortul kayaçlarda yaptığı çalışmalar sırasında foraminiferlerin jeolojik zaman içinde morfolojik değişiklikler gösterdiğinin farkına varmış ve bunu kaydetmiştir. İngiltere'de güncel foraminiferlerin

morfolojik yapısı ve tanımlamaları üzerine çalışmalar ağırlık kazanmıştır. Bu çalışmalarda ilk kez mikroskop kullanılmıştır. Böylece morfolojik detaylar ayrıntılı olarak ortaya konulabilmiştir.

Foraminiferler Kambriyen'de ortaya çıkmış, Devoniyen'den itibaren tarihe ışık tutan bir grup niteliği kazanmıştır. Foraminiferler Orta Jura'nın üstlerinden itibaren pelajik yaşama uyum sağlamaya başlamış, planktonik formları Kretase ve tersiyer biyostratigrafisinin ortaya çıkarılmasında önemli rol oynamıştır. 1970'lerden sonra Taramalı Elektron Mikroskop'unun kullanılmaya başlaması, çalışmacılara foraminifer kavkılarını en ince ayrıntısına kadar inceleyebilme olanağı sağlamıştır (Aydın ve ark. 2000).

#### 4.2.1. Kavkı

Foraminifer protoplazmasına dayanıklılık kazandıran ve onu dış etkenlerden koruyan kavkı, genellikle ektoplazma tarafından salgılanarak oluşturulur. Foraminiferlerin tanımlaması ve sistematüğinde, kavkısının kimyasal yapısı temel alınır (İnan 2006).

Foraminifer kavkıları intraektoplazmik birer iskelettir; bir ya da daha fazla localardan oluşur ve localar birbiriyle foramina (delik) aracılığıyla bağlıdır. Kavkı genellikle foraminiferlerin salgıladığı kalsitten ya da salgılanan kalsit tarafından çimentolanmış çeşitli kökenli kırıntılardan yapılıdır; seyrek olarak silika veya aragonitten yapılı olabilir. Localar kavkıya foraminifer büyüdükçe eklenir. Kavkının içi organik "kitinoid" malzeme ile sıvalıdır. Foraminifer kavkıları genellikle çok küçük boyutlu olmalarına karşın, mimari ve estetik açıdan muhteşem yapılarıdır (Aydın ve ark. 2000). Foraminiferlerde gözlenen kavkı çeşitleri şunlardır:

**A-) Kitin kavkı:** Çok ince, jelatinimsi şeffaflıkta olan kitin kabuğun fosilleşmesi çok özel koşullara bağlıdır, bu da genellikle pek mümkün olmaz. Acı ve tatlı sularda yaşayan basit güncel foraminifer formlarında kitin kavkı görülür. Bazı gelişmiş foraminiferlerde ise, ana kabuk yapısının altında bir iç tabaka gibi kitin kavkı bulunabilir. Ana kavkının erimesiyle, alttaki kitin özellikli kavkı yapısı ortaya çıkabilir.

**B-) Aglutinant - Arenase Kavkı:** Bu yapıdaki kavkı, doğal durumları birbirinden farklı iki elemanla birlikte oluşturulur.

- Dışarıdan alınmış maddeler (Aglütinant-Eksojen)
- Organizma tarafından salgılanmış maddeler (Çimento)

Aglütinant materyaller, foraminifer tarafından gelişigüzel toplanmaz. Materyaller, renk, şekil, büyüklük ve kalitesine göre seçilir.

Organizmaların salgıladığı kısım, yani çimento da çeşitli olup, genellikle demirli kireçtaşı özelliğindedir. Sığ-sıcak sularda yaşayan foraminiferlerin çimentosu saf kireç taşı iken, soğuk sularda yaşayan foraminiferlerin çimentosu silisdir. En ilkel çimento ise, kitin çimentodur (İnan 2006).

**C-) Silis Kavkı:** Fosilleşmesi çok özel koşullara bağlı olduğundan silis kavkı tipine nadiren rastlanır.

**D-) Kalker Kavkı:** Foraminiferler'de en fazla görülen kavkı yapısı kalker kavkıdır. Bu kavkı tipinde kalsitin kabuktaki oranı farklı olup, bu orana göre çeşitli tipleri vardır.

1. Mikrogranüler kalker kavkı: Bu kavkı, herhangi bir yabancı madde ve çimento kapsamayan mikrogranüler (granüler-tanecik) kristalen kalsitlerden oluşmuştur. Kalsit kristal taneleri eş büyüklükte ve sıkıca birbirlerine bağlıdır.
2. Lifli kalker kavkı: Bu kavkı yapısı mikroskop görüntüsünde birbirini takip eden açık ve koyu zonlar şeklinde görülür.
3. Porselen kalker kavkı: Normal ışıkta opak ve beyaz olan kavkı kriptonkristalen kalsit kristallerinden oluşmuştur. Mikroskop incelemelerinde siyahımsı gri renkte görülür.
4. Hyalin kalker kavkı: Hyalin adı, kavkı duvarının ışığı tam geçirgen, camsı yapıda oluşunu açıklamak için kullanılır. Radyal hyalin kalker kavkılarda; duvar yüzeyine dik, küçük kalsit prizmaları ile oluşturulan kavkıda kalsit prizmaların konumu, gelen ışığın yansımalarını önleyerek, ışığın kolaylıkla ve doğrudan geçmesini sağlar.
5. Kompleks kavkı yapısı: Bu tip kavkılar tabakalı yapıdadır. Kavkı, tek bir tabakadan oluşabileceği gibi ayrıca bir dış ve iç tabakayla sarılmış da olabilir, daha gelişmiş kavkılarda ise bunlara diafanoteka ve kerioteka gibi kısımlar eşlik edebilir.

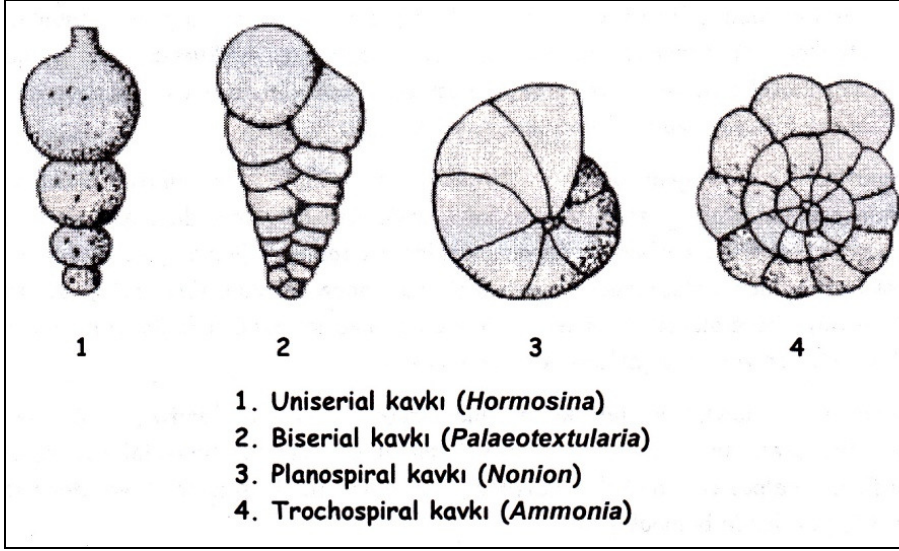
#### **4.2.2. Localar ve locaların sarılma şekli**

Localar, hayat devresi boyunca foraminiferin içinde yaşadığı kısımdır. Locaları bakımından üç tip foraminifer vardır.

- a. Tek localı olanlar
- b. İki localı olanlar
- c. Üç localı olanlar

İlk locaya embriyonik loca, proloculus ya da nukleus adı da verilir. Bazı gelişmiş ileri formlarda ilk loca iki ya da daha fazla embriyonik kısım kapsayabilir. İlk locayı takip eden localara periembriyonik / postembriyonik localar denir. Bazı cinslerde, ilk locayı takiben cins karakteri vermeyen, yumak şeklinde sarılmış localar bulunur. Bu localara nepionik localar denir.

Localar oval, damla, şekilli, borsal, dairesel, konik, globüler vs. şekillerde olabilirler. Locaların düzenlenmeleri sistematikte çok önemlidir (İnan 2006).



Şekil 4. 2: Farklı Kavkı, Loca Şekli ve Loca Düzenlenmelerine Örnekler (İnan 2006)

#### 4.2.3. Ağız açıklıkları ( apertür ) ve kanal sistemleri

Foraminiferlerde locaların dışarıyla bağlantısı ağız açıklıklarıyla sağlanır. Ağız tek ya da çok sayıda açıklıktan ibaret olup, bazı ağız açıklıkları kalın ya da ince bir dudakla çevrilmiştir. Ağız açıklıklarının şekli yuvarlak, yay, ışınal, ilmik, hac ya da kalbur şeklinde olabilir. Ağız açıklığının konumu tek localı olan formlarda, kavkının sarılma planına uygun olarak areal (bölgesel), periferal (çevresel), dorsal (sırt), ventral, ombilikal (karın), basal (taban) ve oblik (eğik) planda yerleşmiş olabilir.

Ağız açıklığının şekli ve kavkı üzerindeki konumu sistematik sınıflamada temel alınır (İnan 2006).

#### 4.2.4. Üreme biçimi

Yaşayan 4000 kadar foraminiferden yalnızca 20 kadarının yaşam döngüleri bilinmektedir. Foraminiferlerde üreme, büyüme ve beslenme stratejileri çok çeşitlidir. Ancak

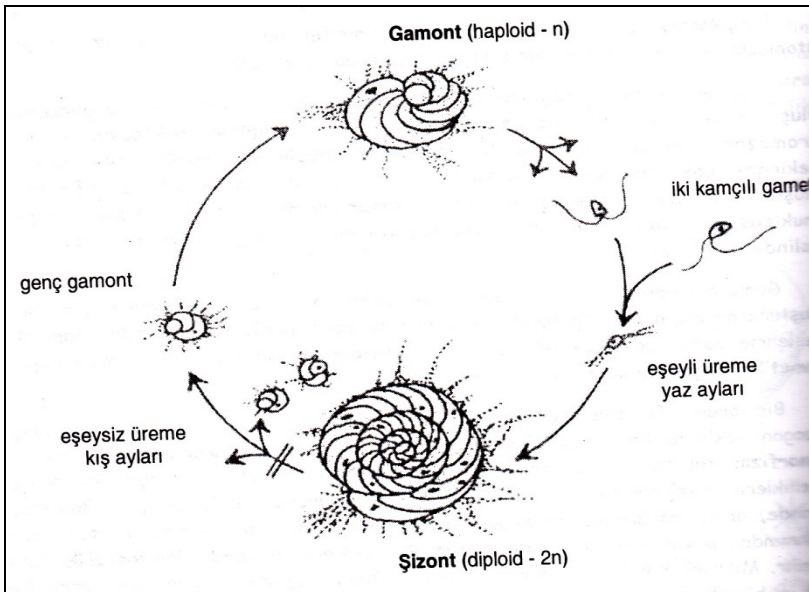
seksüel ve aseksüel üreme döngülerinin varlığı kural olarak bütün foraminiferler için geçerlidir. Aynı türün seksüel ve aseksüel üreme sonucu oluşmuş bireyleri birbirinden bazı farklılıklar gösterir (Aydın ve ark. 2000).

Foraminiferlerde; ilkel cinslerde parçalanmayla, bir kısım gelişmiş cinsinde Gamagoni (cinsel) yoluyla ve daha çok da Şizogoni (cinsel olmayan) yoluyla olmak üzere üç çeşit çoğalma görülür.

**Parçalanma yoluyla olan çoğalmada,** foraminifer kavkısı kırılarak her ayrı parça stoplazması sayesinde yeni bir fert gibi yaşamına devam eder.

**Şizogoni yoluyla çoğalmada,** çoğalmaya hazır, yani yeni organizmalar oluşturacak olan fert "şizont" adını alır. Şizontta beslenme durur, tek sayıdaki çekirdek, çok sayıdaki çekirdeklere bölünür. Stoplazma ayrışır ve embriyonlar oluşur. Ana kavkının erimesiyle birlikte, embriyonlar iki ya da üç kamçılı haploid devredeki embriyonlar halinde dağılırlar.

**Gamagoni yoluyla olan çoğalmada ise,** çoğalmaya hazır, yani yeni organizmalar oluşturacak ergin fert "gamot" adını alır. Gamot, haploid devrededir. Gamot'da beslenme durur, çekirdek bölünür, stoplazma ayrışır, bir ya da üç kamçılı haploid gametler oluşur.



**Şekil 4. 3:** Dimorfizm Gösteren Bir Foraminiferin Üreme Döngüsü (İnan 2006)

Bir foraminifer cinsinde, mevsimsel periyotlara bağlı olarak yazın gamagoni, kışın şizogoni şeklinde, her iki çoğalma biçimi de ardışıklı olarak gerçekleşiyorsa, bu cins

dimorfizm taşıyordur. Dimorfizm aynı cinse ait örneklerde, aynı morfolojik özelliklerin gözlenmesine rağmen, farklı iki görünümün bulunmasıdır (İnan 2006).

#### 4.2.5. Yalancı ayaklar

Bunların en önemli görevleri canlının avını yakalamak ve özümlemek, kalan artıkları da dışarı atmaktır. Diğer görevleri arasında da kavkı oluşturmak, koruyucu kisti meydana getirmek, kavkıyı sürekli veya geçici olarak bir yere tespit etmek sayılabilir. Bu ayaklar, protoplazmanın doğrusal uzantıları olarak nitelenebilir, kolayca ikiye ayrılabilir ve yine birbirine birleşebilir. Çoğunlukla saydam bir eksene sahiptirler ve bu eksen daha akıcı bir tabaka ile çevrelenmiştir. Hareketleri karakteristik olarak anidir. Bununla beraber ferdin çeşitli yaşam devresi sırasında, farklı zamanlarda ve farklı tiplerde bazı değişiklikler gösterebilir.

Birçok aglutinant kavkı türlerinde yalancı ayaklarda belirgin bir eksen görülmez. Bazı bentonik tiplerde ise nispeten daha sağlam yalancı ayaklar bulunur e bunlar fertlerin yumuşak tortullar üzerinde veya içinde tutunmasını sağlarlar. Gelişmiş dikenleri olan planktonik cinslerde ise yalancı ayaklar ışınal dikenler boyunca uzanırlar (Meriç 1983) .

#### 4.2.6. Yaşam ortamları

Foraminiferlerin büyük bir kısmı denizeldir. Somatr (acısu) ve tatlı sularda yaşayan çok az foraminifer türü mevcuttur. Foraminiferlerin cins olarak büyük bir bölümü pseudopod adı verilen yalancı ayaklarla zemine tutunmuş olarak bentonik yaşar. Bir bölümü ise yalancı ayaklarla algilere tutunmuş olarak planktonik yaşar. Planktonik foraminiferler, cins sayısı olarak tüm foraminiferlerin %5'ini oluşturmakla birlikte, fert sayısı olarak, bentik yaşayanlara göre çok çok daha fazladırlar.

Foraminiferlerin yaşam ortamlarındaki dağılımları birtakım ekolojik koşullara bağlıdır.

- 1. Sıcaklık:** Sıcaklığa göre, soğuk su foraminiferleri ve sıcak su foraminiferleri olarak iki ayrı grup foraminifer ayırt edilir. Soğuk su foraminiferleri, ilkel şekilli, çoğunlukla silis ya da kitin çimentolu, aglutinant kavkı yapısındaki foraminiferlerdir. Sıcak su foraminiferleri ise, genellikle büyük ve kalkerli kabuklarıyla temsil edilirler. Suyun sıcaklığı, sınırlayıcı bir ekolojik faktör olarak foraminiferlerin büyüklüğünü etkiler. Örneğin, Aglutinant kavkılı foraminiferlerin soğuk sularda yaşayanları, sıcak sularda yaşayanlardan daha iri iken, kalker kavkılı olan foraminiferlerde sıcak sulardakiler soğuk sulardakilere göre oranla daha iridirler.



Soğuk su foraminiferlerinin dayanabileceği en üst sıcaklık sınırı 4-6 °C iken, sıcak su foraminiferlerinin dayanabileceği en alt sıcaklık 4-6 °C'dir.

- 2. Derinlik:** Denizel ortamların 0-50 m derinliğindeki Litoral zonunda bulunan bentonik foraminiferler genellikle kalker ve aglutinant kavkıdır. 50-200 m derinliğindeki neritik zonda, bentonik olanlar daha fazla olmak üzere bentonik ve planktonik foraminiferler birlikte bulunur. 200-2000 m derinliğindeki batiyal zonda ise, daha çok planktonik foraminiferler mevcut olup, bentik foraminifer azdır. Derinliği 2000 m 'den fazla olan abisal zonun yüzeyinde bol planktonik foraminiferler yaşar ancak, bu zonda, derinlik nedeniyle CaCO<sub>3</sub> çözünmesinin gerçekleşmesi nedeniyle, bu ortamlarda fosilleşme şansları yoktur.
- 3. Tuzluluk:** Foraminiferlerin büyük çoğunluğu normal deniz tuzluluğunda yaşar. Küçük bir grup foraminifer acısu ortamında yaşar. Bu ortamlarda foraminifer cins ve tür sayısının az olmasına karşın, rekabetin az olması nedeniyle fert sayısı çoktur (İnan 2006). Çok tuzlu ve jipsli sulara foraminifer bulunmaz. Bu gibi sedimentler içerisinde ara tabakaları halinde bulunan kalkerler bazen zengin fosilli olabilir.  
Denizin tuz miktarındaki değişiklikler ekseriye foraminiferlerin loca veya kavkılarında fazla miktarda büyüme veya ufalmalara yol açar. Bazı ifrat hallerde kavkının kompozisyonunda da bir değişiklik görülür (Rıbnıkar 1975) .
- 4. Oksijen:** Oksijeni az olan bölgelerde metabolizma yavaş çalıştığından, bu karakter foraminiferler için önemli bir etkidir. Kapalı havzalardaki oksijen açık havzalara nazaran az olduğundan, kapalı havzalar faunal zenginlik göstermezler. Yine oksijenin az olduğu ortamlarda foraminiferler boyut yönünden oldukça küçük kavkıdır (Meriç 1983).
- 5. CaCO<sub>3</sub> ve pH faktörü:** Sıcak sularda karbonat çözünürlüğü, soğuk sulardaki CaCO<sub>3</sub> çözünürlüğünden daha azdır. Bu nedenle de CaCO<sub>3</sub> bakımından zengin sıcak su ortamlarında yaşayan foraminiferlerin kavkıları daha kalın ve genellikle süslüdür (İnan 2006).  
Suyun pH oranı ile ilgili olarak durgun ve asitli sularda yalnız aglutinant kavkılı cins ve türler yaşamlarını sürdürebilirler (Meriç 1983).

6. **Dip koşulları:** Siltli ve çamurlu zeminler, küçük gözenekleri içinde biriken organik kalıntılar yönünden zengin olduklarından foraminiferler için cazip ortamlardır. Bu zeminlerde yaşayan foraminifer formları, ince kavkılı, uzamış, narin şekillidirler. Çakıl ve kumların daha büyük boyutlu olan gözeneklerinde besin maddesinin az olması nedeniyle, böylesi zeminlerde foraminifer populasyonu seyrekdir. Kaba taneli zeminlerde yaşayan foraminifer türleri, kalın kavkılı, süslü, bikonveks veya fusiform şekillidirler (İnan 2006) .
7. **Besin ve ışık:** Foraminiferlerin besinini oluşturan mikroflora ilkbahar ve sonbahar aylarında çok zengindir. Dolayısıyla bu organizmaların gelişimi de bu iki mevsime rastlamaktadır. Besini oluşturan bitkilerin fotosentez olayı için ışığa gereksinimleri vardır. Bu yönden ışığın etkisini gösterdiği derinliklerde bol miktarda yaşadıklarından, foraminiferlerin dağılımında dolaylı olarak ışığın rolü büyüktür (Meriç 1983).

#### 4.3. Foraminiferlerde Morfolojik Değişime Neden Olan Etmenler

Foraminiferlerin morfolojik yapıları ile ilgili çeşitli ülkelerde yapılan çalışmalar (D'Orbigny 1826, Loeblich ve Tappan, 1964) ve ülkemizde uzun yıllardan beri sürdürülen araştırmalar (Rıbnıkar 1975, Aydın ve ark. 2000, Avşar 2002, Yücesoy- Eryılmaz ve ark., 2002, 2004, 2005, Toker ve Yıldız 2002, İnan 2006, Başçınar 2009, Meriç ve ark., 2009a, Meriç ve ark., 2008c, 2010a, Üstünada ve ark. 2011,) mevcuttur. Bu çalışmalarda ekolojik koşulların değişmesindeki başlıca etkenler aşağıda sıralanmıştır.

- Aşırı tuzluluk ile tuzluluk değişimleri
- Ağır metaller ile eser elementlerin varlığı
- Denizlerdeki termal kaynaklar ile soğuk su kaynaklarının kimyasal bileşimleri
- Karstik bölgelerde kıyı ile deniz içindeki kaynakların kimyasal içerikleridir.

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

tarım alanlarında kontrolsüz kullanılan DDD, DDT ve DDE gibi aşırı dozdaki zirai ilaçlar düşünülebilir. Doğal ve yapay etmenler sonucunda foraminiferlerde morfolojik birtakım değişiklikler meydana gelir. Bu değişikliklerden en sık karşılaşılanları kavkılardaki şekil değişikliği, aşırı büyüme ve renk değişimidir. Kalsiyum karbonat genellikle foraminiferlerde kavkı büyümesine yol açarken, demir gibi bazı ağır metaller ise renk değişimi meydana getirmektedir (Aydın ve Ark. 2000).

## 5. LABORATUAR ÇALIŞMALARI VE FORAMİNİFERLERİN TANIMLANMASI

### 5.1. Laboratuar Çalışmaları

#### 5.1.1. Materyal Temini

Araştırmanın konusunu oluşturulan 2 adet deniz sondaj numuneleri 04.10.2012-15.11.2012 tarihleri arasında Güre ( 13.00 m - 16.00 m ) ve Küçükkuyu ( 10.20 m - 31.40 m ) bölgesinden modüler deniz dubası ve üzerine kurulan yarı hidrolik rotary sisteme sahip sondaj makinası ile alınmıştır. Elde edilen örnekler laboratuvara güneş ışığı geçirmeyen karot sandıklar içerisinde getirilmiştir.



Şekil 5. 1: Güre Yat Limanı deniz sondajı karotları (DSK-3)

### 5.1.2. Örneklerin Hazırlanması

Çalışma konusunu oluşturan foraminifer fosilleri ile daha sonraki çalışmalarda kullanılacak olan ostracod ve mollusca fosillerini sediman içerisinde ayrıştırılarak stereo zoom mikroskop ile ayıklanmaları gerekmektedir. Bu maksatla laboratuvar çalışmaları ile örneklerin mikroskobik incelemeye hazır hale getirilmesi, mikroskopta incelenmesi, analizlerinin yapılması ve fotoğraflama aşamalarını kapsamaktadır.

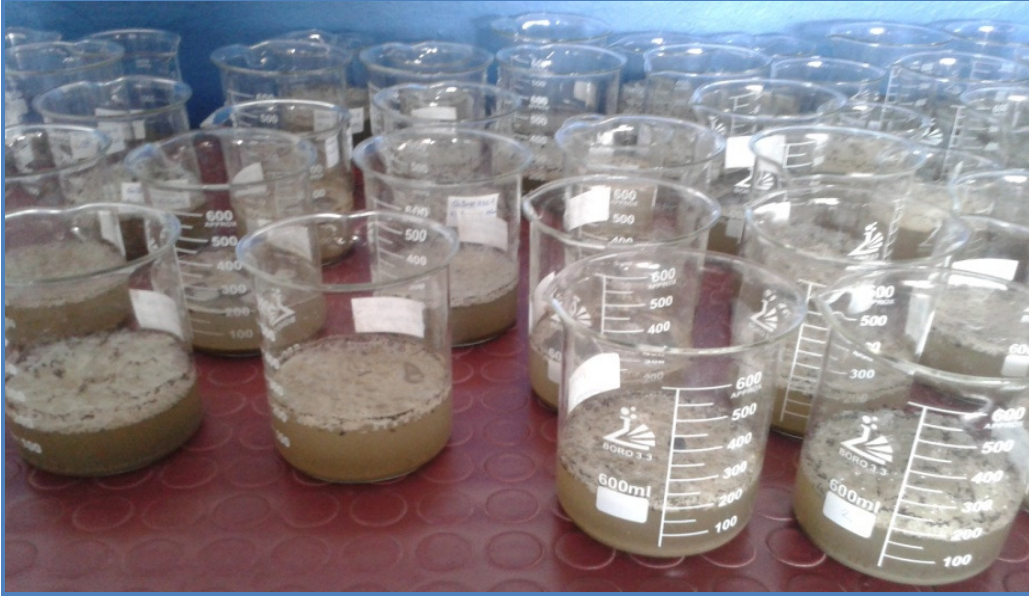
#### 5.1.2.1. Örneklerin mikroskobik incelemeye hazır hale getirilmesi:

Sondajlar ile denizden alınan karot numuneleri granülometrik analiz (Yaş Elek Analizi) için derinlikleri kaydedilerek 10 cm lik parçalara bölünmüştür.

- I. Karotlardan Güre için 54 numunede, Küçükkyu için 87 numunede yaş elek analizi yapılmıştır.
- II. Behrelere ortalama 15 gram sediment örneği konulmuştur (şekil 11).



