

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ

GELİBOLU YARIMADASI VE SAROZ KÖRFEZİ
KIYILARINDA ASKIDA KATI MADDE, SEDİMENT,
***MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* VE *ULVA RIGIDA*'DA**
AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Serkan ÖZDEN

Su Ürünleri Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 24/06/2013

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Sezginer TUNÇER

ÇANAKKALE

DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

SERKAN ÖZDEN tarafından PROF. DR. SEZGİNER TUNÇER yönetiminde hazırlanan “GELİBOLU YARIMADASI VE SAROZ KÖRFEZİ KIYILARINDA ASKIDA KATI MADDE, SEDİMENT, *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* VE *ULVA RIGIDA*’DA AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Sezginer TUNÇER

Danışman

Doç. Dr. Murat TOSUNOĞLU

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Nevzat BEYAZIT

Jüri Üyesi

(20.06.2013)

Serhım altıdır.

Yrd. Doç. Dr. Fikret ÇAKIR

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Eyüp ATMACA

Jüri Üyesi

Tarafınca verilen derecelerin dilkerte alınmasında dolayı tar bilimsel ve etik olarak yeterli değildir.

Sıra No :

Tez Savunma Tarihi: 24/06/2013

Doç. Dr. Zeki KARACA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Doktora tezi, ÇOMÜ BAP tarafından 2009/145 no'lu projeden desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Serkan ÖZDEN

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleŐtirilmesinde, çalıŐmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Sezginer TUNÇER'e, çalışma sũresince tũm zorlukları benimle gũęũsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli eŐime ve çocuklarıma, anneme, babama, ağabeyime ve katkılarından dolayı OMũ BAP'a teŐekkũrlerimi sunarım.

Serkan ÖZDEN

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
μg	Mikrogram
AAS	Atomik Absorpsiyon Spektrometresi
AKM	Askıda Katı Madde
APHA	Amerikan Halk Sağlığı Ajansı
As	Arsenik
Cd	Kadmiyum
Ce	Seryum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
<i>E</i>	Doğu (East)
EPA	Çevre Koruma Ajansı
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı
FR	Friedman Testi Sabiti
Fe	Demir
Fe_2O_3	Hematit
g	Gram
HClO_4	Perklorik asit
Hg	Civa
HNO_3	Nitrik asit
ICP	İndüklenmiş Birleştirici Plazma
İst.	İstasyon
kg	Kilogram
L	Litre
La	Lantan
Li	Lityum
mg L^{-1}	Miligram/litre

mg	Miligram
ml	Mililitre
Mn	Mangan
MnO	Mangan oksit
N	Azot
N	Kuzey (North)
Nb	Niyobyum
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
ppb	Milyonda
ppm	Binde
PTWI	Toplam Kirlilik Ağırlık İndeksi
r	Oran
Rb	Rubidyum
Sc	Skandiyum
Sm	Samaryum
Sr	Stronsiyum
Th	Toryum
THQ	Toplam Kalite İndeksi
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
V	Vanadyum
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
Y	İtriyum
Zn	Çinko

ÖZET

GELİBOLU YARIMADASI VE SAROZ KÖRFEZİ KIYILARINDA ASKIDA KATI MADDE, SEDİMENT, *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* VE *ULVA RIGIDA*'DA AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Serkan ÖZDEN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman : Prof. Dr. Sezginer TUNÇER

24/06/2013, 84

Bu tez çalışmasında Gelibolu Yarımadası ve Saroz Körfezi kıyılarındaki *Mytilus galloprovincialis* ve *Ulva rigida* türleri ile sedimentte bazı ağır metallerin mevsimsel olarak düzeyleri araştırılmıştır. Seçilen dokuz adet örnekleme istasyonunda 2009, 2010 ve 2012-2013 yıllarında ve altı adet mevsimsel dönemde; Pb, Cu, Zn ve Fe ağır metallerinin; *Mytilus galloprovincialis*, *Ulva rigida* ve sedimentte yaptığı birikimler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca sucül ekosistemde askıda katı madde konsantrasyonları belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgular; bu bölgede daha önceki çalışmalar, Kuzey Ege ve Batı Marmara denizlerinde belirlenen kirlilik değerleri ile karşılaştırıldığında; Pb, Cu, Zn ve Fe ağır metallerinin oluşturacağı kirliliğin bu bölge için tehlikeli boyutlarda olmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar sözcükler: Gelibolu Yarımadası, Saroz Körfezi, Çanakkale Boğazı, *Mytilus galloprovincialis*, *Ulva rigida*, Sediment, Askıda Katı Madde, Ağır Metal.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE HEAVY METAL CONCENTRATION IN SUSPENDED SOLID MATTER, SEDIMENT, *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*, *ULVA RIGIDA* IN THE GELİBOLU PENINSULA AND SHORES OF THE SAROZ GULF

Serkan ÖZDEN

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Doctoral Thesis in Marine and Inland Water Sciences

Advisor: Prof. Dr. Sezginer TUNÇER

24/06/2013, 84

In this study, we investigated of the selected heavy metal concentrations in *Mytilus galloprovincialis*, *Ulva rigida* species, sediment and suspended solid matter from the Gelibolu Peninsula, Çanakkale Strait and shores of the Saroz Gulf. At the nine station in region; 2009, 2010 and 2012-2013 years and six seasonal periods; Pb, Cu, Zn and Fe heavy metal concentrations and distributions have been presented by graphics and tables in *Mytilus galloprovincialis*, *Ulva rigida* and sediments. Besides, suspended solid material concentrations have been determined in marine ecosystem. Determined values have been discussed with early studies in the region, by the limits in northern Eagean and western Marmara Seas. Pb, Cu, Zn and Fe heavy metal concentrations have not reached a dangereous limits in the study area.

Keywords: Gelibolu Peninsula, Saroz Gulf, Çanakkale Strait, *Mytilus galloprovincialis*, *Ulva rigida*, Sediment, Suspended Solid Material, Heavy Metal.

İÇERİK	Sayfa
DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
BÖLÜM 1 – GİRİŞ.....	1
1.1. Genel Bilgiler.....	3
1.1.1. Biyolojik örnekler.....	3
1.1.1.1. <i>Mytilus galloprovincialis</i>.....	3
1.1.1.2. <i>Ulva rigida</i>.....	4
1.1.2. Sediment ve askıda katı madde.....	4
1.1.3. Ağır metaller ve etkileri.....	5
1.1.3.1. Kurşun (Pb).....	5
1.1.3.2. Bakır (Cu).....	5
1.1.3.3. Çinko (Zn).....	6
1.1.3.4. Demir (Fe).....	6
BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
BÖLÜM 3- MATERYAL VE YÖNTEM.....	18
3.1. Örnekleme Metodu.....	18
3.1.1. Biyolojik örneklerin hazırlanması ve analizi.....	18
3.1.2. Sediment örneklerinin hazırlanması ve analizi.....	21

3.1.3. Askıda katı madde (AKM) örneklerinin hazırlanması ve analizi	22
3.2. Örneklem İstasyonları.....	22
3.2.1. Hamzakoy örneklem istasyonu (İstasyon 1).....	23
3.2.2. Gelibolu Tersanesi örneklem istasyonu (İstasyon 2).....	24
3.2.3. Kilya Koyu örneklem istasyonu (İstasyon 3).....	25
3.2.4. Eceabat Çam Burnu örneklem istasyonu (İstasyon 4).....	25
3.2.5. Kilitbahir örneklem istasyonu (İstasyon 5).....	26
3.2.6. Abide örneklem istasyonu (İstasyon 6).....	27
3.2.7. Büyük Kemikli Burnu örneklem istasyonu (İstasyon 7).....	27
3.2.8. Ece Limanı örneklem istasyonu (İstasyon 8).....	28
3.2.9. Güneyli Koyu örneklem istasyonu (İstasyon 9).....	29
3.3. İstatistiksel Analizler.....	29
BÖLÜM 4 – ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	31
4.1. <i>M.galloprovincialis</i> Mevsimsel Verileri.....	31
4.2. <i>U.rigida</i> Mevsimsel Verileri.....	59
4.3. Sediment Mevsimsel Verileri.....	66
4.4. Askıda Katı Madde Mevsimsel Verileri.....	71
BÖLÜM 5 – SONUÇ VE ÖNERİLER.....	74
KAYNAKLAR.....	77
Çizelgeler.....	I
Şekiller.....	III
Özgeçmiş.....	V

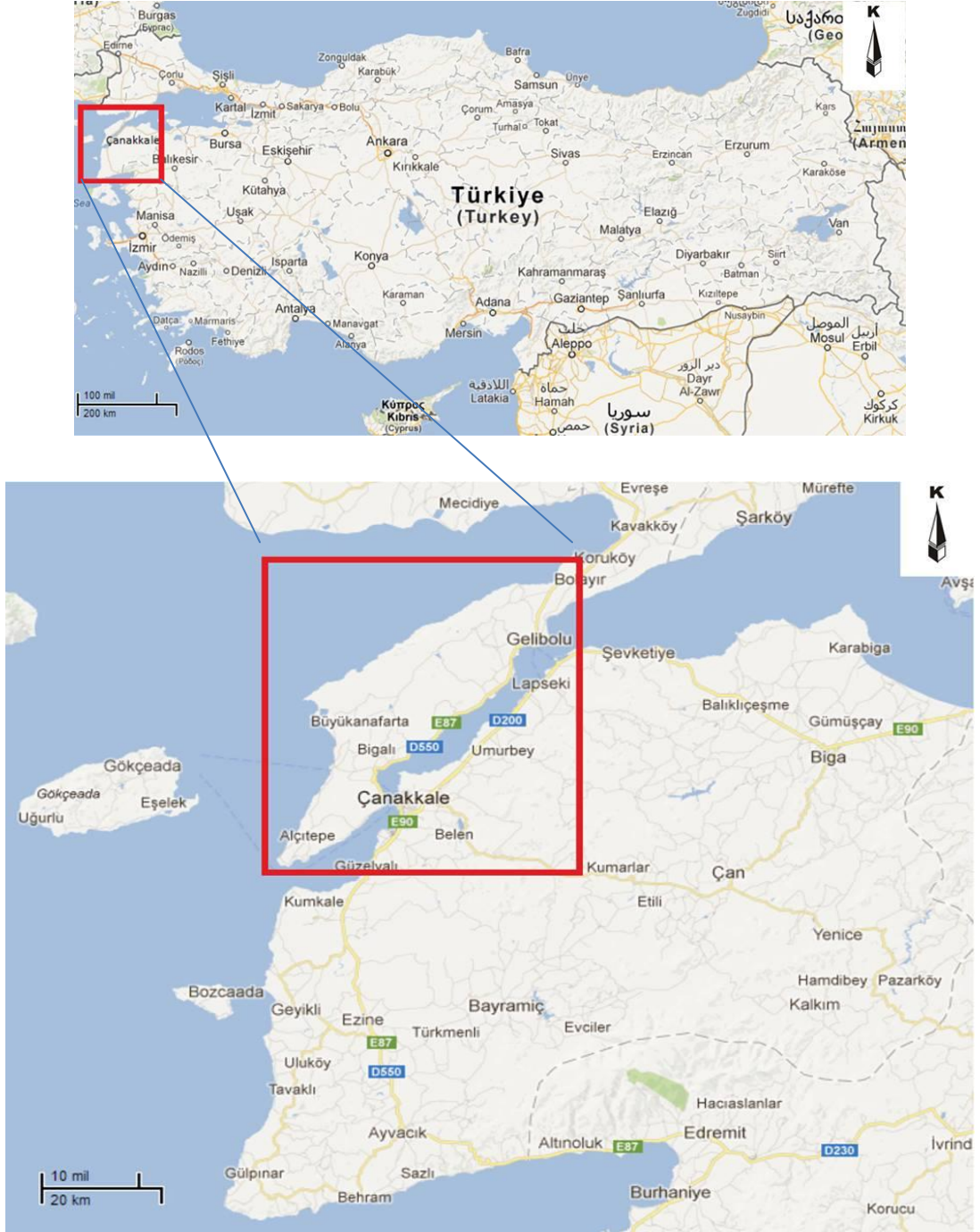
BÖLÜM 1**GİRİŞ**

Gelibolu Yarımadası, Çanakkale Boğazı ve Saroz Körfezi kıyı şeridi boyunca, yaklaşık 50 bin nüfuslu Gelibolu ilçesi başta olmak üzere pek çok yerleşim birimi ve sanayi tesisi bulunmaktadır. Ayrıca, bölgede yoğun tarımsal faaliyetler de uygulanmaktadır. Bilindiği gibi bu tür faaliyetler ağır metal kirliliğinin kaynaklarından. Kirlenici maddelerin bir bölümünü oluşturan ağır metallerin özellikle nehirler, erozyon, yağmur ve sel sularıyla sucul ortamlara taşınması sonucu su ve sediment tabakasındaki derişim oranları artmaktadır. Sedimentte meydana gelen ağır metal birikiminin, çeşitli analizler yoluyla tespiti deniz ortamındaki kirliliğin anlaşılabilmesi için önemli bir göstergedir. Denizel ortamda organik madde birikimi ise karasal kökenli doğal organik maddeler, evsel ve endüstriyel kirlenitçiler nedeniyle oluşan girdiler, sucul canlıların metabolik artıkları ile ölümleri sonucu ayrışmaları ve birincil üretim sonucunda ortaya çıkan ürünlerden kaynaklanmaktadır (Taşdemir, 2002).

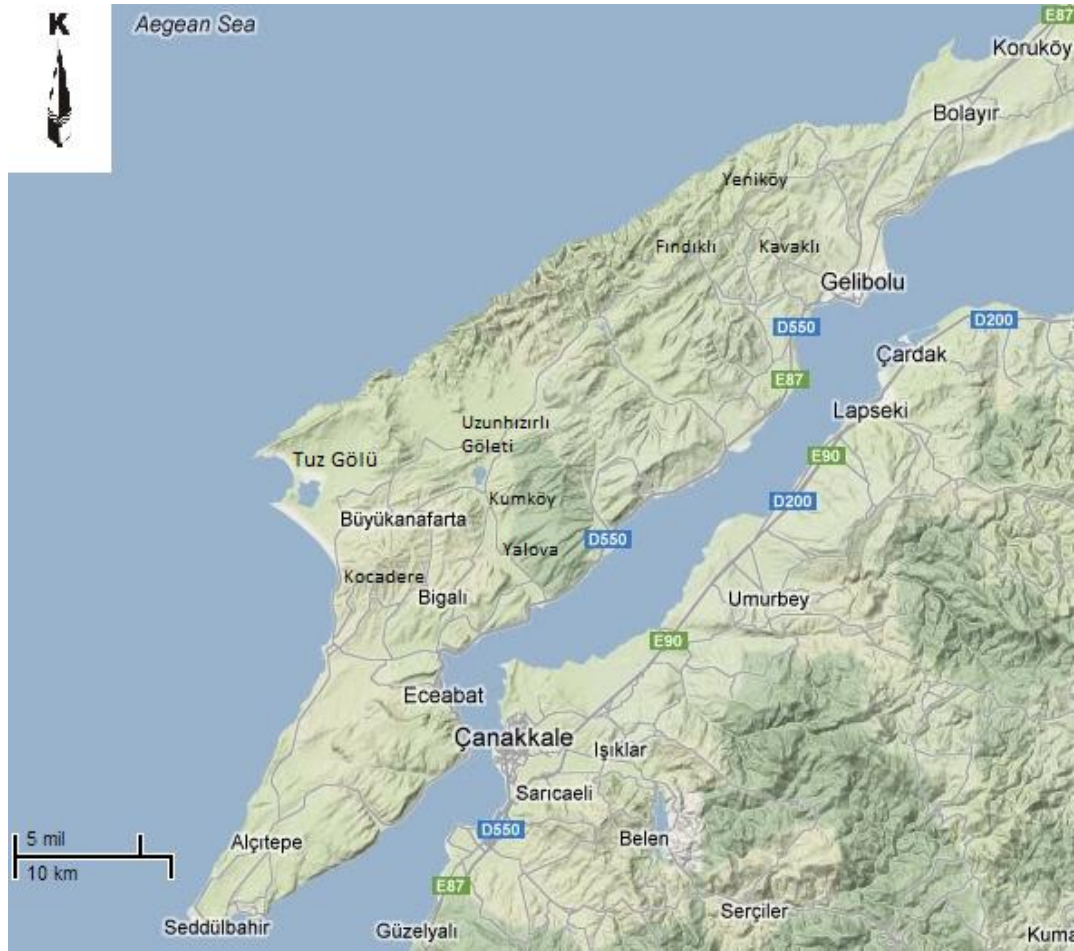
Bu çalışma günümüzde denizlerde ve özellikle kıyı, körfez ve boğazlarda (Çiner ve İnan, 1997) gerek nüfus yoğunluğu ve gerekse teknolojik gelişmenin artışıyla ortaya çıkan endüstriyel kirliliğin etki derecesini araştırmak açısından önem arz etmektedir. Bu türden çalışmalar, bütün dünyada ve Türkiye’de de son on yılda ağırlık kazanmıştır (Eryılmaz ve Eryılmaz, 1998).

Gelibolu Yarımadası’nı çevreleyen Çanakkale Boğazı ve Saroz Körfezi kıyıları tezin çalışma alanını oluşturmaktadır (Şekil 1). Bu alan; Marmara Denizi’nin en güney batısını, Çanakkale Boğazı ile Kuzey Ege Denizi’nin kuzey kesimini temsil etmektedir (Şekil 1). Çalışma alanı morfolojik olarak üç tarafı denizle çevrili olan Gelibolu Yarımadası’nın kıyılarını kapsamaktadır. Yarımada morfolojik olarak deniz seviyesine göre 150 metreyi geçmeyen yükseltiler ve bu yükseltilerin arasında denize dik uzanan akarsulardan oluşmaktadır (Şekil 2). Bu dereler, hem Çanakkale Boğazı’na hem de Saroz Körfezi’ne dökülmektedir. Kıyıları boyunca birçok küçük koy ve körfez yer almaktadır, bunlardan bazıları çalışmada kirlilik araştırması için örnekleme yeri olarak seçilmiştir. Bu yerlerden biri Saroz Körfezi’ni besleyen en önemli nehir olan Kavakköy civarındaki Kavak Çayı’nın denize döküldüğü alandır. Saroz Körfezi asimetrik bir taban topoğrafyasına sahip olup bu çalışmada ele alınan güney sahili 15 km uzunluğa ve 700 m derinliğe sahiptir (Sarı ve Çağatay, 2001). Körfezdeki su döngüsü, kıyı boyu akıntıları ve anaför şeklinde olmaktadır. Karadeniz sularının yaz aylarında Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı’nı geçerek Saroz Körfezi’nin güney sahillerine ulaştıkları bildirilmiştir (Sarı ve Çağatay, 2001).

Bu çalışmada; Gelibolu Yarımadası ve Saroz Körfezi kıyılarındaki *Mytilus galloprovincialis* ve *Ulva rigida* türleri ile sedimentte bazı ağır metal (Pb, Cu, Zn ve Fe) konsantrasyonları tespit edilerek olası kirlilik kaynaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının haritası (Google haritalar).



Şekil 2. Çalışma alanı ve civarının morfolojisini gösteren harita (Google haritalar).

1.1. Genel Bilgiler

Çalışma kapsamında; biyolojik örnekler, sediment ve askıda katı maddeler kullanılmıştır. Biyolojik örnekler; *Mytilus galloprovincialis* ve *Ulva rigida* olarak seçilmiştir. Bunun yanısıra kıyı sedimentleri ve askıda katı maddeler de örneklenmiştir. Kullanılan bu temel belirleyiciler içerisinde yer alabilecek ağır metallere bazılarının (Pb, Cu, Zn, Fe) konsantrasyonları araştırılmıştır.

1.1.1. Biyolojik örnekler

1.1.1.1. *Mytilus galloprovincialis*

Tez çalışması kapsamında kullanılan biyolojik örneklerden *Mytilus galloprovincialis*, *Bivalvia* sınıfının *Mytilidae* familyasının bir türüdür (Uysal ve ark., 1989; Regoli, 1998; Özden, 2005; Başçınar, 2009; Atabeyoğlu ve Atamanalp, 2010; Balkıs ve ark., 2013). Akdeniz midyesi olarak adlandırılan bu tür Akdeniz'den Karadeniz'e kadar geniş bir yayılım alanına sahiptir. Midyeler, suda bulunan organik maddeleri ve fitoplanktonu filtre

ederek beslenen organizmalar olmaları nedeniyle deniz kirliliği araştırmalarında çok iyi biyolojik indikatör tür olarak karşımıza çıkmaktadırlar (Egemen, 2000; Protasowicki ve ark., 2008). Bununla birlikte, suyu süzme işlemi sırasında toksik maddeleri de filtre edebilirler. Kirliliğin hem yapısını hem de kompozisyonunu belirlemede çok önemli bir bentik organizmadır.

Üreme zamanı Nisan, Mayıs ve Haziran ayları olan Akdeniz midyesi ekonomik değere de sahiptir. Bu midyelerin bir kısmı taze veya işlenmiş olarak yurt içinde değerlendirilirken önemli bir kısmı da yurt dışına pazarlanmaktadır.

1.1.1.2. *Ulva rigida*

Çalışmada kullanılan diğer biyolojik tür olan *Ulva rigida* ise *Chlorophyceae* sınıfının *Chlorophyta* familyasının bir türüdür. Deniz marulu olarak bilinen bu yeşil alg türü azot ve fosfor bakımından zengindir. Gelişimlerinde güneş işığına gereksinim gösterdiklerinden genelde su yüzeyinin üst kısımlarında bulunurlar. Türkiye kıyılarında özellikle sığ ve kayalık bölgelerde yayılım gösteren *Ulva rigida* tuzluluğa toleranslı bir türdür, bu sebeple hem tuzlu hem de acı sularda bulunabilmektedir. Bu yeşil alg türü kirli sularda yaşadığından yapılan araştırmalarda ağır metal kirlilik indikatörü olarak kabul edilmektedir (Uysal ve ark., 1989; Özden, 2005; Başçınar, 2009; Atabeyoğlu ve Atamanalp, 2010).

1.1.2. Sediment ve askıda katı madde

İnsan sağlığına zarar verebilen inorganik maddelerden sayılan ağır metaller, çeşitli süreç ve çevrimler sonucu deniz dibine çökelmekte ve sedimente bağlanmaktadır. Bu nedenle, sedimentler deniz kirliliği araştırmalarında önemli yer tutmaktadır (Ergin, 2005).