**Şekil 5. 2:** Laboratuvar çalışmalarında granülometrik analiz ile foraminiferlerin kilden arındırılması



**Şekil 5. 3:** Laboratuvar çalışmalarında granülometrik analiz ile foraminiferlerin kilden arındırılmasında %10 luk H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Kullanımı

- I. Örneklerin üzerine bürette hazırlanan %5'lik H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> çözeltisi ilave edilmiştir. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> çözeltisi fosillerin sedimentten daha hızlı ayrışmasını ve daha iyi temizlenmesini sağlamaktadır. Aksi durumda fosillerin locaları kil ve diğer bağlayıcı maddeler ile kaplı olmakta ve fosillerin yapısı açık bir şekilde tanımlanamamaktadır.
- II. Numuneler çözelti içerisinde 4-6 saat bekletilmiştir.
- III. Daha sonra 125 µ'luk elekte yıkanarak her bir derinlik için granülometrik dağılımlar saptanmıştır.
- IV. Yıkanan numuneler huni içine yerleştirilen filtre kağıtlarına konularak etüvde 75-80 °C 'de yaklaşık 12 saat kurumaya bırakılmıştır.
- V. Kuruyan numuneler filtre kağıdında saklanarak mikroskop incelemesine hazır hale getirilmiştir.

**5.1.3. Örneklerin mikroskopta incelenmesi (Paleontolojik çalışmalar):** Yaş elek analizi sonucunda elde edilen granüler numuneler, Stereo-zom mikroskop yardımıyla ayrıştırılarak foraminifer fosilleri ayıklanmıştır. Ayrıştırılan fosiller 15 ml'lik patoloji kaplarına konularak saklanmıştır. Fotoğraflaması yapılacak örnekler ise ayrı olarak slaytlara konularak korunmuştur.

#### **5.1.4. Ağır Metal Analizlerinin yapılması**

Ağır metal analizleri için karotlardan 10 cm'lik ara ile 10' ar gram sediment numunesi alınarak Namık Kemal Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarı'na (NABİLTEM) gönderilmiştir. Ağır metal analizleri ICP-OS cihazı ile analiz edilerek örnekteki ağır metallerin (Cd, Fe, Cu, Pb, Zn, Co, Cr, Al, Mn, Ni, As ve Hg) numune içerisindeki % oranları elde edilmiştir.

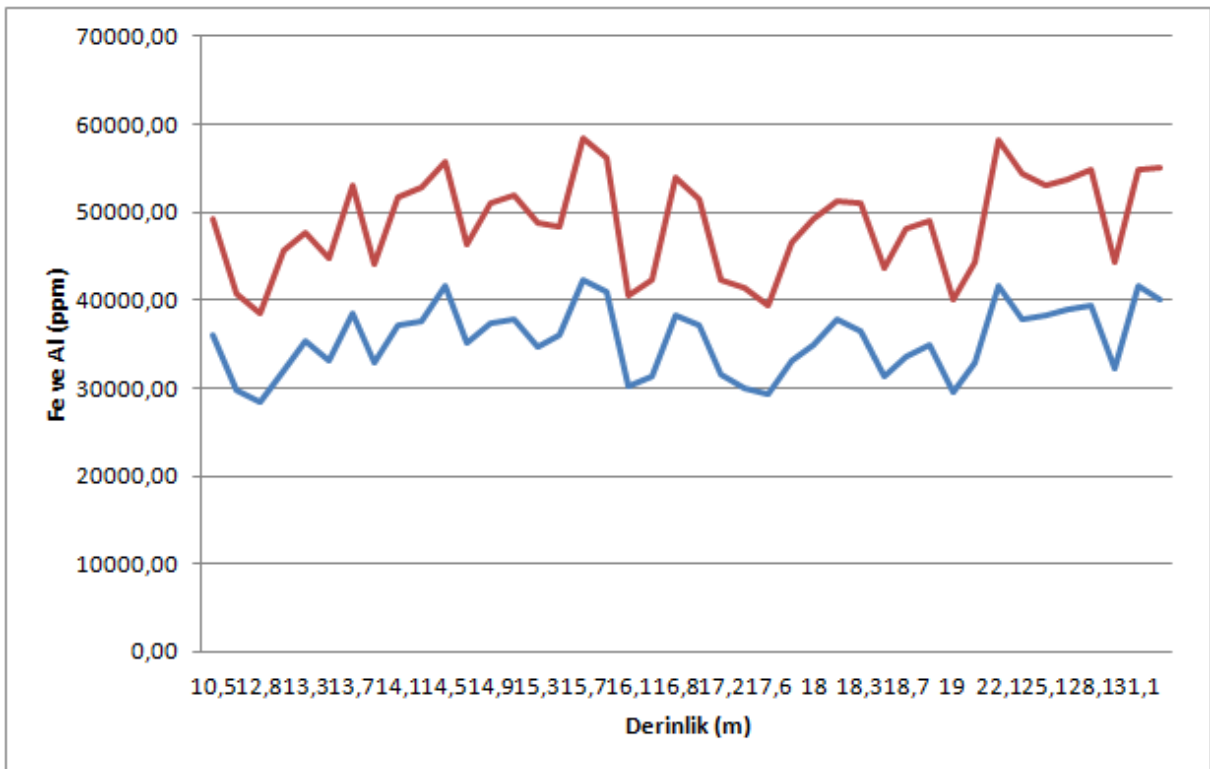
## 5.2. Küçükkuyu (Çanakkale) Ve Güre (Balıkesir) Sondajlarında Elde Edilen Numunelerin Ağır Metal Yoğunluklarının Değişimi

Çizelge 5.1 : Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Ağır Metal Dağılımı (ICP-OS datası)

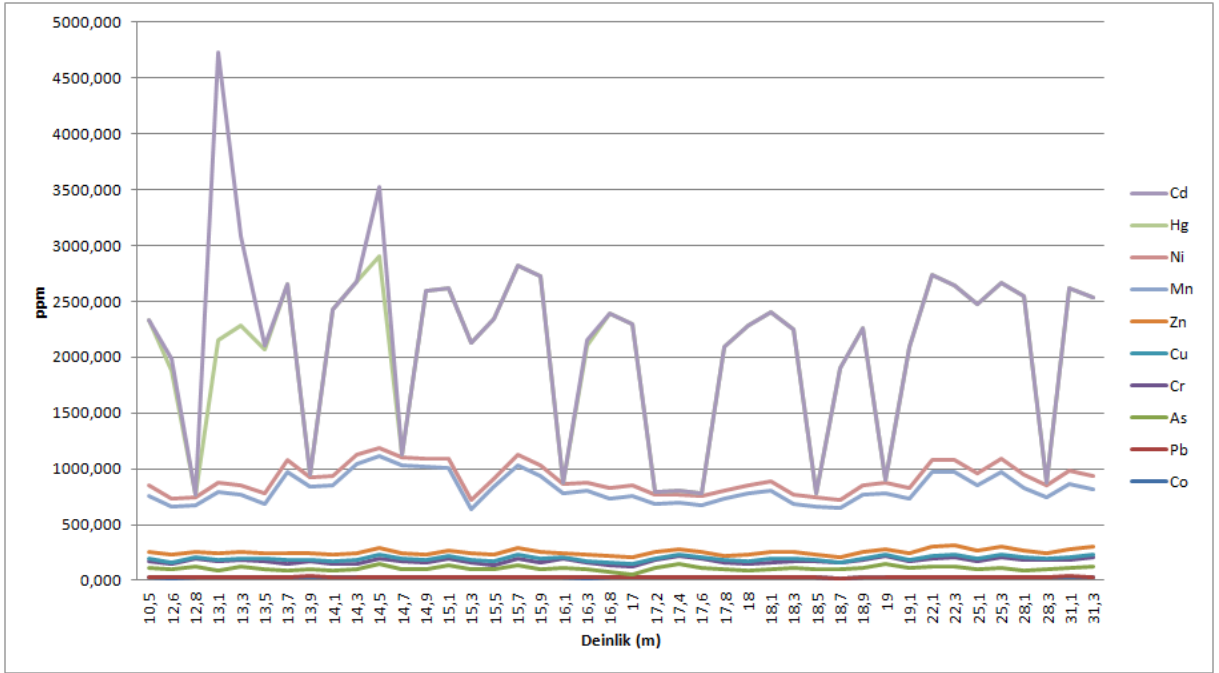
Derinlik (m)	Co ppm	Fe ppm	Pb ppm	As ppm	Cr ppm	Cu ppm	Zn ppm	Al ppm	Mn ppm	Ni ppm	Hg ppm	Cd ppb
10.5	26.964	35954.20	7.44	80.5975	63.8	17.9	58.00	13197.30	497.9	98.7	1478.7	0.0
12.6	22.287	29739.70	1.81	73.0552	49.5	13.3	78.10	11089.40	424.6	67.1	1149.4	101.0
12.8	24.625	28472.70	3.19	96.5279	70.4	9.2	50.70	10044.70	421	71.8	23.3	0.0
13.1	25.071	32095.70	0.13	65.963	83	15.1	53.70	13548.40	546	82.6	1287.0	2575.2
13.3	27.101	35240.90	4.70	92.6923	60.9	17.2	58.60	12449.60	502.8	87.2	1438.1	789.5
13.5	24.736	33185.80	3.20	77.4262	72.4	17.4	46.70	11553.60	448.3	87.8	1291.4	40.5
13.7	31.533	38575.90	1.33	56.8874	65.2	25.8	62.70	14427.40	732.7	105.7	1569.4	0.0
13.9	29.484	32888.60	6.51	64.6729	69.1	19.5	49.40	11234.50	596.7	90.9	25.7	0.0
14.1	27.710	37164.80	0.00	58.2882	62.1	25	62.20	14574.80	614.3	86.5	1496.8	0.0
14.3	29.146	37605.80	0.00	69.9353	53.5	31.7	60.40	15129.00	800.1	78	1551.9	0.0
14.5	30.111	41727.40	0.45	115.562	56.4	28.5	60.70	14041.70	819	75.6	1719.3	621.0
14.7	30.225	35039.60	0.12	75.8304	66.4	22.3	53.00	11298.30	781.4	79.1	22.8	0.0
14.9	27.603	37302.90	0.00	77.578	55.9	22.8	52.50	13734.50	784.1	75.7	1500.2	0.0
15.1	27.806	37869.50	0.45	109.057	59.3	23.1	51.60	14037.70	732.4	81.7	1532.7	0.0
15.3	24.375	34583.30	1.25	80.8339	56.4	21.7	54.60	14175.00	404.2	76.8	1406.2	0.0
15.5	25.842	36060.50	4.73	65.6382	44.3	28.3	57.90	12322.20	613.1	76.5	1425.3	0.0
15.7	30.199	42221.50	0.00	101.345	66.9	28.5	61.60	16176.90	745.6	89.9	1699.1	0.0
15.9	29.830	40869.10	0.69	69.4819	63.3	29.7	62.80	15273.40	680.6	95.6	1694.0	0.0
16.1	27.437	30093.90	2.46	84.2383	78.3	15.6	39.10	10403.60	532.8	80.4	19.6	0.0
16.3	23.184	31262.60	2.00	77.7235	62.8	12.5	57.70	10926.00	565.5	69.7	1238.7	43.8
16.8	27.002	38198.80	0.00	45.5496	64.6	24.6	58.70	15746.70	518	90.2	1557.9	0.0
17	26.267	37218.00	0.56	32.6499	64.9	25.3	57.90	14158.10	548.6	95.7	1439.6	0.0
17.2	27.612	31471.40	6.17	81.6658	65.8	18.5	56.60	10901.20	429.8	87.3	21.0	0.0
17.4	25.670	30079.00	1.75	122.758	69	14.8	42.20	11209.60	420.5	77.4	27.8	0.0



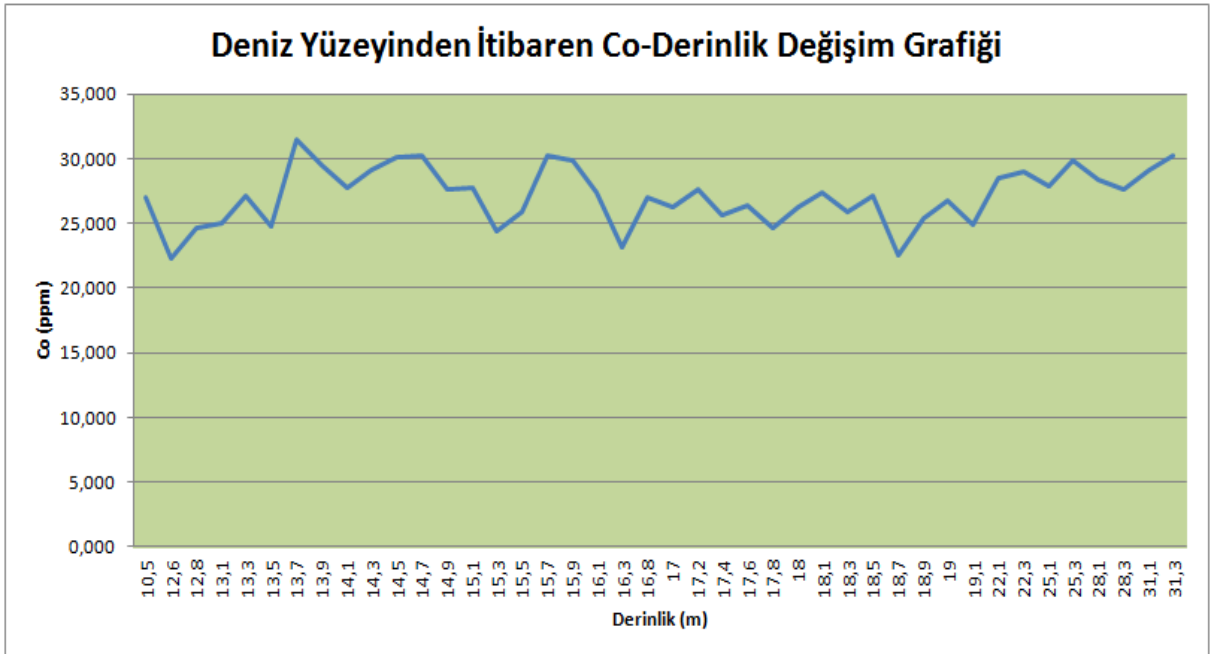
17.6	26.330	29225.70	4.68	87.5902	81.8	11.5	40.50	10170.30	427.1	81.2	25.4	0.0
17.8	24.645	33194.40	0.73	81.2872	59.5	13.2	46.80	13445.90	502.7	73.4	1285.7	0.0
18	26.197	34970.70	0.00	68.7409	58.4	22	60.20	14269.10	548.5	71.4	1429.1	0.0
18.1	27.423	37745.00	7.59	71.5879	59.3	29	61.90	13415.40	553.1	81.5	1508.4	0.0
18.3	25.916	36399.80	2.22	85.5852	64.9	21.6	53.40	14583.30	430.7	87.6	1482.1	0.0
18.5	27.126	31380.30	0.29	76.5604	72	14.7	43.90	12224.60	430.4	85.2	29.0	0.0
18.7	22.575	33532.60	0.10	73.2443	61	9.2	43.20	14588.40	445.4	70.5	1174.3	0.0
18.9	25.398	34894.70	0.43	83.2475	74.1	13.7	59.00	14104.60	512.3	88.5	1407.7	0.0
19	26.717	29562.00	8.64	117.596	69.2	14.8	47.80	10408.40	501.2	88.1	22.3	0.0
19.1	24.885	32929.90	10.44	73.5847	65.5	16.3	50.00	11322.50	496.4	89.2	1272.0	0.0
22.1	28.551	41556.00	0.46	91.5897	72.2	22.7	93.20	16649.10	659.9	110.7	1658.3	0.0
22.3	29.031	37799.70	0.00	93.9082	86.3	22.1	79.20	16534.50	655.7	113.6	1558.9	0.0
25.1	27.853	38261.30	1.61	71.8228	73	23.9	69.20	14885.00	586.8	103.8	1515.3	0.0
25.3	29.869	39029.10	5.38	74.8619	95.5	22.4	72.80	14576.10	666.7	127.8	1572.3	0.0
28.1	28.403	39315.30	0.03	65.8281	91.8	20.2	63.60	15548.40	561	123.1	1593.6	0.0
28.3	27.669	32272.90	2.21	67.5886	87.2	14.3	48.80	12147.40	498.5	105.6	24.1	0.0
31.1	29.131	41711.30	9.52	71.6013	73.1	26	70.70	13157.30	586.2	116.2	1634.7	0.0
31.3	30.226	40107.10	0.31	89.5641	89.4	20	77.30	14937.30	513.2	112.5	1604.8	0.0



**Şekil 5. 4:** Küçükuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Fe, Al -Derinlik Değişim Grafiği

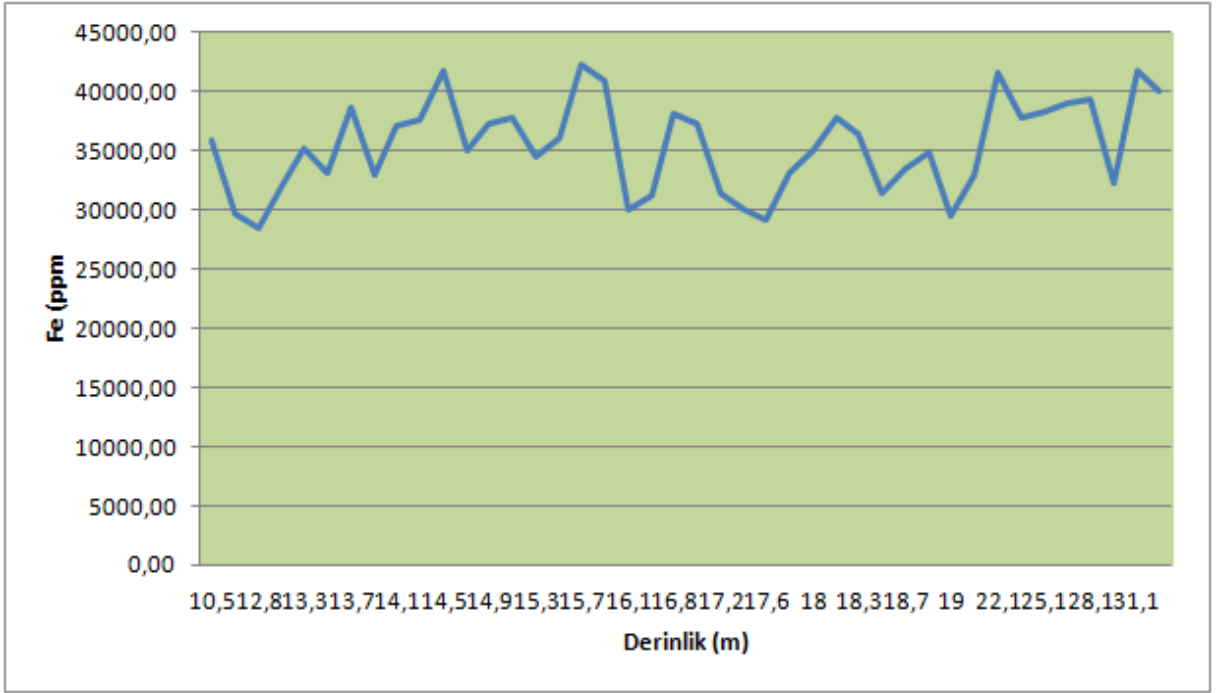


**Şekil 5. 5:** Küçükuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Co, Pb, As, Cr, Cu, Zn, Mn, Ni, Hg ve Cd -Derinlik Değişim Grafiği

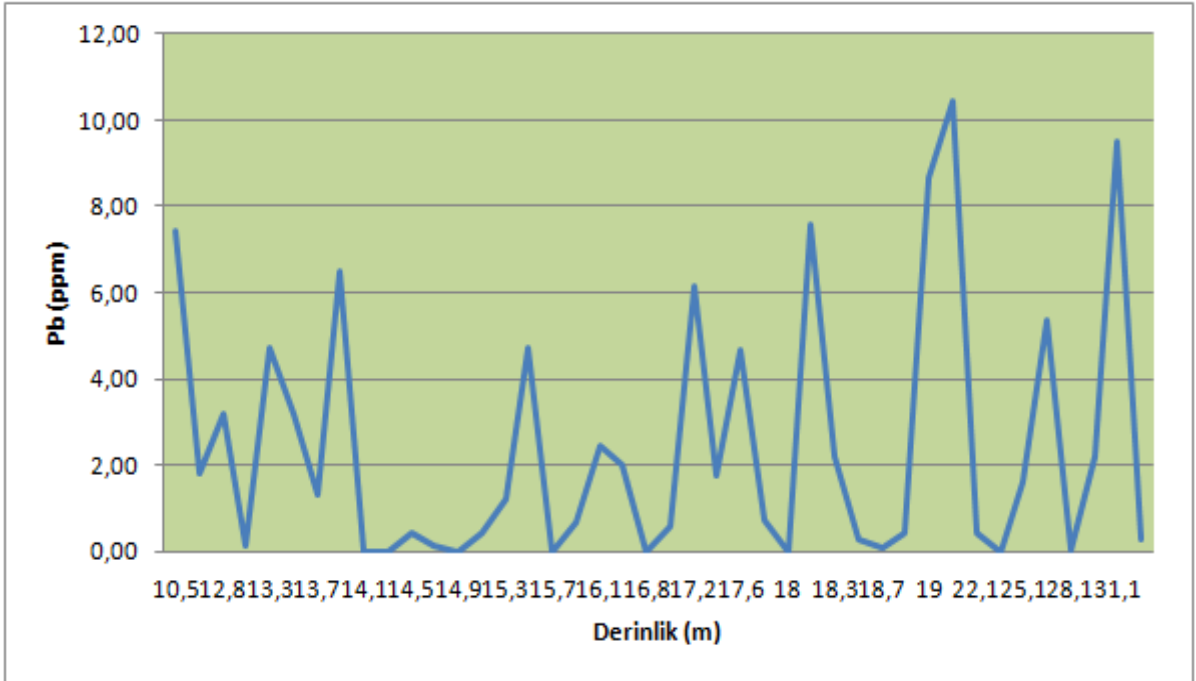


**Şekil 5. 6:** Küçükuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Co-Derinlik Değişim Grafiği

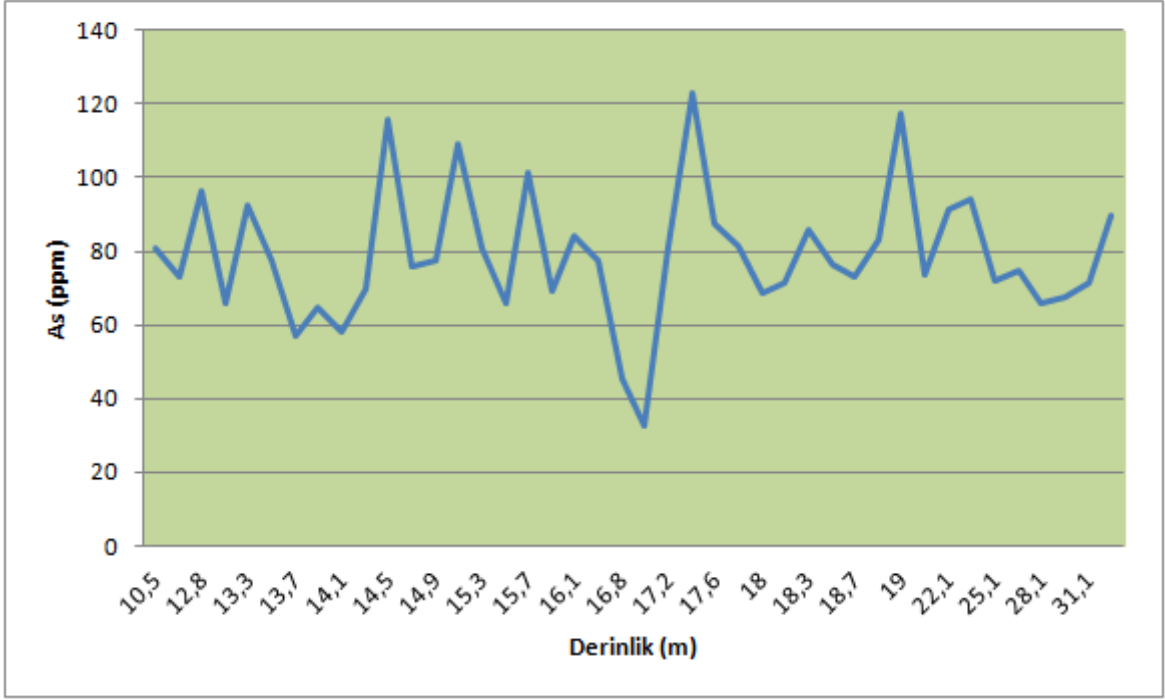




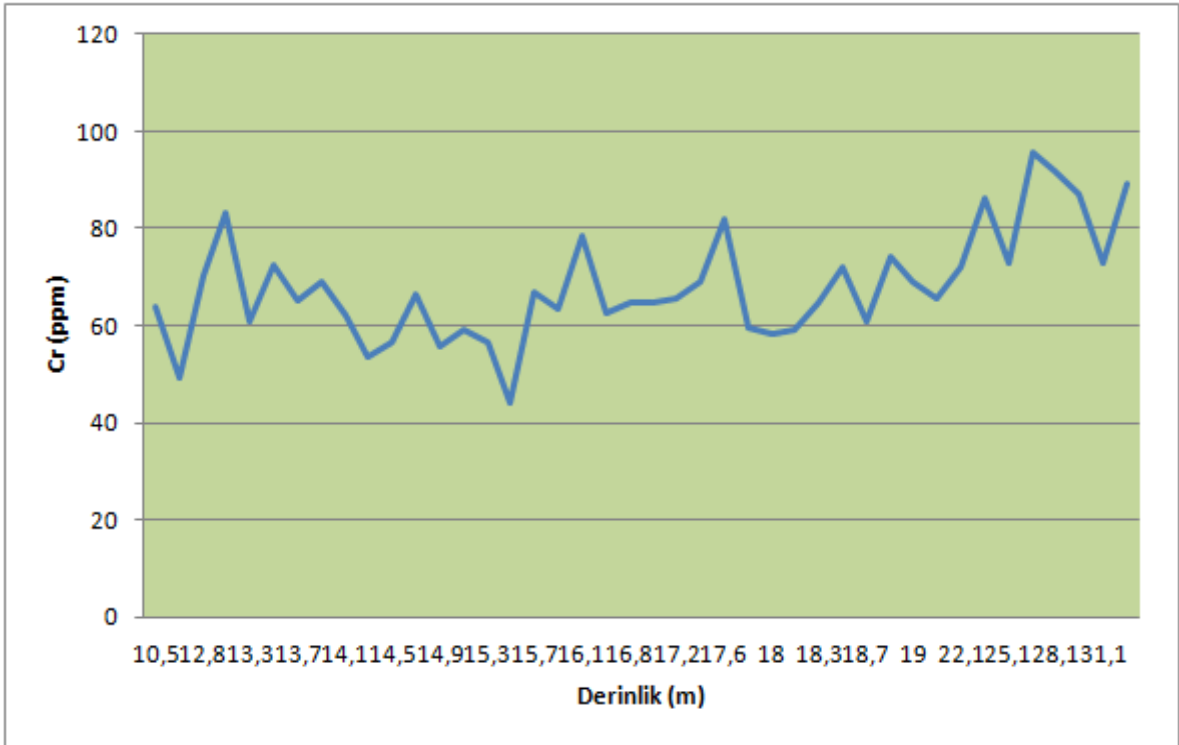
**Şekil 5. 7:** Küçükkuşu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Fe- Derinlik Değişim Grafiği