Sedimentte ağır metal çalışmalarında metallerin hangi jeokimyasal fazda biriktiği önemlidir. Bu fazlardan demir, manganoksit, hidroksitler, organik madde ve kil mineralleri sedimentte metal birikiminde en önemli konsantre edici bileşenlerdir (Balkıs ve Algan, 2005). Sediment bileşimi (sedimentin içerisinde yer alan mineral ve elementlerin türü ve oranları) veya sedimentin kaya türü (kayacın fiziksel, kimyasal ve dokusal özelliklerine ve oluşum ortamına göre çeşidi) ile sedimenti oluşturan bileşenlerin tane boyu ve karbonat miktarı kontrol edilmektedir. Nitekim, kil ve silt bakımından zengin ince taneli sedimentlerin ağır metal oranları genelde yüksek, buna karşın karbonatça ve kaba tanece zengin (tane boyu büyük) sedimentlerin ağır metal düzeyleri genelde düşüktür (Ergin, 2005).

Askıda katı madde, suda asılı haldeki katıları ifade etmek için kullanılır. Askıda katı madde (sudaki canlı, cansız partiküller, kirletici unsurlar) değerlerinin yüksek olması,

denizlerde ışık geçirgenliğini azaltıp dip birikintilerine yol açarak ya da doğrudan zarar vererek su canlılarının yaşamlarını olumsuz etkiler (Ünlü, 2006; Demirak ve ark., 2013).

1.1.3. Ağır metaller ve etkileri

Yoğunluğu 5 g/cm³'ten fazla olan element metallere ağır metal adı verilir (Egemen, 2000). Bu grubun içinde geçiş metalleri, bazı yarı metaller, lantanitler ve aktinitler bulunur. Bileşiklerin yağmur yoluyla ya da iyon değişimi ile toprağa karışması sonucu ağır metaller doğada birikebilir (Uysal ve ark., 1989).

Tehlikeli kirleticiler arasında yer alan ağır metaller, deniz ortamına evsel, maden faaliyetleri ve endüstriyel kaynaklı deşarjlarla ulaşmaktadır. Ağır metallerin suda çözünebilir bileşikleri, sucul ekosistemde problemler yaratmaktadır (Egemen, 2000). Ağır metaller çevrede kalıcılıkları, yüksek konsantrasyonlardaki toksisiteleri, canlı dokularında birikme eğilimleri ve besin zincirinde daha üst seviyelere gittikçe artarak yoğunluk göstermeleri sebebiyle insanlar için potansiyel tehlike oluştururlar (Egemen, 2000). Bundan dolayı ağır metallerin sucul ekosistemde izlenmesi ve kontrolü, önceki çalışmalar bölümünde de verilen araştırmaların konusu olmuştur. Bu çalışmada; Pb, Cu, Zn ve Fe ağır metallerinin midyede, algde ve sedimentte yaptığı birikimler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

1.1.3.1. Kurşun (Pb)

Kurşun mavimsi-gri renkte bir ağır metaldir. Anorganik kurşun tuzlarının bir kısmı (asetat, kurşun tuzları gibi) suda çözüldüğü halde, bir kısmı (kurşun sülfat) suda çözünmez. Yakın çevrede en önemli kurşun kaynağı benzine katılan tetraetil kurşun veya tetrametil kurşun olmaktadır. Ayrıca içme sularının kurşun kaplı depolarda bekletilmesi sırasında; su dağıtımında kullanılan kurşun, borulardan sulara fazla miktarda geçebilir. İçme suyu standartlarına göre, Türkiye'de en fazla 0,05 ppm (mg L⁻¹), Su Ürünleri Tüzüğüne göre akarsularda en fazla 0,5 ppm olmalıdır. Besin maddeleri de değişik miktarlarda kurşun içerir. Genellikle balık ve deniz ürünlerinde 0,2-2,5 mg kg⁻¹; et ve yumurtada 0-3,7 mg kg⁻¹ ve bitkisel kaynaklı besinlerde ise kurşun miktarı ortalama 0-2,5 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir (Uysal ve ark., 1989; Egemen, 2000).

1.1.3.2. Bakır (Cu)

Bakırın doğada en çok bulunan filizleri oksit ve sülfürleridir. Diğer yandan soy bir metal olarak doğada metalik şekilde bulunur. Ayrıca deniz alglerinin küllerinde, çoğu deniz mercanlarında, yumuşakçaların ve eklem bacaklıların çoğunda rastlanır. Bakır, canlı

organizmaların büyümesi ve gelişmesi için temel bir elementtir. İnsan vücudunun tüm dokularında eser miktarda bulunur. Ancak yüksek konsantrasyonlarda toksik etki yapar. Bu değer insanlar için 100 ppm olarak bildirilmiştir (Uysal ve ark., 1989; Egemen, 2000; Yarsan ve ark., 2007; Sarı, 2008; Gilbert ve ark., 2009).

1.1.3.3. Çinko (Zn)

Çinko, doğada bileşik halinde bulunur. Mavimsi beyaz renkte olup kırılmalıdır. İnsan vücudunda iz halinde bulunan ve yaşam açısından gerekli olan elementlerden biridir. Çinko'nun normal deniz suyu konsantrasyonu, 1-20 mg L⁻¹'dir. Balık ve diğer deniz canlıları için Çinko'nun toksik düzeyi 10 ppm sınırındadır. Çinko; Hg, Cd, Pb gibi ağır metallere oranla daha az toksik özellik taşır. İnsanlarda ve diğer canlılarda yüksek konsantrasyonlarda toksik etki yapar (Uysal ve ark., 1989; Egemen, 2000).

1.1.3.4. Demir (Fe)

Demir, yer kabuğunda büyük miktarlarda bulunan birçok yükseltgenmiş minerallerden ergitilir. Bu mineraller arasında hematit, magnetit, limonit ve karbonat sideriti sayabiliriz. Midye ve alglerin yapısında en fazla bulunan ağır metaldir (Uysal, 1988). Tüm bitkilerin, hayvanların ve insanların yaşamak için demire ihtiyaçları vardır. İnsanlarda en büyük demir yüzdesi, kırmızı kan hücrelerinde bulunur. Hemoglobinin temel bölümlerinden birini oluşturur. Kaslarda ve dokularda, küçük miktarlar halinde bulunur (Uysal ve ark., 1989; Egemen, 2000; Dural ve ark., 2006).

Bu çalışmada; Gelibolu Yarımadası ve Saroz Körfezi kıyılarındaki *Mytilus galloprovincialis* ve *Ulva rigida* türleri ile sedimentte bazı ağır metal (Pb, Cu, Zn ve Fe) miktarları, mevsimsel olarak, altı farklı dönemde ve dokuz farklı istasyonda örneklenip laboratuvar analizleri yapılarak, bu bölgedeki olası kirliliğin düzeyi ve bu kirliliğe neden olabilecek kaynakların belirlenmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Uysal ve ark. (1989), Ege denizi kıyılarındaki bazı midye ve balıklardaki Cu, Zn, Pb, Fe, Cd ve Hg düzeylerinin 1984-1988 yılları arasında yapılan analizlerinde; ağır metal değişimleri, pelajik balık türlerine nazaran midye türlerinde yüksek düzeydedir. Ayrıca, ağır metal birikimleri, bölgelere göre değiştiği gibi türlere göre de değişim göstermektedir. Bu çalışmada ele alınan ağır metaller, balıklarda; Fe>Zn>Pb>Cu>Hg>Cd sıralamasını izlerken; midyelerde; Fe>Zn>Cu>Cd>Pb>Hg sıralaması belirlenmiştir. Kıyılarımızdaki hızlı ve kontrolsüz gelişime rağmen, halk sağlığı bakımından tehlikeli düzeyde ağır metal birikimi gözlenmemiştir.

Leong ve Taner (1999), çalışmasında sedimentte meydana gelen ağır metal birikiminin deniz ortamındaki kirliliğin anlaşılması için önemli olduğu sonucuna varmıştır.

Balkıs ve Algan (2000), sedimentte eser metal çalışmalarında metallerin hangi jeokimyasal fazlarda birikmesinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu fazlardan Fe ve Mn oksit ve hidroksitler, organik madde ve kil mineralleri sedimentte metal birikiminde en önemli konsantre edici bileşenlerdir.

Egemen (2000), yaptığı deneysel çalışmalar sonucunda, organizmalardaki ağır metal konsantrasyonlarının bölgeden bölgeye değişim gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada; ağır metal konsantrasyonlarının kıyı bölgelerde ve kapalı denizlerde, açık denizlerden daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr ve As gibi elementler belli derişimlerin üzerinde toksik etki yapmaktadırlar ve bir organizmadan diğerine geçişte derişimleri artabilmektedir. Ağır metal birikim düzeyinin; yaş habitat ve beslenme davranışına bağlı olduğu belirtilmektedir. Bazı metaller, canlı yaşamı için gerekli olsada; Hg, Pb, Cd, Cu, Cr, Zn ve Ni gibi metaller, sucul ortamlarda yüksek konsantrasyonlarda toksik etki yaratabileceği vurgulanmıştır.

Dauvalter ve Rognerud (2001), Kuzey İskandinavdaki Pasvik nehri (Finlandiya, Rusya ve Norveç ülkelerini kapsayan büyük nehir sistemi) sedimentlerindeki ağır metal kirliliğini araştıran bu çalışmada; 27 istasyondan sediment örneği almışlardır. Ni, Cu, Co, Zn, Cd, Pb ve Hg'nin miktarlarındaki yüksekliğin, bölgedeki maden atık sahalarından sızan ve biriken atık sularından kaynaklandığı bildirilmiştir. Kirlilik açısından risk değerlendirmesi ve Hakanson risk indeksine göre; bu metallerin değerleri alt nehir yatağında yüksek, üst ve orta nehir yatağında düşük ve orta düzeydedir.

Sarı ve Çağatay (2001), çalışmasında Saroz Körfezinin yüzey sedimentlerindeki ağır metallerin dağılımını araştırmışlardır. Körfezin kuzeyi kumlu olmasına karşın, yamaç ve derin sulardaki sedimentlerin bileşimi kil ve siltten oluşmaktadır. Bu çalışmada,

sedimentteki Pb, Cu, Zn, Fe gibi ağır metallerin analizi sonucu, değerler Fe>Zn>Cu>Pb sırasını takip etmiştir. Kuzey sahilinde yer alan yüzey sedimentlerinde Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Ni ve Hg ağır metallerin oranları ise sırasıyla; % 0,25-4,60; 114-1740 ppm; 6-44 ppm; 23-154 ppm; 2-80 ppm; 14-145 ppm ve 10-130 ppb dir. Bu sıralama, metal kirliliği açısından diğer denizel ortamlarla karşılaştırıldığında düşüktür ve bozulmamış bir doğal ortamın varlığını göstermiştir. Çoğu organik karbon ve ağır metalin, insana ait ve doğal bir girdi olup, Meriç ve Kavak nehri ile Karadeniz'den gelen derin akıntılarla körfeze taşındıklarını belirtmişlerdir.

Topçuoğlu ve ark. (2002), Karadeniz kıyılarında yaptıkları çalışmalarında, denizlere taşınan ağır metallerin daha fazla dip sedimentlerinde, suda asılı partiküllerde ve canlılarda yoğunlaşmakta olduğu sonucuna varmışlardır. Ag, Hg, Cu, Cd ve Pb gibi ağır metallerin doğal konsantrasyon düzeyleri arttığı durumlarda toksik etki yapmakta ve enzimleri inhibe etmektedirler. Araştırmacılar, bir çok ağır metalin, gerekli olsun veya olmasın canlı organizmalar için potansiyel toksik ajan olduğunu ifade etmektedirler.

Canlı ve Atlı (2003), Doğu Akdeniz'de (Karataş) gerçekleştirdikleri çalışmalarında altı farklı Akdeniz balık türünün boyutları ölçülerek, aynı zamanda; kas, solungaç ve karaciğerlerindeki Fe, Zn, Cu, Pb, Cd ve Pb gibi ağır metallerin miktarları belirlenerek bunlar arasındaki olası ilişkinin ortaya çıkarılmasını amaçlamışlardır. Ağır metaller en çok karaciğerde yer almakta olup, en yüksek Cd 4.50 µg/g, Cr 17.1 µg/g, Pb 41.2 µg/g ve Cu 202.8 µg/g kuru ağı. olarak belirlenmiştir. Solungaçlarda en yüksek değer Fe 885.5 µg/g kuru ağı. olarak belirlenmiştir. Kaslar, demir hariç metal düzeyi en düşük dokudur. Balıkların boy ve ağırlıkları ile dokularındaki metal içerikleri doğrusal regresyon analiziyle ele alınmıştır. Bu analiz birkaç özel durum dışında metal konsantrasyonu ile balık boyutu arasında uyumsuz bir ilişki sunmuştur.

Tüzen (2003), Karadeniz'in orta kesimlerinde; Pb, Cd, Zn, Cu, Mn ve Fe gibi bazı ağır metalleri balık türlerinde araştırmıştır. Değerler, µg/l olarak sırasıyla; Cu:0.36, Mn:0.23, Zn:0.25, Fe:0.42, Pb:0.98 ve Cd:0.065 dir. Kirlilik açısından, Türkiye Halk Sağlığı Cetvelindeki limit değerlere (Anonymous, 1995) göre, bulunan değerler düşüktür.

Topçuoğlu ve ark. (2004), Marmara Denizi kuzey kıyı şeridi boyunca, sediment ve biyolojik örneklerde; Cd, Co, Cr, Ni, Zn, Fe, Mn, Pb ve Cu içerikleri araştırılmıştır. Cu ve Zn'nin, İstanbul Boğazı ve Karadeniz'deki alglerde değerleri yüksektir. Akdeniz midyesinde; çoktan aza doğru sırasıyla Ni, Mn, Cu, Pb, Cr, Cd, ve Co yer almaktadır. Pb, Cu ve Zn değerleri Ege Denizindeki değerlerden düşüktür. Balıklardaki Mn ve Cu, Karadenizdeki değerlerden daha yüksektir. Cd, Co, Cr, Zn ve Pb ise daha düşüktür. Marmara denizi kuzey sahillerindeki sedimentlerde; Şarköy'de Co, Cr, Ni ve Fe; Marmara

Ereğlisinde Pb, Cu ve Mn ve Menekşe’de Cd, Zn ve Mn belirlenmiştir. Marmara Denizi kuzey sahilleri, Marmara Denizinin diğer yerlerine göre yüksek ağır metal değerleri içermektedir.

Sunlu ve ark. (2005), Kuzey Ege Denizi sedimentlerinde organik karbon (%) ve yanabilen madde (%) miktarlarının bulunmasının, sediment kalitesinin belirlenmesinde önemli parametrelerden birisi olduğu sonucuna varmışlardır.

Topçuoğlu (2005), Karadeniz kıyıları ve İstanbul Boğazında, 1984-2001 yılları arasında yaptığı çalışmada, midye ve yeşil alg gibi farklı deniz organizmalarındaki ortalama ağır metal konsantrasyonlarını tespit etmiştir. Midyede, Fe konsantrasyonu 400 µg/g iken, yeşil algde 300 µg/g, midyede Zn konsantrasyonu 90 µg/g iken, yeşil algde 100 µg/g, midyede Cu konsantrasyonu 10 µg/g iken, yeşil algde 15 µg/g ve midyede Pb konsantrasyonu 5 µg/g iken, yeşil algde 4 µg/g kuru ağırlık olarak belirlenmiştir.

Wang ve ark. (2005), Çin’in Tianjin bölgesinde halk sağlığı açısından bitki ve balıklarda yer alan Pb, Cu, Zn, Cd, Hg ve Cr metallerini araştırmıştır. Özgün metal değerleri (THQ<1) açısından bitki ve balıkların tüketilmesi özellikle çocuklar için risk oluşturmaktadır. THQ>1 durumunda risk, çocuklar açısından daha da artmaktadır. En düşük risk, Cr iken, Hg % 45 ve Cd % 51’e varan THQ oranları olarak halk sağlığı açısından riski belirleyen ağır metallerdir. Hg ve Cd, bitki ve balık tüketiminden gelmektedir. Yetişkinler için halk sağlığı riski Cd’nin alınmasıyla oluşurken, Hg çocuklar açısından ana risk oluşturan ağır metal olarak durmaktadır.

Bergin ve ark. (2006), tarafından İzmir Körfezindeki ağır metal kirliliğine bentik foraminiferlerin ve ostrakodların tepkisini araştıran bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada 67 foraminifer, 22 ostrakod ve 16 adet sediment örneği kullanılmıştır. Araştırmacılar çalışmalarında, ağır metallerin özellikle körfezin iç kesimlerinde yer aldığını belirlemiştir. Körfezin orta ve dış kesimi, Gediz nehrinin boşaldığı yer hariç, düşük seviyelerde ağır metal içeriğine sahiptir. Yaşamsal artış, fertlerin sayısındaki artış ve tür çeşitliliği; ağır metal içeriği nedeniyle, iç körfezden dışa doğru artmaktadır. En kirli olan iç körfez kesiminde bulunan *Ammonia tepida* türü, kirlilik indikatörü olarak kullanılmıştır. Kirlilik ve onun yoğunluğu arttıkça, yaşamsal ortamda hızla değişmekte ve türlerin sayıları azalmakta; fauna bozulmaktadır. Ağır metallerin yoğun olduğu İzmir körfezi iç kesimi, foraminifer ve ostrakodların sayısının az ve kalitesinin düşük olduğu bir alandır.

Dalman ve ark. (2006), Ege Denizi güneyindeki Güllük Körfezinde, sediment ve balıklarda; Cu, Zn, Cd ve Pb konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Balıklarda (*Dicentrarchus labrax*); Pb<0,02-0,4; Cd<0,01-0,04; Cu<0,1 ve Zn<0,5-7,2 mg kg⁻¹ dir. Sedimentte ise Zn 80,8±0,45; Cu 25,2±0,14; Pb 20,0±2 ve Cd 0,56-0,08 mg kg⁻¹ dir. Bu

verilere göre, balıklarda orta seviyede, sedimentte ise daha düşük seviyede ağır metal oranları mevcuttur.

Kayhan ve ark. (2006), İstanbul balık halinden alınan midyeler (*M. galloprovincialis*) üzerinde yapılan çalışmada, midyelerde tespit edilen arsenik seviyelerinin, ülkemiz için kabul edilen değerler içerisinde olduğunu belirtmişlerdir. İstatistiksel açıdan örnekler arasında anlamlı bir fark ($p < 0.005$) bulunamamıştır.

Özden ve Tunçer (2006), Çanakkale Boğazı güney sahillerinden dokuz istasyondan farklı yöntemler kullanılarak toplanan midyelerden *Mytilus galloprovincialis*, *Patella vulgata*, *Monodonta turbinata* ve alglerden *Ulva lactuca*, *Cystoseria barbata*, *Enteromorpha sp.* türlerinin Pb, Cd, Cu, Zn, Fe düzeyleri ve mevsimsel değişimleri araştırılmıştır. Tüm analizlerde ICP (İndüklenmiş Birleştirici Plazma) tekniği kullanılmış olup bulgular $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık cinsinden verilmiştir. Araştırma bulgularına göre, ağır metal konsantrasyonları; $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Cd}$ sırasını takip etmektedir.

Akyüz ve ark. (2007), Saroz Körfezi yüzey sedimentlerindeki toksik ve iz element analizlerini denetleyen çalışmalarında; Rb ve Sr ($r = 0.64$), Fe_2O_3 ve MnO ($r = 0.59$), Th ve La ($r = 0.71$), Th ve Ce ($r = 0.64$), Th ve Sm ($r = 0.60$) toksik ve iz elementlerini ve oranlarını belirlemişlerdir.

Altas ve Büyükgüngör (2007), Karadeniz kıyı şeridi (500 m'ye kadar) ve açık sularında (5555 m'ye kadar), Mayıs 2000 ile Ekim 2001 tarihleri arasında, özellikle Ordu, Samsun ve Sinop civarında ve 32 istasyonda deniz suyunda ağır metal kirliliğini araştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda, kıyı şeridi boyunca özellikle madencilik sahalarının olduğu yerlerde ağır metal kirlilik değerleri en yüksek değerlere yaklaşırken, açık denizde en yüksek değerlerin altında kaldığı belirlenmiştir.

Süren ve ark. (2007), Çanakkale Boğazı deniz suyunda Cd ve Pb ağır metallerini araştırdıkları çalışmalarında; kıyı, kıyıda uzakta ve derin kesimler olmak üzere üç farklı noktada, Cd ve Pb değerlerini belirlemişlerdir. Buna göre, Cd ve Pb değerlerine en çok kıyılarda ve derin kesimlerde rastlanmıştır. Bunun sebebinin, kıyıya yakın kesimlerdeki madencilik faaliyetleri olabileceği düşünülmüştür. Boğazın kıyıda uzakdaki değerleri diğer açık deniz değerleriyle yakındır. Kıyı ve derin kesimlerdeki değerlerin yüksek olmasını boğazlardaki trafik ve nehrin atıklarına bağlamışlardır. Elde ettikleri sonuçları WHO, TSE ve EPA'ya göre yorumlamışlardır. Buna göre, tüm ağır metal değerleri, ortalama değerlerin üzerinde çıkmıştır.

Taş ve ark. (2007), Çandarlı Körfezinin yüzey sedimentlerindeki ağır metallere Pb, Cu, Zn ve Fe metallerini araştırmışlar, yanabilen madde ve organik karbon analizlerini yapmışlardır. Toplam sekiz istasyonda 2003-2004 yıllarını kapsayan çalışmanın

sonucunda, ağır metal konsantrasyonlarında önemli bir değişim gözlenmemiştir. Fe, Cu ve Pb düşük etki oluşturabilecek düzeyin üzerinde iken, Zn bu düzeyin altındadır. Ağır metal, yanabilen madde ve karbon değerlerini oluşturan sebebin, körfeze ve nehirlere bırakılan atık su deşarjlarından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Wong ve ark. (2007), Çin'in ilksel elektronik atıkların prosesinin yapıldığı Guiyu köyü sedimentlerinde iz metal içeriklerini araştırmışlardır. Guiyu civarındaki nehir sedimentlerinde; Cd, Ni, Cu, Pb ve Zn tespit edilmiştir. Sonuç olarak, evsel ve ilkel elektronik atıkların, Guiyu'daki atık proses sahasından çevredeki akarsulara iz elementlerin karıştığı ve bölgede ciddi bir tehlike içerdiği belirlenmiştir.

Yarsan ve ark. (2007), Marmara Denzinin kuzeyinde Yenikapı ve İstanbul Boğazının Karadenize açıldığı Anadolu Kavağı civarındaki midyelerde (*Elliptio buckleyi*) ağır metal kirliliğini araştıran çalışmalarında; Cu, Pb, Cd ve Hg konsantrasyonları (mg/kg) Yenikapıda; 0.64–2.11, 0.20–0.96, 0.56–1.40 ve 0.56–0.90 aralıklarda olup, Anadolu Kavağında ise; 0.51–2.99, 0.08–0.32, 0.04–0.32 ve 0.07–0.42 dir. Yenikapıdaki değerler, Anadolu Kavağından yüksek çıkmıştır. Yenikapıdaki değerler, Avrupa Birliği kirlilik norm değerlerine göre yüksek çıkmıştır. Anadolu Kavağı ise düşük değerlere sahiptir. Yenikapıdaki değerlerin yüksek olmasının sebebi olarak; karadaki tarımsal faaliyetler, evsel atıklar ve endüstriyel faaliyetlerin, Yenikapıdan akarsular aracılığı ile Marmara kıyılarına ulaşmasının bir nedeni olduğu düşünülmüştür.

Çevik ve ark. (2008), Doğu Karadeniz kıyılarında *M. galloprovincialis*'deki Cu, Zn ve Pb ağır metal düzeylerinin araştırıldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada Akdeniz midyesinin dokularındaki Cu ve Pb konsantrasyonlarının Türkiye Denizleri için belirlenen ortalamaların çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir. FAO'ya göre ise Zn konsantrasyonları en yüksek değerdedir.

Okay ve ark. (2008), İstanbul Boğazının yüzey sedimentlerindeki ağır metal içeriğini araştıran çalışmalarında; 17 farklı istasyondan alınan numunelerde X-ray floresans tekniği ve sediment kalite indeksi, zenginleşme faktörü ve jeobirikim indeksine göre; Al: % 1.3-7.2, As: 4.8-18 mg kg⁻¹, Ba: 119-599 mg kg⁻¹, Cd: 0-6.6 mg kg⁻¹, Cr: 18-222 mg kg⁻¹, Cu: 7.6-180 mg kg⁻¹, Fe: % 1.0-5.5 (10.000-55.000 mg kg⁻¹), Mn:171-718 mg kg⁻¹, Ni: 3.3-64 mg kg⁻¹, Pb 4.5-461 mg kg⁻¹, Sn: 1.3-68 mg kg⁻¹, V: 19-170 mg kg⁻¹ ve Zn: 16-859 mg kg⁻¹ dir. Buna göre; Pb, Ni, As, Zn ve Cd kirlilik elementleridir.

Protasowicki ve ark. (2008), Baltık Denizi'nin Polonya kıyılarındaki *Mytilus edulis*'deki iz metalleri araştıran çalışmada; Hg, Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, Ni, Fe, Mn, V, Li ve Al gibi metallerin midyenin kabuklarındaki oranları incelenmiştir. Mayıs-Eylül 2005 döneminde, 12 istasyonun herbirinden 17-330 farklı boydaki kabuk örneklenmiştir. Bu

bölgedeki ağır endüstriyel faaliyetlerden dolayı kirlilik değerleri (iz element miktarları) yüksek çıkmıştır. Kabuklar, ICP-AES ve Coleman MAS 50 CV atomik absorpsiyon spektrometresi ile ölçülmüştür. Cd, Hg, Cr ve Zn konsantrasyonları kabuk gelişimini yavaşlatmakta, buna karşın Cu ve Pb konsantrasyonlarının ise kabuk boyutunun artmasına yol açtığı öngörüsü üzerinde çalışmışlardır. Kabuk boyları her bir örnek için ölçülmüş olup, metal içeriğinin bu çalışmada kabuk boyuna (genişliğine) bağlı olmadığı, farklı boylardaki kabuklar arasında da önemli metal içerik farklılıkları olmadığı sonucuna varmışlardır. Midyelerin, sürekli izlenmesiyle, en iyi biyoindikatör tür olduğunu söylemektedirler.

Sarı (2008), bu çalışmada Marmara Denizi'nin güneyine ulaşan Nilüfer, Simav, Gönen-Biga ve Kocasu nehirlerinin oluşturduğu kirliliği araştırmıştır. Bu çalışmada belirlenen ağır metaller; Cu, Pb, Zn, Ni ve Cr dir. Nilüfer nehri; Cu, Pb, Zn, Ni ve Cr ağır metallerini kapsamaktadır. Simav nehri; Pb'ce zengindir. Gönen-Biga nehri; Cr ve Pb'ce zengindir. Kocasu nehrinde; Zn, Cr ve Pb ağır metalleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, Güney Marmara'nın yüzey sedimentlerinde yüksek Zn, Cr ve Pb konsantrasyonları nehirler boyunca taşınmaktadır.

Wallenstein ve ark. (2008), farklı ekolojik koşullar altında Sao Miguel Adası kıyılarının denizel alglerindeki ağır metal düzeylerini araştıran çalışmayı yapmışlardır. Endüstriyel aktiviteden uzak olmasına rağmen, son 20 yıldır turist akınına uğramış bölgedeki kirlilik, mevsimsel yağışlar ve tarımsal kullanım başta olmak üzere zararlı bitki ve hayvanları öldürmek için kullanılan kimyasallar ve bunun yanısıra meralardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca kirlilik bölgede sığ sulardaki volkanik aktiviteye bağlı hidrotermal çıkışlarla da ilgilidir. Kirlilik parametresi olan Pb, Hg, Cu, Zn ve Fe'nin yüksek değerlerinin kentsel alanlara yakın bölgelerde fazla olduğu görülmüştür.

Gilbert ve ark. (2009), Barcelona Limanının yeniden açılan bölümündeki yüzey sedimentlerinde; Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr ve As ağır metal konsantrasyonlarını araştırdıkları çalışmalarında; limanın yeni bölümünün açılmasından önce Pb, Cu, Cr ve Zn ağır metal konsantrasyonlarının 30 mg kg^{-1} ; Hg, Cd, As ve Ni konsantrasyonlarının ise 50 mg kg^{-1} olduğu (<1) ve kirlilik açısından önemli değerlere sahip olduğu görülmüştür. Limanın yeni bölümü inşaa edildikten sonra yapılan ölçümlerde, liman içerisindeki suyun yer değiştirme oranının artmasıyla yukarıdaki değerlerin düştüğünü, kirlilik açısından düşük değerlere ulaşıldığını ve bentik yaşam için uygun hale geldiğini belirlemişlerdir.

Turan ve ark. (2009), Karadeniz ve Akdeniz kıyılarında yaşayan bazı ticari balık türlerindeki ağır metal düzeylerini araştıran çalışmalarında; özellikle Karadeniz'deki *M. merlangus*'da Ni ve *M. barbatus*'da Pb en yüksek değerlerde çıkmıştır. Karadeniz ve

Akdeniz kıyılarındaki ağır metal seviyelerinin dikkat edilmesi gereken kirlilik değerlerine yaklaştıklarını belirtmektedirler.

Yılmaz (2009), Muğla'nın Köyceğiz Gölünde ticari üç balık türünün dokularında yaptığı ağır metal konsantrasyonlarına ait analitik çalışma sonucunda bulunan değerlerin; Türk Gıda Kodeksi, Avrupa Birliği ve Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlemiş oldukları değerler açısından yüksek olması nedeniyle riskli olduğunu tespit etmiştir. Metal konsantrasyonları arasındaki istatistikî farkın önemli olup ($p < 0.05$), metaller arasında değişen oranlarda korelasyon katsayılarını bulmuştur.

Balkıs ve ark. (2010), Gökova Körfezinde, 2005-2006 yılları arasında, sedimentte, askıda katı maddede ve sulara ağır metalleri (Fe, Mn, Pb, Cu, Cd, Hg, Ni) belirlemeye çalışmışlardır. Gökova Körfezindeki askıda katı maddede, sulara ve sedimentlerde yüksek oranda ağır metal içeriğine rastlanmıştır. Bu ağır metallerin kaynağının körfezin güney doğusunda yer alan madencilik faaliyetleri ile evsel ve endüstriyel kaynaklı karasal bir girdi olduğunu belirtmişlerdir. Sular ve askıda katı maddede ağır metal dağılımlarında önemli farklılıklar belirlenmemiştir. Bunun sebebini araştırmacılar, körfezdeki çökme hızının yavaş olmasına dayandırmaktadırlar.

Chen ve ark. (2010), Güney Çin denizinin kuzeyinde yer alan Daya Körfezindeki Porites mercanları üzerinde ağır metal kirliliğini araştırmışlardır. Bu çalışmada, metallerin Ca'ya oranlarına uzun periyotta bakılmıştır. Fe ve Mn, 32 yılda (1976-2007) bir artış göstermezken, bunların Ca'ya oranlarının 1980'de küçük bir artış sunması, bölgede kurulan nükleer santralle ilişkilidir. Zn'nin son 14 yılda büyük artış sunmasının nedeni, evsel ve endüstriyel lağım sularından kaynaklanmaktadır. Körfezdeki mercanlarda akut (Fe ve Mn) ve kronik (Zn) ağır metal kirliliği son 32 yılda yüksek seviyelere ulaşmıştır.

Karafistan ve Ormancı (2010), Çanakkale boğazı güney sahillerindeki *Mytilus galloprovincialis*'deki metal içeriğinin (Pb, Cu, Cd, Ni, Al ve Zn) araştırıldığı çalışmada; Cu, Cd, ve Zn'nin yiyecek indeks değerleri açısından zaman zaman ortalama değerleri aştığını belirtmektedirler. Akdeniz midyelerindeki metal içeriğinin ($p < 0.05$) sırasıyla $Pb > Cd > Cu$ oranına sahip olduğunu, tüketilme sıklığı da dikkate alındığında bu midye türünün zaman zaman güvensiz olabileceği vurgulanmıştır. Bölgedeki madencilik faaliyetleri ve diğer endüstriyel atıkların kirlilik kaynağı olduğu belirtilmektedir.

Lök ve ark. (2010), Çanakkale boğazından *Mytilus galloprovincialis* türündeki ağır metal konsantrasyonlarını araştıran çalışmalarında; As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb ve Zn metallerini belirlemeye çalışmışlardır. Eylül 2006'da, beş istasyondan derledikleri numunelerde; AAS çalışmaları sonucunda, 0,032-0,048 $\mu\text{g As/g}$; 0,101-0,52 $\mu\text{g Cd/g}$; 0,141-0,78 $\mu\text{g Cr/g}$; 0,542-0,661 $\mu\text{g Cu/g}$; 0,005-0,034 $\mu\text{g Hg/g}$; 0,081-0,383 $\mu\text{g Ni/g}$;

0,220-18,474 µg Pb/g ve 32,549-65,612 µg Zn/g belirlenmiştir. Bu verilere göre; As, Cd, Cr, Cu, Hg ve Ni metalleri boğazda bulunmaktadır. Kilye ve Akbaş koyunda, Zn ve Pb bulunmuştur. Bu metallerin kabul edilebilir TSE limitleri üzerinde olduğu görülmüştür.

Onsait ve ark. (2010), Çin'in Fujian bölgesindeki balık kafesinde yaşayan iki denizel kültür balığında; balıkların kas, karaciğer ve midelerindeki Ag, As, Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Se ve Zn konsantrasyonlarını halk sağlığı açısından araştırmışlardır. Buna göre; As, Cd, Se ve Zn konsantrasyonlarının çok yüksek düzeyde olduğu hatta As seviyesinin ulusal standartların (>1.0 mg/g) üzerinde olduğu görülmüştür. Ancak EPA'nın günlük alınması gereken referans doz rehberine göre ise en yüksek değeri aşmamıştır. Diğer elementler, uluslararası izin verilen değerleri geçmemiştir.

Öztürk ve ark. (2010), Foça sahillerinde baskın makroalg türleri, *Mytilus galloprovincialis* ve sediment örneklerindeki ağır metal içeriğini araştırdıkları çalışmada; *Mytilus galloprovincialis* için Pb 0,107- 0,768 mg/kg kuru ağı.; Cu 0,009- 0,112 mg/kg kuru ağı.; Zn 0,025- 0,037 mg/kg kuru ağı. bulunmuştur. *Ulva rigida* için Pb 0,003- 0,0045 mg/kg kuru ağı.; Cu 0,021- 0,029 mg/kg kuru ağı.; Zn 0,012- 0,021 mg/kg kuru ağı. ölçülmüştür. Sediment için Pb 0,0189- 0,984 mg/kg kuru ağı.; Cu 0,008- 0,394 mg/kg kuru ağı.; Zn 0,027- 0,066 mg/kg kuru ağı. bulunmuştur.

Papastergios ve ark. (2010), Kuzey Ege Denizinin kıyısına yakın endüstriyel bölgesindeki (Kavala ve Filippos Limanı) potansiyel toksik bileşenlerin dağılımını sediment örnekleri üzerinde araştırmışlardır. Bu çalışmada ortaya çıkan major ve iz element dağılımına göre, fosforik gübre sanayi (Al, Cl, Fe, K, Mg, Na, P, S, Ag, As, Cd, Ce, Hg, La, Mo, Pb, Sb, Se, U ve Y) ve diğer endüstriyel aktiviteler (B, Ba, Co, Cr, Cu, Cs, Ga, Ge, Li, Mn, Ni, Rb, Sn, Th, Ti, V, W, Zn ve Zr) etkin rol oynamaktadır.

Uluturhan (2010), çalışmasında Ege Denizinin doğusundaki iki bölgenin, 2001 yılı mayıs ayında, Saroz (11 istasyon) ve Gökova (8 istasyon) Körfezlerinin yüzey sedimentlerindeki ağır metal içeriklerini araştırmıştır. Sırasıyla Saroz ve Gökovada; Pb, Cr, Zn, Mn ve Ni ile Pb, Cr, Ni ve Mn tespit edilmiştir. Her iki bölgenin sedimentlerinde de Cu, Hg, Cd kirlilik açısından tespit edilememiştir. Saroz Körfezinde Pb ve Zn için orta derecede kirlilik tespit edilmiştir. Ni açısından her iki körfezde, oldukça yüksek bir kirlilik faktörü mevcuttur.

Çolakoğlu ve ark. (2011), Marmara Denizi güney sahillerindeki çift kabuklu yumuşakça *Chamelea gallina* beş istasyondan örneklenmiş ve ağır metal düzeyleri araştırılmıştır. Bunlardan Pb ve Zn değerleri iki istasyonda maksimum değerleri aşmıştır. Tüm Akdenize ve Karadenize kıyısı olan ülkelerde popüler olarak tüketilen kum midyesinin genel olarak tüketilmesinin güvenli olduğu ancak sıklıkla Pb ve Zn'nin takip

edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Üstünada ve ark. (2011a), Çanakkale Boğazındaki deniz suyu ve *U. rigida*'daki Cd, Pb, Zn ve Cu gibi bazı ağır metallerin mevsimsel konsantrasyonlarını belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada toplam altı istasyonda örnekleme yapmışlardır. Alglerdeki metal konsantrasyonları en yüksek değerlerine, tüm istasyonlarda bahar ve kış aylarında ulaşmışlardır. Deniz suyundaki ağır metal konsantrasyonlarına bakıldığında ise özellikle Pb içeriğinin her mevsimde en yüksek değere sahip metal olduğu görülmektedir. Eşik değerler (EIAR); Cu: 0.01, Cd: 0.01, Pb: 0.10 ve Zn: 0.10 mg/l dir. Tüm metaller bu eşik değerlerin üzerindedir. Çanakkale Boğazındaki metal kirliliğinin nedeninin yüzey akıntılarından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Üstünada ve ark. (2011b), Çanakkale Boğazından toplanan *Codium fragile* ve *Cystoseria barbata* türlerindeki bazı ağır metallerin istasyonlara göre ve mevsimsel olarak değişimlerini araştıran çalışmalarında; Cu, Pb, Zn ve Cd'nin konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Her iki canlıda en yüksek değerlere yaz aylarında, en düşük değerlere ise sonbaharda rastlanmıştır. Metal derişimleri sırasıyla; Zn>Cu>Pb>Cd şeklindedir.

Yılmaz ve Sadıkoğlu (2011), Çanakkale'nin Kepez Limanı civarındaki deniz suyundaki ağır metal kirliliğini araştıran çalışmalarında; çevresel kirliliğin düzeylerini belirlemeye çalışmışlardır. Deniz suyu örnekleri, Çanakkale Boğazı ve Kepez Limanının yakın kesimlerinden Haziran 2007'de örneklenmiştir. ICP-AES yöntemiyle ağır metaller belirlenmiştir. Cd ve Pb değerleri sırasıyla; 73.80 mg L⁻¹ ve 9.39 mg L⁻¹ dir. TSE, WHO ve EPA kriterlerine göre, Cd ve Pb'nin maksimum değerleri geçtiği belirlenmiştir. Bu değerlerin deniz suyunun üst yüzeylerinde olduğu sonucuna da varılmıştır. Bu kirliliğe neden olan unsurun, boğaza bağlanan ana nehir yatağından kaynaklandığı belirtilmektedir. Bunun yanısıra, limandaki faaliyetlerin de etkin rol aldığı düşünülmüştür. 2005 yılındaki değerlerle karşılaştırıldığında, 2007 yılı değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu değerlerin Kepez limanındaki tesisleşmeye paralel olarak artacağı düşünülmektedir.

Bingöl ve ark. (2012), Kocaeli Dilovası civarındaki sularda ağır metallerin düzeylerini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmalarında; 10 farklı istasyondan alınan su örneklerinde, kemometrik ölçüm yöntemiyle; Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb ve Hg değerlerine bakılmıştır. Uygulanan farklı istatistiksel analizler sonucunda; Mn, Ni, Cu, Zn ve As değerleri ortalama değerlere yakın çıkarken; Co, Cd, Pb, ve Hg değerleri ortalama değerlerden oldukça yüksek çıkmıştır.

Çayır ve ark. (2012), Çanakkale Boğazındaki *M. galloprovincialis* türü midyedeki metal konsantrasyonlarını ve insan sağlığı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. 2007, 2008 ve 2009 yılları boyunca altı istasyonda örnekleme yapmışlardır. Buna göre; Cd, Cr, Cu, Pb,

Zn, Fe ve Ni elementlerinin konsantrasyonları sırasıyla; 1.59, 6.04, 12.01, 6.03, 319.6, 402.79 ve 3.52 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bu değerler, halk sağlığı açısından tavsiye edilen risk değerlerine ulaşmamıştır. Örneğin bu metallere bakıldığında, Fe'nin 134.5-402.8 mg/kg arasında olduğu belirlenmiştir. FAO/WHO (1999) raporuna göre; bir insanın haftada bir defa tolere edilebilir Fe alım miktarı 48 mg/gün olarak verilmiştir. PTWI'ye göre yaklaşık 60 kg ağırlığındaki bir kişinin, kg başına 5.6 mg Fe alımının haftalık değer açısından uygun olduğu belirtilmiştir. Dolayısıyla 119 g midye yemekle vücut için yeterli olan Fe'nin alındığı düşünülmektedir.

Demirak ve ark. (2012), Gökova Körfezi iç kesimlerinde ve koylarındaki sedimentlerinde ve askıda katı maddede ağır metal içeriğini araştırmışlardır. Buna göre; önemli tarım, ticaret ve turizm merkezi olan bölgede, sedimentte ve askıda katı maddede Cd, Cu, Fe, Pb, ve Zn konsantrasyonlarına bakılmıştır. Koylardaki bu miktarların, açık denizden fazla olduğu görülmüştür. Pb, Cd ve Cu miktarları özellikle yaz aylarında artış göstermektedir. Zn ve Fe için bu artış görülmemiştir. Endüstriyel kirlenmenin olmadığı bölgede, tarım ve turizm etkin rol almaktadır.

Olawoyin ve ark. (2012), Niger Deltasında insan sağlığı üzerine toprak ağır metallerinin potansiyel risklerini araştırdıkları çalışmalarında; deriyle temas, solunum ve ağız yoluyla oluşan kirliliği araştırmışlardır. Bölgede toprağın ilk 15 cm. lik kesiminde oldukça yüksek Zn, Cd, Cu, Cr, Pb, Ni, Mn ve Fe tespit edilmiştir. Kanserojenik ve diğer riskler açısından çocuk ve yetişkinler için yüksek değerler belirlenmiştir. Bu metallere yüksek kanser riski olan Pb ve Cr metallerinin hergün vücuda teması ve alınması, ciddi sağlık problemlerine sebep olmaktadır.

Söğüt ve Yalçın (2012), İzmir Körfezinden alınan *Mytilus galloprovincialis*'deki ağır metallerin içeriğini belirlemeye yönelik yapılan çalışmada en düşük ve en yüksek değerler: Cu: 0.18-2.98, 1.23-15.76; Fe: 21.37-143.50, 21.32-87.29; Mg: 224.11-743.26, 226.10-674.97; Pb: 1.09-6.11, 1.02-4.94 ve Zn: 55.95-300.88, 153.33-482.74 mg kg⁻¹ olarak çıkmıştır.

Yuan ve ark. (2012), Güney Çin Denizinin yüzey sedimentlerindeki ağır metallerin dağılımı ve kirliliğini araştırdıkları çalışmalarında, bölgesel olarak bazı kesimlerde Cd çok yüksek risk seviyesinde yer alırken, bu denizin orta kesimlerinde çok yüksek oranda ağır metal içeriğine rastlamışlardır. Bu metallere; Mn, Hg, Pb ve Zn değerlerinin orta risk seviyesine ulaştığını gözlemlemişlerdir. Bu metallere yıllık olarak çökellerin içine akışı, atmosferik koşulların yardımıyla taneciklerin taşınması şeklinde olup, ağır metal birikiminin Güney Çin denizindeki biyokimyasal döngü üzerinde önemli bir rol oynadığını belirlemişlerdir.

Saleem ve ark. (2013), Pakistanın Mangla gölündeki sedimentlerden seçilmiş ağır metallerin mevsimsel değişimleri ve risk faktörleri araştırılmıştır. Ca, Cd, Cr, Fe, Mg, Mn, Pb ve Zn metalleri ele alınmıştır. En yüksek Ca olup, en düşük Cd'dir ve ağır metal artışı kış aylarında artış göstermektedir. Metaller insani sebeplere bağlı bir artış göstermektedir. Ayrıca biyoyararlılık açısından da ele alınan çalışmada, Cd ve Pb biyoyararlı bulunurken, buna karşın Fe ve Mn'nin az biyoyararlılık düzeyinde oldukları gözlenmiştir.