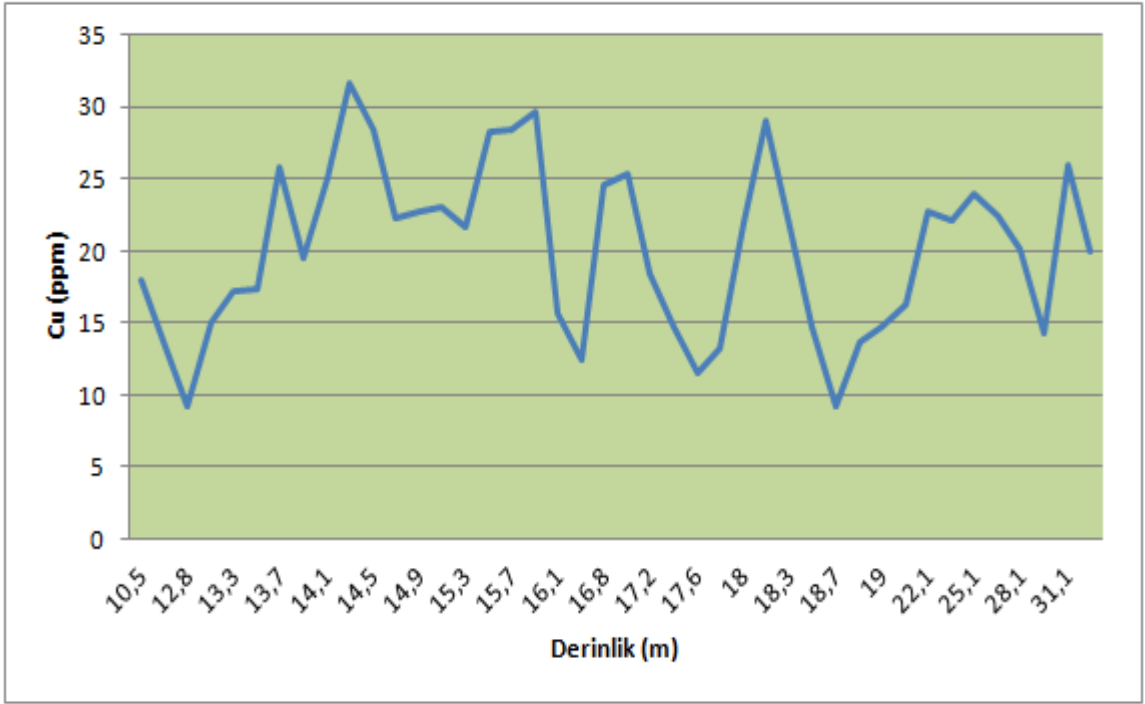
**Şekil 5.8:** Küçükkuşu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Pb- Derinlik Değişim Grafiği



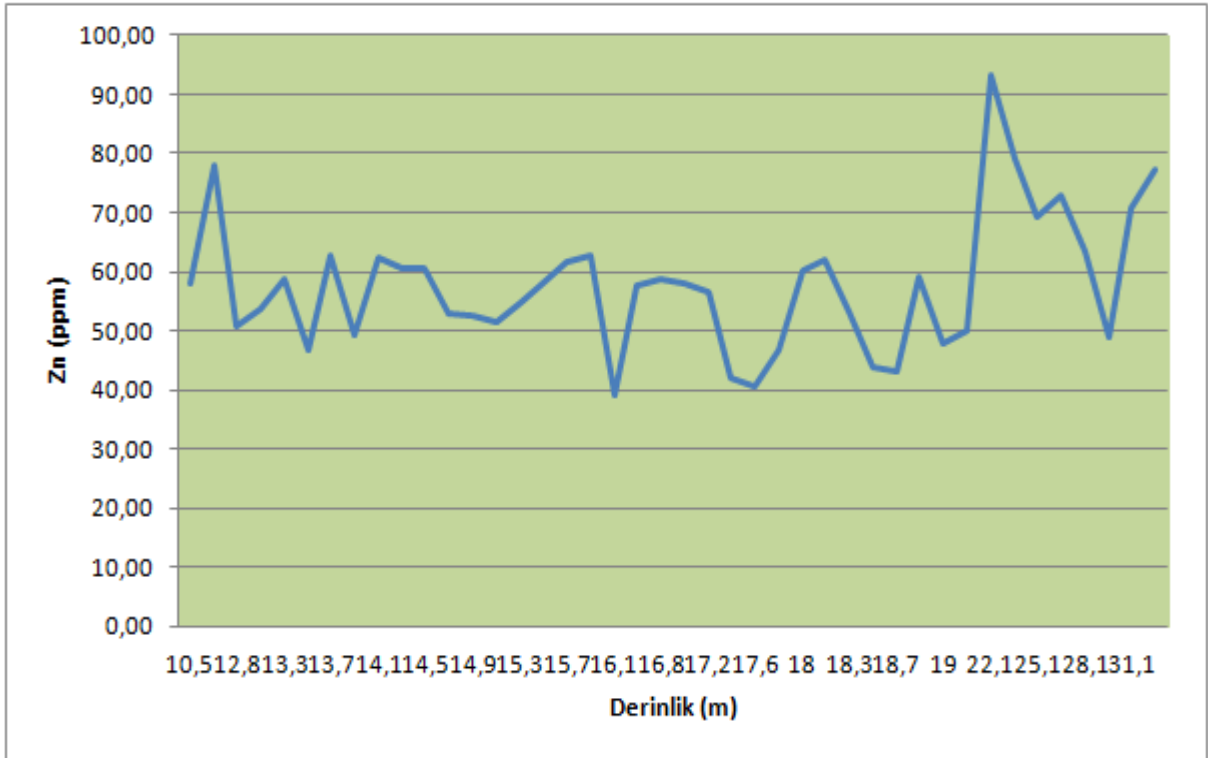
**Şekil 5.9:** Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren As-Derinlik Değişim Grafiği



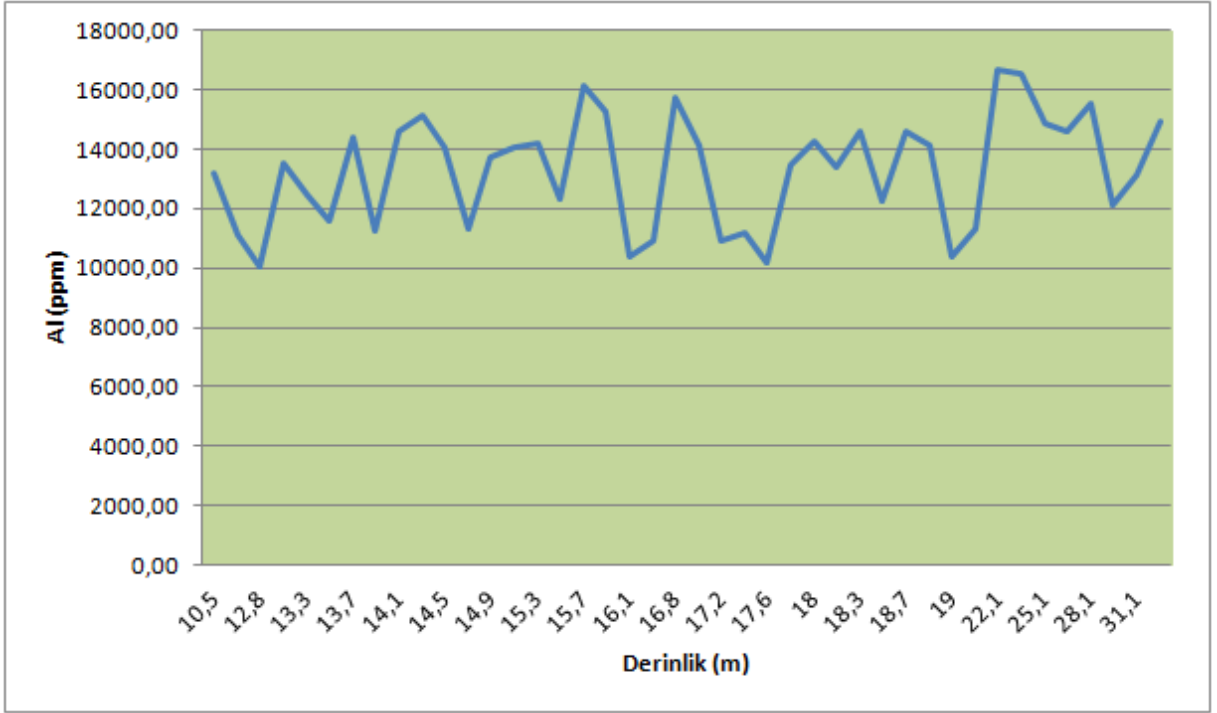
**Şekil 5.10:** Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Cr-Derinlik Değişim Grafiği



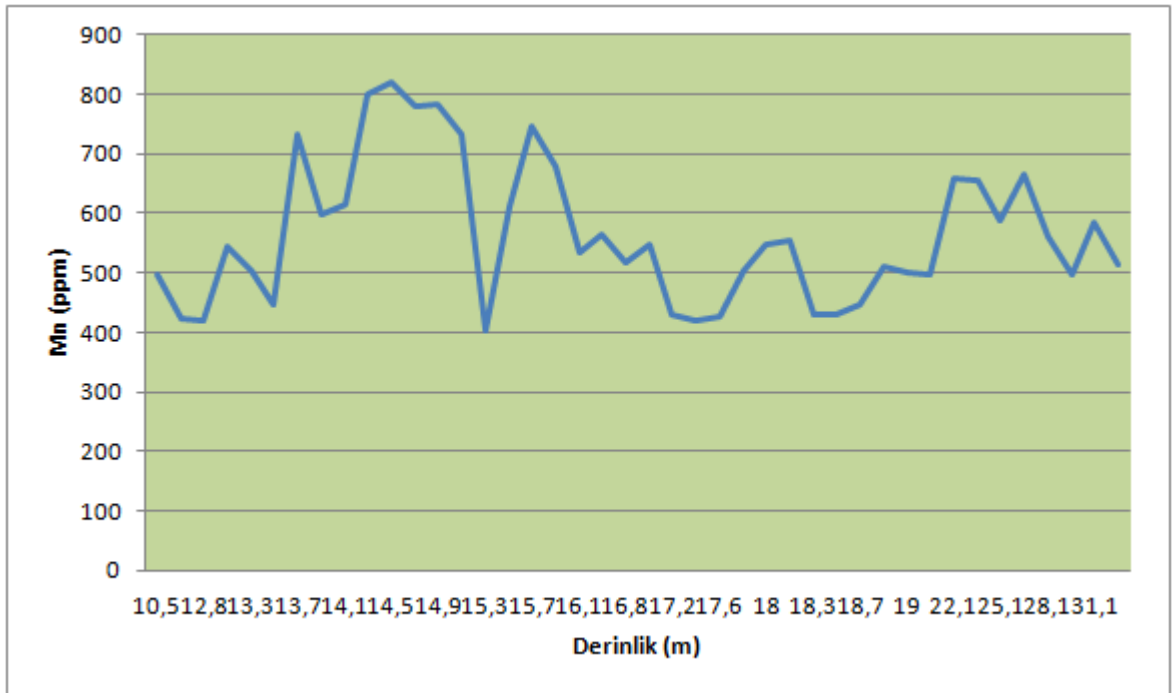
**Şekil 5.11:** Küçükuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Cu-  
Derinlik Değişim Grafiği



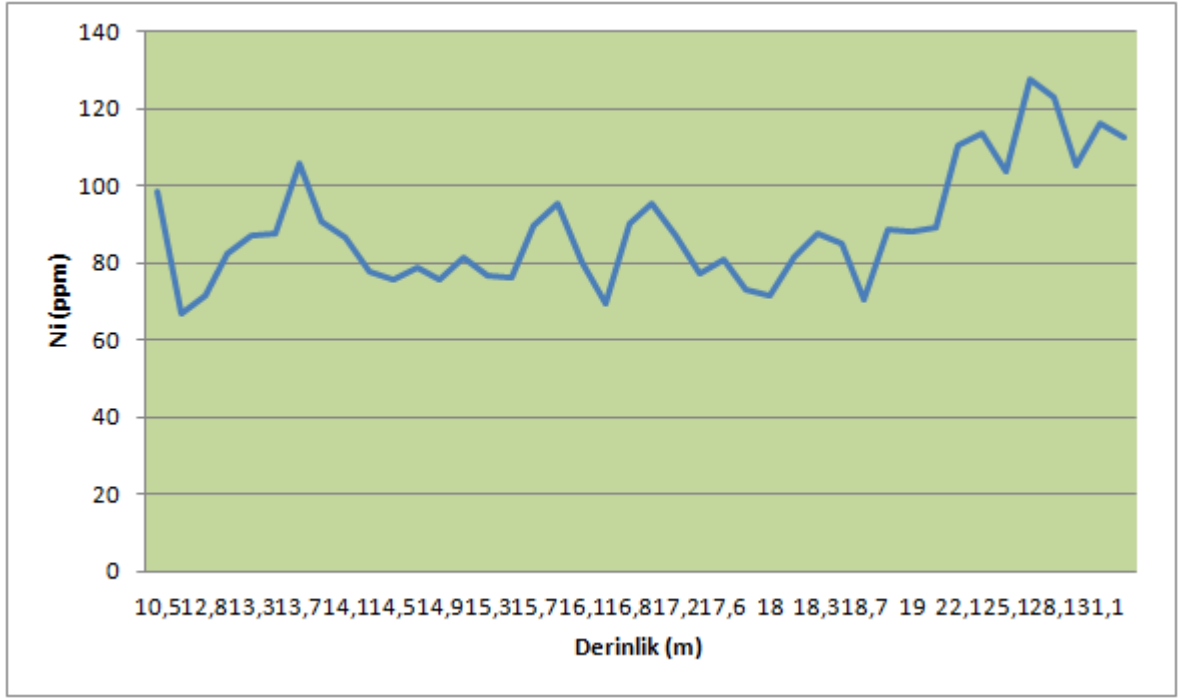
**Şekil 5.12:** Küçükuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Zn-  
Derinlik Değişim Grafiği



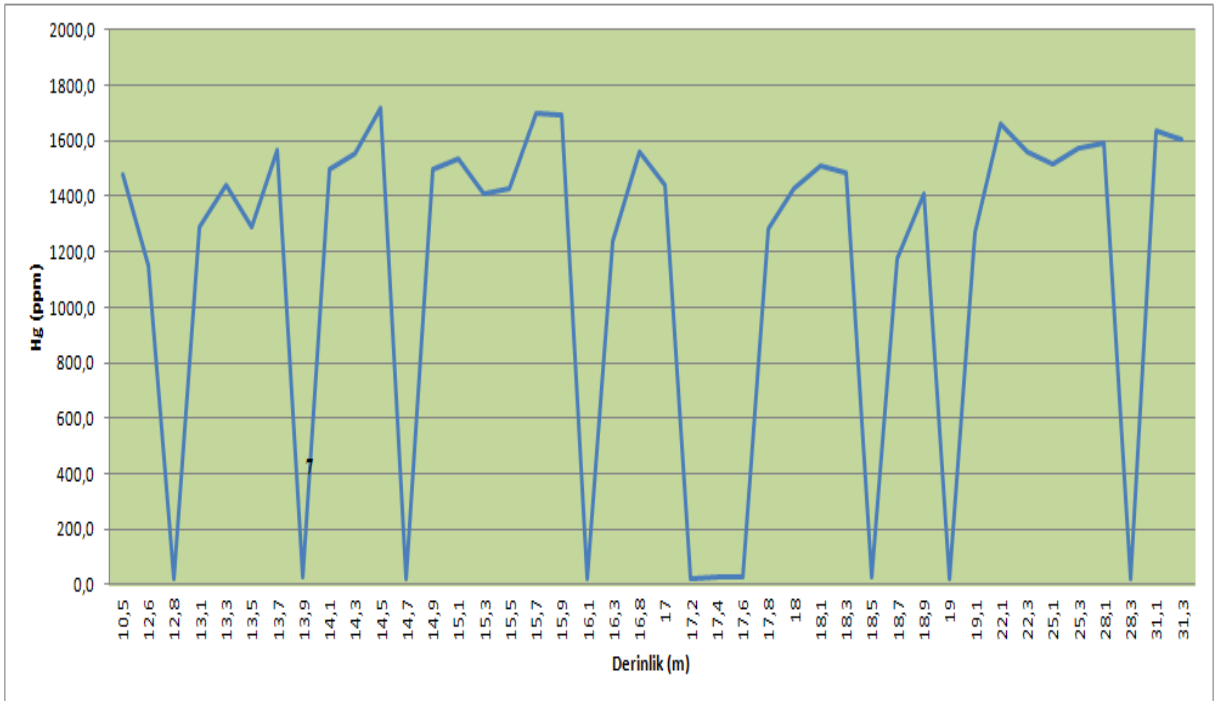
**Şekil 5.13:** Küçükuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Al- Derinlik Değişim Grafiği



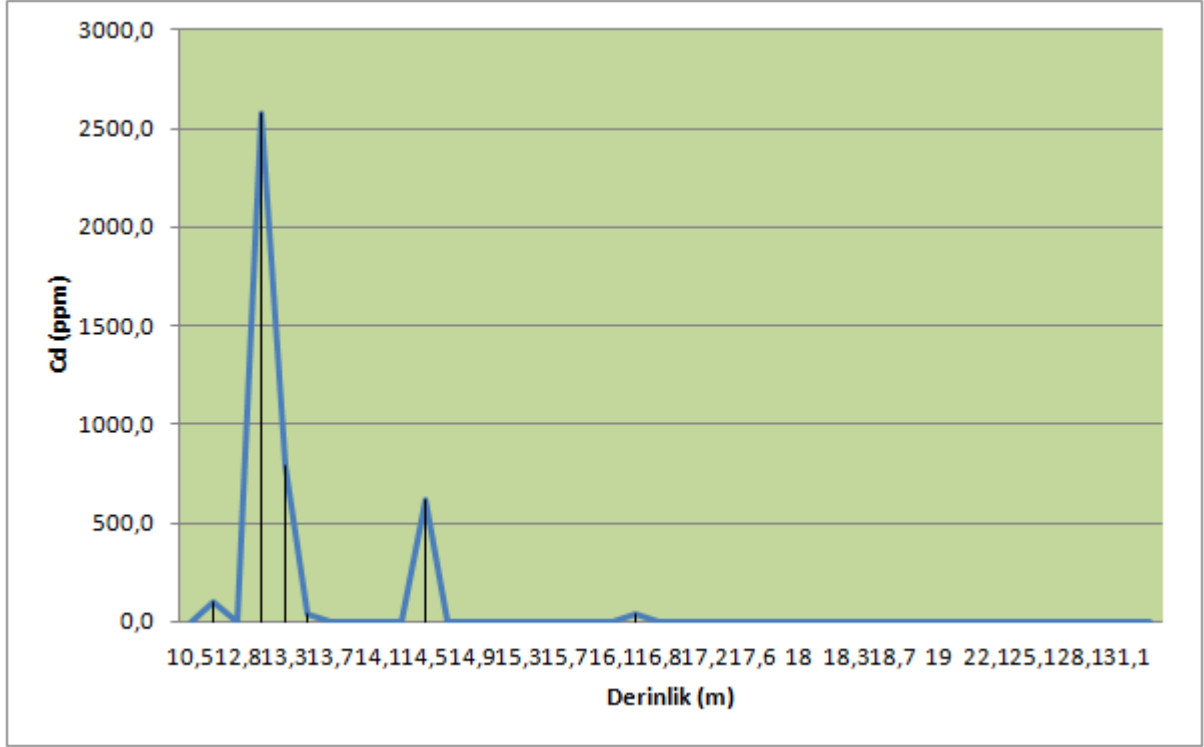
**Şekil 5.14:** Küçükuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Mn- Derinlik Değişim Grafiği



**Şekil 5.15:** Küçükuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Ni- Derinlik Değişim Grafiği



**Şekil 5.16:** Küçükuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Hg- Derinlik Değişim Grafiği



**Şekil 5.17:** Küçükkuyu (Çanakkale) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Cd- Derinlik Değişim Grafiği

Küçükkuyuda numunenin alındığı sondaj noktasında 8.5 m deniz suyu derinliği ve 2 m su içeriği çok yüksek balçık bulunmaktadır. Bu düzeyin altında 10,5 m ile 31,10 m arasında karot numuneler alınmıştır. 10,5 m ile 31,10 m derinliklerinde elde edilen numunelerin ağır metal analizleri Namık Kemal Üniversitesi Temel Bilimler Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Bu analizlere göre yüzeyden derinlere doğru Fe ve Al de çok büyük bir değişim gözlenmemektedir.

Al: İlk düzeylerde (10,5-15,0 m) 12000 ppm, derinlerde 14000 ppm

Fe: İlk düzeylerde (10,5-15,0 m) 32500 ppm, derinlerde 37500 ppm olarak saptanmıştır.

Cd, Ni ve Mn ilk düzeylerde (10,5-15,0 m) yüksek daha derinlerde ise düşük olarak elde edilmiştir.

Cd: İlk düzeylerde (10,5-15,0 m) 500-2500 ppm derinlerde 0-50 ppm

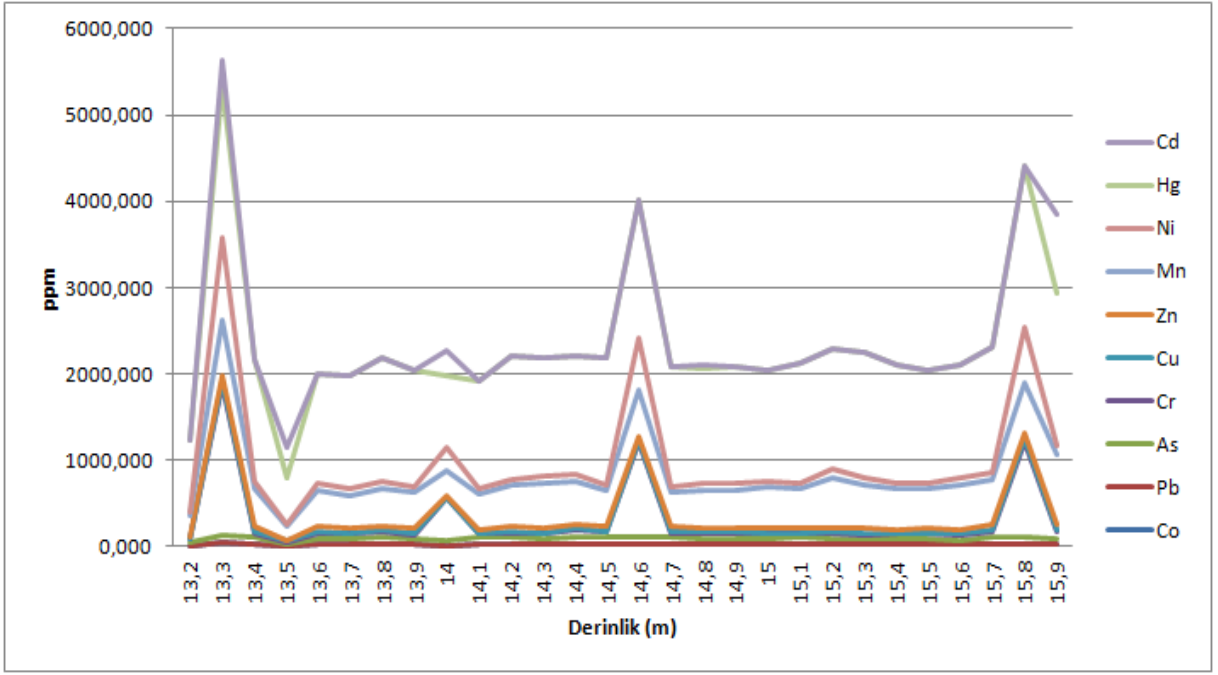
Ni: İlk düzeylerde (10,5-15,0 m) 100 ppm ve derinlerde (15,0-31,1) 80 ppm

Mn: İlk düzeylerde (10,5-15,0 m) 700 ppm ve derinlerde (15,0-31,1) 600 ppm olarak saptanmıştır.

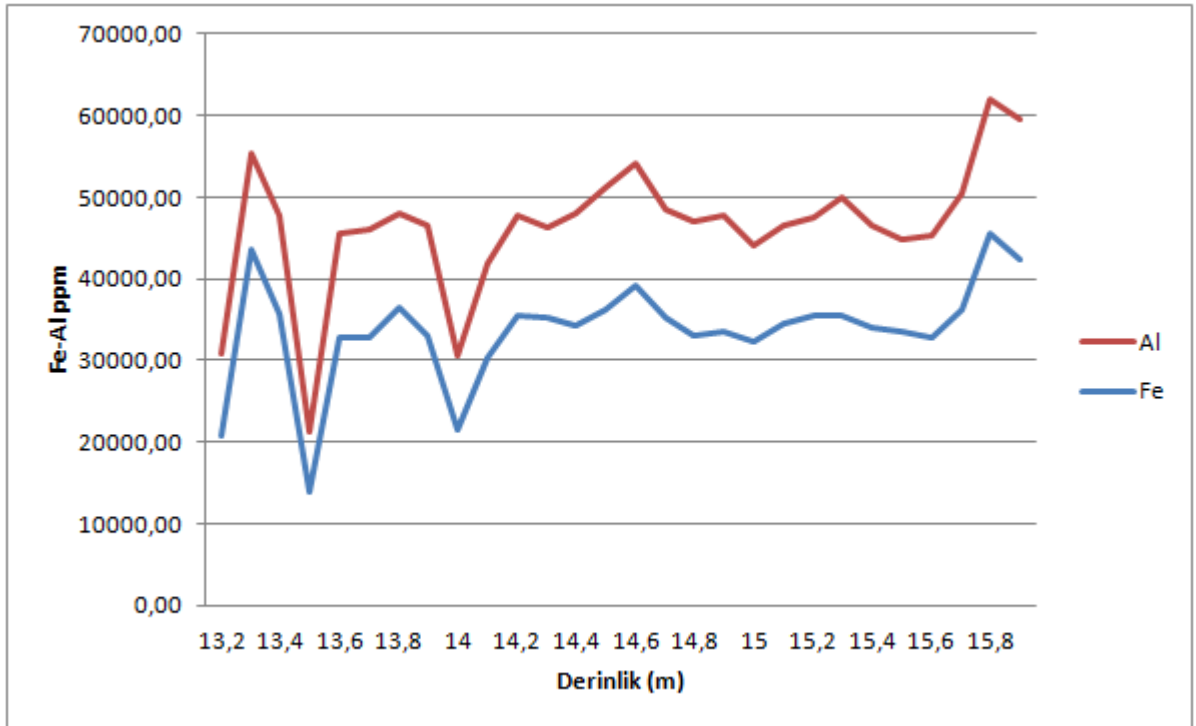
Diğer diğer metaller derinlikle değişimi çok fazla gözlenmemiştir.

**Çizelge 5.2: Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Ağır Metal Dağılımı (ICP-OS datası)**

Sample	Derinlik (m)	Co	Fe	Pb	As	Cr	Cu	Zn	Al	Mn	Ni	Hg	Cd
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb
136	13.2	14.837	20871.80	1.85	44.2894	27.5	3.1	29.60	9866.50	247.1	39.5	822.7	0.0
137	13.3	43.124	43483.20	3.65	83.6967	1755.6	40.6	56.80	11909.90	638.7	954.8	1756.2	295.5
138	13.4	26.287	35806.50	5.47	74.3962	58.4	18.3	51.80	11882.20	444.1	84.9	1398.1	0.0
139	13.5	9.945	13835.40	0.02	29.4966	16.9	5.7	10.10	7379.90	173.8	16.9	540.7	357.3
140	13.6	25.034	32805.30	0.00	76.7601	60.6	13	67.20	12711.40	419.7	68.2	1277.0	0.0
141	13.7	23.841	32872.00	0.00	70.3402	57.5	10.9	50.90	13095.20	383.5	66.9	1315.3	0.0
142	13.8	25.090	36375.70	1.36	86.8838	65.7	17.2	51.70	11708.80	434.8	71.8	1433.2	0.0
143	13.9	24.179	32995.10	0.00	66.5548	53.9	15.2	51.10	13474.10	421.5	64.7	1349.3	0.0
144	14	18.312	21643.90	0.09	47.1204	504.9	0.4	20.20	9020.40	281.5	273.3	841.3	282.0
145	14.1	24.340	30289.30	0.20	81.25	53	6.4	40.00	11536.70	399.9	61.3	1256.3	0.0
146	14.2	25.272	35394.50	2.11	84.032	54.1	18.4	52.60	12370.60	470.1	70.2	1436.5	0.0
147	14.3	25.327	35186.30	7.21	68.9589	46	14.7	58.90	11001.90	525.1	70	1379.0	0.0
148	14.4	26.943	34200.90	0.35	93.7122	79.9	12.6	52.70	13753.60	481.7	86.2	1375.3	0.0
149	14.5	26.475	36253.50	0.00	87.1272	58.4	10.4	51.00	14890.00	418.3	70	1466.5	0.0
150	14.6	35.497	39254.60	0.00	74.2573	1101.9	21.2	52.40	14939.10	529.8	601	1600.7	0.0
151	14.7	24.743	35374.90	0.22	83.1218	54.8	13.8	52.50	13054.60	407.5	67.5	1379.7	0.0
152	14.8	26.126	32955.90	0.05	68.6532	60.5	10.9	51.70	14153.80	433.9	80.6	1328.9	34.9
153	14.9	25.093	33656.80	0.00	71.0684	62.6	10	50.80	14005.80	435.4	75.2	1347.8	0.0
154	15	24.904	32410.40	0.90	66.127	59.8	10	62.80	11770.90	462.8	77.3	1278.9	0.0
155	15.1	24.752	34470.00	2.09	77.874	46.1	12.3	50.20	12026.70	460.2	70.5	1383.1	0.0
156	15.2	29.497	35612.90	9.85	48.5521	61.9	21.2	55.70	11884.60	573.2	95.8	1392.7	0.0
157	15.3	26.842	35448.00	0.26	55.9327	54.6	17.5	53.80	14514.50	512.2	85.7	1439.7	0.0
158	15.4	24.766	34096.10	1.02	73.8981	49.7	9	46.60	12506.30	469.8	69.1	1370.9	0.0
159	15.5	24.710	33443.10	3.07	75.3997	49.6	12.9	46.70	11313.50	461.6	69.3	1308.6	0.0
160	15.6	24.360	32794.10	1.51	55.2406	60.9	10.7	45.40	12512.40	523.5	73.4	1302.9	0.0
161	15.7	28.370	36298.30	0.11	82.9546	66.8	18.6	55.10	14071.50	527.9	90.5	1432.7	0.0
162	15.8	39.441	45622.00	0.00	79.1742	1094.5	35.3	66.70	16281.00	590	643	1864.0	0.0
163	15.9	32.462	42481.50	0.00	70.1492	71.7	25	65.30	16949.00	810.2	102.9	1765.3	900.1

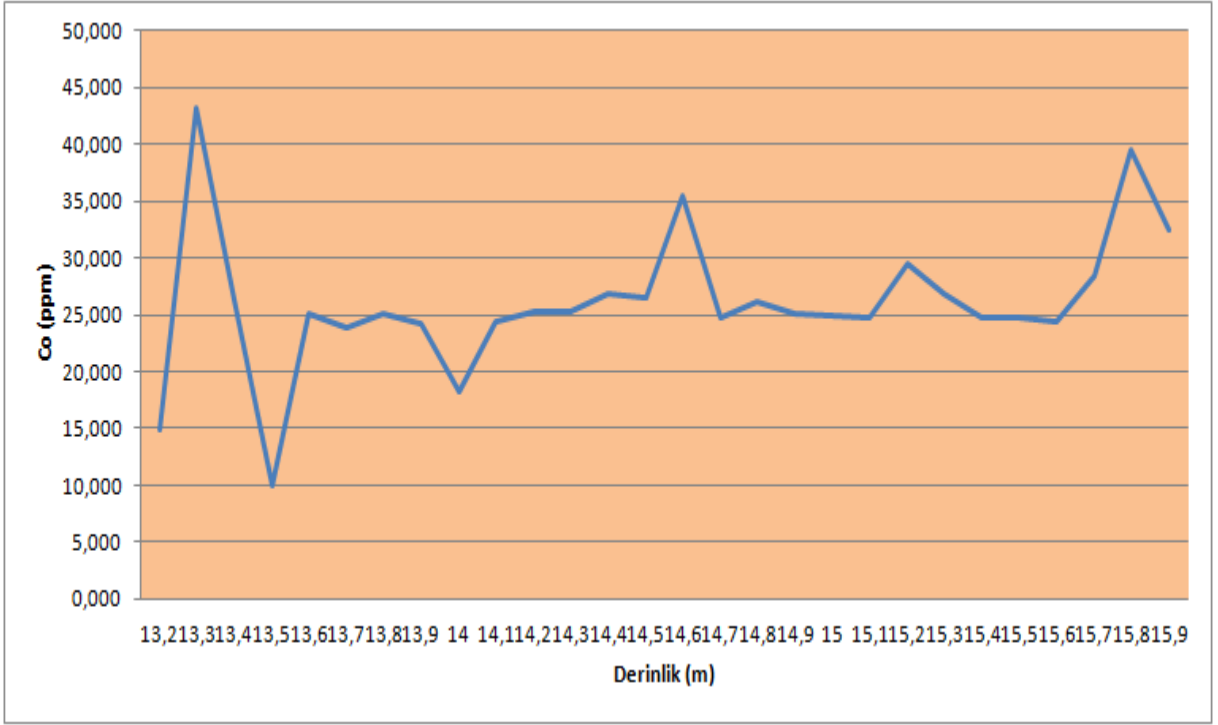


Şekil 5.18: Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Co, Pb, As, Cr, Cu, Zn, Mn, Ni, Hg ve Cd -Derinlik Değişim Grafiği

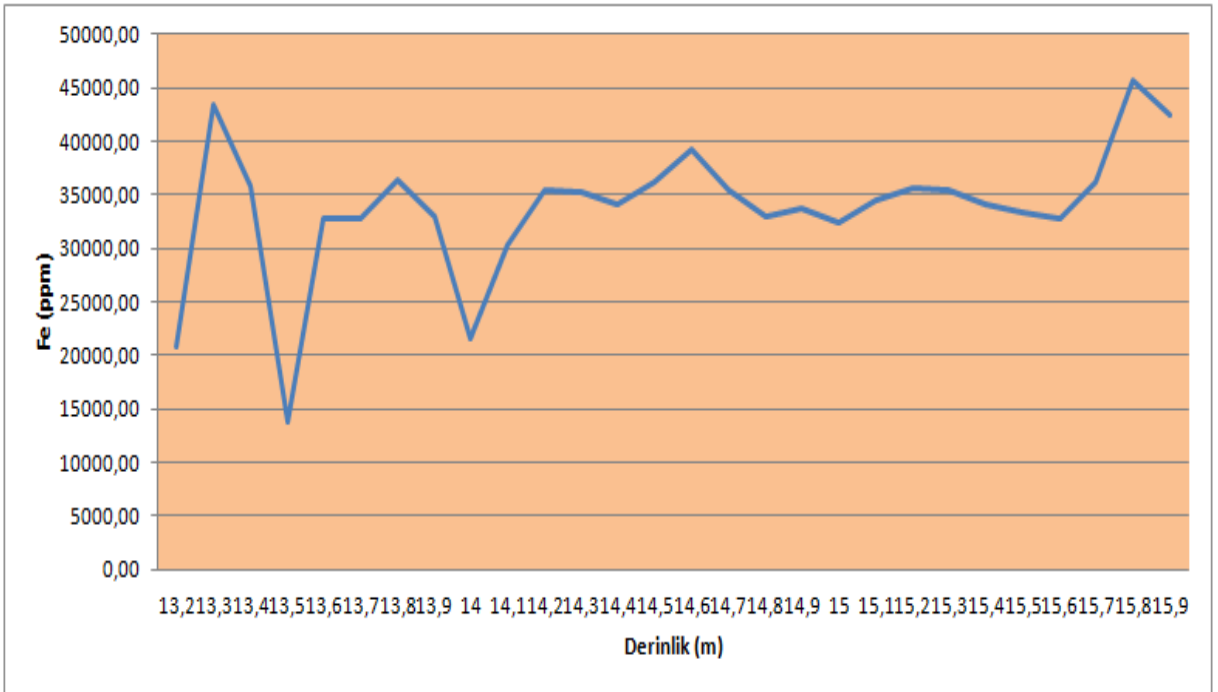


Şekil 5.19: Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Fe, Al - Derinlik Değişim Grafiği

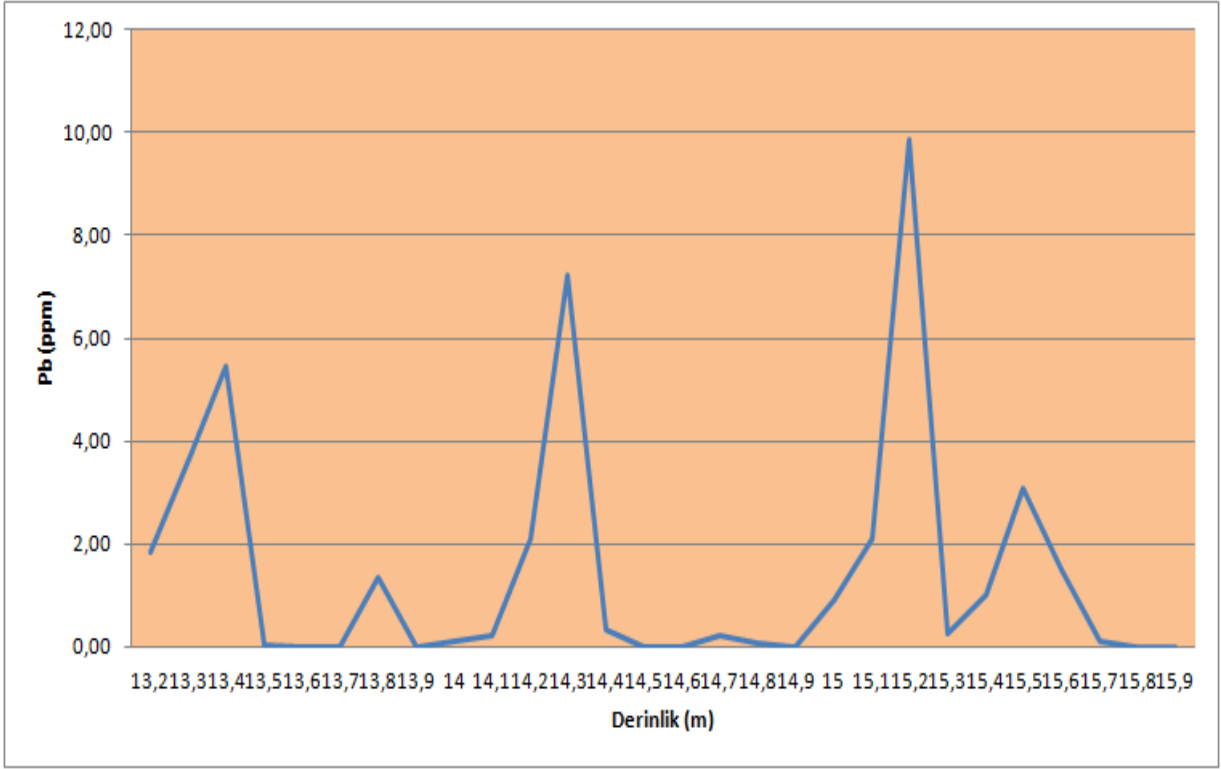




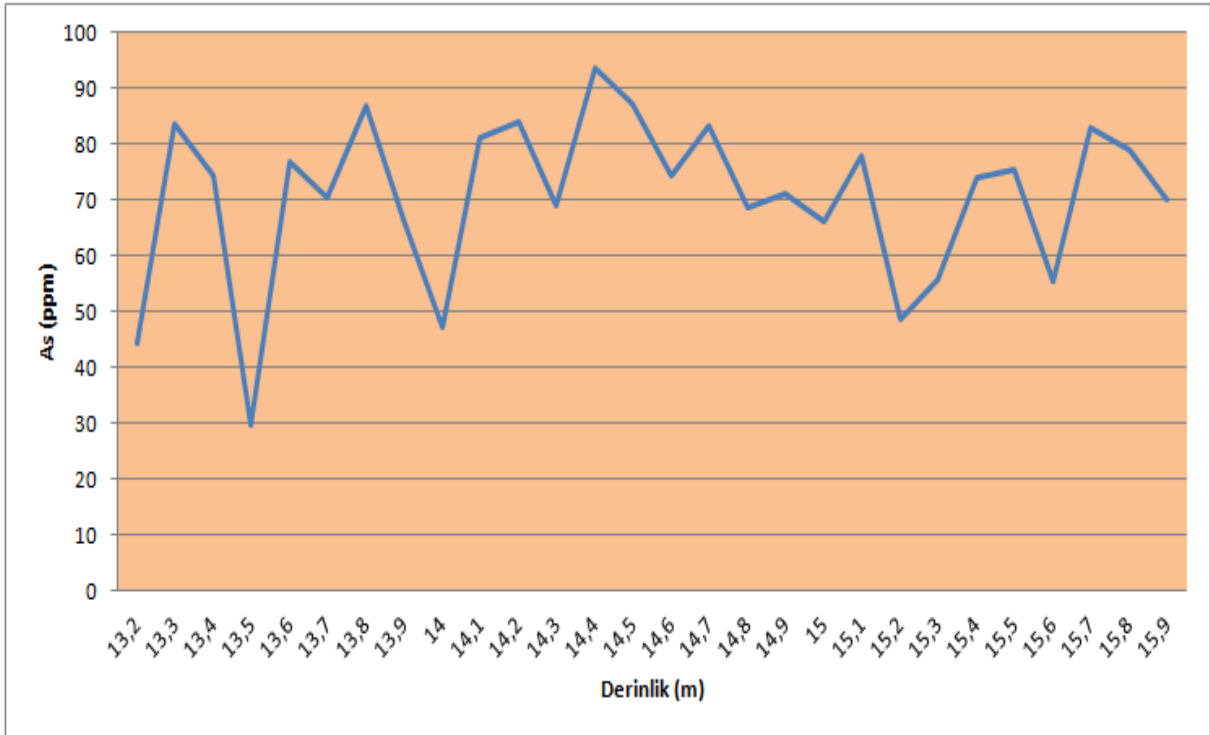
**Şekil 5.20:** Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Fe -Derinlik Değişim Grafiği



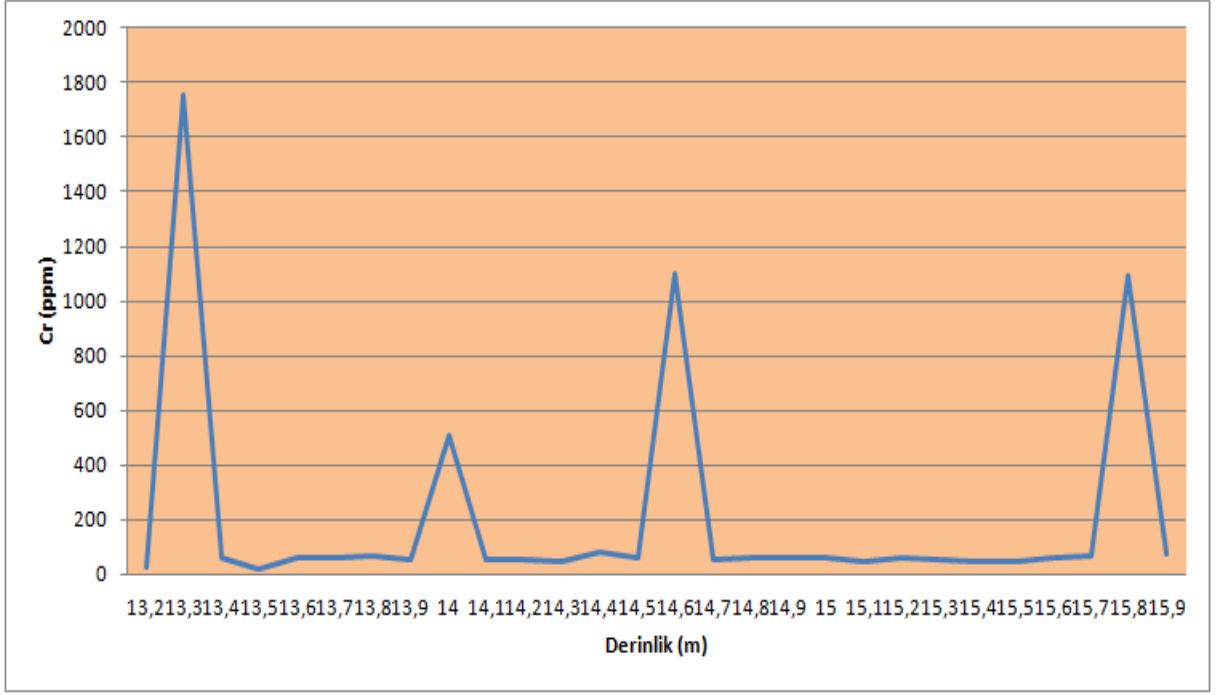
**Şekil 5.21:** Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Fe-Derinlik Değişim Grafiği



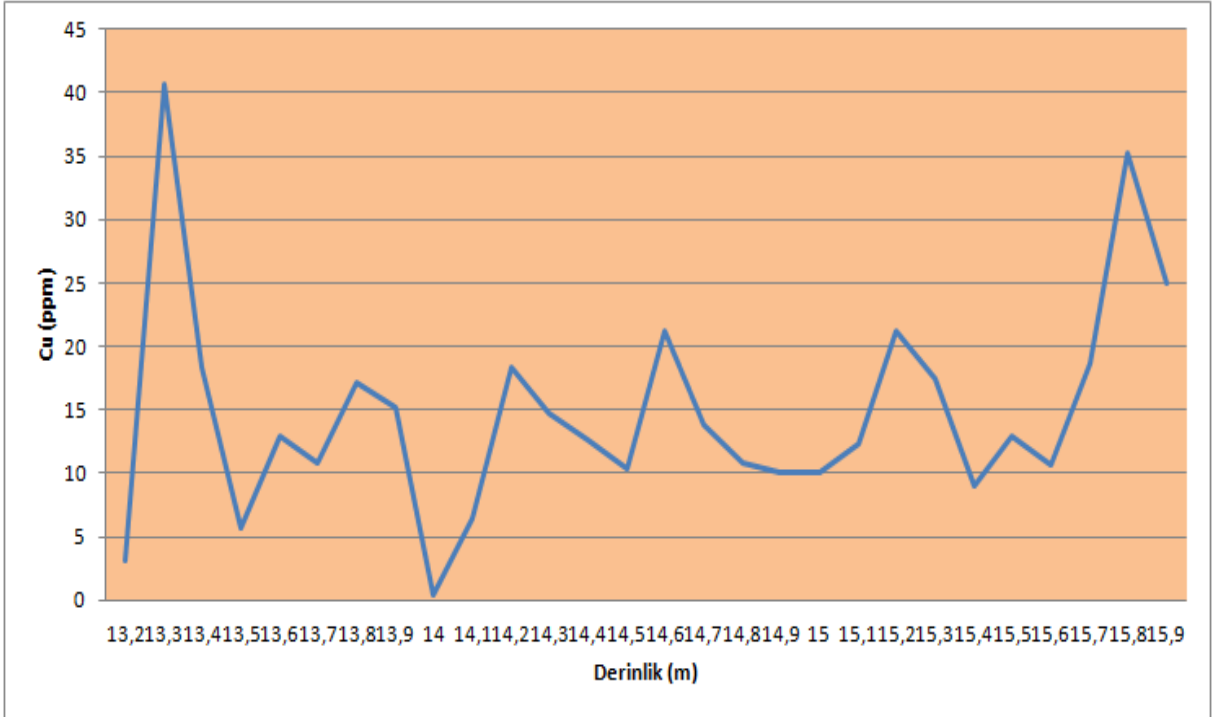
**Şekil 5.22:** Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Pb -Derinlik Değişim Grafiği



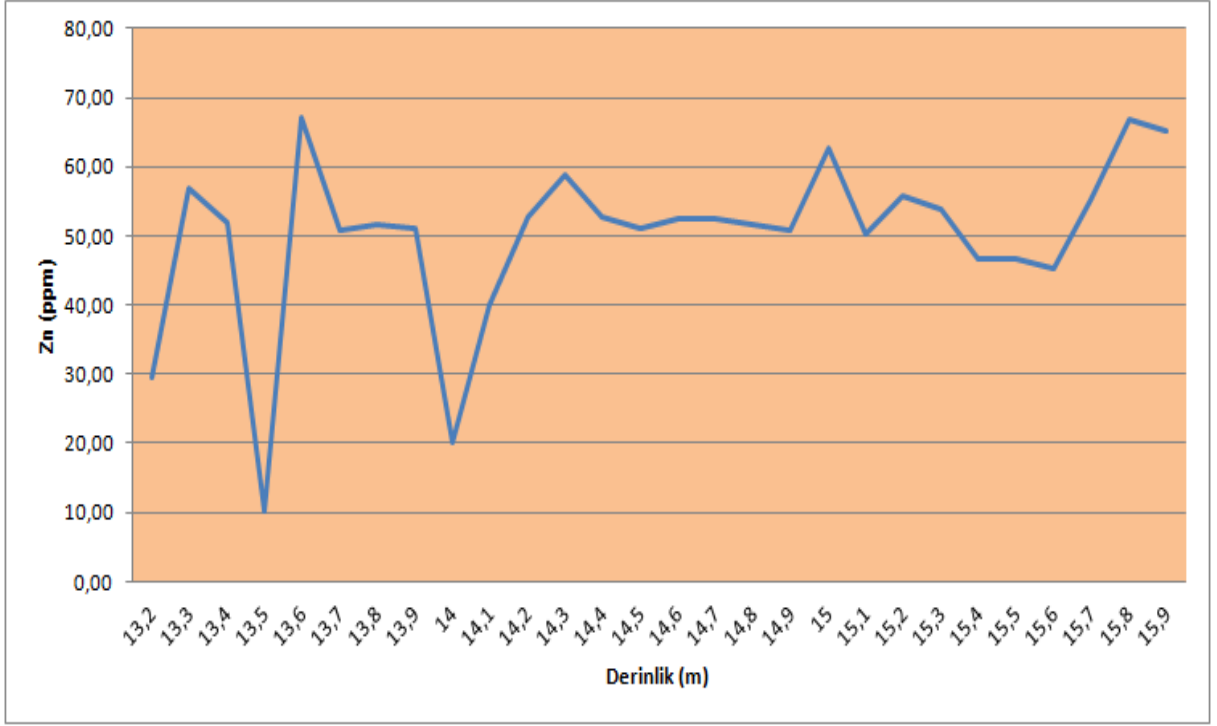
**Şekil 5.23:** Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren As -Derinlik Değişim Grafiği