Spada ve ark. (2013), Güney İtalya'nın Apulian kıyısı boyunca *Mytilus galloprovincialis*'deki Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, As ve Zn konsantrasyonlarını araştıran çalışmalarında bu ağır metallerin değerlerini mg/kg olarak belirlemişlerdir. As: 6.35-76.27, Cd: 0.38-2.54, Cu: 5.26-19.22, Cr: 0.96-9.46, Hg: 0.10-0.81, Zn: 25.00-110.51 ve Pb: 0.37-3.25 dir. Bu değerler FAO değerleri ile karşılaştırıldığında düşüktür. Halk sağlığı açısından risk oluşturmamaktadır.

Yalçın ve ark. (2013), Doğu Akdeniz'de yer alan Mersin Körfezi kıyı sedimentlerindeki ağır metalleri araştıran çalışmasında; Cr, Mn, Sr, Ni, V, Zn, Co, Zr, Rb, Ce, Cu, Sc, Li, Y, Pb, As, Nb, Mg, Fe, Al, Th ve U tespit etmişlerdir. Bunlardan; Ni, Fe ve Al yüksek konsantrasyonlarda; Cr, Ti ve Mn ise orta düzeyde bulunmaktadır. Bu metallerden Cr, Mn, Ni, Zn, Co, Cu, Pb, Mg, Al, Cd, Sb ve Ti toksik etkiye sahip olabilecek düzeyde iken; As, Ag, Fe, Mo ve Sn miktarlarının dikkatle izlenmesi gerektiği belirtilmektedir. Al, Fe, Ti, Mn, Cr, Ni, Co, Pb, Zn ve V özellikle Susanoğlu ve Kızkalesi civarındaki kıyı kumlarında alarm vermektedir. Cr, Ni, Co, Mg, Ti, Fe ve Mn'nin Mersin ofiyolitik kayalarından gelmekte olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, bu bölgedeki endüstriyel faaliyetler, turizm ve hızlı nüfus artışına da dikkat çekilmiştir.

BÖLÜM 3**MATERYAL VE YÖNTEM****3.1. Örneklemeye Metodu**

Örnekleme; Gelibolu Yarımadası ve Saroz Körfezi kıyılarında bulunan dokuz istasyondan (Hamzakoy, Gelibolu Tersanesi, Kilya Koyu, Eceabat Çam Burnu, Kilitbahir, Abide, Büyük Kemikli Burnu, Ece Limanı ve Güneyli Koyu), Haziran 2009 ve Mayıs 2010 tarihleri arasında, dört mevsimi kapsayacak şekilde ve Ekim 2012 ile Şubat 2013 tarihlerinde iki tane yedek olmak üzere toplam altı defa yapılmıştır. Örnekleme sırasında midye, yeşil alg, sediment ve askıda katı madde örnekleri alınmıştır. Araştırmanın konusunu oluşturan *Mytilus galloprovincialis* ve *Ulva rigida* biyolojik örnekleri, kasek çizme ve eldiven giyilerek çelik bir spatülle kıyıda elle toplanmıştır. Tüm istasyonlardan toplanan biyolojik örnekler temiz polietilen torbalara konulup etiketlendikten sonra, bozulmaması için soğuk hava zincirinde getirilerek analiz edilene kadar -25°C’de (Tüzen, 2003) muhafaza edilmişlerdir.

3.1.1. Biyolojik örneklerin hazırlanması ve analizi

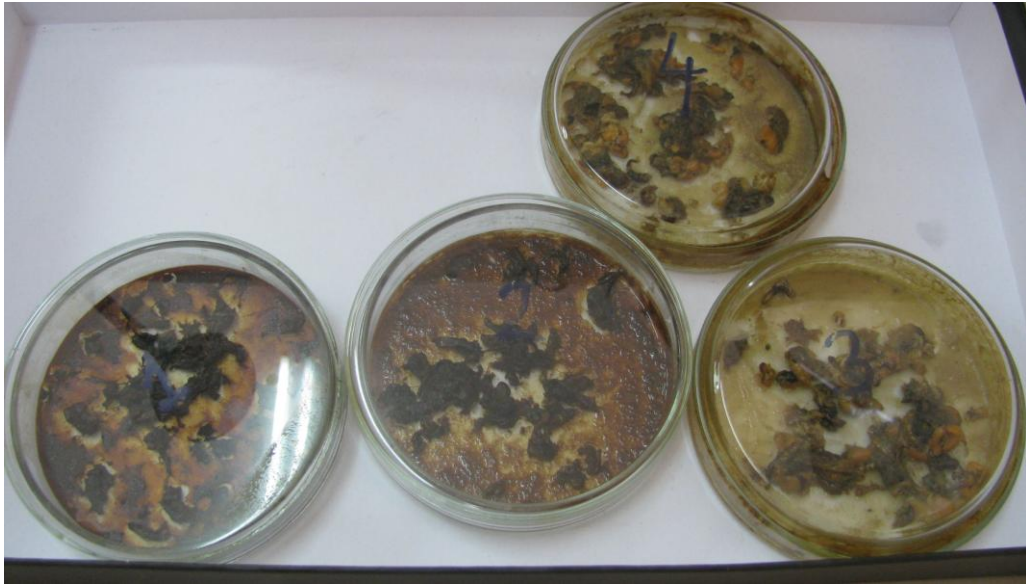
Laboratuvar sıcaklığına getirilen midye örnekleri önce çeşme suyu sonra saf su ile iyice yıkanmıştır. Daha sonra her bir midye örneğinin boyu (midyenin kabuğunun en uzun mesafesi) ölçülmüş, ağırlığı tartılmıştır. Veriler kaydedildikten sonra midyeler çelik uçlu bistüri ve pens yardımıyla kabuklarından ayrılıp kurutma kağıdı üzerine alınmış ve sabit tartıma gelinceye kadar (gerçek ağırlığına ulaşınca kadar) bekletilmişlerdir. Örnekler darası bilinen erlenlere alınarak tekrar hassas terazide tartılmışlardır. Örneklerin ağırlığına bağlı olarak HNO₃:HClO₄ (5:1) oranında ilave edilerek 2 saat özümlemeye alınmışlardır (Atabeyoğlu ve Atamanalp, 2010).

Tüm mineralizasyon işlemleri ısı ayarlı hot-plate üzerinde 48-96 saat süreyle gerçekleştirilmiştir. Organik yıkımı biten örnekler filtre kâğıdından süzölmüş ve saf su ile belli bir hacme getirilmiştir. Polietilen kaplarda saklanan örnekler +5°C’de analiz edilene kadar bekletilmiştir. Aynı örneklerden darası bilinen cam petri kaplara alınan tartılmış örnekler 105°C’ye ayarlanmış etüvde bir gece bekletildikten sonra tekrar tartılıp kuru ağırlıkları ve kuru ağırlık yüzdeleri hesaplanmıştır.

Biyolojik örnekleme sırasında hava su sıcaklık değerleri ölçölmemiştir. Ancak; örnekleme sırasında hava şartları, mevsimsel ve ay ortalama sıcaklıklarına paralel değerlerinde olmuştur.



Şekil 3. Örneklerin ısıtıldığı etüvün görünümü (orijinal).



Şekil 4. Bu çalışmada kullanılan *M. galloprovincialis* görünümü (orijinal).

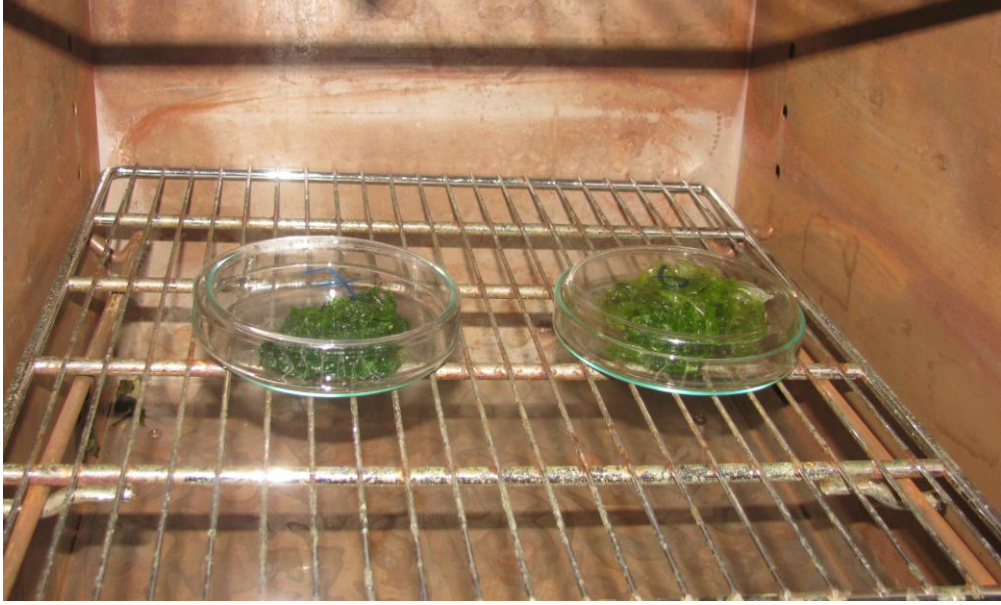
Alg örnekleri ise önce çeşme suyu sonra saf su ile yıkanıp temizlendikten sonra kurutma kâğıdı üzerinde sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiştir. Darası bilinen erlenlere alınan örneklere $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ 3:1 oranında ilave edilerek iki saat özümlemeye tabi tutulmuşlardır. Mineralizasyon işleminden sonra örnekler filtre kâğıdından süzülerek saf su ile belli hacme getirilmiştir. Polietilen kaplarda saklanan örnekler $+5^\circ\text{C}$ 'de analiz edilene kadar bekletilmişlerdir. Aynı örneklerden darası bilinen cam petri kaplara alınan tartılmış örnekler 60°C 'ye ayarlanmış etüvde bir gece bekletilerek tekrar tartılıp kuru ağırlıkları bulunmuştur.



Şekil 5. Bu çalışmada kullanılan *U. rigida* görünümü (orijinal).



Şekil 6. Bu çalışmada kullanılan *U. rigida* ölçümlerinin görünümü (orijinal).



Şekil 7. Bu çalışmada kullanılan *U. rigida*'ların etüvdeki görünümü (orijinal).

Hazırlanan midye ve alg örneklerinin ağır metal analizleri ICP cihazı ile yapılmıştır (Şekil 3-7). Daha önce İskenderun Körfezi'nde iki balık türü ile ilgili yapılan ağır metal konsantrasyonlarının tespitine yönelik çalışmada ve konu ile ilgili birçok bilimsel çalışmada da kullanılan bu yöntem güvenilir bir yöntemdir (Yılmaz ve ark., 2003).

Hazırladığımız örnekler ICP cihazına yerleştirilerek okumalar, standart çözeltiler ve saf suya karşı yapılarak değerlendirilmiştir.

3.1.2. Sediment örneklerinin hazırlanması ve analizi

Belirlenen istasyonlardan alınan sediment örnekleri, laboratuvar ortamında hazır hâle getirildikten sonra, 60°C'de 24 saat kurutularak porselen havanda toz edilmiştir. Sediment örnekleri 160µ'luk elekten elenip yaklaşık 1 gramı 100 ml'lik cam balona alındıktan sonra üzerine 10 ml HCl:HNO₃ 3:1 oranında ilave edilip 120°C'de iki saat geri soğutucu altında serbestleştirilmiştir. Oda sıcaklığına gelmesi beklenip geri soğutucu 25 ml kadar bidistile su ile balon içerisine yıkanarak alınmıştır. Cam huni yardımıyla Whatman 40 filtre kağıdından 50 ml'lik balon jöjelere süzölmüş ve bidistile su ile hacim 50 ml'ye tamamlanmıştır. Filtre kağıtları kristalizuarda 4 N HNO₃ ilaveli saf suda önce ısıtılmış, sonra süzmeye geçilmiştir. Hazırlanan örneklerin Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (AAS) ile ağır metal analizleri yapılmıştır.

3.1.3. Askıda Katı Madde (AKM) örneklerinin hazırlanması ve analizi

Askıda katı madde analizi standart metotlara göre (APHA, 1981) yapılmıştır. Analiz için her bir istasyondan alınan deniz suyu örnekleri önceden etüvde kurutulup sabit tartımları alınan 47 mm çapındaki GF/F filtrelerden süzülmüştür. Filtre kâğıtları, üzerilerindeki süzüntü ile birlikte etüvde 105°C’de kurutulmaya bırakılmıştır. Süzüntüyü içeren filtre kâğıtları etüvden çıkarılıp desikatöre alınmış ve ardından tartılmıştır. Filtre kâğıtları daha sonra tekrar etüvde kurutmaya alınmıştır. Bu işlemler filtre kâğıtlarında sabit tartım elde edilinceye kadar devam etmiştir (Ünlü, 2006).

Sözü edilen işlemler tamamlandıktan sonra, filtre kâğıdının başlangıçtaki ağırlığı, süzüntüyü içeren ağırlığı ve süzülen su miktarı kullanılarak, aşağıda verilen eşitliğe göre askıda katı madde miktarları mg/l kuru ağırlık olarak hesaplanmıştır;

$$AKM \text{ (mg/l)} = (A-B) \cdot 1000 / \text{örnek hacmi (ml)}$$

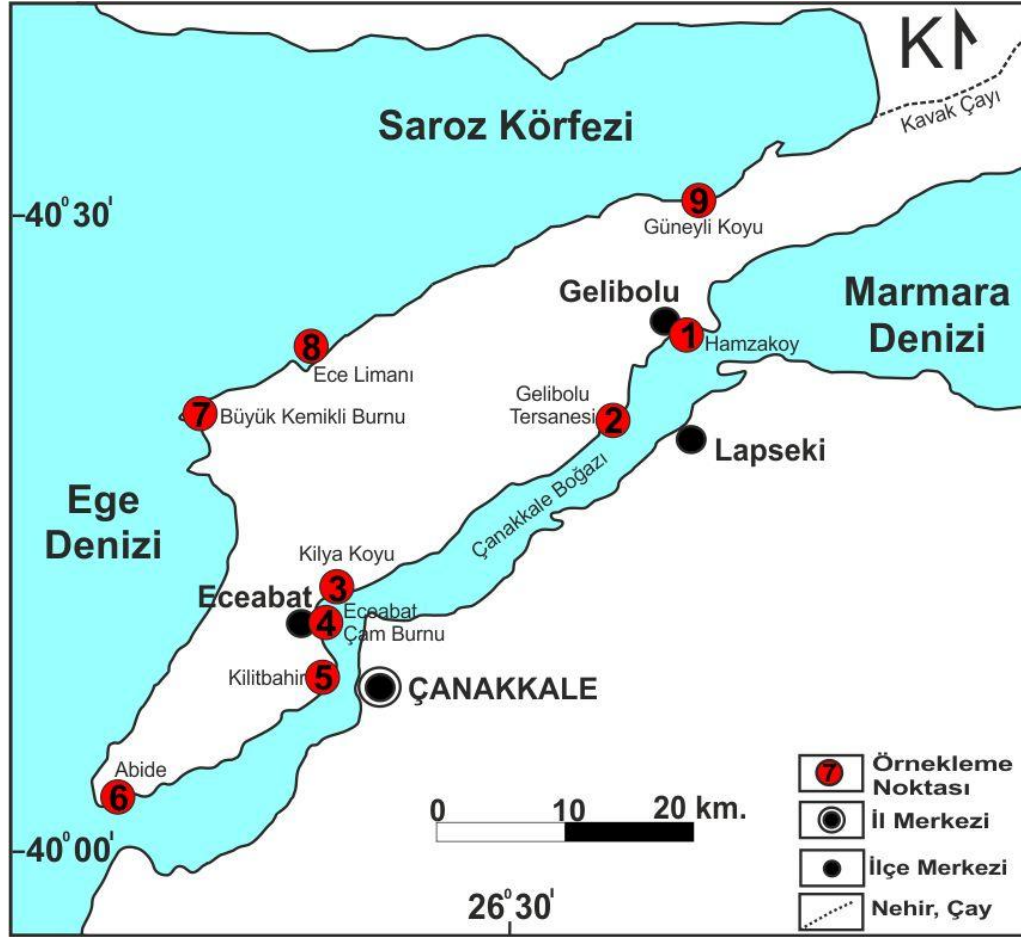
A: Filtre kâğıdının süzüntüyü içeren ağırlığı; B: Filtre kâğıdının başlangıçtaki ağırlığı.

3.2. Örneklem İstasyonları

Tez çalışması için Gelibolu Yarımadası’ndan altı ve Saroz Körfezi’nden üç olmak üzere toplam dokuz istasyon belirlenmiştir (Şekil 8 ve Çizelge 1). Bu istasyonlar, Gelibolu Yarımadası’ndan; Hamzakoy, Gelibolu Tersanesi, Kilya Koyu, Eceabat Çam Burnu, Kilitbahir ve Abide, Saroz Körfezi’nden; Büyük Kemikli Burnu, Ece Limanı ve Güneyli Koyu’dur. Çalışmanın başlangıcında belirlenen bir istasyon olan Küçük Kemikli Burnu’ndan daha sonra konumu gereği doğan ulaşım zorluklarından ve mevsim şartlarından dolayı vazgeçilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma alanındaki istasyonların yer, konum ve habitat bilgileri

İstasyon	Örneklem Yeri	Enlem (Kuzey)	Boylam (Doğu)	Habitat Yapısı
1	Hamzakoy	40° 24’ 48’’	26° 40’ 46’’	Kumlu, çamurlu
2	Gelibolu Tersanesi	40° 19’ 13’’	26° 34’ 54’’	Çamurlu
3	Kilya Koyu	40° 12’ 09’’	26° 21’ 30’’	Kumlu
4	Eceabat Çam Burnu	40° 11’ 34’’	26° 21’ 36’’	Taşlık, kayalık
5	Kilitbahir	40° 08’ 51’’	26° 22’ 51’’	Çakıllı, kayalık
6	Abide	40° 02’ 38’’	26° 10’ 55’’	Kumlu, kayalık
7	Büyük Kemikli Burnu	40° 18’ 55’’	26° 14’ 18’’	Taşlık, kayalık
8	Ece Limanı	40° 21’ 46’’	26° 19’ 24’’	Kumlu, kayalık
9	Güneyli Koyu	40° 30’ 31’’	26° 41’ 17’’	Kumlu



Şekil 8. Çalışma alanındaki örnekleme istasyonlarının yerlerini gösteren harita.

3.2.1. Hamzakoy örnekleme istasyonu (İstasyon 1)

Hamzakoy, örnekleme istasyonlarının en kuzeyinde $40^{\circ} 24' 48'' N$ enleminde ve $26^{\circ} 40' 46'' E$ boylamında bulunmaktadır (Şekil 8 ve Çizelge 1). Biyolojik örnekler sahildeki iskelenin ahşap ayaklarından çelik spatül yardımıyla elde edilmiştir. Farklı boyda midye ve yeşil alg varlığı söz konusudur. Kış ve ilkbahar mevsiminde çamurlu yapı gözlenirken, yaz ve sonbahar mevsiminde kumlu çamurlu sediment varlığı gözlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Hamzakoy örnekleme yeri (orijinal).

3.2.2. Gelibolu Tersanesi örnekleme istasyonu (İstasyon 2)

Gelibolu Tersanesi, Hamzakoy İstasyonuna 15 km mesafede, $40^{\circ} 19' 13'' N$ enleminde ve $26^{\circ} 34' 54'' E$ boylamında bulunur (Şekil 8 ve Çizelge 1). Tersane iskelesinden çelik spatül yardımıyla midye ve alg örnekleri elde edilmiştir. Halen gemi bakım, yapım ve onarım faaliyetleri devam eden tersanenin siyahımsı çamurlu ve kurumuş midye kabuklarından meydana gelen sedimenti olduğu gözlenmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Gelibolu Tersanesi örnekleme yeri (orijinal).

3.2.3. Kilya Koyu örnekleme istasyonu (İstasyon 3)

40° 12' 09'' *N* enleminde ve 26° 21' 30'' *E* boylamındaki Kilya koyu, Gelibolu Tersanesine 25 km mesafede bulunur (Şekil 8 ve Çizelge 1). İskele ayaklarından biyolojik örnekler çelik spatül ile toplanmıştır. Bu istasyonun zemin yapısı kum ve ölü yumuşakça kabuklarından oluşmaktadır. Kilya koyunda 1994 yılında *Mytilus galloprovincialis* yetiştiriciliği için üç adet sal kurulmuş ve mevcut alandan DİE verilerine göre; 1996 yılında 40 ton, 1997 ve 1998 yıllarında 100'er ton, 2001'de 5 ton ve 2002'de 2 ton ürün elde edilmiştir. 2005'ten sonra bu tesis kapatılmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. Kilya Koyu örnekleme yeri (orijinal).

3.2.4. Eceabat Çam Burnu örnekleme istasyonu (İstasyon 4)

40° 11' 34'' *N* enleminde ve 26° 21' 36'' *E* boylamında bulunan Eceabat Çam Burnu, Kilya Koyuna 3 km mesafededir (Şekil 8 ve Çizelge 1). Eceabat Çam Burnu istasyonundan *Mytilus galloprovincialis* ve *Ulva rigida* örnekleri elde edilmiştir. Taşlık ve kayalık bir zemin yapısı vardır (Şekil 12).



Şekil 12. Eceabat Çam Burnu örnekleme yeri (orijinal).

3.2.5. Kilitbahir örnekleme istasyonu (İstasyon 5)

40° 08' 51'' *N* enleminde ve 26° 22' 51'' *E* boylamında olan Kilitbahir iskelesinden mevsimlik olarak biyolojik örnekler elde edilmiştir (Şekil 8 ve Çizelge 1). Zemin yapısı çakıl taşlı, kayalı, iri bloklu ve ölü midye kabuklarından oluşmaktadır (Şekil 13).



Şekil 13. Kilitbahir örnekleme yeri (orijinal).

3.2.6. Abide örnekleme istasyonu (İstasyon 6)

Abide, örnekleme istasyonlarının en güneyinde aynı zamanda Gelibolu Yarımadası'nın en güneybatı ucunda, $40^{\circ} 02' 38'' N$ enleminde ve $26^{\circ} 10' 55'' E$ boylamında yer alır (Şekil 8 ve Çizelge 1). Bu istasyonda *Mytilus galloprovincialis* türüne rastlanmamıştır, *Ulva rigida* örnekleri toplanmıştır. İri taneli kumlu, çamurlu ve taşlık sediment mevcuttur (Şekil 14).



Şekil 14. Abide örnekleme yeri (orijinal).