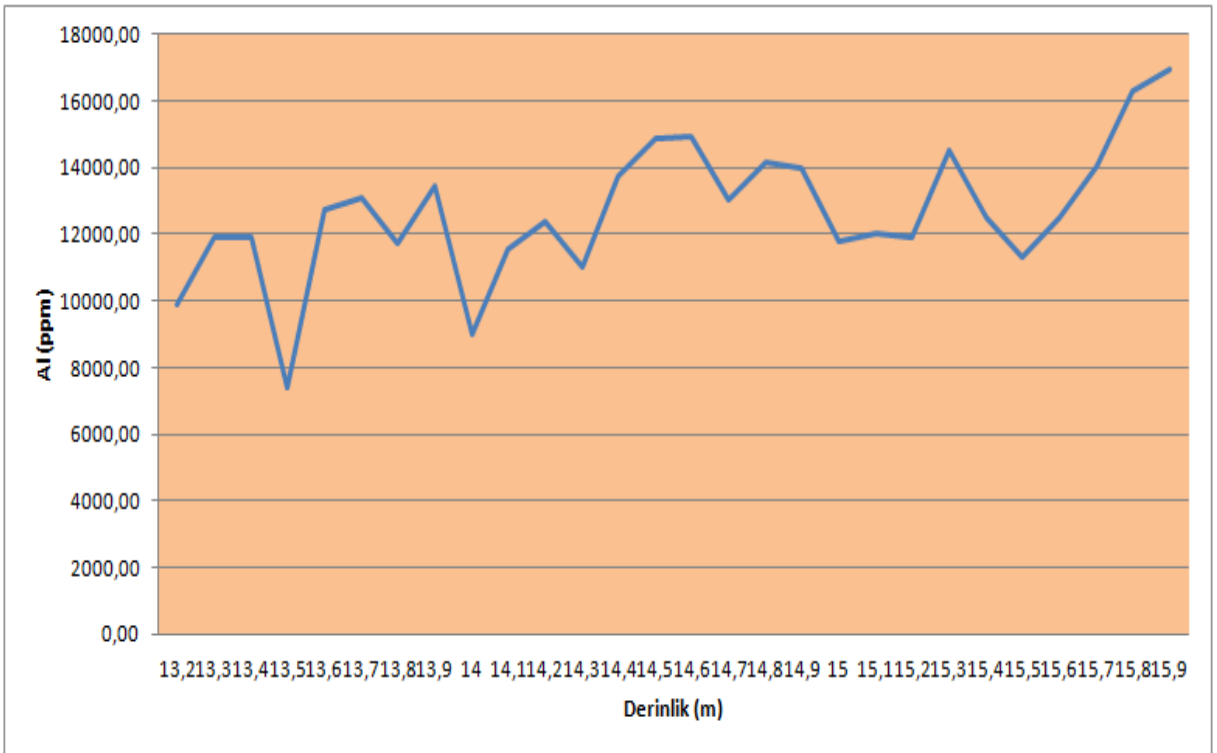
**Şekil 5.24:** Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Cr -Derinlik Değişim Grafiği



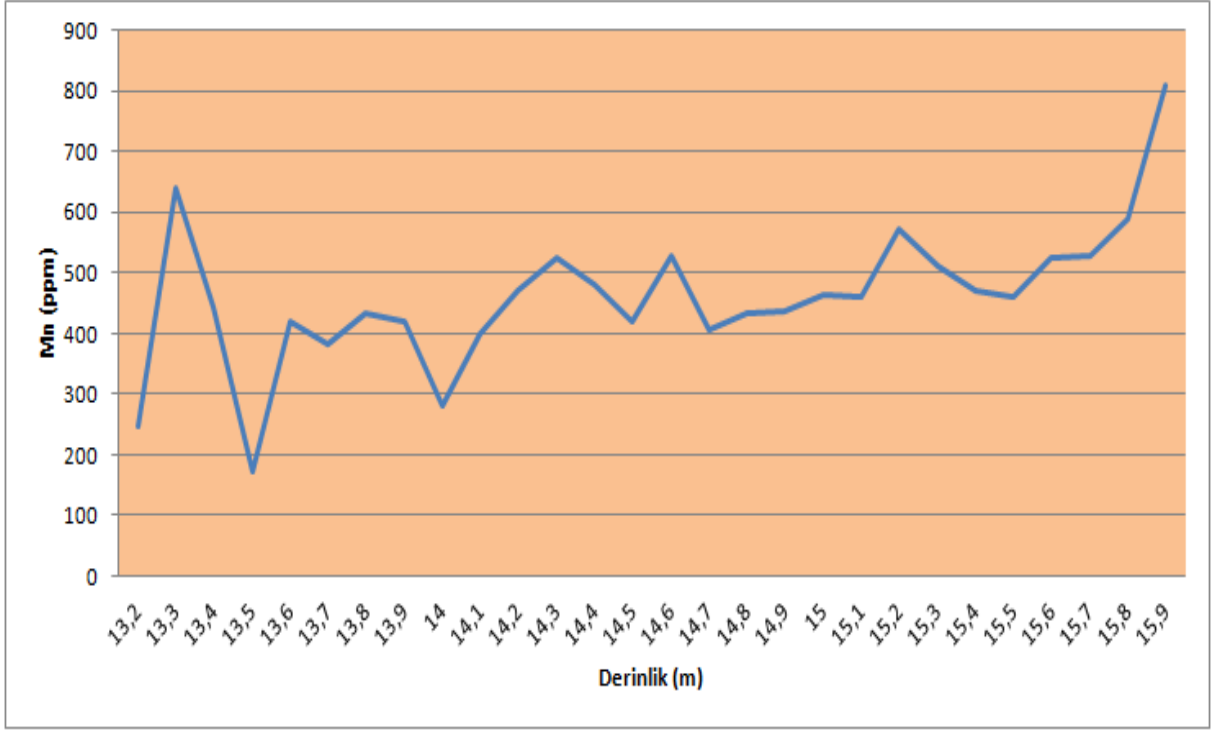
**Şekil 5.25:** Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Cu -Derinlik Değişim Grafiği



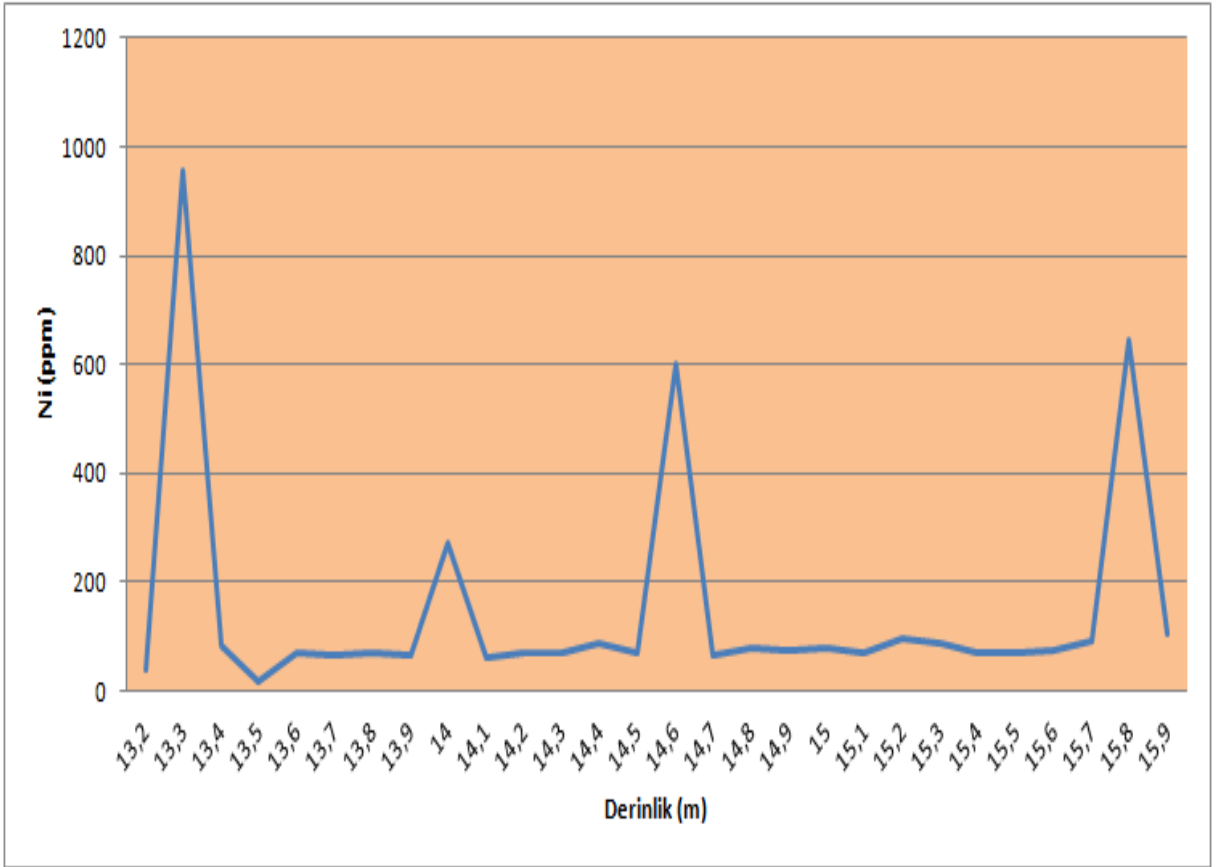
**Şekil 5.26:** Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Zn -Derinlik Değişim Grafiği



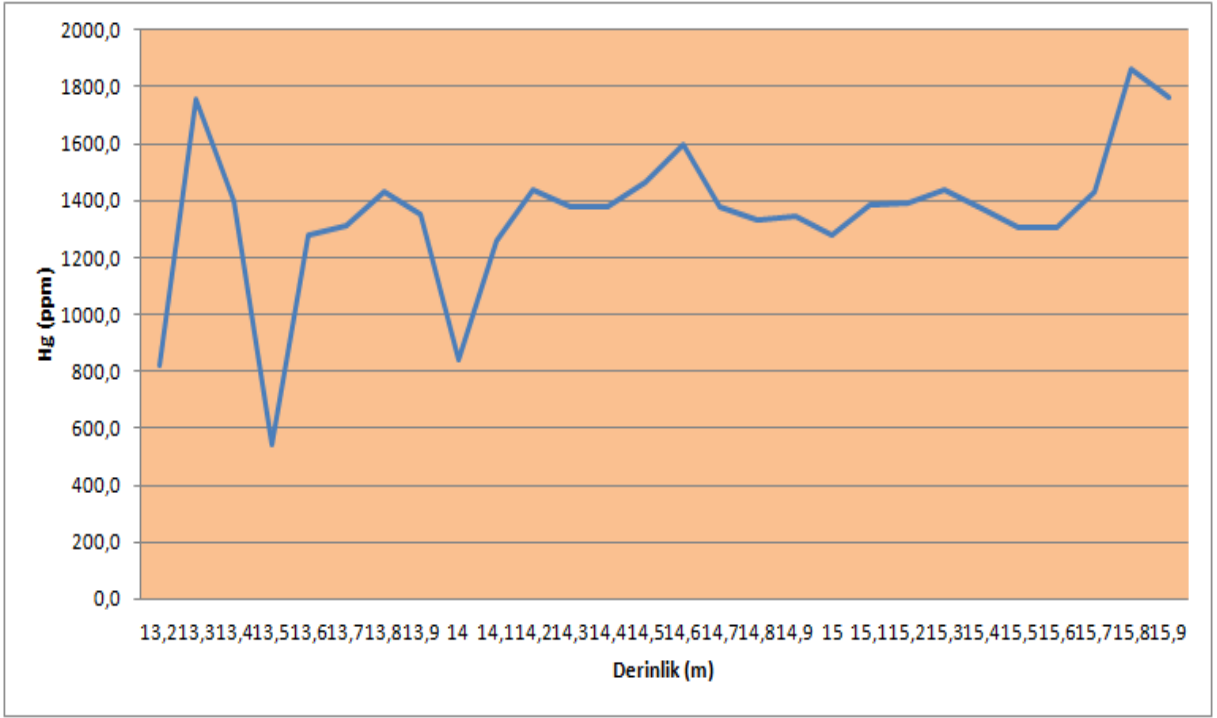
**Şekil 5.27:** Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Al -Derinlik Değişim Grafiği



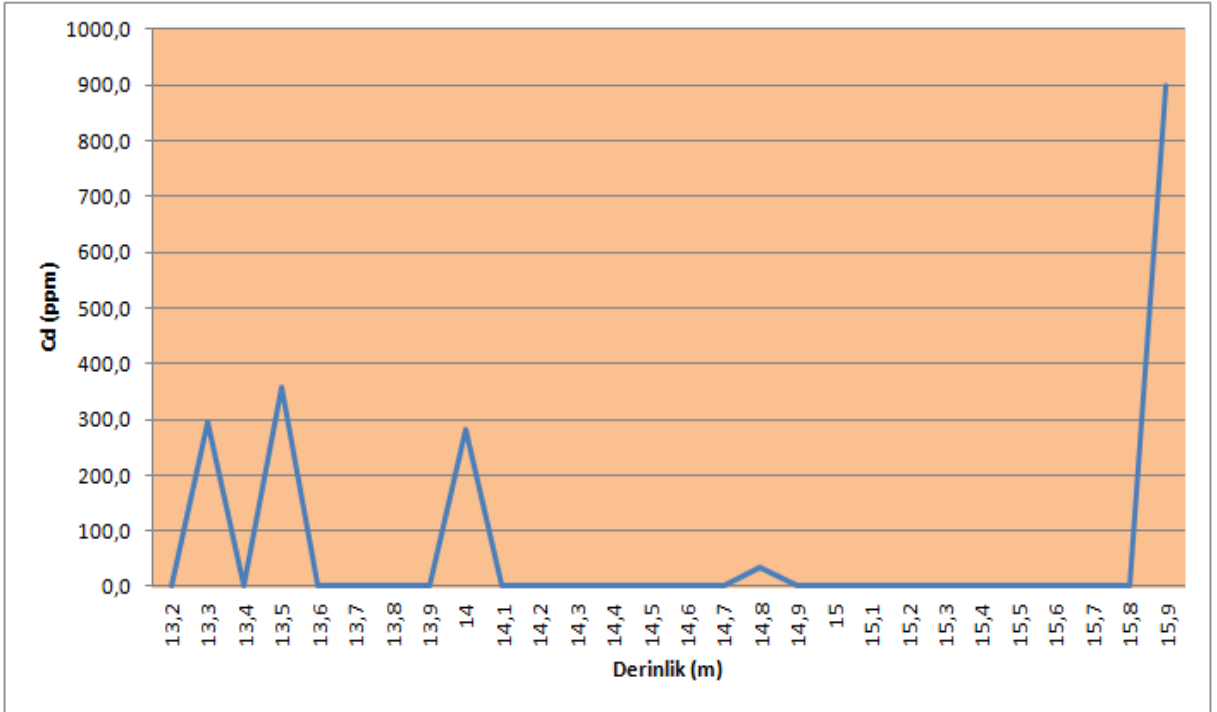
**Şekil 5.28:** Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Mn -Derinlik Değişim Grafiği



**Şekil 5.29:** Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Ni -Derinlik Değişim Grafiği



**Şekil 5.30:** Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Hg -Derinlik Değişim Grafiği



**Şekil 5.31:** Güre (Balıkesir) Deniz Sedimanlarının Deniz Tabanından İtibaren Cd -Derinlik Değişim Grafiği

Gürede numunenin alındığı sondaj noktasında 12,5 m deniz suyu derinliği ve 70 cm su içeriği çok yüksek balçık bulunmaktadır. Bu düzeyin altında 13,20 m ile 15,80 m arasında karot numuneler alınmıştır. 13,20 m ile 15,80 m derinliklerinde elde edilen numunelerin ağır metal analizleri Namık Kemal Üniversitesi Temel Bilimler Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Bu analizlere göre bu bölgede yüzeyden derinlere doğru Fe ve Al de çok büyük bir değişim gözlenmemektedir.

Al: ilk düzeylerde (13,20-14,00 m) 10000 ppm, derinlerde 12000 ppm

Fe: İlk düzeylerde (13,20-14,00 m) 30000 ppm, derinlerde 35000 ppm olarak saptanmıştır.

Fe ve Al dışındaki ağır metaller (Co, Pb, As, Cr, Cu, Zn, Mn, Ni, Hg ve Cd) ilk düzeylerde (13,20 m ile 13,60 m) yüksek daha derinlerde ise düşük olarak elde edilmiştir.

Cd: İlk düzeylerde (13,20-14,20 m) 100 ppm derinlerde 0-10 ppm

Ni: İlk düzeylerde (13,20-13,50 m) 300 ppm ve derinlerde 10-100 ppm

Cu: İlk düzeylerde (13,20-13,50 m) 30 ppm ve derinlerde 10-20 ppm

Cr: İlk düzeylerde (13,20-13,50 m) 600 ppm ve derinlerde 30-300 ppm

Co: İlk düzeylerde (13,20-13,50 m) 30 ppm ve derinlerde 25 ppm

Diğer diğer metaller derinlikle değişimi çok fazla gözlenmemiştir. Bu ağır metallerin ilk düzeylerde fazla olması güre gölgesinde güncel dönemde sanayinin, kentsel yerleşmenin ve termal tesislerin son zamanlarda yaygınlaşmasına bağlıdır.

## 6. FORAMİNİFER SİSTEMATİĞİ VE ÇALIŞMALAR SONUCUNDA ELDE EDİLEN FORAMİNİFERLER

Çalışma konusunu oluşturan Güre (Edremit/Balıkesir) ve Küçükkuşu (Ayvacık/Çanakkale) bölgesinde elde edilen foraminiferlerin paleontolojik özelliklerinin (Sistemik Sınıflama ve Tanımlamaları) belirlenmesidir. Bu nedenle çalışma konusunu oluşturan güncel foraminiferlerin sistemik sınıflaması verilmiş ve çalışmada elde edilen foraminiferler değerlendirilmiştir.

Çevre kirliliğinin belirlenmesinde biyoindikatör olarak organizmaların kullanılması son yıllarda oldukça artmıştır. Güncel foramlar deniz kirliliğini belirlemede birer laboratuvar ortamı oluşturmaktadır. Kirliliğin söz konusu olduğu ortamlarda bulunan canlı organizmalar, ekosistemin bozulmasına çeşitli tepkiler verirler. Tepkilerden en belirgin olanları, dağılım özellikleri olarak adlandırılan tür çeşitliliği, tür zenginliği, bolluk ve benzerlik değerleridir. Kirlenme, bir grup organizmanın ortamı terk etmesi veya yok olmasına neden olabilese de, diğer bazı organizmalar direnerek ortamdaki varlıklarını sürdürebilirler. Bu duruma karşı kirlilikten belli ölçüde etkilenmeleri kaçınılmazdır. Bu etkilenme genelde olumsuz yönde olurken, bazı türler için olumlu olabilir. Ekolojik toleransı geniş olan dayanıklı ve fırsatçı türler, kendilerine avantaj sağlayan kirlenme tiplerinin habercisidirler.

Kirliliğin etkisi özellikle dipte yaşayan ve kötü ortam şartlarından kaçma yeteneği sınırlı olan ve hiç olmayan organizmalarda belirgin bir biçimde görülmektedir. Kirliliğin belirlenmesinde bentik canlıların kullanılması oldukça eski yıllara dayanmaktadır. Bir ortamdaki kirlilik derecesinin belirlenmesi, gerek çevrede gerekse o çevrede bulunan organizmalardaki zararlı kimyasal maddelerin miktarını bulma yoluyla olmaktadır. Bu amaçla, sulardaki ve sedimentlerdeki kimyasal madde miktarları saptanarak suyun veya sedimentin kalitesi hakkında bilgi edinilir. Fakat bu ortamlardaki kimyasal madde miktarları tek başlarına bir şey ifade etmezler. O ortamda bulunan akuatik organizmalardaki kimyasal madde miktarları da önem içermektedir. Biyoindikatör olarak kullanılan organizmaların büyük bir çoğunluğunu dibe bağlı yaşayan ya da çok yavaş hareket edebilen bentik canlılar oluşturmaktadır. Deniz ekosisteminde yaşayan bentik omurgasız organizmalar denizlerdeki besin zincirinin fitoplanktonik ve zooplanktonik organizmalardan sonraki üçüncü halkasını oluşturmaktadır. Bir ortamdaki kirliliğin kaynağı ne olursa olsun en büyük etki bentik organizmalar üzerine olur. Zira bu organizmalar büyük çoğunlukla yaşadıkları ortamı terk etmezler. Belirli bir bölgede yaşayan bentik grubu canlıları sediment içinde gömülü yaşadıkları gibi sediment üzerinde de yaşamaktadırlar. Gerek bu ortamdan beslenmeleri



gerekse yaşamaları nedeniyle kirliliğe yoğun bir şekilde maruz kalırlar. Yavaş hareket etmeleri sebebiyle ortamdaki uzaklaşmaları yavaş olmakta ya da çoğu sesil türler gibi ortamda sabit kaldıklarından kirliliğin etkisiyle ölümler görülebilmektedir. Bu nedenle bentik organizmalarla kirliliğin etkisini konu alan çalışmalar oldukça yoğundur. Çalışmalar sonucunda bazı bentik organizmaların kirlilik belirteci olarak kullanılabilmesi ortaya konulmuştur (Sumae-Başçınar 2009) .

Foraminiferler ortamsal koşullardaki her türlü salınımdan etkilenmeleri ve hızlı evrimleşmiş olmaları nedeniyle; paleortama ilişkin pek çok değerli veri sağlarlar. Güncel foraminiferler de benzer şekilde, yaşama ortamları hakkında önemli bilgiler sağlar. Foraminiferlerin önemli bir grup olmaları aşağıdaki nedenlere bağlıdır;

1. Hemen hemen bütün denizel tortulların içinde çok bol olarak bulunurlar.
2. Hayvanlar aleminin % 2.5 kadar bir bölümü ve bilinen protozoaların yarısından fazlası foraminiferlerden oluşur.
3. Çoğu denizeldir. Yalnızca bazı türleri acı sularda ve Allogromiidae'nin kavkısız üyeleri de tatlı sularda yaşar. Bu durum, olağan koşullarda foraminiferlerin denizel ortamları simgelediği anlamına gelir.
4. Foraminiferlerin üreme döngüleri çok kısadır. Birçok tür ancak belli bir ekolojik görevi (niş) içindeki, belli ortamsal koşullar altında yaşayabilir.
5. Foraminifer türlerinin dağılımı, deniz tabanının torul bileşimi, deniz suyu sıcaklığı, tuzluluk vb. parametrelere bağlıdır. Bu parametrelerdeki hafif değişimler bile foraminiferleri etkiler ve foraminiferler ekosistemdeki en küçük salınımları yansıtır. Bu nedenle, foraminiferler eski ortamlara ilişkin ortamsal koşulların yorumlanmasında büyük önem taşır ve ilişkin verileri sağlarlar.
6. Foraminiferler kullanılarak biyozonlar kurulabilir ve bu zonlar başka yerlerdeki topluluklarla karşılaştırılabilir ve deneştirilebilir.
7. Güncel ortamlarda bilinen ve halen yaşayan türler, ortamın sıcaklığı, derinliği, tuzluluğu, kirliliği vb. çok çeşitli konularda bilgi sağlarlar.
8. Yaşlı oluşuklarda; tür çeşitliliği, bentik/planktonik foraminifer oranı, kavkı tiplerinin birbirine oranı ve kavkı morfolojisi gibi çeşitli parametreler ortam hakkında bilgi verir (Aydın 2000) .

Foraminiferlerin biyoindikatör olarak kullanılabilirliğinin önemi bilindiği için, bu çalışmada foraminiferler seçilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda foraminiferlerin ortamda biriken ağır metallere morfolojik olarak etkilendikleri belirlenmiştir.

## 6.1. Foraminiferlerin Sistematik Sınıflaması

Filum	: PROTOZOA
Subfilum	: SARCODINA Schmarda, 1871
Sınıf	: Rhizopodea Von Siebold, 1845
Takım	: FORAMINIFERIDA EICHWALD, 1830
Üstfamilya	: MILIOLACEA Ehrenberg, 1839
Familya	: MILIOLIDAE Ehrenberg, 1839
Altfamilya	: QUINQUELOCULININAE Cushman, 1917 Pyrgoella Cushman ve E. M. White, 1936 Pyrgo Defrance, 1824 (Jurasik - Güncel) Sigmoilina Schlumberger, 1887 (Orta Eosen - Güncel) Triloculina d'Orbigny, 1826 (jurasik - Güncel)
Üstfamilya	: ROTALIACEA Ehrenberg, 1839
Familya	: ROTALIIDAE Ehrenberg, 1839
Altfamilya	: ROTALIINAE Ehrenberg, 1839 Rotalia Lamarck. 1804 (Üst Kretase - Güncel) Ammonia Brünnich, 1772 (Miyosen - Güncel) Asterorotalia Hofker, 1950 (Pleyistosen - Güncel) Dictyoconoides Nuttall, 1925 (Orta Eosen) Dictyokathina Smout, 1954 (Paleosen - Alt Eosen ?) Kathina Smout, 1954 (Paleosen) Lockhartia Davies, 1932 (Paleosen - Orta Eosen) Pararotalia Y. le Calvez, 1949 (Üst Kretase Güncel) Sakesaria Davies, 1937 (Paleosen - Alt Eosen) Smoutina Drooger, 1960 (Üst Kretase - Orta Eosen)

### **6.1.1. Üst Familya: Miliolacea EHRENBERG, 1839**

Kavkı duvarı porselenimsi ve genellikle iç kısım yalancı kitin tabakalıdır. Ayrıca, dışta arazi olarak gelen malzeme bulunabilir. İlk loca, spiral geçişli ve planspiral olarak sarılmış eya belirli düzlemlerde sıralanmış birçok loca tarafından izlenir. Ağız açıklığı uçtadır, tek sayıda, kalbur veya değişken şekillerde olabilir.

#### **6.1.1.1. Familya: Miliolidae EHRENBERG, 1839**

Kavkı serbest ve bölmeli olup, tipik şekilde boyuna eksene göre farklı düzlemlerde, bir tura iki loca gelecek şekilde sıralanmış localardan oluşmuştur. Daha sonra bir düzlemde gelişebilir, involut olabilir ve locacıklara bölünebilir. Bunlar, kalker kavkılı bentonik organizmalardır. Ayrıntıda kavkı duvarı, altta kitinli bir iç tabaka ve bunu örten deliksiz bir kalker tabakadan oluşmuştur. En dışta da bir arenase tabaka bulunabilir. Keza ortam şartlarına göre bu farklı tabakalardan biri diğerine nazaran üstünlük gösterebilir. Örneğin, soğuk sularda kitin, sıcak sularda ise kalker fazla gelişir. Ağız uçtadır; basit, spatül şekilli çatal (bifit) dişli ve kalbur ağız şeklindedir. Bunlar çeşitli denizel ortamlarda bulunabilirler. Bu özelliklerinden dolayı tortul kayaçlar içinde çok yaygındırlar ve Miliolidae'li kireçtaşlarını oluştururlar. Çok az türü kat ayrımı için karakteristiktir.

##### **6.1.1.1.1. Altfamilya: Quinqueloculininae CUSHMAN, 1917**

Duvar basit, ağız bifit dişli veya bunun değişik şekilleri halindedir.

#### **Pyrgoella CUSHMAN ve E. M. WHITE, 1936**

Kavkı serbest ve yarı yuvarlak olup, localar Pyrgo'da olduğu gibi birbirini örter şekilde bilokülin düzenlenmiştir. Duvar kalkerli, deliksiz ve porselenimsidir. Ağız, genç fertlerde büyük ve üç dişli ise de, olgun fertlerde < V > şeklinde bir açıklıktan ibarettir. Bu da her iki uçta orjinal dişlere bağlanacak şekilde iki uzun yarığa ayrılabilir. Ayrıca, dalgalı, düz veya zikzak şeklinde bir veya daha fazla sayıda açıklıklar da bulunabilir. Bu cins Pyrgo'ya benzerlik gösterirse de ağız şekli ie ondan kolayca ayırtlanır.

#### **Pyrgo (Biloculina) DEFRANCE, 1824**

Kavkı şişkini disk veya oval şekilde olup, serbesttir. İlk loca 1.5 tur uzunlukta olan localar tarafından izlenir. Mikrosferik fertlerde ilk localar kenkölakülin şekilde sıralanmış ise de, daha sonrakiler trilokülin ve bilokülin sıralanma gösterirler. Makrosferik fertler tüm gelişim boyunca biokülin sıralanmaya sahiptirler. Bunlar birbirini izleyen ve yine birbirine karşıt disk veya yarı küresel şekilli localardır. Duvar kalkerli, porselenimsi ve deliksizdir.

Ağız belirgindir ve son iki locanın birleştiği yerdedir. Yaygın olarak bifit dişli yuvarlak veya uzun şekillidir.

#### **Sigmoidına SCHLUMBERGER, 1887**

Kavkı serbest olup, dış görünüşü ile ovaldir. Mikrosferik tiplerde ilk localar birbirine karışttır. Daha sonra locaların eklenme düzlemi bir sigmoid eğri oluşturacak şekilde gelişir. Birbirini izleyen localar başlangıçta 120 o'lik açıklıktaki düzlemler üzerine yerleşmiştir. fakat, olgun evrede bu açı yavaş yavaş 180 o 'ye kadar değişir ve genişler. Duvar kalın, kalkerli ve porselenimsidir. Aız uçta yuvarlak ve bifit dişlidir. Pyrgo'dan psödokenkölakülin evreden, locaların birbirine göre 180 o ile eklendiği evreye çok yavaş değişmesi ve böylelikle değişen sarılma düzleminin bir sigmoid eğri oluşturması nedeniyle ayırtlanır.

#### **Trilocolına D'ORBIGNY, 1826**

Kavkı serbesttir ve 1.5 tur uzunlukta localara sahiptir. Mikrosferik tiplerde ilk localar kenkölakülin tip sıralanma gösterir. Daha sonrakiler 120 0'lik açı eklenirler. Dıştan sadece üç loca görülebilir. Duvar kalkerli, porselenimsi, deliksiz ve nadiren yüzeysel aglutinant tabakalıdır. ağız kavkının ucunda ve tipik olarak bifit dişlidir.

### **6.1.2. Üst Familya: Rotalacea EHRENBERG, 1839**

Kavkılar kanaliküleyt ve ikincil olarak gelişmiş ışınsal laminalı kalsitten yapılmış çift duvarlı bölmelere sahiptir. İlk ağız açıklığı ve geniş delikler bulunmaz. Delikler ağız etrafında veya herhangi bir yerdedir. Ayrıca, iç kenarda, localar arasında ve bölmelerin temelinde bulunan deliklere sahip olabilir. Üst Kretase - Güncel.

#### **6.1.2.1 Familya: Rotalıdae EHRENBERG, 1839**

Kavkı ışınsal kanallı ve yarıklı olup, baştan başa trokospiral sarılmıştır. Ayrıca interseptal ve subsütural kanalları içerir. Üst Kretase - Güncel.

##### **6.1.2.1.1. Altfamilya: Rotalınae EHRENBERG, 1839**

Kavkı trokospiral sarılmıştır. Deliklerin dışındaki bütün dış açıklıklar ombilikal tarafta yerleşmiştir. Işınsal kanallı veya yarıklı ve ombilikal boşlukludur. Fakat, genellikle interseptal ve subsütural kanallar bulunur. Üst Kretase - Güncel.

### **Rotalia LAMARCK, 1804**

Kavkı serbest ve trokospiral sarımlıdır. Şekli merceksiden planokonvekse kadar değişir ve çapı 1-4 mm olabilir. Spiral tarafta bütün turlar izlenmektedir ve sarılma yönü düzensizdir. Localar basittir ve bir tura 8-17 loca gelecek şekilde dizilirler. Bölmeler esas olarak çifttir ve loca tabanının yukarıya doğru kıvrılmasıyla şekillenmiştir. Kabaca delikli olan duvar kalkerlidir ve ışınsal kalsit liflerinden yapılmıştır. Kavkının spiral tarafı düzdür, ombilikal tarafta ise çatallanan yarıklar nedeniyle sayısız tüberkül ve pliyelere ayrılmış bir plak bulunmaktadır. Bunlar kavkının merkezi bölümünde çok sıktır ve pliyeler Dictyoconoides ile Lockhartia 'da görüldüğü gibi bir turdan diğerine devamlı değildir. Bu pliyeler, çok sık olan yarıklar ve merkezi bir kütle oluşturacak şekilde yanal olarak birbirlerine kaynayabilmelerine rağmen, her tur ile sınırlıdırlar. Ombilikal kanal kortikal loca sırasının altındadır. Bu loca sırası, locaların iç kenarındaki yarık şeklindeki ombilikal ağız açıklıklarından dağıtıcı kanalları alır. Keza bazı türlerde delik veya kanallar bölmelerin içinde de mevcuttur. Üst Kretase (Senomaniyen)-Güncel.

### **Ammonia BRÜNNICH, 1772**

Kavkı serbest, bikonveks, 3 - 4 turlu ve alçak trokospiral sarımlıdır. Süturlar hafifçe yassı, kalınlaşmış ve ombilikal tarafta basıktır. Bölme birincil olarak çifttir. Duvar kalkerli, ince delikli ve yapıcı ışınsaldır. Ombilikal yüzey süturlu ve bütün ombilikal bölge boyunca düzensiz granüllüdür. Ombilikal plakalar ilk locaya ve içeriye doğru uzanırlar. Ombilikal kanal ise yoktur. Ağız açıklığı iç kenardadır.

### **Asterorotalia HOFKER, 1950**

Kavkı serbest, trokospiral sarımlı, bikonveks, ilk turdan başlamak üzere devamlı ve kavkıdan ışınsal şekilde çıkan belirgin üç ince dikene sahiptir. Kenar karelidir. Bölme, ombilikal taraftaki süturların içinde ve süturlar boyunca yarık veya delik serileri şeklinde açılan interseptal geçişlidir. Duvar kalkerli, delikli ve yapıcı ışınsaldır. uzun olan dikenler dış ana locanın lamelleri tarafından oluşturulmuştur. Bunların etrafında interseptal boşluktan dışarı doğru çıkan protoplazma akıntısı vardır. Her diken tüp şeklinde olan ışınsal bir kanal içerir. Spiral tarafın yüzeyi düzensiz olarak yükselmiş tokmak veya topuz şeklinde çıkıntılar ile kaplıdır ve süturludur. Ağız açıklığı hemen hemen ekvatorial durumdadır ve belirgin olarak gelişmiş dudaklıdır. Bu dudaklar sütur bölgesinde kaynaşır ve dudağın dış ucu kenara doğru uzanmıştır. Bunlar önceki locayı ve interseptal yarığı kısmen kaplamaktadır. Loca ve dudak

arasında stural durumda labial açıklık bulunmaktadır. İçinde çok kuvvetli olarak burulmu bir di levhası gözlenir. Ayrıca interkameral foramen Şekil yönünden geniŐe eliptiktir.

#### **Dictyoconoides NUTTAL, 1925**

Kavkı konik Őekildedir ve ilk loca tepede bulunmaktadır. Spiral taraf dikdörtgen Şeklinde olup, yine spiral olarak sıralanmış locaların altında deliksiz ince laminalar gözlenir. Çok sayıdaki spirlerin ombilikal tarafında 0.1-0.15 mm çaplı, tepeden dışarıya doğru uzanan ve kavkı malzemesinden yapılmış ışınsal pliyeler bulunur. Yüzeyde hemen hemen aynı boyutta ve birbirine girift boşluklar görülür. Bu boşluklar yatay bölmeler ile ayrılmıştır. Bölmeler çifttir, orta interseptal ve subsütural kanal sistemlidir. Duvar kalkerli ve ombilikal yüzey granlldr. Bu yüzeydeki boşluklar delikli düzlemler ve destekleyici pliyeler ile ayrılmıştır. Ağız ombilikteki pliyelerin arasındadır ve çok sayıda deliklerden oluşmuştur.

#### **Dictyokathina SMOUT, 1954**

Kavkı trokospiral sarımlıdır ve Kathina'da olduğu gibi kuvvetli, dik, ışınsal kanallar içeren ombilikal kütledir. Fakat, spir Dictyoconus'da grldğu Şekilde çok sayıda turu oluşturmak üzere sarılma düzleminde tekrarlanır bir düzende iftlenir. Duvar kalkerli, ışınsal lifi ince delikli ve laminalıdır. Yaklaşık olarak ilk ağzı temsil eden interkameral foramen görülür.

#### **Kathina SMOUT, 1954**

Kavkı sarımlı trokospiraldir ve locaların basit bir spir Şeklinde sıralanııyla Dictyoconoides'ten ayrıtlanır. Ombilikal taraf çok belirgin dik kanallı bir merkezi plaka içerebilir. Localar basittir, Sakesria ve Lockhartia' da olduğu gibi ilave locacıklar bulunmaz ve ombilikal uzantı da yoktur. Bölmeler çifttir, interseptal ve subsütural kanallıdır. Fakat, bazı stural açıklık veya retral oluşum bulunmaz. Belirgin dik kanallar, ombilikal taraf üzerinde delikler ve yarıklar Şeklinde aımımlardan ibaretir. Duvar çok ince delikli ve ışınsal olarak lifi kalsitten yapılmıştır. Fakat, herhangi bir ss ve pstlden yoksundur. Ağız açıklığı i kenarda yarık Őeklinindedir.

#### **Lockhartia DAVIES, 1932**

Kavkı Şekli konik ile merceksi arasında değişir ve trokospiral sarımlıdır. Localar, geniş bir ombilikal bölge bırakacak Şekilde koninin dış tabakasını oluşturur. Ombilikal laminanın yersel olarak kalınlaşması ve kıvrılması ile ombilikal bölgeyi dolduran ve ombilikal yüzeyde granüller Şeklinde görülen düzensiz payanda ve pliyeleri ortaya

çıkartır. Granüller labirentik olabilir. Duvar kalkerli ve laminalıdır, ışınsal lifi kalsitten yapılmıştır ve kaba deliklidir. Açıklık, iç kenarda yarık şeklindedir. Rotalia bu cinsten, kütleli veya yarıklı ombilikal plakaya sahip olması, locaların altında spiral kanallar ve bu locaları birleştiren diğer kanalların bulunmasıyla ayrılırlar. Dictyoconoides de Lockhartia'ya benzerlik gösterir. Fakat, spire doğru fazla sayıda turlara sahiptir

#### **Pararotalia Y. LE CALVEZ, 1949**

Kavkı serbest ve trokospiral sarımlıdır. Şekli planokonveksten bikonvekse değişir. Ombilik, konumu sırasında kalmış olabilen bir plağa sahiptir. Localar aynı düzeyde, yuvarlak veya ovoid şeklindedir. Düzgün olarak yuvarlak bir kenara sahiptir veya locaların üzerinde küt periferal bir diken vardır. Her loca bölgesi, kısmen ombilikal kanat tarafından kaplanmıştır. Duvar ışınsal kalkerli ve deliklidir. Rotaliid yapı gösterir, yüzey pürüzsüzdür, çok değişik şekilde büyük dikenler veya ince olarak serpilmiş diken ve tomurcuklar ile süslüdür. Ağız dudaklıdır ve ombilikal tarafta, iç kenarda, ombilikal veya ombilikal dışındadır. Ayrıca ombiliğe yakın bir diş levhası bulunur. Localar arasında bulunan açıklıklar dar, uzamış ve virgül şeklindedir.

#### **Sakesaria DAVIES, 1937**

Kavkı yapı olarak Lockhartia'ya benzerlik gösterir. Fakat, uzamış sarılma eksenine sahip olması, çok sayıda tur içermesi ve ombilikal bölgenin basık değil konveks oluşu ile ayrılır. Duvar kalkerli ve kaba deliklidir. Yüzeyi genel olarak kotlu, yüksek süturlar, püstüller ve çubuklar ile süslüdür.

#### **Smoutina DROOGER, 1960**

Kavkı trokospiral sarımlı ve bikonvekstir. Spiral tarafta basit spir izlenir. Diğer tarafta ise kavkı çapının hemen hemen yarısını kaplayan merkezi bir ombilikal dolgu bulunmaktadır. Localar ombilikal uçlarda bulunan spiral kanallar ile ilişkilidir. Bölmeler çift ve ombilikal tarafta yarıklıdır. Bu yarıklar ombilikal kütlede bulunan dallanmış spiral kanal sistemini birleştirir. Ombilikal kütle yüzeyinde delikler şeklinde düşey kanal açıklıkları görülür. Çok ince delikli olan kavkı duvarı lamellidir ve ışınsal kalsitten yapılmıştır. Son locanın ağız açıklığı belirlenmemiştir. Localar arası açıklıklar ise uzundur. Smoutina, ombilikal tarafının daha az yarıklı olması nedeniyle Rotalia'dan ve spiral kanal sisteminin varlığı ile de Kathina'dan ayrılır (Meriç 1983).

## 6.2. Küçükuyu (Ayvacık/Çanak kale) ve Güre (Edremit/Balıkesir) Bölgelerinde elde edilen Foraminiferler

### 6.2.1. Küçükuyu (Çanak kale) Bölgesi Foraminiferleri

Çizelge 6. 1: Küçükuyu Foraminiferi

KÜÇÜKKUYU SONDAJ DERİNLİKLERİ	Mitilina subrotunda	Quinqueloculina seminula	Ammonia compacta	Elphidium crispum	Coccospira hemprichii	Elphidium aculeatum	Elphidium complanatum	Cycloforina Villafrance	Adelosina cliarensis	Quinqueloculina polygona	Triloculina marioni	Spiroloculina angulosa	Massilina secans	Adelosina mediteranensis	Textularia sp.	Vertebrulina striata	Pseudotriloculina oblonga	Planorbulina mediteranensis	Ammonia tepida	Adelosina partschi
10.20-10.30		4	3	7			6			2	4	1		1						
10.30-10.40				1			1		2				2	1	3					
10.40-10.50		1		2			6									1				
10.50-10.60	3	10		6			8		7	5	7	1	4	2		3				
12.50-12.60				2			1				4					2				
12.60-12.70		4	1	2			2				6		2							
12.70-12.80							1		5		6		2							
12.80-12.90		2		1		1	3			3	3					2				
13.00-13.10	2	5	10	2	5	1	2		4		10	1	4							
13.10-13.20		3	4	4	2		2		2		3		4							
13.20-13.30		4	5	2			2				5		2							
13.30-13.40	2	2	8	4	4						10	1	6							
13.40-13.50	1	4	6	2	1		1			1	8		2					1		
13.50-13.60				3	2		4				4		5							
13.60-13.70		4	1								2		3							
13.70-13.80		2		2					3											
13.80-13.90		1		1					1				1							
13.90-14.00		1		3							3									
14.00-14.10									1	1	3		1							
14.10-14.20		4	1	3	2			1		1	2		2							
14.20-14.30	2	1	1							1	3									
14.30-14.40			1																	
14.40-14.50		1		1																
14.50-14.60										2										
14.60-14.70		3	5	2	1				2		3									



KÜÇÜKKUYU SONDAJ DERİNLİKLERİ	Miliolinella subrotunda	Quinqueloculina seminula	Ammonia compacta	Elphidium crispum	Coscinospira hemprichii	Elphidium aculeatum	Elphidium complanatum	Cycloforina Villafrance	Adelosina cliarensis	Quinqueloculina polygona	Triloculina marioni	Spiroloculina angulosa	Massilina secans	Adelosina mediteranensis	Textularia sp.	Vertebralina striata	Pseudotriloculina oblonga	Planorbulina mediteranensis	Ammonia tepida	Adelosina partschi
14.70-14.80		1	4	4						2			5							
14.80-14.90		4	3						2	1	2		3							
14.90-15.00		1	2	2	1		1		3		4									
15.00-15.10		1		1							2		3							
15.20-15.30		4	9	1	4				3		5	1								
15.30-15.40			1	5	3					1			3							
15.40-15.50		5	2	2	7			3	4	2	7		2							
15.50-15.60		2	2	3									1							
15.60-15.70		3	3	1			1													
15.70-15.80		1	4	1			1				3		2							
15.80-15.90				1																
15.90-16.00			5	1					2		3							2		
16.00-16.10		2	7	4		3	2	2		3	10		3							
16.10-16.20			3	4					2	4	5					1		2		
16.20-16.30	2	5	10	5	3		5		5	4	12		1					6	2	
16.30-16.40			3	4								4		5				3		
16.50-16.60			6	4	3							3		1						
16.60-16.70			5	5	3							4		8	1	1		2		
16.70-16.80				5						1				1						
16.80-16.90				3							1			2						
16.90-17.00			5									3		2						
17.00-17.10			6		3	1					1			2				1		
17.10-17.20		3	10	5						2	3			1			1			
17.20-17.30		5	10	10	4			1		3	4		8	1						
17.30-17.40		4	15	8	3						6	1	6	1			1			1
17.40-17.50		3	8	13					2		2		4	1						1
17.50-17.60		3	7	10				2	2		5		3				2			

KÜÇÜKKUYU SONDAJ DERİNLİKLERİ	Miliolinella subrotunda	Quinqueloculina seminula	Ammonia compacta	Elphidium crispum	Coscinospira hemprichii	Elphidium aculeatum	Elphidium complanatum	Cycloforina Villafrance	Adelosina cliarensis	Quinqueloculina polygona	Triloculina marioni	Spiroloculina angulosa	Massilina secans	Adelosina mediteranensis	Textularia sp.	Vertabralina striata	Pseudotriloculina oblanga	Planorbulina mediteranensis	Ammonia tepida	Adelosina partschi
17.60-17.70		2	15	4	2			3			5									
17.70-17.80		2	5	8	4			3	4		3		1	1						1
17.80-17.90		4	19	5	4			5			7		1	1			2			
17.90-18.00			4	5						3				1			1			
18.00-18.10				3					2				1							
18.10-18.20		3	2	2							3		2				3			1
18.20-18.30			4	3	1						3									1
18.30-18.40	2		2										1				2			
18.40-18.50		3	13	5						4	4		3							
18.50-18.60			15	5	5		4	1					1	1		2				
1860-18.70		6	15	10			5	7	5	3	7		1							1
18.70-18.80		4	14	13			1	4	3	2			3							
18.80-18.90		4	14	13				3		3	5		3				4			
18.90-19.00		2	5	2						1	2		1				2			
19.00-19.10		3	12	8				3	3				7							1
19.10-19.20			10	2				1	3											

\*2: İncelenen düzeyde bulunan foraminifer fert (tür) sayısı iki adet

Küçükkuyu sondajlarından elde edilen numunelerin garnülometrik analizleri sonucunda çok sayıda foraminifer fosili (*Miliolinella subrotunda*, *Quinqueloculina seminula*, *Ammonia compacta*, *Elphidium crispum*, *Coscinospira hemprichii*, *Elphidium aculeatum*, *Elphidium complanatum*, *Cycloforina Villafrance*, *Adelosina cliarensis*, *Quinqueloculina polygona*, *Triloculina marioni*, *Spiroloculina angulosa*, *Massilina secans*, *Adelosina mediteranensis*, *Textularia sp.*, *Vertabralina striata*, *Pseudotriloculina oblanga*, *Planorbulina mediteranensis*, *Ammonia tepida*) elde edilmiştir.

## 6.2.2. Güre (Balıkesir) Bölgesi Foraminiferleri

Çizelge 6. 2: Güre (Balıkesir) Foraminiferi

GÜRE	SONDAJ DERİNLİKLERİ	<i>Milolinella subrotunda</i>	<i>Quinqueloculina seminula</i>	<i>Ammonia compacta</i>	<i>Elphidium crispum</i>	<i>Coscinospira hemprichii</i>	<i>Elphidium aculeatum</i>	<i>Elphidium complanatum</i>	<i>Cycloforina Villafrance</i>	<i>Adelosina clarensis</i>	<i>Quinqueloculina polygona</i>	<i>Triloculina marioni</i>	<i>Spiroloculina angulosa</i>	<i>Massilina secans</i>	<i>Adelosina mediteranensis</i>	<i>Textularia sp.</i>	<i>Vertabralina striata</i>	<i>Pseudotriloculina oblanga</i>
13.30-13.40	15	1	5															
13.40-13.50	7	7	6	3	1	1												
13.50-13.60	12	5	12	7	1		2											
13.60-13.70		2	4	4	1													
13.70-13.80		6	20	6			4	2	5	3	7							
13.80-13.90		5	10	8			3	1		8	15	1	3					
13.90-14.00		4	20	15						5	12			1	1	3	2	
14.00-14.10			15	12	2		3	1		5	8		3					
14.10-14.20		3	20	15	4		3	1		4	10		2	1				
14.20-14.30		1	16	9				1		1	6		5					
14.30-14.40		7			3			2	6	7	6		1				2	
14.40-14.50			10	7				2	4	5	5						1	
14.50-14.60	3	2	15	5	2		4	2		4	6							
14.60-14.70			7	7	4	1	7		10	5	6	1	2					
14.70-14.80			7	10	3		2		7		7	2	3				1	
14.80-14.90			20	7	3		3		7	5	4		6				2	
14.90-15.00			16	12	3			3	7	2	11		6				1	
15.00-15.10	2	5	15	7	4		4			6	7		2					
15.10-15.20		2	10	4	3		2			8	10		1					2
15.20-15.30	2	3	6	3	1	1					8							
15.30-15.40	1	3	10	4	6						9		2				1	
15.40-15.50	3	2	15	8			4			4	15			1				

GÜRE	SONDAJ DERİNLİKLERİ	<i>Miliolinella subrotunda</i>	<i>Quinqueloculina seminula</i>	<i>Ammonia compacta</i>	<i>Elphidium crispum</i>	<i>Coscinospira hemprichii</i>	<i>Elphidium aculeatum</i>	<i>Elphidium complanatum</i>	<i>Cycloforina Villafrance</i>	<i>Adelosina cliarensis</i>	<i>Quinqueloculina polygona</i>	<i>Triloculina marioni</i>	<i>Spiroloculina angulosa</i>	<i>Massilina secans</i>	<i>Adelosina mediteranensis</i>	<i>Textularia sp.</i>	<i>Vertabralina striata</i>	<i>Pseudotriloculina oblanga</i>
15.50-15.60		10	12	8	5		7			6	15			4				5
15.60-15.70	4	3	10	8	4		2			3	7		1					
15.70-15.80	1	3	8	2	3						7							
15.80-15.90		3	2	3			3				4	1	3					
15.90-16.00	1	2			1		1		1		3		2				1	1

\*2: İncelenen düzeyde bulunan foraminifer fert (tür) sayısı iki adet

Güre sondajlarından elde edilen numunelerin garnülometrik analizleri sonucunda çok sayıda foraminifer fosili (*Miliolinella subrotunda*, *Quinqueloculina seminula*, *Ammonia compacta*, *Elphidium crispum*, *Coscinospira hemprichii*, *Elphidium aculeatum*, *Elphidium complanatum*, *Cycloforina Villafrance*, *Adelosina cliarensis*, *Quinqueloculina polygona*, *Triloculina marioni*, *Spiroloculina angulosa*, *Massilina secans*, *Adelosina mediteranensis*, *Textularia sp.*, *Vertabralina striata*, *Pseudotriloculina oblanga*) elde edilmiştir.