3.2.7. Büyük Kemikli Burnu örnekleme istasyonu (İstasyon 7)

Saroz Körfezi'nde $40^{\circ} 18' 55'' N$ enleminde ve $26^{\circ} 14' 18'' E$ boylamında bulunan Büyük Kemikli Burnu, Gelibolu Yarımadasının kuzeybatısında yer almaktadır (Şekil 8 ve Çizelge 1). Bu istasyonda dalgaların oyup şekil verdiği kayalar veya kayalıkların olduğu yerde bakteri etkisiyle değişime uğramış kumtaşlarından oluşmuştur. Bu istasyonda *Mytilus galloprovincialis* örnekleri elde edilmiş ancak *Ulva rigida*'ya rastlanmamıştır (Şekil 15).



Şekil 15. Büyük Kemikli Burnu örnekleme yeri (orijinal).

3.2.8. Ece Limanı örnekleme istasyonu (İstasyon 8)

Büyük Kemikli burnuna 10 km. mesafedeki Ece Limanı $40^{\circ} 21' 46'' N$ enleminde ve $26^{\circ} 19' 24'' E$ boylamındadır (Şekil 8 ve Çizelge 1). Saroz Körfezinin güney kesiminde bulunan bu istasyonda az da olsa balıkçı teknesi vardır. Ece Limanı kayalık kıyı hattının yanında kumlu sediment yapısı ihtiva eder (Şekil 16).



Şekil 16. Ece Limanı örnekleme yeri (orijinal).

3.2.9. Güneyli Koyu örnekleme istasyonu (İstasyon 9)

40° 30' 31'' *N* enleminde ve 26° 41' 17'' *E* boylamında, Ece Limanına 35 km mesafedeki Güneyli Koyu, iki doğal dalgakıran arasında bulunduğundan rüzgara karşı korunaklıdır (Şekil 8 ve Çizelge 1). Kumlu bir sediment yapısı olan Saroz kıyısındaki bu koyda sanayi türü fabrika olmadığı ve kanalizasyon boşaltılmadığı için denize atık olmamaktadır (Şekil 17).



Şekil 17. Güneyli Koyu örnekleme yeri (orijinal).

3.3. İstatistiksel Analizler

Bu tez çalışması sonucunda elde edilen *Mytilus galloprovincialis*, *Ulva rigida* ve sediment verilerinin istatistiksel analizlerinde mevsimsel karşılaştırmalar için Friedman Testi kullanılmıştır. İki yönlü varyans analizine (TBDT) göre kurulup yürütülen, ön şartların yerine gelmediği bu çalışmada bu testin parametrik olmayan karşılığı olan, daha güvenilir sonuçların elde edilmesine imkan veren Friedman Testi uygulanmıştır (Mendeş, 2012).

Friedman Testi için test istatistiği hesaplanırken ;

- 1- Her bir bloktaki gözlem değerlerine rank (sıra) değerleri verilir.
- 2- Her bir muamele için rank değerlerinin ortalamaları bulunur.
- 3- Eğer aynı rankı alan gözlem değerleri yoksa, test istatistiği olan FR aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$FR = \frac{12}{bk} \left[\sum_{i=1}^k (\sum R_i)^2 \right] - 3b(k+1)$$

Bu şekilde hesaplanan FR değeri (k-1) serbestlik dereceli Ki-Kare dağılımı gösterir. Burada;

k: Muamele grubu sayısını

b: Blok ya da birey sayısını

R_i : Muamele grubunun rank toplamını göstermektedir.

Eğer veri grubunda aynı ranklı değerler varsa bu durumda FR test istatistiğinde bir düzeltme yapılır. Söz konusu düzeltme:

$$FR_{düz} = \frac{FR}{C} = \frac{FR}{1 - \frac{\sum (t_i - t_i)^2}{b(k - k)}}$$

ile formüle edilir.

Midyede ve algde mevsimlerin karşılaştırılmasında ilk dört örnekleme mevsiminin (Yaz 2009, Güz 2009, Kış 2010 ve Bahar 2010) dikkate alınan özellikler bakımından karşılaştırılması yapılmıştır. Daha sonra aynı iki mevsimin (Güz 2009 ve Güz 2012) dikkate alınan özellikler bakımından karşılaştırılması yapılmıştır. Sonrasında da yine aynı iki mevsimin (Kış 2010 ve Kış 2013) karşılaştırılması yine Friedman Testi kullanılarak yapılmıştır. Sedimentte mevsimlerin karşılaştırılması işlemi de Friedman Testi ile gerçekleştirilerek yine metaller bakımından mevsimler arası farkın önemli olup olmadığına bakılmıştır. Farkın önemli olduğu durumlarda, farkın hangi mevsimler arasında önemli olduğu “Çoklu Karşılaştırma Testi” yapılarak anlaşılmıştır.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde hem biyolojik materyaller için hem de sediment ve askıda katı madde için elde edilen araştırma bulguları sunulmaktadır. Burada, *M. galloprovincialis* ve *U. rigida*'nın, sedimentlerin ve askıdaki katı maddelerin alındığı istasyonlar, her örnekleme döneminde alınan midyelerin boy ve ağırlıkları, analiz sonucunda ortaya çıkan Pb, Cu, Zn ve Fe değerleri ve grafiksel dağılımları verilmektedir (Çizelge 2-56; Şekil 18-40).

4.1. *M.galloprovincialis* Mevsimsel Verileri

Çizelge 2. Örnekleme yapılan *M.galloprovincialis*'e ait istasyonlar

Ist. Mev.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaz'09	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Güz'09	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Kış'10	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Bahar'10	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Güz'12	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Kış'13	+	+	+	+	+	-	+	-	-

Çizelge 2'den de anlaşılacağı üzere *M. galloprovincialis* türüne 1 numaralı Hamzakoy istasyonu, 2 numaralı Gelibolu Tersanesi istasyonu, 3 numaralı Kilya Koyu istasyonu, 4 numaralı Eceabat Çam Burnu istasyonu, 5 numaralı Kilitbahir istasyonu ve 7 numaralı Büyük Kemikli Burnu istasyonunda rastlanmıştır.

Çizelge 3. Yaz'09-Hamzakoy istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	4,3	11,25
2	4,4	12,33
3	4,5	13,64
4	4,2	11,87
5	4,0	10,15
6	4,1	10,86
7	4,1	9,12
8	4,0	9,00
9	3,9	8,38
10	3,5	7,40
11	3,4	7,15
12	3,3	6,45
13	3,1	6,12
14	3,0	5,84
15	3,2	6,19
Ortalama	3,8±0,02	9,05±0,03

Şekil 18. Hamzakoy istasyonundan *M. galloprovincialis* görünümü (orijinal).

Çizelge 4. Yaz'09-Gelibolu Tersanesi istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,9	21,20
2	6,5	29,83
3	5,4	18,67
4	5,2	17,13
5	4,9	18,00
6	5,0	18,50
7	4,8	15,07
8	4,3	11,40
9	4,2	10,00
10	4,5	10,12
11	4,1	6,99
12	4,0	8,31
Ortalama	4,9±0,02	15,43±0,03

Şekil 19. Gelibolu Tersanesi istasyonundan *M. galloprovincialis* görünümü (orijinal).

Çizelge 5. Yaz'09-Kilya koyu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,1	16,18
2	5,5	21,35
3	4,8	15,91
4	4,7	16,00
5	5,4	20,92
6	5,0	17,25
7	6,3	44,15
8	5,3	19,91
9	5,2	22,50
10	4,9	17,39
11	4,3	12,84
12	4,8	18,51
13	4,4	15,37
14	4,2	11,55
15	3,9	9,66
Ortalama	4,9±0,02	18,63±0,03

Şekil 20. Kilya Koyu istasyonundan *M. galloprovincialis* görünümü (orijinal).

Çizelge 6. Yaz'09-Eceabat Çam Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,3	28,41
2	5,2	17,48
3	5,4	19,97
4	4,7	18,72
5	4,5	19,02
6	4,2	18,12
7	4,3	20,07
8	4,1	17,63
9	4,3	18,09
10	4,0	16,92
11	4,6	20,65
12	4,1	16,59
13	3,9	13,47
14	3,7	12,04
15	3,6	11,71
Ortalama	4,4±0,02	17,93±0,03

Şekil 21. Eceabat Çam Burnu istasyonundan *M. galloprovincialis* görünümü (orijinal).

Çizelge 7. Yaz'09-Kilitbahir istasyonu midye boy ve ağırlıkları.

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	3,9	12,98
2	6,3	22,78
3	4,3	13,95
4	4,4	18,17
5	4,4	16,74
6	4,2	16,87
7	5,2	16,50
8	4,8	12,26
9	4,0	13,84
10	4,0	16,77
11	3,4	10,72
12	3,2	9,64
Ortalama	4,3±0,02	15,10±0,03

Şekil 22. Kilitbahir istasyonundan *M. galloprovincialis* görünümü (orijinal).

Çizelge 8. Yaz'09-Büyük Kemikli Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	4,6	15,18
2	4,2	11,83
3	4,0	10,64
4	4,0	9,97
5	5,3	23,48
6	3,5	6,13
7	3,7	8,62
8	5,0	22,96
9	3,8	9,52
10	3,6	7,94
11	3,5	5,02
12	3,8	8,32
13	4,1	11,79
14	5,1	22,24
15	3,5	5,75
Ortalama	4,1±0,02	12±0,03

Şekil 23. Büyük Kemikli Burnundan *M. galloprovincialis* görünümü (orijinal).

Çizelge 9. Güz'09-Hamzakoy istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,2	19,63
2	5,0	17,13
3	4,1	10,87
4	4,5	14,96
5	3,8	7,14
6	4,4	12,75
7	4,5	13,77
8	3,7	6,99
9	4,0	9,13
10	3,7	5,71
11	4,4	10,80
12	3,7	6,24
13	3,3	5,21
14	3,4	5,17
15	2,9	3,23
Ortalama	4,0±0,02	10,85±0,03

Çizelge 10. Güz'09 Gelibolu Tersanesi istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,6	22,42
2	5,1	18,16
3	4,6	13,85
4	4,9	17,11
5	5,3	19,99
6	5,1	15,23
7	6,0	28,57
8	5,0	16,62
9	5,2	18,33
10	4,6	15,81
11	3,9	9,28
12	4,3	13,09
13	4,3	12,60
14	3,8	9,41
15	3,9	9,86
Ortalama	4,8±0,02	16,03±0,03

Çizelge 11. Güz'09 Kilya Koyu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	3,2	5,77
2	4,5	12,83
3	5,6	24,62
4	5,4	22,93
5	6,0	26,43
6	5,3	20,32
7	3,7	7,73
8	5,6	18,66
9	4,8	15,25
10	6,5	27,98
11	5,6	17,07
12	5,1	18,90
13	3,7	7,89
14	3,4	5,68
15	3,4	4,73
Ortalama	4,8±0,02	15,80±0,03

Çizelge 12. Güz'09-Eceabat Çam Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,2	22,48
2	5,0	17,37
3	4,9	18,10
4	4,4	12,78
5	4,5	12,14
6	4,2	10,92
7	4,1	10,33
8	4,1	9,93
9	4,0	9,49
10	3,9	9,14
11	3,8	7,99
12	3,8	7,65
13	3,6	7,12
14	3,5	6,73
15	3,4	6,24
Ortalama	4,2±0,02	11,22±0,03

Çizelge 13. Güz'09-Kilitbahir istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,7	25,45
2	5,2	19,83
3	4,6	15,77
4	4,4	14,06
5	4,3	12,94
6	4,2	12,03
7	4,0	11,67
8	3,9	9,95
9	3,8	8,84
10	3,8	9,28
11	3,7	7,63
12	3,4	6,44
Ortalama	4,3±0,02	12,82±0,03

Çizelge 14. Güz'09-Büyük Kemikli Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,0	20,47
2	5,6	29,53
3	4,8	22,55
4	5,7	28,42
5	5,1	18,92
6	5,2	21,59
7	5,6	25,04
8	4,8	16,89
9	4,9	19,98
10	5,0	21,13
11	4,4	13,99
12	4,6	11,93
13	4,6	15,20
14	4,5	15,94
15	4,3	13,36
Ortalama	4,9±0,02	19,66±0,03

Çizelge 15. Kış'10-Hamzakoy istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,5	22,75
2	5,3	20,34
3	5,2	19,05
4	4,9	15,37
5	4,6	13,84
6	4,5	12,66
7	4,5	14,33
8	4,4	12,51
9	4,3	11,92
10	4,0	9,74
11	3,9	8,72
12	3,6	6,87
13	3,4	5,14
14	3,3	4,29
15	3,2	4,18
Ortalama	4,3±0,02	12,11±0,03

Çizelge 16. Kış'10-Gelibolu Tersanesi istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	6,3	36,19
2	5,6	24,94
3	5,3	20,86
4	4,9	17,72
5	4,7	15,53
6	4,4	13,20
7	4,3	11,57
8	4,2	10,81
9	4,0	9,94
10	3,8	8,38
11	3,6	6,85
12	3,5	5,93
13	3,6	6,22
14	3,4	5,95
15	3,7	7,91
Ortalama	4,4±0,02	13,47±0,03

Çizelge 17. Kış'10-Kilya Koyu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,3	23,06
2	4,9	17,14
3	4,7	16,43
4	4,4	14,02
5	4,2	11,89
6	4,1	10,27
7	4,1	11,85
8	3,9	9,28
9	3,7	7,61
10	3,6	6,59
11	3,6	6,31
12	3,8	8,94
Ortalama	4,2±0,02	11,95±0,03

Çizelge 18. Kış'10-Eceabat Çam Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,4	18,19
2	5,1	17,43
3	5,0	17,15
4	4,7	14,06
5	4,5	12,84
6	4,1	10,09
7	4,1	9,87
8	3,8	8,74
9	3,7	8,11
10	3,7	7,68
11	3,6	7,14
12	3,5	6,93
Ortalama	4,3±0,02	11,52±0,03

Çizelge 19. Kış'10-Kilitbahir istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,5	23,12
2	5,2	19,63
3	4,8	17,51
4	4,7	15,40
5	4,4	13,17
6	4,1	11,85
7	4,0	10,32
8	3,8	9,20
9	3,7	8,47
10	3,6	7,83
11	3,6	7,66
12	3,4	6,89
Ortalama	4,2±0,02	12,58±0,03

Çizelge 20. Kış'10-Büyük Kemikli Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,8	25,87
2	6,2	32,15
3	5,3	19,53
4	5,1	17,40
5	4,8	14,29
6	4,8	13,77
7	4,6	12,46
8	4,4	11,94
9	4,3	10,72
10	4,3	10,64
11	4,0	9,58
12	3,9	9,41
13	3,8	8,69
14	3,8	7,51
15	3,7	6,12
Ortalama	4,6±0,02	14,01±0,03

Çizelge 21. Bahar'10-Hamzakoy istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,9	24,85
2	5,3	22,05
3	5,1	20,73
4	4,9	18,48
5	4,8	16,50
6	4,4	14,13
7	4,3	13,09
8	4,3	12,77
9	4,1	11,23
10	4,0	10,06
11	3,9	9,75
12	3,8	9,12
13	3,8	8,87
14	3,7	7,15
15	3,7	7,22
Ortalama	4,4±0,02	13,73±0,03

Çizelge 22. Bahar'10-Gelibolu Tersanesi istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,7	25,75
2	6,3	34,13
3	5,6	23,87
4	5,3	22,60
5	5,2	21,54
6	4,9	18,68
7	4,7	17,59
8	4,6	15,14
9	4,6	14,82
10	4,3	12,03
11	4,0	10,79
12	3,9	9,83
13	3,7	8,54
14	3,6	8,75
15	3,6	7,41
Ortalama	4,7±0,02	16,76±0,03

Çizelge 23. Bahar'10-Kilya Koyu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,5	25,52
2	6,4	38,19
3	5,5	21,35
4	5,2	22,50
5	5,2	17,96
6	4,8	16,42
7	5,0	19,78
8	4,4	12,65
9	4,2	11,71
10	4,1	9,87
11	4,0	9,61
12	3,8	8,73
Ortalama	4,8±0,02	17,86±0,03

Çizelge 24. Bahar'10-Eceabat Çam Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,4	24,74
2	5,0	22,39
3	4,7	20,45
4	4,5	18,26
5	4,5	17,42
6	4,2	14,09
7	4,1	13,29
8	4,0	11,75
9	3,9	9,89
10	3,8	9,12
11	3,6	8,03
12	3,4	7,28
Ortalama	4,3±0,02	14,73±0,03

Çizelge 25. Bahar'10-Kilitbahir istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,3	24,86
2	5,1	22,30
3	5,0	19,14
4	4,8	15,83
5	4,6	15,67
6	4,1	11,43
7	4,1	10,98
8	4,2	11,27
9	4,0	10,45
10	3,9	9,61
11	3,8	8,77
12	3,8	8,25
Ortalama	4,4±0,02	14,05±0,03

Çizelge 26. Bahar'10-Büyük Kemikli Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,9	27,89
2	6,3	33,51
3	5,7	25,03
4	5,6	24,97
5	5,2	22,08
6	5,0	18,44
7	4,8	16,82
8	4,5	14,07
9	4,4	13,48
10	4,1	10,06
11	4,2	11,75
12	4,1	10,84
13	3,9	8,68
14	3,7	7,30
15	3,8	7,47
Ortalama	4,8±0,02	16,83±0,03

Çizelge 27. Güz'12-Hamzakoy istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,2	22,94
2	5,0	20,75
3	5,0	21,03
4	5,8	29,67
5	4,8	18,51
6	4,6	17,46
7	4,4	15,09
8	4,2	12,82
9	4,2	11,04
10	3,9	10,25
11	3,8	9,53
12	3,7	8,99
13	3,5	7,19
14	3,5	6,84
15	3,3	6,20
Ortalama	4,3±0,02	14,55±0,03

Çizelge 28. Güz'12 Gelibolu Tersanesi istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,7	26,57
2	6,2	32,88
3	5,5	24,23
4	5,2	20,34
5	5,0	18,79
6	4,9	17,52
7	4,7	15,40
8	4,8	16,77
9	4,5	13,56
10	4,3	12,29
11	4,2	12,64
12	3,9	9,80
13	3,8	8,73
14	3,7	7,62
15	3,6	6,97
Ortalama	4,7±0,02	16,27±0,03

Çizelge 29. Güz'12 Kilya Koyu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,3	22,83
2	5,1	21,53
3	4,8	19,04
4	4,9	19,81
5	4,5	16,49
6	4,2	13,25
7	4,0	11,67
8	4,1	12,48
9	3,8	9,47
10	3,7	8,95
11	3,7	9,06
12	3,4	7,73
Ortalama	4,3±0,02	14,36±0,03

Çizelge 30. Güz'12 Eceabat Çam Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,5	25,86
2	5,1	22,45
3	5,0	20,63
4	4,8	18,57
5	4,7	17,39
6	4,4	14,16
7	4,2	12,38
8	4,2	13,09
9	3,7	9,84
10	3,6	9,61
11	3,5	8,82
12	3,5	7,50
Ortalama	4,3±0,02	15,02±0,03

Çizelge 31. Güz'12 Kilitbahir istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,1	20,49
2	5,4	23,71
3	5,0	19,85
4	4,8	17,30
5	4,8	16,62
6	4,6	15,01
7	4,4	13,80
8	4,3	12,94
9	4,1	11,37
10	4,0	10,63
11	3,8	9,12
12	3,7	8,36
Ortalama	4,5±0,02	14,93±0,03

Çizelge 32. Güz'12-Büyük Kemikli Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,8	27,37
2	6,3	33,79
3	5,5	24,18
4	5,2	21,40
5	4,8	18,47
6	4,7	17,63
7	4,5	15,88
8	4,6	16,24
9	4,3	13,08
10	4,1	11,61
11	3,9	10,03
12	3,8	8,52
13	3,7	7,97
14	3,6	7,35
15	3,6	6,80
Ortalama	4,6±0,02	16,02±0,03

Çizelge 33. Kış'13-Hamzakoy istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,4	26,13
2	5,6	27,51
3	5,1	22,30
4	4,8	19,37
5	4,7	18,28
6	4,7	18,91
7	4,6	16,67
8	4,5	15,41
9	4,4	14,81
10	4,3	13,79
11	4,3	13,92
12	3,9	9,35
13	3,6	7,75
14	3,5	7,34
15	3,1	6,12
Ortalama	4,4±0,02	15,84±0,03

Çizelge 34. Kış'13-Gelibolu Tersanesi istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,8	30,45
2	6,0	32,51
3	5,5	27,86
4	5,9	28,17
5	4,7	17,68
6	4,7	17,05
7	4,6	16,42
8	4,5	15,74
9	4,3	13,71
10	4,2	12,35
11	4,0	10,28
12	3,8	9,65
13	3,6	8,72
14	3,5	7,48
15	3,5	7,23
Ortalama	4,6±0,02	17,02±0,03

Çizelge 35. Kış'13-Kilya Koyu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,5	26,45
2	5,2	24,31
3	4,8	18,83
4	4,6	16,50
5	4,3	14,92
6	4,0	11,05
7	4,0	11,48
8	3,9	9,84
9	3,7	8,76
10	3,6	8,63
11	3,5	7,82
12	3,3	6,41
Ortalama	4,2±0,02	13,75±0,03

Çizelge 36. Kış'13-Eceabat Çam Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	4,9	20,55
2	5,2	23,63
3	4,7	17,40
4	4,4	14,82
5	4,4	14,91
6	4,2	12,64
7	4,1	11,37
8	3,8	9,48
9	3,8	9,71
10	3,6	8,34
11	3,5	7,72
12	3,4	6,28
Ortalama	4,2±0,02	13,07±0,03

Çizelge 37. Kış'13-Kilitbahir istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,5	25,73
2	4,9	18,90
3	4,7	16,32
4	4,5	15,03
5	4,5	14,88
6	4,3	12,76
7	4,2	12,55
8	4,2	11,84
9	4,1	10,60
10	3,8	8,63
11	3,8	8,36
12	3,6	7,52
Ortalama	4,3±0,02	13,59±0,03

Çizelge 38. Kış'13-Büyük Kemikli Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları

Örnek numarası	Boy (cm)	Ağırlık (g)
1	5,7	28,61
2	6,1	35,78
3	5,5	27,34
4	5,2	24,43
5	4,7	18,77
6	4,5	15,65
7	4,3	13,41
8	4,1	12,01
9	4,1	12,57
10	3,9	10,15
11	3,9	9,90
12	3,8	8,79
13	3,7	8,62
14	3,6	7,37
15	3,5	7,15
Ortalama	4,4±0,02	16,04±0,03

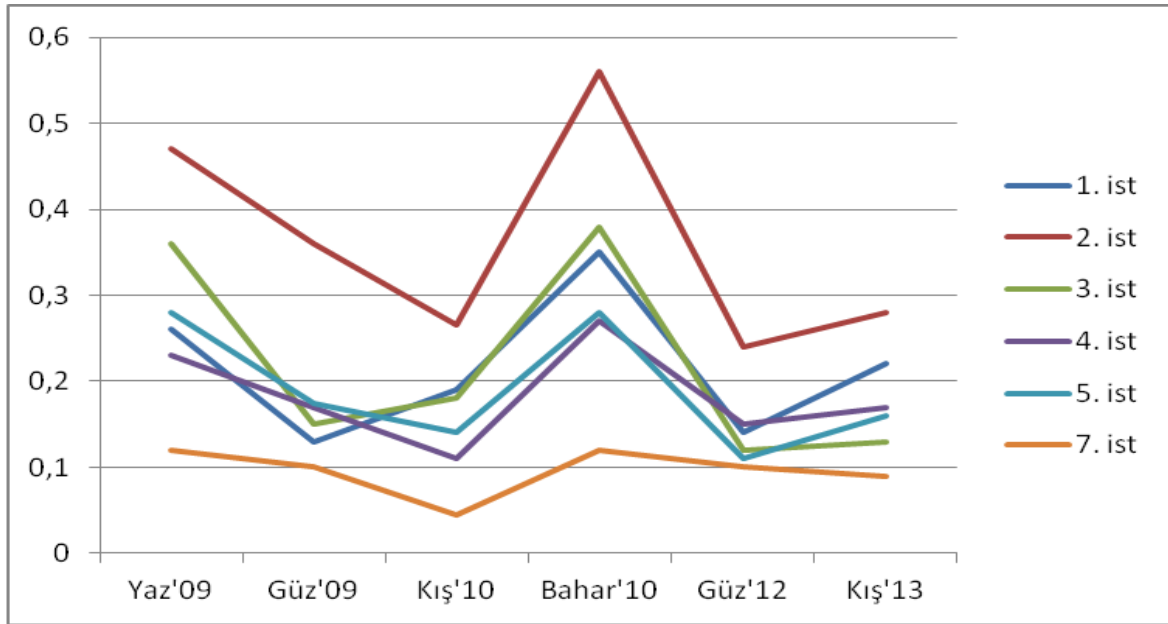
Çizelge 39. Midyelerin kuru ağırlık yüzdeleri ortalaması (%)

Midye	İst.1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 5	İst. 7
Yaz'09	42,4	45,4	37,8	35,2	34,3	39,4
Güz'09	33,5	37,4	36,5	36,2	32,6	35,3
Kış'10	34,5	38,2	24,7	26,3	23,5	26,8
Bahar'10	42,5	44,6	37,2	36,5	30,2	38,8
Güz'12	28,4	32,8	31,3	30,6	27,5	29,4
Kış'13	23,1	26,4	24,2	25,6	22,8	24,8
Ortalama	34,06±0,03	37,50±0,03	31,95±0,03	31,73±0,03	28,48±0,03	32,42±0,03

M. galloprovincialis'in kuru ağırlık yüzdelerine göre; en yüksek değerler Gelibolu Tersanesi'ndeki örneklerden elde edilmiş olup, ortalaması 37,50'dir. Buna karşın, en düşük değerler Kilitbahir'deki örneklerden elde edilmiş olup ortalaması 28,48'dir.

Çizelge 40. *M. galloprovincialis*'in Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Pb	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 5	İst. 7
Yaz'09	0,26	0,47	0,36	0,23	0,28	0,12
Güz'09	0,13	0,36	0,15	0,17	0,18	0,10
Kış'10	0,19	0,27	0,18	0,11	0,14	0,05
Bahar'10	0,35	0,56	0,38	0,27	0,28	0,12
Güz'12	0,14	0,24	0,12	0,15	0,11	0,10
Kış'13	0,22	0,28	0,13	0,17	0,16	0,09
Ortalama	0,22±0,03	0,36±0,03	0,22±0,03	0,18±0,03	0,19±0,03	0,1±0,03

Şekil 24. *M. galloprovincialis*'in Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).

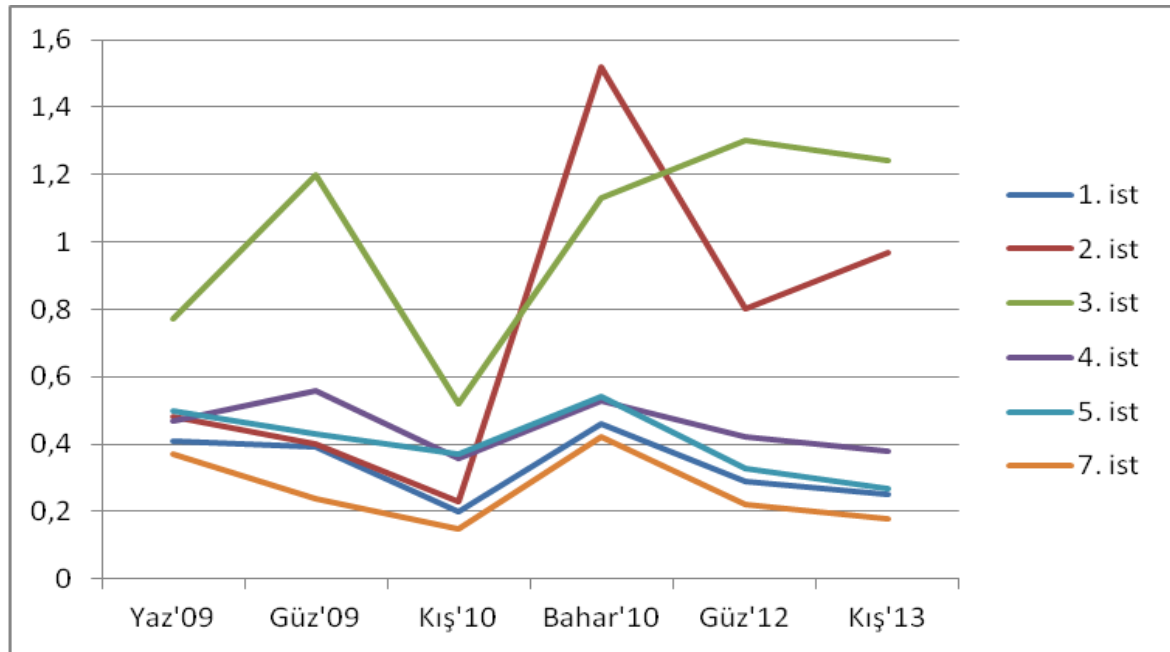
Araştırma bulgularına göre, *M. galloprovincialis*'teki Pb verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Gelibolu Tersanesi, Kilya Koyu, Kilitbahir ve Hamzakoy istasyonlarıdır. Gelibolu Tersanesi'nde Bahar 2010'da Pb konsantrasyonu 0,56 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık olarak en yüksek değerine ulaşırken, Büyük Kemikli Burnu'nda Kış 2010'da 0,045 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık ile en düşük seviyeye inmiştir. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Pb konsantrasyonları;

$$\text{İst. 2} > \text{İst. 3} > \text{İst. 1} > \text{İst. 5} > \text{İst. 4} > \text{İst. 7}$$

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 41. *M. galloprovincialis*'in Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Cu	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 5	İst. 7
Yaz'09	0,41	0,48	0,77	0,47	0,50	0,37
Güz'09	0,39	0,40	1,00	0,56	0,43	0,24
Kış'10	0,20	0,23	0,52	0,36	0,37	0,18
Bahar'10	0,42	1,52	1,30	0,53	0,54	0,46
Güz'12	0,29	0,80	1,13	0,42	0,33	0,22
Kış'13	0,25	0,97	1,24	0,38	0,27	0,19
Ortalama	0,33 \pm 0,03	0,73 \pm 0,03	0,99 \pm 0,03	0,45 \pm 0,03	0,41 \pm 0,03	0,28 \pm 0,03

Şekil 25. *M. galloprovincialis*'in Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).

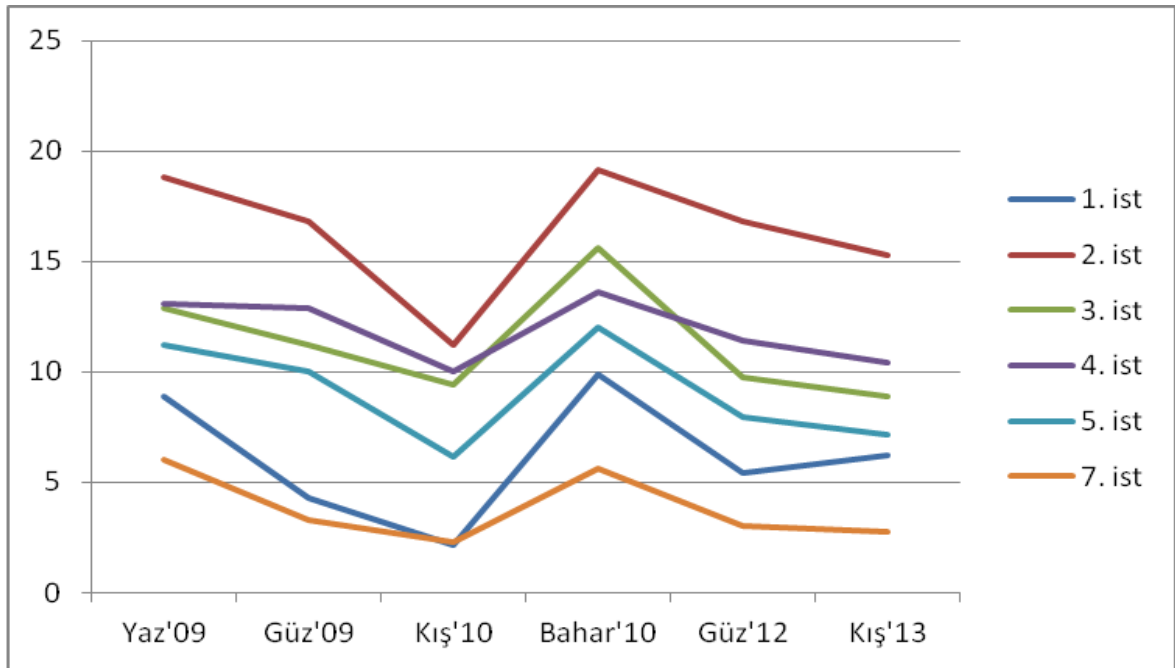
Araştırma bulgularına göre, *M. galloprovincialis*'teki Cu verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Gelibolu Tersanesi, Kilya Koyu, Eceabat Çam Burnu ve Kilitbahir istasyonlarıdır. Gelibolu Tersanesi'nde Bahar 2010'da Cu konsantrasyonu 1,52 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık olarak en yüksek değerine ulaşırken, Büyük Kemikli Burnu'nda Kış 2010'da 0,18 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık ile en düşük seviyeye inmiştir. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Cu konsantrasyonları;

$$\text{İst. 3} > \text{İst. 2} > \text{İst. 4} > \text{İst. 5} > \text{İst. 1} > \text{İst. 7}$$

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 42. *M. galloprovincialis*'in Zn konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Zn	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 5	İst. 7
Yaz'09	8,88	18,8	12,9	13,05	11,2	6,00
Güz'09	8,64	16,83	11,23	12,88	10,0	3,27
Kış'10	7,32	11,23	9,40	10,0	6,16	2,28
Bahar'10	9,86	19,15	15,64	13,62	12,05	5,64
Güz'12	8,55	16,83	9,72	11,39	7,94	3,00
Kış'13	6,24	15,3	8,87	10,43	7,17	2,78
Ortalama	8,25 \pm 0,03	16,36 \pm 0,03	11,30 \pm 0,03	11,89 \pm 0,03	9,09 \pm 0,03	3,83 \pm 0,03

Şekil 26. *M. galloprovincialis*'in Zn konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).

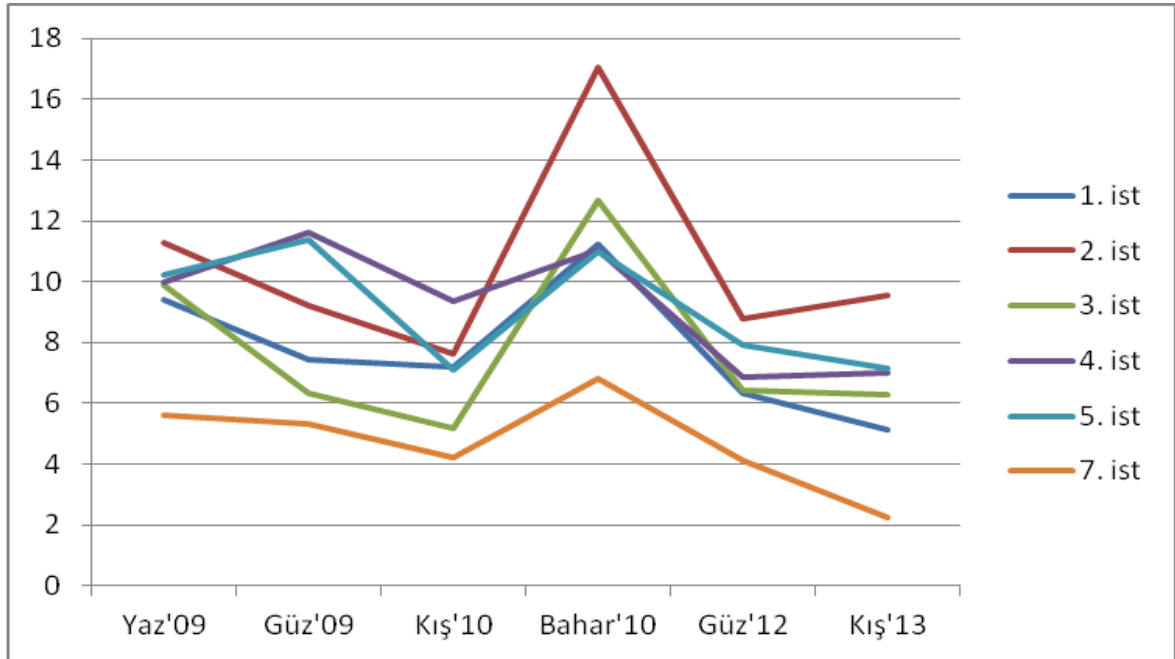
Araştırma bulgularına göre, *M. galloprovincialis*'teki Zn verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Gelibolu Tersanesi, Kilya Koyu, Eceabat Çam Burnu ve Kilitbahir istasyonlarıdır. Gelibolu Tersanesi'nde Bahar 2010'da Zn konsantrasyonu 19,15 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık olarak en yüksek değerine ulaşırken, Büyük Kemikli Burnu'nda Kış 2010'da 2,28 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık ile en düşük seviyeye inmiştir. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Zn konsantrasyonları;

$$\text{İst. 2} > \text{İst. 4} > \text{İst. 3} > \text{İst. 5} > \text{İst. 1} > \text{İst. 7}$$

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 43. *M. galloprovincialis*'in Fe konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Fe	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 5	İst. 7
Yaz'09	9,40	11,3	9,90	10,0	10,2	5,63
Güz'09	7,45	9,23	6,35	11,6	11,37	5,30
Kış'10	7,20	7,63	5,17	9,37	7,12	4,20
Bahar'10	11,22	17,06	12,68	11,03	10,97	6,82
Güz'12	6,31	8,77	6,45	6,85	7,92	4,12
Kış'13	5,11	9,57	6,28	7,02	7,14	2,23
Ortalama	7,78 \pm 0,03	9,32 \pm 0,03	7,8 \pm 0,03	9,3 \pm 0,03	9,12 \pm 0,03	4,72 \pm 0,03

Şekil 27. *M. galloprovincialis*'in Fe konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).

Araştırma bulgularına göre, *M. galloprovincialis*'teki Fe verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Gelibolu Tersanesi, Kilya Koyu ve Hamzakoy istasyonlarıdır. Gelibolu Tersanesi'nde Bahar 2010'da Fe konsantrasyonu 17,06 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık olarak en yüksek değerine ulaşırken, Büyük Kemikli Burnu'nda Kış 2013'de 2,23 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık ile en düşük seviyeye inmiştir. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Fe konsantrasyonları;

$$\text{İst. 2} > \text{İst. 4} > \text{İst. 5} > \text{İst. 3} > \text{İst. 1} > \text{İst. 7}$$

şeklinde sıralanmıştır.

M. galloprovincialis için elde ettiğimiz sonuçlar önceki çalışmalar (Uysal ve ark., 1989; Sarı ve Çağatay, 2001; Topçuoğlu ve ark., 2004; Topçuoğlu, 2005; Özden ve Tunçer, 2006; Yarsan ve ark., 2007; Çevik ve ark., 2008; Protasowicki ve ark., 2008; Lök ve ark., 2010; Öztürk ve ark., 2010; Üstünada ve ark., 2011b; Çayır ve ark., 2012; Söğüt ve Yalçın, 2012; Yalçın ve ark., 2013; Spada ve ark., 2013) ile karşılaştırıldığında verilerin uyumlu ve WHO/FAO 1999 ve Çevre Bakanlığı (2012) verilerine göre belirlenen ağır metal değerlerinin altında çıktığı görülmüştür.

Midyelerde yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre; ilk dört mevsim dikkate alınan özellikler bakımından karşılaştırıldığında,

Pb-Midye için $S= 10,50$ $DF= 3$ $P= 0,015$, $P<0,05$ olduğu için midyelerde Pb bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Cu-Midye için $S= 13,05$ $DF= 3$ $P= 0,005$, $P<0,05$ olduğu için midyelerde Cu bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Zn-Midye için $S= 21,75$ $DF= 3$ $P= 0,0$ $P<0,05$ olduğu için midyelerde Zn bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Fe-Midye için $S= 17,25$ $DF= 3$ $P= 0,001$, $P<0,05$ olduğu için midyelerde Fe bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Midyelerde yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre; Güz'09 ve Güz'12 dikkate alınan özellikler bakımından karşılaştırıldığında,

Pb-Midye için $S= 1,13$ $DF= 1$ $P= 0,289$, $P>0,05$ olduğu için midyelerde Pb bakımından mevsimler arası fark önemli değildir.

Cu-Midye için $S= 0,50$ $DF= 1$ $P= 0,480$, $P>0,05$ olduğu için midyelerde Cu bakımından mevsimler arası fark önemli değildir.

Zn-Midye için $S= 5,00$ $DF= 1$ $P= 0,025$ $P<0,05$ olduğu için midyelerde Zn bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Fe-Midye için $S= 4,50$ $DF= 1$ $P= 0,034$, $P<0,05$ olduğu için midyelerde Fe bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Midyelerde yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre; Kış'10 ve Kış'13 dikkate alınan özellikler bakımından karşılaştırıldığında,

Pb-Midye için $S= 0,20$ $DF= 1$ $P= 0,655$, $P>0,05$ olduğu için midyelerde Pb bakımından mevsimler arası fark önemli değildir.

Cu-Midye için $S= 0,00$ $DF= 1$ $P= 1,00$, $P>0,05$ olduğu için midyelerde Cu bakımından mevsimler arası fark önemli değildir.

Zn-Midye için $S= 2,00$ $DF= 1$ $P= 0,157$ $P>0,05$ olduğu için midyelerde Zn bakımından mevsimler arası fark önemli değildir.

Fe-Midye için $S= 0,20$ $DF= 1$ $P= 0,655$, $P>0,05$ olduğu için midyelerde Fe bakımından mevsimler arası fark önemli değildir.

4.2. *U.rigida* Mevsimsel Verileri

Çizelge 44. Örnekleme yapılan *U. rigida*'ya ait istasyonlar

İst. Mev.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaz'09	+	+	+	+	-	+	-	-	-
Güz'09	+	+	+	+	-	+	-	-	-
Kış'09	+	+	+	+	-	+	-	-	-
Bahar'10	+	+	+	+	-	+	-	-	-
Güz'12	+	+	+	+	-	+	-	-	-
Kış'13	+	+	+	+	-	+	-	-	-

Çizelge 44'den de anlaşılacağı üzere *U. rigida* türüne 1 numaralı Hamzakoy istasyonu, 2 numaralı Gelibolu Tersanesi istasyonu, 3 numaralı Kilya Koyu istasyonu, 4 numaralı Eceabat Çam Burnu istasyonu ve 6 numaralı Abide istasyonu'nda rastlanmıştır.



Şekil 28. Hamzakoy istasyonundan *U. rigida* görünümü (orijinal).



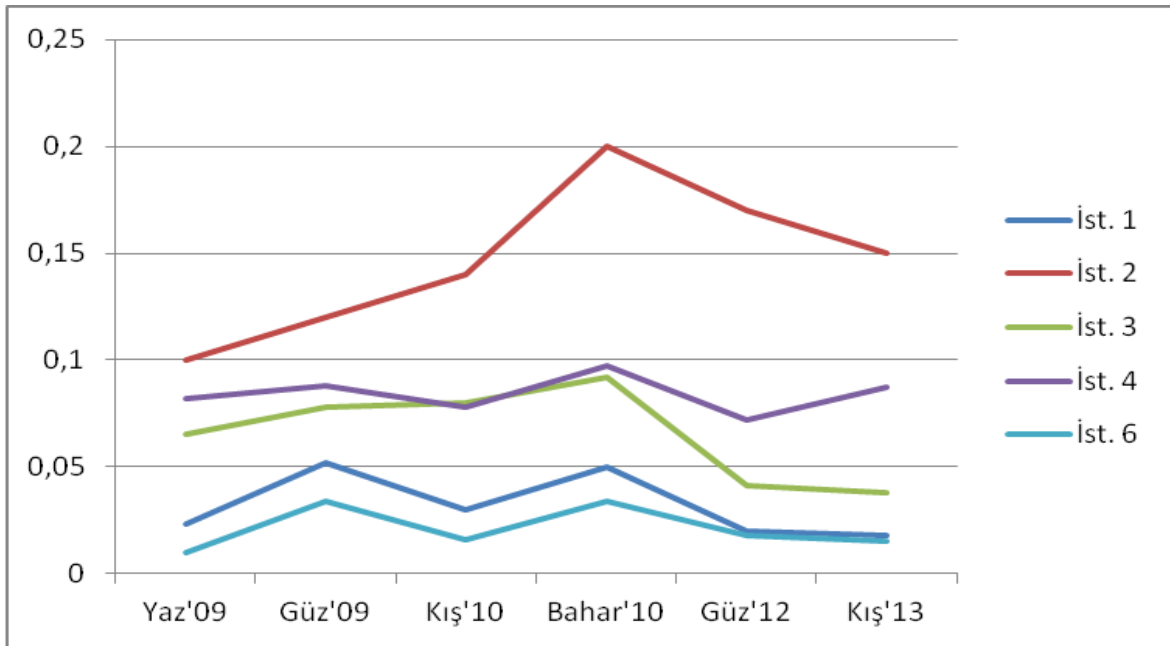
Şekil 29. Gelibolu Tersanesi istasyonundan *U. rigida* görünümü (orijinal).