Güre bölgesinde elde edilen foraminiferlerdeki renk değişimi Küçükkuşuda elde edilen foramlara göre daha çok ve belirgindir. Ayrıca foraminifer fert sayısı Güre bölgesinde daha fazla olup, fertlerin boyutları da Küçükkuşu'daki fertlere göre daha büyüktür. Renk değişimlerinin nedeni Güre'de termal kaynakların var olması ve deniz kıyısında yapılmış olan termal tesislerin atıklarının denize dökülmesidir. Fosillerdeki fert sayısı ve boyutların daha büyük olmasının sebebi ise güre Kaz Dağları'nın güneyinde kalmakta ve su ısısının Küçükkuşu'ya görfe daha fazla olması gösterilebilir.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ege denizindeki başlıca doğal körfezlerden biri olan Edremit Körfezi kıyılarında gerek deniz içinde, gerekse kıyıya yakın kesimlerde sıcak su çıkışları bulunmaktadır. Bunun dışında bölgedeki maden yataklarının varlığı bilinmektedir. Dolayısı ile yeraltındaki maden yataklarıyla temas eden yeraltı suları veya yerüstündeki muhtelif akarsuların denize taşımış olduğu maden ve eser elementlerin kıyı alanlarında yaşamlarını sürdüren bentik foraminiferler üzerinde etki sağladıkları bilinen bir gerçektir (Yalçın ve ark. 2008, Meriç ve ark. 2009a).

Çalışma bölgesi olan Güre ve Küçükkuşu'da deniz sondajları yapılarak deniz sedimanı numuneleri toplanmıştır. Yapılan sondajlardan elde edilen karot numunelerinden alınan 141 adet örnekte bentik foraminifer ve ağır metal içeriği incelenmiştir. Edremit Körfezi'nin Güre ve Küçükkuşu bölgeleri arasında bentik foraminifer toplulukları arasında farklılıklar gözlenmiştir. Güre kesiminde zengin bir topluluğa karşın, Küçükkuşu kesiminde fakir bir topluluk izlenmiştir.

Küçükkuşu sondajlarından elde edilen numunelerin garnülo-metrik analizleri sonucunda çok sayıda foraminifer fosili (*Miliolinella subrotunda*, *Quinqueloculina seminula*, *Ammonia compacta*, *Elphidium crispum*, *Coscinospira hemprichii*, *Elphidium aculeatum*, *Elphidium complanatum*, *Cycloforina Villafrance*, *Adelosina cliarensis*, *Quinqueloculina polygona*, *Triloculina marioni*, *Spiroloculina angulosa*, *Massilina secans*, *Adelosina mediteranensis*, *Textularia* sp., *Vertabralina striata*, *Pseudotriloculina oblanga*, *Planorbulina mediteranensis*, *Ammonia tepida*) elde edilmiştir.

Güre sondajlarından elde edilen numunelerin garnülo-metrik analizleri sonucunda çok sayıda foraminifer fosili (*Miliolinella subrotunda*, *Quinqueloculina seminula*, *Ammonia compacta*, *Elphidium crispum*, *Coscinospira hemprichii*, *Elphidium aculeatum*, *Elphidium complanatum*, *Cycloforina Villafrance*, *Adelosina cliarensis*, *Quinqueloculina polygona*, *Triloculina marioni*, *Spiroloculina angulosa*, *Massilina secans*, *Adelosina mediteranensis*, *Textularia* sp., *Vertabralina striata*, *Pseudotriloculina oblanga*) elde edilmiştir.

Güre bölgesinde elde edilen foraminiferlerdeki renk değişimi Küçükkuşuda elde edilen foramlara göre daha çok ve belirgindir. Ayrıca foraminifer fert sayısı Güre bölgesinde daha fazla olup, fertlerin boyutları da Küçükkuşu'daki fertlere göre daha büyüktür. Renk değişimlerinin nedeni Güre'de termal kaynakların var olması ve deniz kıyısında yapılmış olan termal tesislerin atıklarının denize dökülmesidir. Fosillerdeki fert sayısı ve boyutların daha büyük olmasının sebebi ise güre Kaz Dağları'nın güneyinde kalması ve su ısısının Küçükkuşu'ya göre daha fazla olması gösterilebilir.

Söz konusu çalışmada, 19 foraminifer türü tespit edilmiştir. En fazla bulunan foraminifer türleri *Ammonia compacta*, *Elphidium crispum* (Linne), *Triloculina marioni*'dir.

Güre bölgesinde *Ammonia compacta* ve *Elphidium crispum*, Küçükkuuyu bölgesinde ise *Triloculina marioni*, *Elphidium crispum* ve *Quinqueloculina seminula* türlerinin boluğu dikkat çekicidir. Çalışma alanının Güre kesiminde 13.50-14.00 m arasındaki örneklerde gözlenen *Ammonia compacta*, *Elphidium crispum* türlerinde turuncu -kahve ile siyah renklerde çok sayıda bireylere rastlanmıştır. Buna karşın Küçükkuuyu kesiminden alınmış örnekler nispeten farklılık sunar.

Yapılan ağır metal analizlerinin incelenmesi sonucunda, 12 adet ağır metalden Güre ve Küçükkuuyu bölgesinde Fe ve Al oranı yüksek iken, Pb, As ve Ni oranının düşük olduğu tespit edilmiştir.

Küçükkuuyuda numunenin alındığı sondaj noktasında 8,5 m deniz suyu derinliği ve 2 m su içeriği çok yüksek balçık bulunmaktadır. Bu düzeyin altında 10,5 m ile 31,10 m arasında karot numuneler alınmıştır. 10,5 m ile 31,10 m derinliklerinde elde edilen numunelerin ağır metal analizleri Namık Kemal Üniversitesi Temel Bilimler Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Bu analizlere göre ;

Al: ilk düzeylerde (10,5-15,0 m) 12000 ppm, derinlerde 14000 ppm

Fe: İlk düzeylerde (10,5-15,0 m) 32500 ppm, derinlerde 37500 ppm olarak saptanmıştır.

Cd: İlk düzeylerde (10,5-15,0 m) 500-2500 ppm derinlerde 0-50 ppm

Ni: İlk düzeylerde (10,5-15,0 m) 100 ppm ve derinlerde (15,0-31,1) 80 ppm

Mn: İlk düzeylerde (10,5-15,0 m) 700 ppm ve derinlerde (15,0-31,1) 600 ppm olarak saptanmıştır.

Diğer metaller derinlikle değişimi çok fazla gözlenmemiştir.

Gürede numunenin alındığı sondaj noktasında 12,5 m deniz suyu derinliği ve 70 cm su içeriği çok yüksek balçık bulunmaktadır. Bu düzeyin altında 13,20 m ile 15,80 m arasında karot numuneler alınmıştır. Elde edilen numunelerin ağır metal analizleri Namık Kemal Üniversitesi Temel Bilimler Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Bu analizlere göre;

Al: ilk düzeylerde (13,20-14,00 m) 10000 ppm, derinlerde 12000 ppm

Fe: İlk düzeylerde (13,20-14,00 m) 30000 ppm, derinlerde 35000 ppm olarak saptanmıştır.

Fe ve Al dışındaki ağır metaller (Co, Pb, As, Cr, Cu, Zn, Mn, Ni, Hg ve Cd) ilk düzeylerde yüksek daha derinlerde ise düşük olarak elde edilmiştir.

Cd: İlk düzeylerde (13,20-14,20 m) 100 ppm derinlerde 0-10 ppm

Ni: İlk düzeylerde (13,20-13,50 m) 300 ppm ve derinlerde 10-100 ppm

Cu: İlk düzeylerde (13,20-13,50 m) 30 ppm ve derinlerde 10-20 ppm

Cr: İlk düzeylerde (13,20-13,50 m) 600 ppm ve derinlerde 30-300 ppm

Co: İlk düzeylerde (13,20-13,50 m) 30 ppm ve derinlerde 25 ppm

Diğer diğer metaller derinlikle değişimi çok fazla gözlenmemiştir.

Bu ağır metallerin ilk düzeylerde fazla olması; Güre gölgesinde güncel dönemde sanayinin, kentsel yerleşmenin ve termal tesislerin son zamanlarda yaygınlaşmasına bağlıdır. Ağır metallerin yoğunluğunun arttığı düzeylerde elde edilen foraminifer fosillerinin kavkı renklerinde ciddi bir değişim gözlenmektedir.

## 8.KAYNAKLAR

- Anonim (2014-a). Edremit Körfezi. [http://tr.wikipedia.org/wiki/Edremit\\_K%C3%B6rfezi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Edremit_K%C3%B6rfezi). (erişim tarihi, 10.03.2014)
- Anonim (2014-b). Edremit, Balıkesir. [http://tr.wikipedia.org/wiki/Edremit\\_Bal%C4%B1kesir#Co.C4.9Frafya](http://tr.wikipedia.org/wiki/Edremit_Bal%C4%B1kesir#Co.C4.9Frafya). (erişim tarihi, 12.03.2014)
- Anonim (2014-c). Deniz Suyu Kirliliği ve Arıtmalar. [http://www.mavibayrak.org.tr/IcerikDetay/IcerikDetay.aspx?icerik\\_refno=7](http://www.mavibayrak.org.tr/IcerikDetay/IcerikDetay.aspx?icerik_refno=7). (erişim tarihi, 15.03.2014).
- Anonim (2014-d). Ağır Metaller. [http://www.biyologlar.com/index.php/kunena/58-Biyoloji\\_ödevleri-Yardım/864-denizurunleri](http://www.biyologlar.com/index.php/kunena/58-Biyoloji_ödevleri-Yardım/864-denizurunleri). (erişim tarihi, 18.05.2014).
- Aydın A, Yıldız A, Akgün F, Demircan H, Pinçe S, Tekin U K, Akyazı M, Tuzcu S, Eroğlu G, İslamoğlu Y, Ertekin İ K, Tunoğlu C, Kılıç A M, Ülkümen N, Kaya T T, Saraç G (2000). Foraminiferler Bölüm: 5, Fosiller ve Çalışma Yöntemleri, Ed: T.T. Kaya, A. M. Kılıç, G. Saraç, A. Aydın. Ankara, Türkiye, 51-71.
- Avşar N (2002). Gökçeada, Bozcaada ve Çanakkale Üçgeni Kıta Sahanlığı (KD Ege Denizi) Bentik Foraminifer Dağılımı ve Taksonomisi. H.Ü. Yerbilimleri, Sayı:26, 53-75.
- Bakak Ö (2012). Deniz İçi Hidrotermal Çıkışların Tesbitinde Canlıların Önemi. Mavi Gezegen. 17: 2-7.
- Başkan A E (2010). Zeytinyağı İşletmelerinin Atıkları ve Değerlendirme Yolları. T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı. Denizli
- Clark R B (2003). Marine Pollution. Oxford University Press. 5th. Ed. London, England.
- Çakır D, Akalın S, Ünlüoğlu A, Bayhan B, Hoşsucu B (2003). Edremit Körfezi'ndeki Yassı Balık Türleri ve Bu Türlerden *Citharus linguatula* (Linnaeus, 1758), *Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1792) *Arnoglossus kessleri* (Schmidt, 1915)'nin Boy-Ağırlık İlişkileri. E. Ü. Su Ürünleri Dergisi. 20:529-536.
- D'orbigny A D (1826). Tableau Methodique de la classe des Cephalopodes. Ann. Sci. Nat. 96-314.
- Elderfield H (1976). Hydrogenous Material in Marine Sediments. Excluding Manganese Modules in Chemical Oceanography, J.p. Riley & Chester, London Academic Press, 5:137-215
- Erdoğan M (2009). Monitoring and Statistical Assessment of Heavy Metal Pollution in Sediments Along İzmir Bay Using ICP-MS. Doktora Tezi. İzmir.
- Eryılmaz M (1996). Ege Denizi'nde Doğal Uzantının Saptanmasında Kullanılan Yerbilimleri Kriterleri, ( Doktora Tezi), İstanbul Ü. Deniz Bil. ve İşl. Enst., İstanbul.
- Eryılmaz M, Yücesoy-Eryılmaz F (1998). Kıt'a Sahanlığı- Doğal Uzantı Kavramları ve Ege Denizi'ndeki Kıt'a Sahanlığı Sorunu. Türkiye'nin Kıyı ve Deniz alanları II. Ulusal Konferansı. Türkiye Kıyıları 98 Konferansı Bildiriler kitabı (ed.) E. Özhan. 22-25 Eylül. ODTÜ, 737-748, Ankara.



- Eryılmaz M, Yücesoy-Eryılmaz F (2004). Edremit Körfezi'nin (Ege Denizi) Güncel Çökel Dağılım Haritası.
- Eryılmaz M, Yücesoy-Eryılmaz F (2004), Edremit Körfezi - Dikili Kanalı Güncel Su Altı Morfolojisi. Kıyı ve Deniz Jeolojisi Sempozyumu, Bildiri Özleri Kitabı, 57-58, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Eryılmaz M, Yücesoy-Eryılmaz F (2012). Edremit Körfezi'nin Oşinografisi. 15. Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı Bildiriler Kitabı. Ed: A. Savaş.
- European Commission (2002). DG ENV. E3 Project ENV.E.3/ETU/2000/0058, Heavy Metals in Waste, Danimarka.
- Gıcılı S (2007). Ege Denizi Edremit Körfezi'nde Sardalya Balığı (Sardına Pılchardus Walbaum,1792)'nın Biyolojisi Üzerine Araştırmalar.Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Balıkesir.
- Güven K C, Öztürk B (2005). Deniz Kirliliği Analiz Yöntemleri İlgili Uluslararası Sözleşmeler.
- İnan N (2006). Mikropaleontoloji Foraminiferler Bölüm:3, Paleontoloji, Ed: S. Yöndem, M. Bakar. Ankara, Türkiye, 76-83.
- İrtem E (2010). Balıkesir'in Ege Denizi Kıyı Alanları Sorunları Ve Çözüm Önerileri. Balıkesir Kent Sempozyumu Bildiriler Kitabı.
- Kayhan F E (2006). Su Ürünlerinde Kadminyum Biyobirikimi ve Toksisitesi. 23: 215-220.
- Levent A, Demet Ö (1992). Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller. Çevre Dergisi, 5: 42-46.
- Loeblich A R, Tappan H (1964). Sarcodina, Chiefly Thecamoebians and Foraminiferida, Protista 2, Treatise on Invertebrate Paleontology, The Geol. soc. of Amer. and The Univ. of Cansas press, v. 1, 510.
- Meriç E, Avşar N, Bergin F, Barut İ F (2003). Dikili Körfezi'nde (KuzeyEge Denizi-Türkiye) Bulunan Üç Anormal Bentik Foraminifer Örneği: Peneroplis planatus (Fichtel ve Moll), Rosalina sp. ve Elphidium crispum (Linne) Hakkında. Maden Tetkik ve Arama Dergisi. Sayı:127, 67-81, Ankara.
- 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 (SAROS Körfezi-Kuzey Ege Denizi) Deniz İçi Kaynakları Çevresindeki Foraminifer Ve Ostrakod Topluluğuna Bu Alandaki Çevresel Koşulların Etkisi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi. Sayı:136,63-84, Ankara.

- Meriç E , Avşar N, Barut İ F, Yokeş, M B, Taş S, Eryılmaz M, Dinçer F, Bircan C (2009). Kuşadası (Aydın) deniz dibi mineralli su kaynağı çevresi bentik foraminifer topluluğu hakkında görüş ve yorumlar. Sualtı Bilim ve Teknolojisi (S.B.T.) Bildiriler Kitabı, 80-92.
- Meriç E, Avşar N, Mekik F, Yokeş B, Barut İ F, Dora Ö, Suner F, Yücesoy-Eryılmaz F, Eryılmaz M, Dinçer F, Kam E (2009a). Alibey ve Maden Adaları (Ayvalık-Balıkesir) Çevresi Genç Çökellerinde Gözlenen Bnetik Foraminifer Kavkılarındaki Anormal oluşumlar ve Nedenleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, 52(1), 31-84, Ankara.
- Meriç E, Avşar N, Nazik A, Koçak F, Eryılmaz F, Eryılmaz M, Barut İ, Yokeş M, Dinçer F, Esenli F, Esenli V, Özdemir Z, Türker A, Aydın Ş (2012). Edremit Körfezi (Balıkesir) Kıyı Alanlarında Oşinografik Özelliklerin Bentik Foraminifer, Ostrakod Ve Bryozoon Toplulukları Üzerindeki Etkileri İle İlgili Yeni Veriler. TPJD Bülteni Cilt:24, Sayı:2, 31-77.
- Meriç E (1983). Foraminiferler. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları. Eğitim Serisi No: 26
- Öngür T (2013). Jeotermal Sahalarda Jeolojik Ve Jeofizik Arama İlke Ve Stratejileri. Jeoloji Enerji Semineri.
- Ökten N B (2009). Marmara Denizi Güneyi Halosen Mollusk Kavkılarının Element Jeokimyası. Yüksek lisans tezi, Ankara Üni Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Rether A (2002), Doktora Tezi, Münih Teknik Üniveristesi, Entwicklung und Charakterisierung wasserlöslicher Benzoylthioharnstoff-funktionalisierter Polymere zur selektiven Abtrennung von Schwermetallionen aus Abwässern und Prozesslösungen.
- Rıbnıkar M (1975). Tatbiki Mikropaleontoloji. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları. Ankara
- Serafim M A, R M Bebianno., W J Langstone (2002). Effects of temperature and size on metallothionein synthesis and gill of *Mytilus galloprovincialis* exposed to Cd. Marine Environmental Research. 54:361-365.
- Sumae-Başçınar N S (2009). Bentik Canlılar ve Biyoindikatör Tür. Sümae Yunus Araştırma Bülteni, 9:1.
- Toker V, Yıldız A (2002). Kuzeydoğu Ege Denizi Gökçeada-Bozcaada-Çanakkale Üçgenindeki Dip Sedimanlarında Güncel Planktonik Foraminifer Dağılımı. H.Ü. Yerbilimleri Dergisi, Sayı:25, 99-110.
- Uluturhan E, Küçüksezgin F, Cihangir B (1998). Ege Denizi Kıyılarında Kıрма Mercanda (*Pagellus erythrinus*) Eğir Metal Birikimi 240-244.
- Yalçın H, Meriç E, Avşar N, Tetiker S, Barut İ F, Yılmaz Ş, Dinçer F (2008). Mineralogical and Geochemical Features of Colored Benthic Foraminifers From Aegean and Southwestern Coats of Turkey. Micropaleontology, 54 (3-4), 351-370.

Yılmaz S, Karahan Ç, Vural S (2010). Balıkesir İlinin Muhtemel Jeotermal Potansiyeli. Balıkesir Kent Sempozyumu Bildiriler Kitabı.

Yümün A (2010-a) , Güre (Edremit-Balıkesir) Balıkçı Barınağı Zemin Etüt Raporu, (Yayınlanmamış).

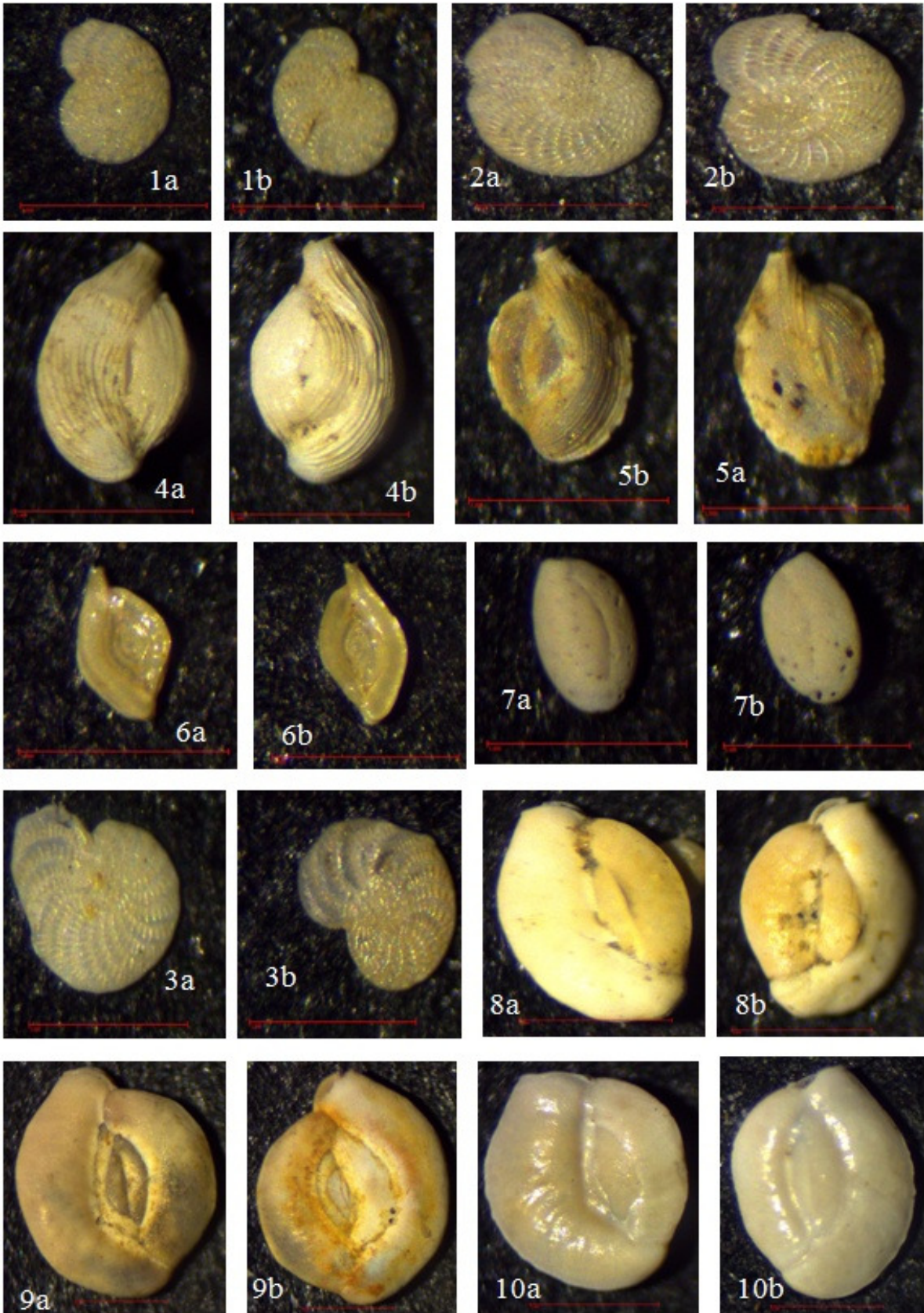
Yümün A (2010-b) , Küçükkuyu Balıkçı Barınağı Zemin Etüt Raporu, (Yayınlanmamış).

# **EKLER**

## LEVHA 1

### Küçükkuyu, Çanakkale

1. *Elphidium complanatum*, a ve b, dış görünüm, 10.20-10.30 m.
2. *Elphidium complanatum*. a ve b, dış görünüm, 10.50-10.60 m.
3. *Elphidium complanatum*. a ve b, dış görünüm, ikili çekim, 10.20-10.30 m.
4. *Adelosina mediteranensis*. a ve b, dış görünüm, 10.20-10.30 m.
5. *Adelosina mediteranensis*. a ve b, dış görünüm, 10.30-10.40 m.
6. *Spiroloculina angulosa*. a ve b, dış görünüm, 10.20-10.30 m.
7. *Quinqueloculina seminula*. a ve b, dış görünüm, 10.20-10.30 m.
8. *Massilina secans*. a ve b, dış görünüm, 10.30-10.40 m.
9. *Massilina secans*. a ve b, dış görünüm, 10.50-10.60 m.
10. *Massilina secans*. a ve b, dış görünüm, 12.70-12.80 m.