Şekil 30. Kilya Koyu istasyonundan *U. rigida* görünümü (orijinal).

Çizelge 45. *U. rigida*'nın Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Pb	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 6
Yaz'09	0,023	0,100	0,065	0,082	0,020
Güz'09	0,052	0,120	0,078	0,088	0,032
Kış'10	0,030	0,140	0,055	0,078	0,016
Bahar'10	0,050	0,200	0,092	0,097	0,034
Güz'12	0,020	0,170	0,041	0,072	0,018
Kış'13	0,018	0,150	0,038	0,087	0,015
Ortalama	0,032 \pm 0,03	0,15 \pm 0,03	0,06 \pm 0,03	0,083 \pm 0,03	0,02 \pm 0,03

Şekil 31. *U. rigida*'nın Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).

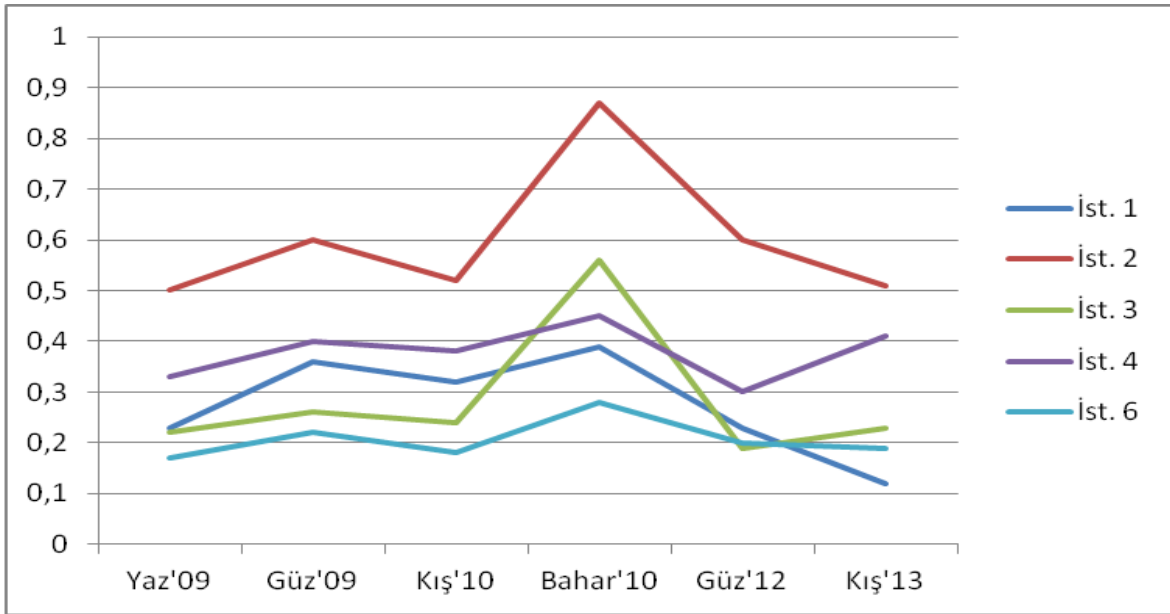
Araştırma bulgularına göre, *U. rigida*'daki Pb verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Gelibolu Tersanesi, Kilya Koyu ve Eceabat Çam Burnu istasyonlarıdır. Gelibolu Tersanesi'nde Bahar 2010'da Pb konsantrasyonu 0,20 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık olarak en yüksek değerine ulaşırken, Abide'de Kış 2013'de 0,015 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık ile en düşük seviyeye inmiştir. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Pb konsantrasyonları;

$$\text{İst. 2} > \text{İst. 4} > \text{İst. 3} > \text{İst. 1} > \text{İst. 6}$$

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 46. *U. rigida*'nın Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Cu	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 6
Yaz'09	0,23	0,50	0,22	0,33	0,19
Güz'09	0,36	0,60	0,26	0,40	0,22
Kış'10	0,32	0,52	0,24	0,38	0,18
Bahar'10	0,39	0,87	0,56	0,45	0,28
Güz'12	0,23	0,60	0,19	0,30	0,20
Kış'13	0,12	0,51	0,23	0,41	0,19
Ortalama	0,28±0,03	0,6±0,03	0,29±0,03	0,38±0,03	0,21±0,03

Şekil 32. *U. rigida*'nın Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).

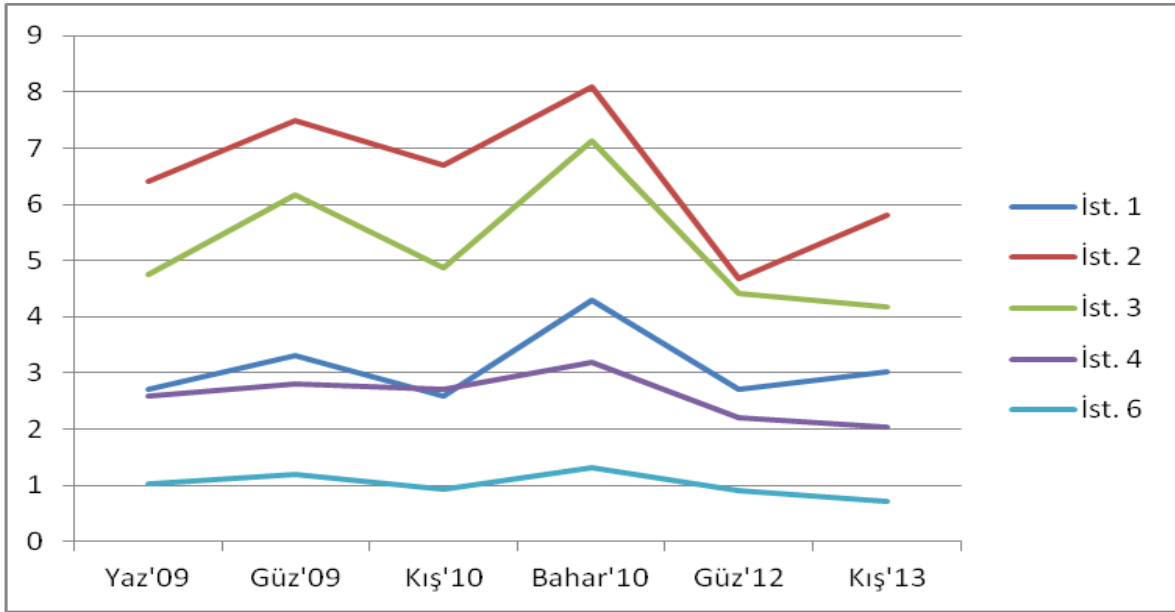
Araştırma bulgularına göre, *U. rigida*'daki Cu verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Gelibolu Tersanesi, Kilya Koyu ve Eceabat Çam Burnu istasyonlarıdır. Gelibolu Tersanesi'nde Bahar 2010'da Cu konsantrasyonu $0,87 \mu\text{g/g}$ kuru ağırlık olarak en yüksek değerine ulaşırken, Abide'de Kış 2010'da $0,18 \mu\text{g/g}$ kuru ağırlık ile en düşük seviyeye inmiştir. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Cu konsantrasyonları;

$$\text{İst. 2} > \text{İst. 4} > \text{İst. 3} > \text{İst. 1} > \text{İst. 6}$$

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 47. *U. rigida*'nın Zn konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Zn	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 6
Yaz'09	2,70	6,40	4,74	2,60	1,02
Güz'09	3,30	7,50	6,17	2,80	1,20
Kış'09	2,60	6,70	4,87	2,72	0,93
Bahar'10	4,30	8,10	7,14	3,20	1,32
Güz'12	2,70	4,67	4,42	2,20	0,90
Kış'13	3,02	5,80	4,17	2,03	0,72
Ortalama	3,10 \pm 0,03	6,53 \pm 0,03	5,25 \pm 0,03	2,60 \pm 0,03	1,01 \pm 0,03

Şekil 33. *U. rigida*'nın Zn konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).

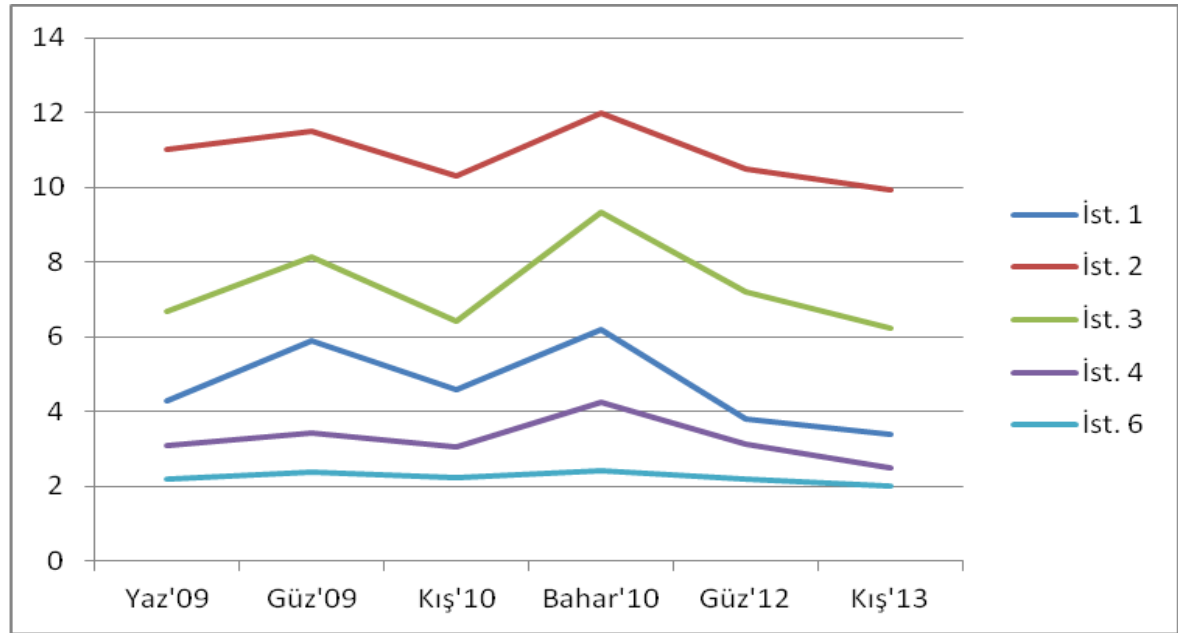
Araştırma bulgularına göre, *U. rigida*'daki Zn verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Gelibolu Tersanesi, Kilya Koyu ve Hamzakoy istasyonlarıdır. Gelibolu Tersanesi'nde Bahar 2010'da Zn konsantrasyonu 8,10 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık olarak en yüksek değerine ulaşırken, Abide'de Kış 2013'de 0,72 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık ile en düşük seviyeye inmiştir. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Zn konsantrasyonları;

$$\text{İst. 2} > \text{İst. 3} > \text{İst. 1} > \text{İst. 4} > \text{İst. 6}$$

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 48. *U. rigida*'nın Fe konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Fe	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 6
Yaz'09	4,30	11,0	6,68	3,10	2,20
Güz'09	5,90	11,5	8,13	3,42	2,39
Kış'09	4,60	10,3	6,42	3,05	2,24
Bahar'10	6,20	12,0	9,32	4,25	2,42
Güz'12	3,80	10,5	7,20	3,14	2,20
Kış'13	3,40	9,92	6,24	2,50	2,00
Ortalama	4,7 \pm 0,03	10,87 \pm 0,03	7,33 \pm 0,03	3,25 \pm 0,03	2,25 \pm 0,03

Şekil 34. *U. rigida*'nın Fe konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).

Araştırma bulgularına göre, *U. rigida*'daki Fe verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Gelibolu Tersanesi, Kilya Koyu ve Hamzakoy istasyonlarıdır. Gelibolu Tersanesi'nde Bahar 2010'da Fe konsantrasyonu 12,0 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık olarak en yüksek değerine ulaşırken, Abide'de Kış 2013'de 2,00 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık ile en düşük seviyeye inmiştir. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Fe konsantrasyonları;

$$\text{İst. 2} > \text{İst. 3} > \text{İst. 1} > \text{İst. 4} > \text{İst. 6}$$

şeklinde sıralanmıştır.

U. rigida için elde ettiğimiz sonuçlar önceki çalışmalar (Topçuoğlu ve ark., 2004; Topçuoğlu, 2005; Özden ve Tunçer, 2006; Wallenstein ve ark., 2008; Öztürk ve ark., 2010) ile karşılaştırıldığında bu değerlerin altında çıkmıştır. Gelibolu Tersanesindeki faaliyetlerin algleri de etkilediği düşünülmektedir. Lök ve ark. (2010), Kilya ve Akbaş koylarında Zn ve Pb değerlerini benzer şekilde yüksek bulmuşlardır. Burada, Saroz Körfezine akan Kavak Çayı'nın bir kirleten olduğu düşünülebilir.

Alglerde yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre; ilk dört mevsim dikkate alınan özellikler bakımından karşılaştırıldığında,

Pb-Alg için $S= 10,14$ $DF= 3$ $P= 0,017$, $P<0,05$ olduğu için alglerde Pb bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Cu-Alg için $S= 15,00$ $DF= 3$ $P= 0,002$, $P<0,05$ olduğu için alglerde Cu bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Zn-Alg için $S= 11,34$ $DF= 3$ $P= 0,010$ $P<0,05$ olduğu için alglerde Zn bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Fe-Alg için $S= 12,60$ $DF= 3$ $P= 0,006$, $P<0,05$ olduğu için alglerde Fe bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Alglerde yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre; Güz'09 ve Güz'12 dikkate alınan özellikler bakımından karşılaştırıldığında,

Pb-Alg için $S= 1,80$ $DF= 1$ $P= 0,180$, $P>0,05$ olduğu için alglerde Pb bakımından mevsimler arası fark önemli değildir.

Cu-Alg için $S= 3,20$ $DF= 1$ $P= 0,074$, $P>0,05$ olduğu için alglerde Cu bakımından mevsimler arası fark önemli değildir.

Zn-Alg için $S= 3,13$ $DF= 1$ $P= 0,077$ $P<0,05$ olduğu için alglerde Zn bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Fe-Alg için $S= 5,00$ $DF= 1$ $P= 0,025$, $P<0,05$ olduğu için alglerde Fe bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Alglerde yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre; Kış'10 ve Kış'13 dikkate alınan özellikler bakımından karşılaştırıldığında,

Pb-Alg için $S= 4,50$ $DF= 1$ $P= 0,034$, $P<0,05$ olduğu için alglerde Pb bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Cu-Alg için $S= 2,00$ $DF= 1$ $P= 0,157$, $P>0,05$ olduğu için alglerde Cu bakımından mevsimler arası fark önemli değildir.

Zn-Alg için $S= 1,80$ $DF= 1$ $P= 0,180$ $P>0,05$ olduğu için alglerde Zn bakımından mevsimler arası fark önemli değildir.

Fe-Alg için $S= 0,0$ $DF= 1$ $P=1$, $P>0,05$ olduğu için alglerde Fe bakımından mevsimler

arası fark önemli değildir.

Çizelge 49. Deniz organizmalarındaki ort. ağır metal kons. ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Ağır Metaller	<i>M. galloprovincialis</i>	<i>U. rigida</i>
Fe	400	300
Zn	90	100
Cu	10	15
Pb	5	4

(Topçuoğlu, 2005)

4.3. Sediment Mevsimsel Verileri

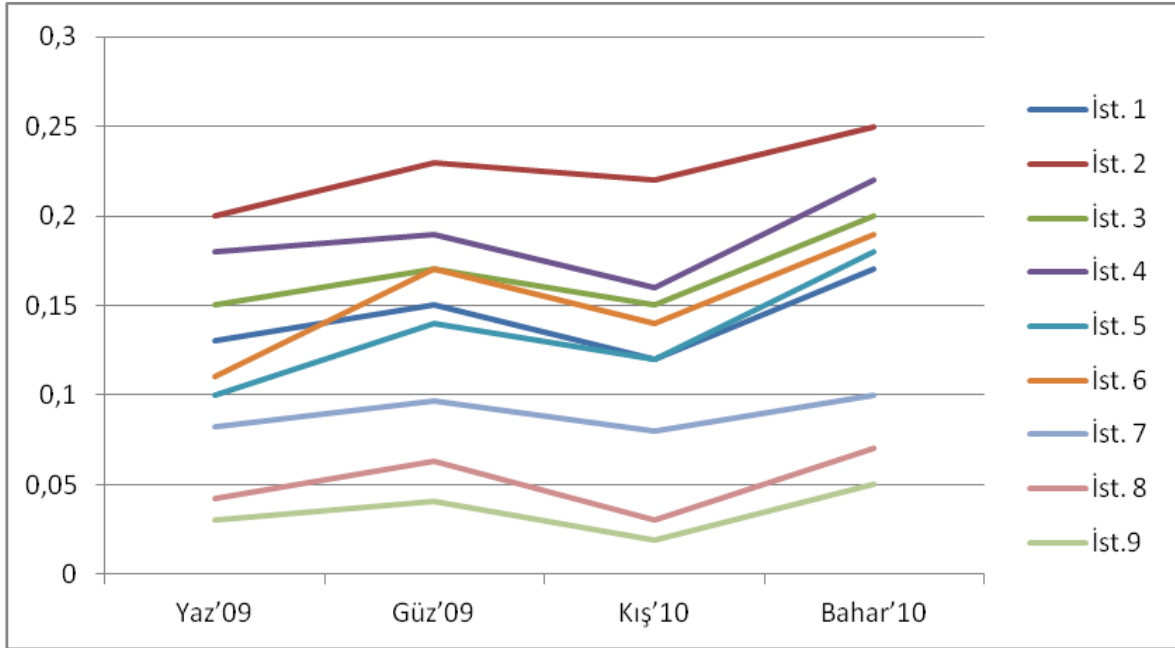
Çizelge 50. Örnekleme yapılan Sediment'e ait istasyonlar

İst. Mev.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaz'09	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Güz'09	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kış'10	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bahar'10	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Çizelge 50'den de anlaşılacağı üzere Sediment'e örnekleme yapılan bütün istasyonlarda rastlanmıştır.

Çizelge 51. Sediment'in Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Pb	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 5	İst. 6	İst. 7	İst. 8	İst. 9
Yaz'09	0,13	0,20	0,15	0,18	0,10	0,11	0,08	0,04	0,03
Güz'09	0,15	0,23	0,17	0,19	0,14	0,17	0,09	0,06	0,04
Kış'10	0,12	0,22	0,15	0,16	0,12	0,14	0,08	0,03	0,01
Bahar'10	0,17	0,25	0,20	0,22	0,18	0,19	0,10	0,07	0,05
Ortalama	0,14	0,23	0,17	0,19	0,14	0,15	0,09	0,05	0,04

Şekil 35. Sediment'in Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).