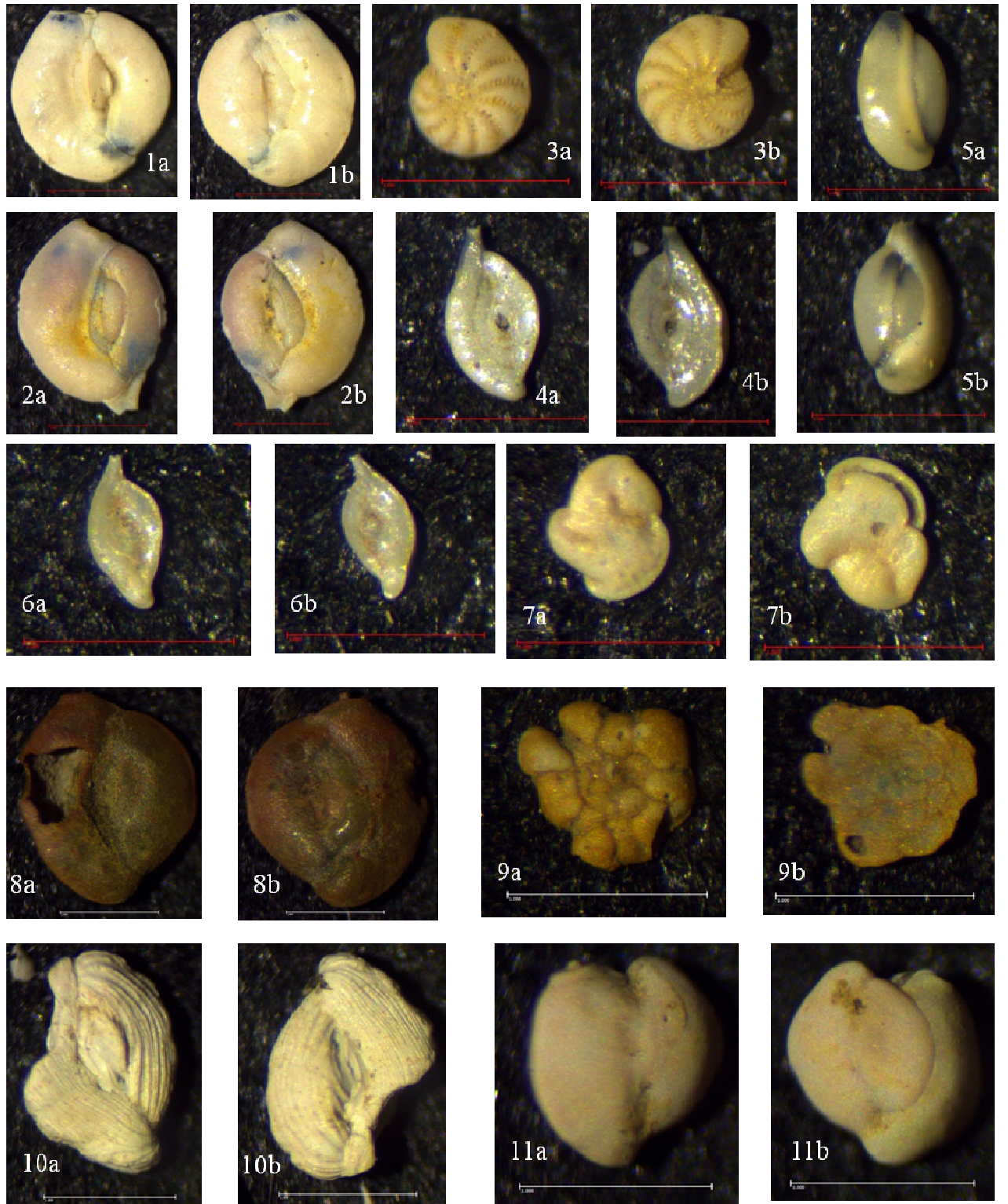


## LEVHA 2

### Küçükkuyu, Çanakkale

1. *Massilina secans*. a ve b, dış görünüm, 13.10-13.20 m.
2. *Massilina secans*. a ve b, dış görünüm, anormal birey, 13.10-13.20 m.
3. *Coscinospira hemprichii*. a ve b, dış görünüm, 13.30-13.40 m.
4. *Spiroloculina angulosa*. a ve b, dış görünüm, 13.30-13.40 m.
5. *Quinqueloculina seminula*. a ve b, dış görünüm, 13.00-13.10 m.
6. *Spiroloculina angulosa*. a ve b, dış görünüm, 13.00-13.30 m.
7. *Vertabralina striata*. a ve b, dış görünüm, 10.40-10.50 m.
8. *Massilina secans*. a ve b, dış görünüm, 15.50-15.60 m.
9. *Planorbulina mediterraneensis*. a ve b, dış görünüm, 13.40-13.50 m.
10. *Lachlanella undulata* (d'Orbigny). a ve b, dış görünüm, 14.70-14.80 m.
11. *Massilina secans*. a ve b, dış görünüm, 14.00-14.10 m.







### LEVHA 3

#### Küçükkuyu, Çanakkale

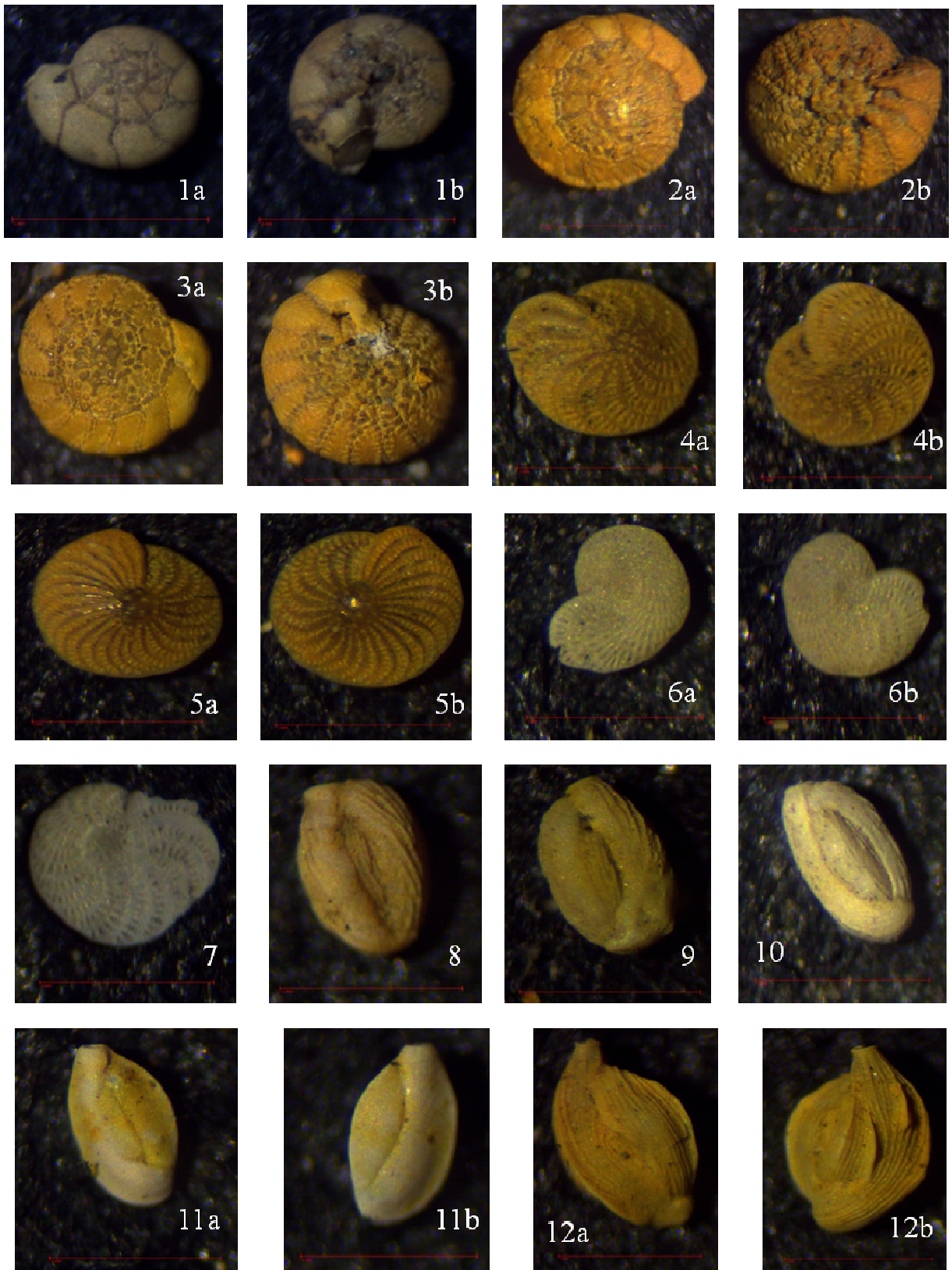
1. *Miliolinella subrotunda*. a ve b, dış görünüm, 15.70-15.80 m.
2. *Ammonia compacta*. a ve b, dış görünüm, anormal birey, 13.90-14.00 m.
3. *Adelosina cliarensis*, a ve b, dış görünüm, 13.70-13.80 m.
4. *Miliolinella subrotunda*. a ve b, dış görünüm, 13.40-13.50 m.
5. *Triloculina marioni*, a, b ve c, dış görünüm, 13.40-13.50 m.
6. *Lachlanella undulata* (d'Orbigny). a ve b, dış görünüm, 15.10-15.20 m.
7. *Ammonia compacta*, a ve b, dış görünüm, 14.10-14.20 m.
8. *Cycloforina villafrance*, dış görünüm, 14.10-14.20 m.



## LEVHA 4

### Güre, Balıkesir

1. *Ammonia compacta* . a ve b, dış görünüm, 13.40-13.50 m.
2. *Ammonia compacta*. a ve b, dış görünüm, 13.70-13.80 m.
3. *Ammonia compacta* . a ve b, dış görünüm, 14.00-14.10 m.
4. *Elphidium crispum*. a ve b, dış görünüm, 13.70-13.80 m.
5. *Elphidium crispum*. a ve b, dış görünüm, 13.80-13.90 m.
6. *Elphidium complanatum*. a ve b, dış görünüm, 13.70-13.80 m.
7. *Elphidium complanatum*. dış görünüm, 13.60-13.70 m.
8. *Cycloforina villafrance* . dış görünüm, 13.70-13.80 m.
9. *Cycloforina villafrance* . dış görünüm, 13.90-14.00 m.
10. *Cycloforina villafrance*. dış görünüm, 14.10-14.20 m.
11. *Adelosina cliarensis* (Heron- Allen ve Earland) . a ve b, dış görünüm, 13.70-13.80 m.
12. *Adelosina mediterraneensis* (Le Calvez J ve Y). a ve b, dış görünüm, 13.90-14.00 m.

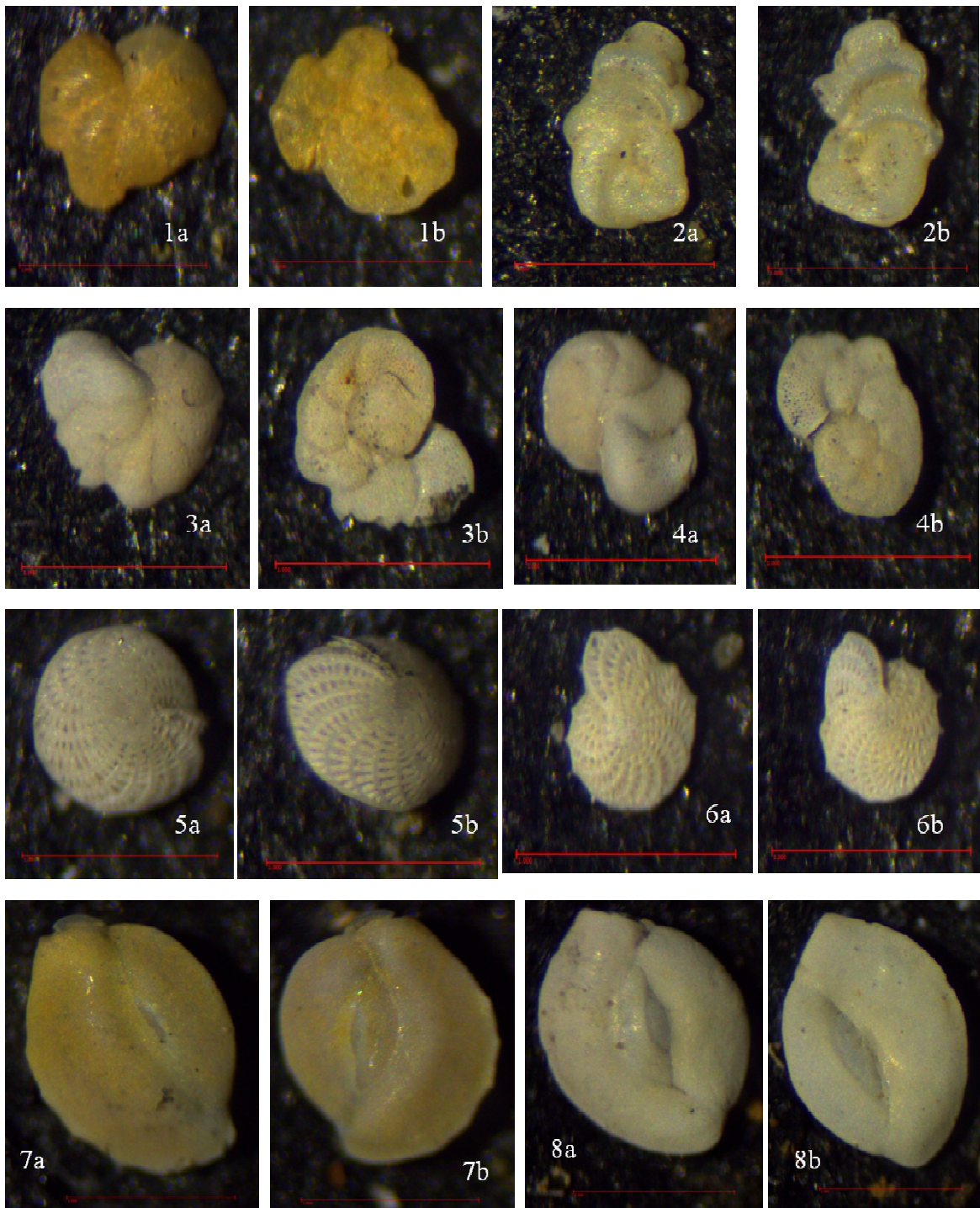


## LEVHA 5

### Güre, Balıkesir

1. *Vertabralina striata* (d'Orbigny). a ve b, dış görünüm, 13.90-14.00 m.
2. *Vertabralina striata* (d'Orbigny). a ve b, dış görünüm, 14.30-14.40 m.
3. *Vertabralina striata* (d'Orbigny). a ve b, dış görünüm, 14.40-14.50 m.
4. *Vertabralina striata* (d'Orbigny). a ve b, dış görünüm, 14.70-14.80 m.
5. *Elphidium crispum*. a ve b, dış görünüm, 14.20-14.30 m.
6. *Elphidium aculeatum*. a ve b, dış görünüm, 14.60-14.70 m.
7. *Massilina secans* (d'Orbigny). a ve b, dış görünüm, 13.80-13.90 m.
8. *Massilina secans* (d'Orbigny). a ve b, dış görünüm, 14.00-14.10 m.

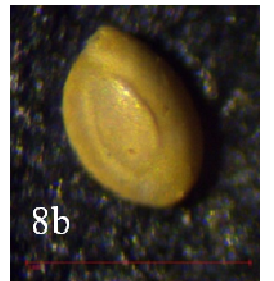
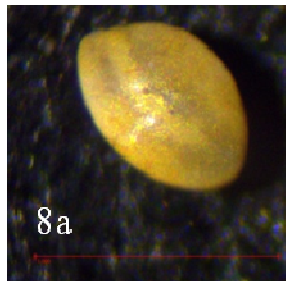
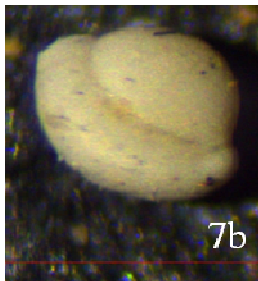
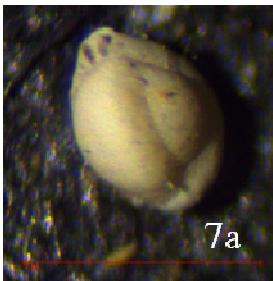
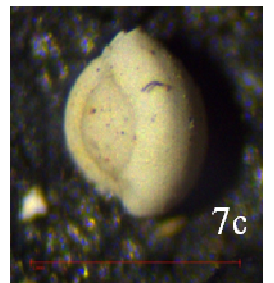
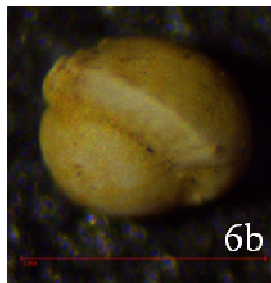
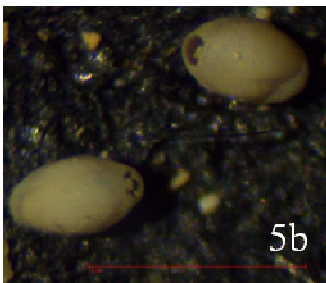
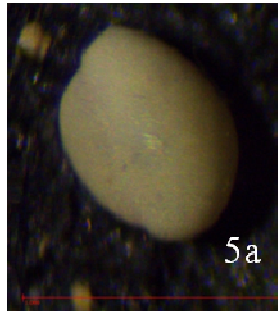
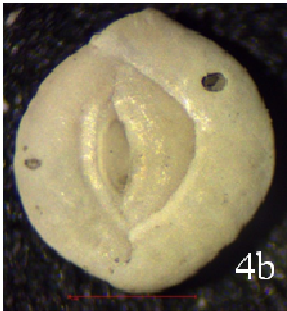
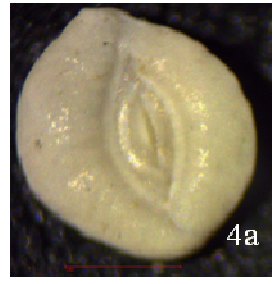
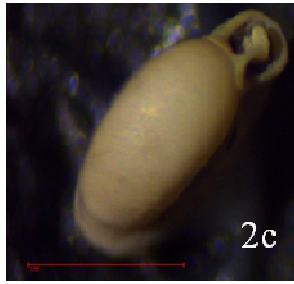
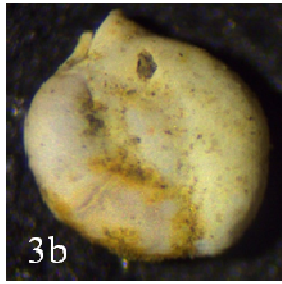
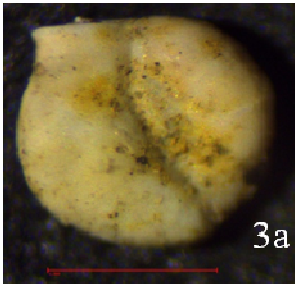
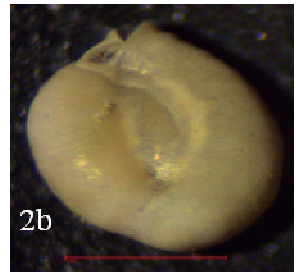
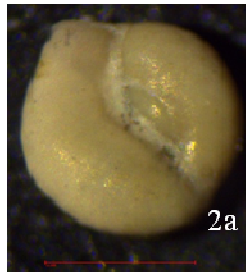
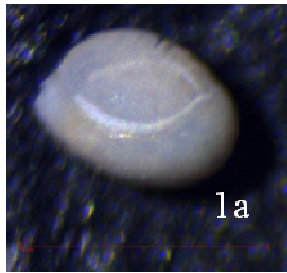




## LEVHA 6

### Güre, Balıkesir

1. *Miliolinella subrotunda* (Montagu). a ve b, dış görünüm, 13.30-13.40 m.
2. *Miliolinella subrotunda* (Montagu). a ve b, dış görünüm, 14.50-14.60 m.
3. *Miliolinella subrotunda* (Montagu). a, b ve c, dış görünüm ve ağız açıklığı, 15.00-15.10 m.
4. *Massilina secans* (d'Orbigny). a, b,c dış görünüm ve ağız açıklığı, 14.80-14.90 m.
5. *Triloculina marioni*. a ve b, dış görünüm, 13.70-13.80 m.
6. *Triloculina marioni*. a, b ve c, dış görünüm, 13.90-14.00 m.
7. *Triloculina marioni*. a ve b, dış görünüm, 14.00-14.10 m.
8. *Quinqueloculina seminula*. a ve b, dış görünüm, 13.90-14.00 m.

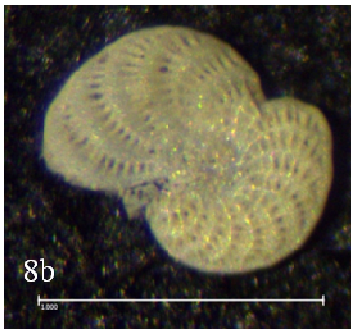
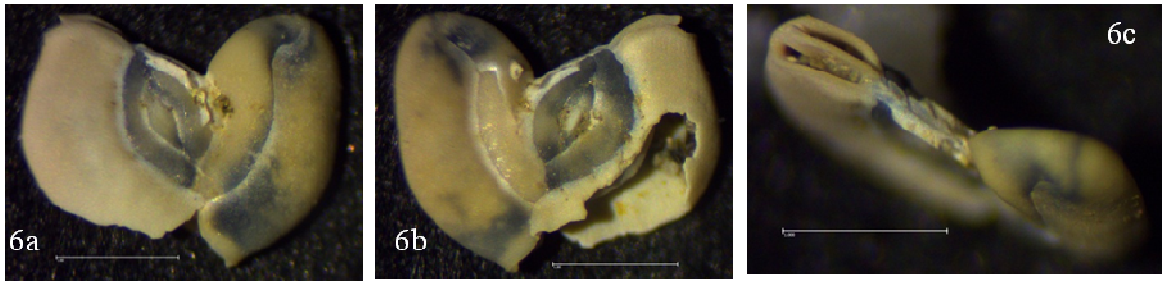
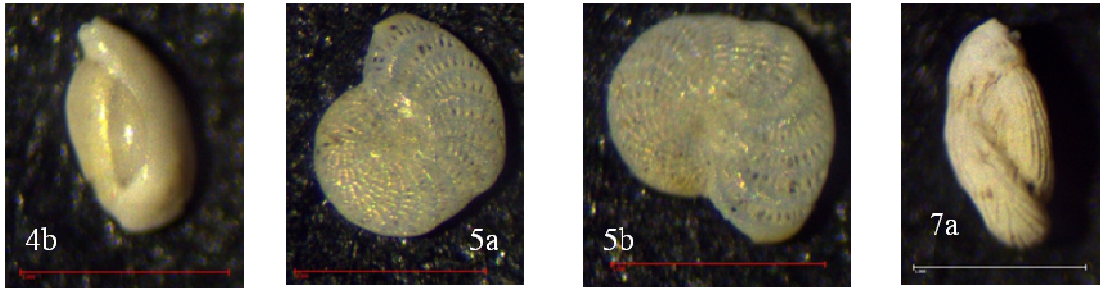
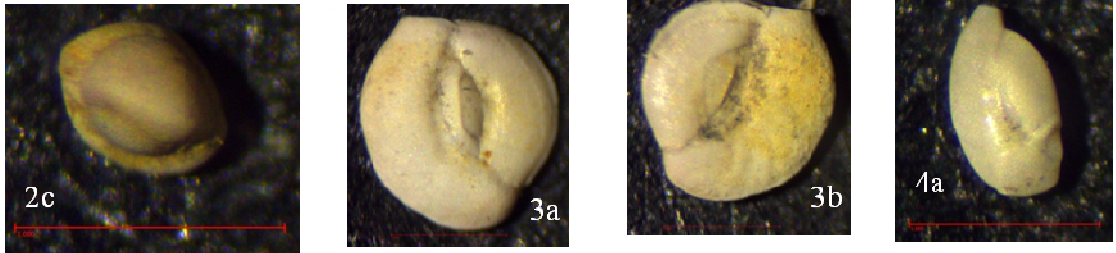
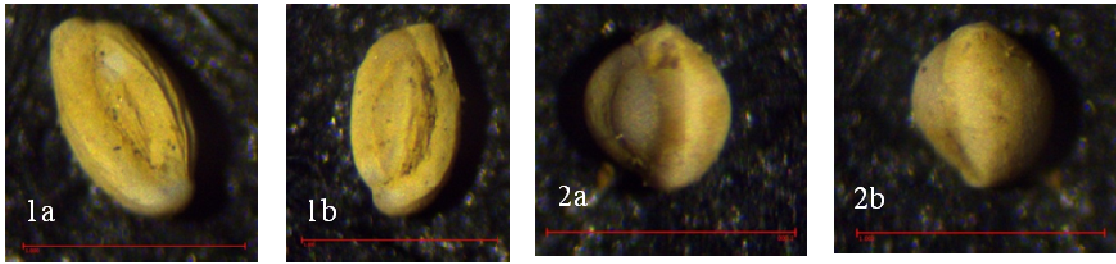




## **Levha 7**

### **Güre, Balıkesir**

1. *Cycloforina villafrance*. a ve b, dış görünüm, 14.20-14.30 m.
2. *Tricolina marioni*. a ve b, dış görünüm, 14.20-14.30 m.
3. *Massilina secans*. a ve b, dış görünüm, 14.20-14.30 m.
4. *Adelosina cliarensis*. a ve b, dış görünüm, 14.30-14.40 m.
5. *Elphidium complanatum*. a ve b, dış görünüm, 14.70-14.80 m.
6. *Massilina secans*. a, b, c ve d, dış görünüm ve apertür, anormal birey, 15.70-15.80 m.
7. *Lachlanella undulata*. a ve b, dış görünüm, 14.60-14.70 m.
8. *Elphidium complanatum*. a ve b, dış görünüm, 14.50-14.60 m.



## ÖZGEÇMİŞ

Melike ÖNCE 21.03.1990 yılında Malkara'da doğdu. 2004-2008 yılları arasında Kırklareli Babaeski Anadolu Lisesi'nde mezun oldu, 2008-2012 yılları arasında Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nü bitirerek Çevre Mühendisi ünvanını aldı.

2012-2014 Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans'ını tamamladı. 2014 yılında Can Tekstil Entegre Tesisleri'nde Çevre Mühendisi olarak göreve başladı ve halen devam etmektedir.