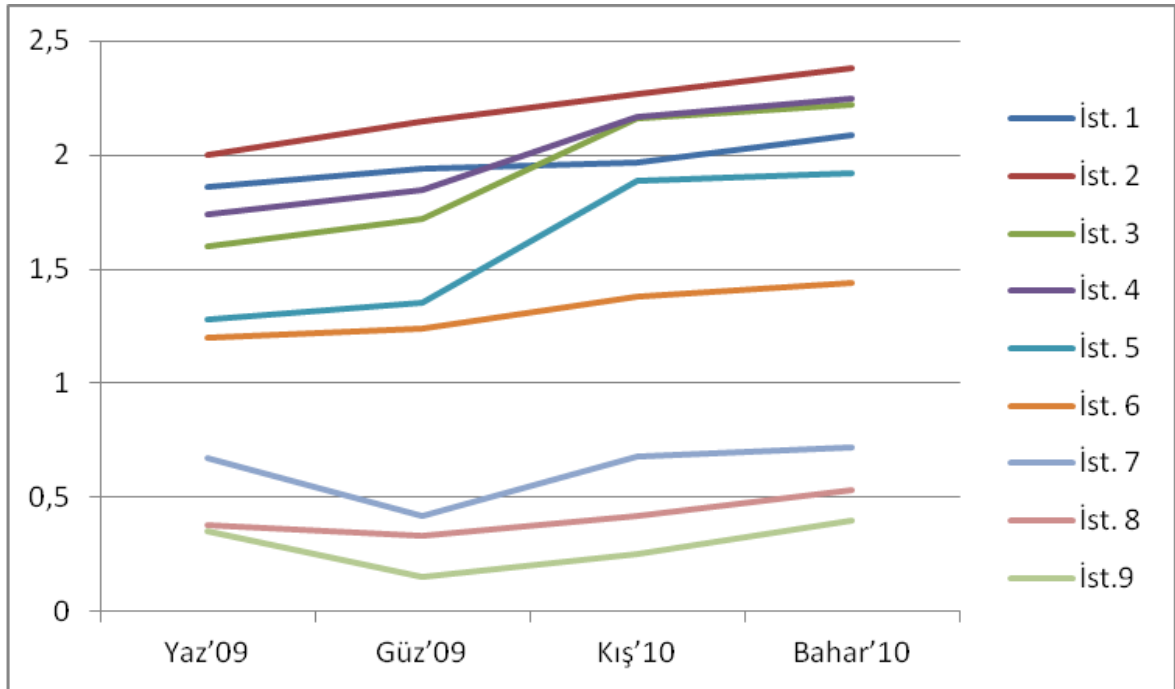
Araştırma bulgularına göre, Sediment'teki Pb verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Gelibolu Tersanesi, Eceabat Çam Burnu ve Kilya Koyu istasyonlarıdır. Gelibolu Tersanesi'nde Bahar 2010'da Pb konsantrasyonu $0,25 \mu\text{g/g}$ kuru ağırlık olarak en yüksek değerine ulaşırken, Ece Limanı'nda Kış 2010'da $0,03 \mu\text{g/g}$ kuru ağırlık ile en düşük seviyeye inmiştir. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Pb konsantrasyonları;

$$\text{İst. 2} > \text{İst. 4} > \text{İst. 3} > \text{İst. 6} > \text{İst. 1} > \text{İst. 5} > \text{İst. 7} > \text{İst. 8} > \text{İst. 9}$$

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 52. Sediment'in Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Cu	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 5	İst. 6	İst. 7	İst. 8	İst. 9
Yaz'09	1,86	2,00	1,60	1,74	1,28	1,20	0,67	0,38	0,35
Güz'09	1,94	2,15	1,72	1,85	1,35	1,24	0,42	0,33	0,15
Kış'10	1,97	2,27	2,16	2,17	1,89	1,38	0,68	0,42	0,25
Bahar'10	2,09	2,38	2,22	2,25	1,92	1,44	0,72	0,53	0,40
Ortalama	1,97	2,20	1,93	2,00	1,61	1,32	0,62	0,42	0,29

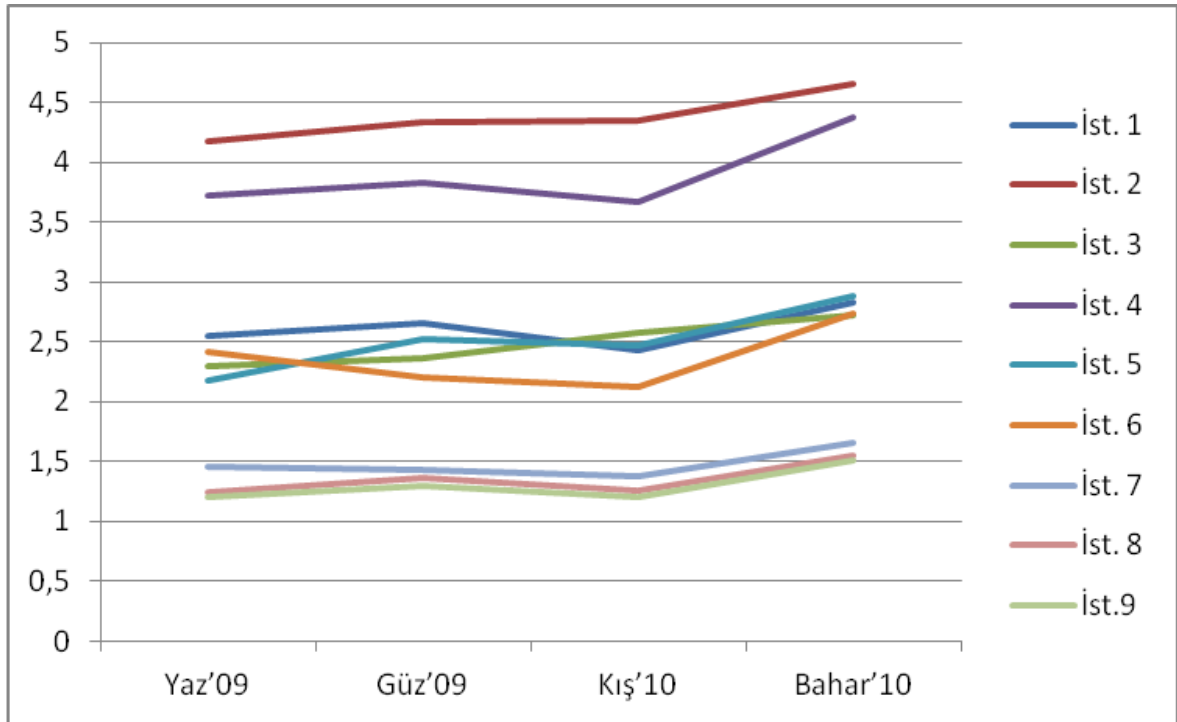
Şekil 36. Sediment'in Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).

Araştırma bulgularına göre, Sediment'teki Cu verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Gelibolu Tersanesi, Eceabat Çam Burnu ve Kilya Koyu istasyonlarıdır. Gelibolu Tersanesi'nde Bahar 2010'da Cu konsantrasyonu $2,38 \mu\text{g/g}$ kuru ağırlık olarak en yüksek değerine ulaşırken, Güneyli Koyu'nda Güz 2009'da $0,15 \mu\text{g/g}$ kuru ağırlık ile en düşük seviyeye inmiştir. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Cu konsantrasyonları;

İst. 2 > İst. 4 > İst. 1 > İst. 3 > İst. 5 > İst. 6 > İst. 7 > İst. 8 > İst. 9 şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 53. Sediment'in Zn konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Zn	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 5	İst. 6	İst. 7	İst. 8	İst. 9
Yaz'09	2,55	4,47	2,30	3,72	2,18	2,42	1,46	1,24	1,21
Güz'09	2,65	4,33	2,36	3,83	2,52	2,20	1,43	1,37	1,30
Kış'10	2,43	4,35	2,57	3,67	2,47	2,13	1,38	1,26	1,20
Bahar'10	2,73	4,66	2,74	4,37	2,88	2,72	1,66	1,55	1,51
Ortalama	2,62	4,45	2,49	3,90	2,52	2,38	1,49	1,35	1,31

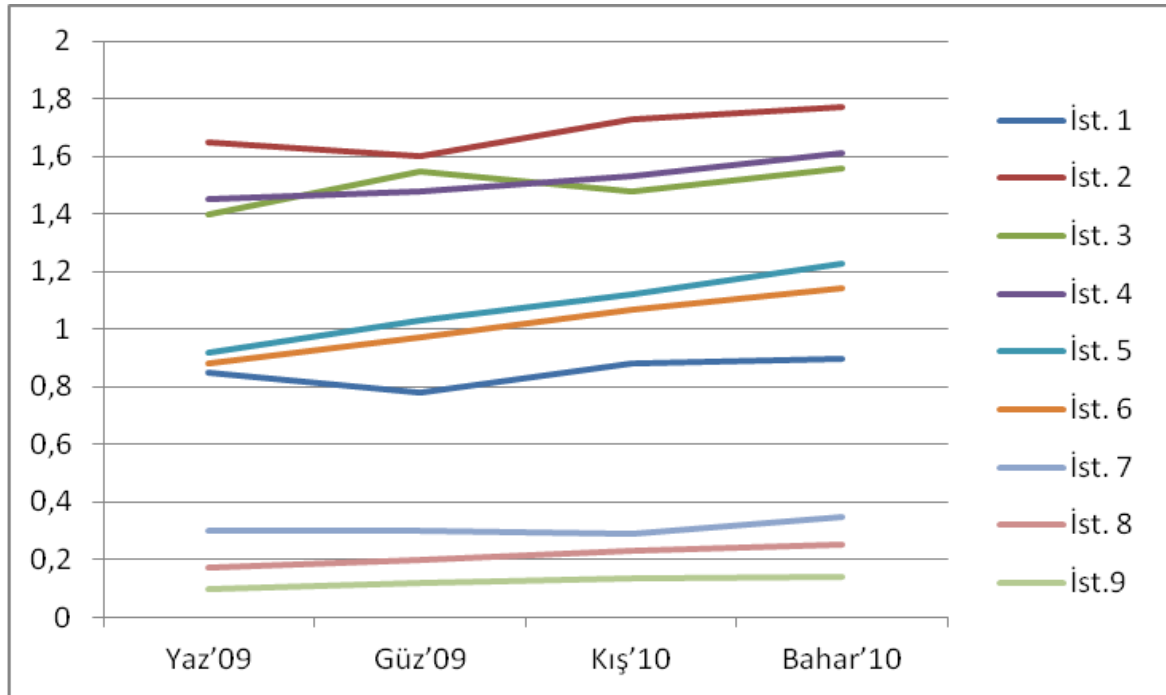
Şekil 37. Sediment'in Zn konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).

Araştırma bulgularına göre, Sediment'teki Zn verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Gelibolu Tersanesi, Eceabat Çam Burnu ve Kilitbahir istasyonlarıdır. Gelibolu Tersanesi'nde Bahar 2010'da Zn konsantrasyonu 4,66 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık olarak en yüksek değerine ulaşırken, Güneyli Koyu'nda Kış 2010'da 1,20 $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık ile en düşük seviyeye inmiştir. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Zn konsantrasyonları;

İst. 2 > İst. 4 > İst. 1 > İst. 5 > İst. 3 > İst. 6 > İst. 7 > İst. 8 > İst. 9
şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 54. Sediment'in Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Fe	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 5	İst. 6	İst. 7	İst. 8	İst. 9
Yaz'09	0,85	1,65	1,40	1,45	0,92	0,88	0,32	0,17	0,10
Güz'09	0,78	1,60	1,55	1,48	1,03	0,97	0,30	0,20	0,12
Kış'10	0,88	1,73	1,48	1,53	1,12	1,07	0,29	0,23	0,13
Bahar'10	0,90	1,77	1,56	1,61	1,23	1,14	0,35	0,25	0,14
Ortalama	0,85	1,69	1,50	1,52	1,08	1,02	0,32	0,22	0,12



Şekil 38. Sediment'in Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).

Araştırma bulgularına göre, Sediment'teki Fe verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Gelibolu Tersanesi, Eceabat Çam Burnu ve Kilya Koyu istasyonlarıdır. Gelibolu Tersanesi'nde Bahar 2010'da Fe konsantrasyonu 1,77 µg/g kuru ağırlık olarak en yüksek değerine ulaşırken, Güneyli Koyu'nda Yaz 2009'da 0,10 µg/g kuru ağırlık ile en düşük seviyeye inmiştir. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Fe konsantrasyonları;

İst. 2 > İst. 4 > İst. 3 > İst. 5 > İst. 6 > İst. 1 > İst. 7 > İst. 8 > İst. 9 şeklinde sıralanmıştır.

Sediment için elde ettiğimiz sonuçlar önceki çalışmalar (Sarı ve Çağatay, 2001; Topçuoğlu ve ark., 2004; Okay ve ark., 2008; Balkıs, 2010; Öztürk ve ark., 2010; Papastergios ve ark., 2010; Uluturhan, 2010; Demirak ve ark., 2012; Yuan ve ark., 2012; Saleem ve ark., 2013; Yalçın ve ark., 2013) ile benzer sonuçları içermektedir. Ağır metal konsantrasyonları karşılaştırıldığında elde edilen veriler, belirlenen değerlerin (Sarı ve Çağatay, 2001; Topçuoğlu ve ark., 2004) altında çıkmıştır. Sedimentte belirlenen ağır metallerin kaynaklarının; çevredeki kaya topluluklarından akarsularla denize taşınan malzemeler olabileceği düşünülmektedir.

Sedimentte yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre; ilk dört mevsim dikkate alınan özellikler bakımından karşılaştırıldığında,

Pb-Sediment için $S= 10,93$ $DF= 3$ $P= 0,012$, $P<0,05$ olduğu için sedimentte Pb bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Cu-Sediment için $S= 11,53$ $DF= 3$ $P= 0,009$, $P<0,05$ olduğu için sedimentte Cu bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

Zn-Sediment için $S= 6,20$ $DF= 3$ $P= 0,102$, $P>0,05$ olduğu için sedimentte Zn bakımından mevsimler arası fark önemli değildir.

Fe-Sediment için $S= 13,43$ $DF= 3$ $P= 0,004$, $P<0,05$ olduğu için sedimentte Fe bakımından mevsimler arası fark önemlidir.

4.4. Askıda Katı Madde Mevsimsel Verileri

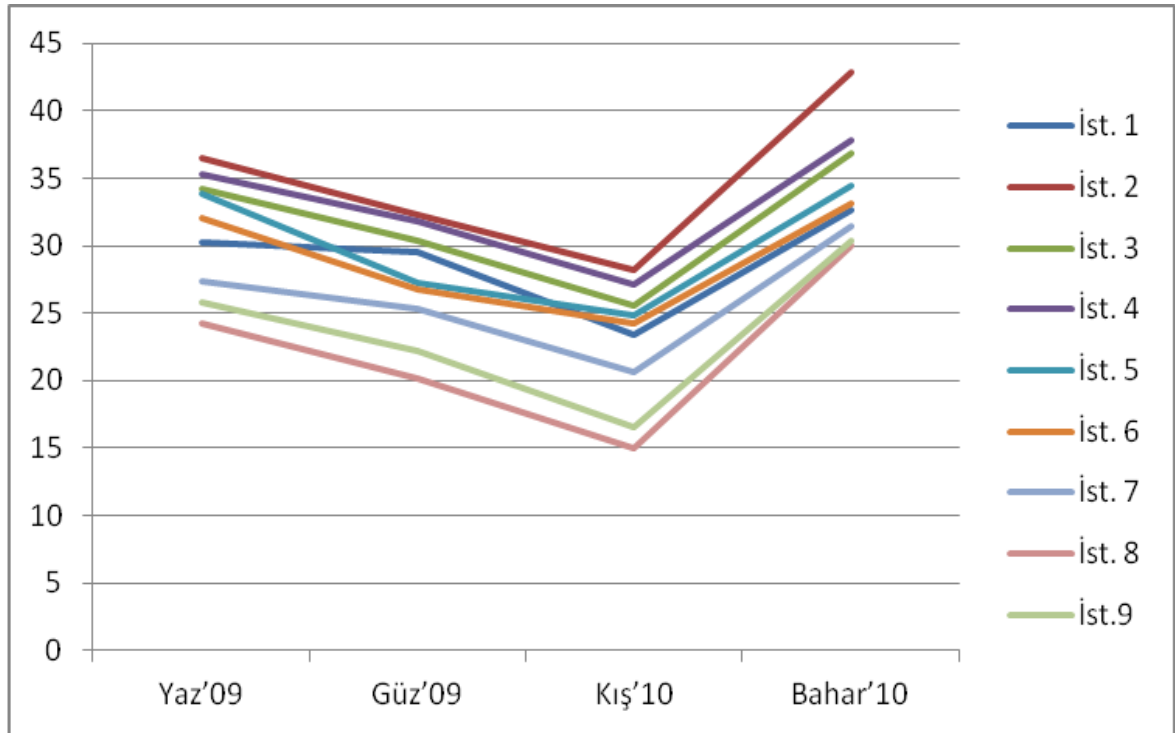
Bu bölümde askıda katı maddenin mevsimsel verileri sunulmaktadır. Askıda katı maddeler, tüm istasyonlardan derlenmiştir (Şekil 39, Çizelge 55-57).

Çizelge 55. Örnekleme yapılan Askıda Katı Maddeye ait istasyonlar

İst. Mev.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Yaz'09	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Güz'09	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kış'10	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bahar'10	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Çizelge 56. Mevsimlere göre Askıda Katı Madde miktarları (mg/l kuru ağırlık)

AKM	İst. 1	İst. 2	İst. 3	İst. 4	İst. 5	İst. 6	İst. 7	İst. 8	İst. 9
Yaz'09	30,30	36,50	34,20	35,30	33,80	32,10	27,40	24,20	25,80
Güz'09	29,50	32,30	30,40	31,80	27,30	26,80	25,30	20,10	22,20
Kış'10	23,40	28,00	25,60	27,10	24,80	24,20	20,60	15,00	16,50
Bahar'10	32,70	42,80	36,90	37,80	34,50	33,10	31,50	30,00	30,40
Ortalama	28,98	34,90	31,78	33,00	30,10	29,05	26,20	22,33	23,73



Şekil 39. Mevsimlere göre Askıda Katı Madde miktarları (mg/l kuru ağırlık).

Çizelge 57. Mevsimlere göre en düşük ve en yüksek AKM miktarları (mg/l kuru ağırlık)

Mevsim	AKM (En Düşük)	AKM (En Yüksek)
Yaz'09	24,20	36,50
Güz'09	20,10	32,30
Kış'10	15,00	28,20
Bahar'10	30,00	42,80

Çizelge 56 ve 57'den de anlaşılacağı üzere askıda katı maddenin örnekleme dönemlerine göre değişimleri incelendiğinde, en düşük değer Kış (Ocak) 2010'da Ece

Limanı'nda 15,00 mg/l kuru ağırlık olarak bulunmuştur. En yüksek değer ise Bahar (Nisan) 2010'da Gelibolu Tersanesi'nde 42,80 mg/l kuru ağırlık olarak belirlenmiştir.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinin esası 2004 tarihli, Nisan 2012 güncellenmiş verilerinde deniz suyunun genel kalite kriterleri içinde AKM değeri 30 mg/l olarak verilmiştir. Genel ortalamalar ve dönemsel değerler dikkate alındığında; Gelibolu Tersanesi, Kilya Koyu, Eceabat Çam Burnu ve Kilitbahir istasyonları değerleri sınır değer civarındadır. AKM değerleri güz ve kış döneminde düşük düzeylerdeyken, ilkbahar ve yaz örneklemesinde belirgin artış gözlenmiştir. İlkbahar ve yaz dönemindeki bu artışın sebebi, özellikle ilkbaharda fitoplankton artışının yanısıra yağmur suları yoluyla karasal girdilerin artması olarak gösterilebilir. Bu durum, AKM değerlerinde gerek canlı ve gerekse cansız partiküllerden ileri gelen bir yükselmeye yol açmıştır.

BÖLÜM 5

SONUC VE ÖNERİLER

M. galloprovincialis örneklerindeki ağır metal analiz sonuçları dikkate alındığında; Fe konsantrasyonu en yüksek Bahar 2010'da Gelibolu Tersanesi'nde 17,06 µg/g kuru ağırlık olarak saptanmıştır. Zn için en yüksek değer ise 19,15 µg/g kuru ağırlık olarak yine Gelibolu Tersanesi'nden Bahar 2010'da bildirilmiştir. Cu ve Pb için ise sırasıyla 1,52 µg/g kuru ağırlık ve 0,56 µg/g kuru ağırlık değerleri Gelibolu Tersanesi'nde Bahar 2010'da tespit edilmiştir. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında metaller *M. galloprovincialis* için;

$$\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb}$$

sırasını takip etmektedir.

M. galloprovincialis için ağır metal konsantrasyonlarının Gelibolu Tersanesi'nde yüksek çıkmasının en önemli sebebi, gemi bakım, yapım ve onarım faaliyetlerinin bahar ve yaz aylarında hız kazanıyor olmasıdır. Ağır metal konsantrasyonunun yoğun olduğu diğer istasyonlar; Kilya Koyu, Eceabat Çam Burnu ve Kilitbahir olarak tespit edilmiştir. Bahsedilen istasyonlarda kirliliğin yoğun olmasının sebebi kirliliğe maruz etkenlere açık olması olarak açıklanabilir. Büyük Kemikli Burnu ise ağır metal konsantrasyonunun en düşük seviyede olduğu istasyon olarak tespit edilmiştir. Ağır metal konsantrasyonları mevsim genel ortalaması;

$$\text{İst. 2} > \text{İst. 3} > \text{İst. 4} > \text{İst. 5} > \text{İst. 1} > \text{İst. 7}$$

olarak sıralanır.

M. galloprovincialis'in altı farklı dönemde alınan örneklerinin boy ve ağırlık olarak dağılımlarına bakıldığında; midyelerin ortalamaları (4,9 cm ve 19,66 g) Güz'09 döneminde Büyük Kemikli Burnunda belirlenmiştir. Buna karşın, ortalamaları (3,8 cm ve 9,05 g) olan midyeler ise Yaz'09 döneminde Hamzakoy'dan yapılan örneklemelerde ortaya çıkmıştır. Genel olarak, yapılan ölçümler sonucunda, mevsimler arasında, midyelerin boylarının değişmediği ancak ağırlıklarının kısmen güz ve bahar aylarında artış, kış ve yaz aylarında azalış sergilediği görülmüştür. Bu çalışmada ayrıca, ağır metal kirlilik değerleri ile boy-ağırlık değişimleri arasında önemli bir bağıntının olmadığı belirlenirken, en iri ve ağır formların kirliliğin hemen hemen en az olduğu Büyük Kemikli Burnunda görülmesi de dikkat çekici olmuştur. Benzer bir çalışmada Protasowicki ve ark. (2008) tarafından Baltık Denizi kıyılarından toplanan örneklerde ağır metal kirlilik değerleri ile boy-ağırlık değişimleri arasında belirgin bir ilişki tespit edilememiştir.

Gelibolu Yarımadası ve Saroz Körfezi kıyılarındaki bu çalışmada, Fe metali en çok, Pb metali en az konsantrasyona sahip ağır metal olmuştur. Benzer çalışmaların

sonuçlarıyla karşılaştırıldığında (Uysal ve ark., 1989; Sarı ve Çağatay, 2001; Toğçuoğlu ve ark., 2004; Özden ve Tunçer, 2006; Lök ve ark., 2010; Üstünada ve ark., 2011b) benzer sonuçlar ortaya çıkarılmıştır. Boğazın doğu kıyılarında; Karafistan ve Ormancı (2010) tarafından Pb'nin en yüksek ağır metal olduğu belirtilmektedir. Bu durum, Çanakkale anakarası civarındaki madencilik faaliyetleriyle ilişkilendirilmiştir. Benzer şekilde Kepez Limanı Çanakkale anakarasında kalmakta ve burada yapılan bir çalışmada (Yılmaz ve Sadıkoğlu, 2011), limandaki deniz suyunda Cd ve Pb konsantrasyonları yüksek değerlerde çıkmıştır. Kepez Deltasına bağlanan nehirlerle Cd ve Pb getiriminin olduğu ve madencilik ile ilişkili olabileceği yazarlar tarafından belirtilmektedir. Çalışma alanımızda benzer bir madencilik faaliyeti olmadığı için, karadan Pb getiriminin en az düzeyde kalmış olabileceği düşünülmüştür. Buna karşın Cu ve Fe'nin yüksek çıkmasının sebebi ise gemi bakım, yapım ve onarım faaliyetleri olabilir.

U. rigida örneklerine ait veriler incelendiğinde en yüksek ağır metal konsantrasyonları Fe'de görülmektedir. Fe; Bahar 2010'da 12,0 µg/g kuru ağırlık olarak Gelibolu Tersanesi'nden elde edilmiştir. Zn için ise en yüksek değer 8,10 µg/g kuru ağırlık Bahar 2010'da Gelibolu Tersanesi'nde bulunmuştur. Cu ve Pb için ise sırasıyla 0,87 µg/g kuru ağırlık ve 0,20 µg/g kuru ağırlık değerleri Bahar 2010'da Gelibolu Tersanesi'nde belirlenmiştir. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında metaller *U. rigida* için;

$$Fe > Zn > Cu > Pb$$

sırasını takip etmektedir.

U. rigida için ağır metal konsantrasyonunun yoğun olduğu diğer istasyonlar Kilya Koyu, Hamzakoy ve Eceabat Çam Burnu olarak sıralanır. Abide ise ağır metal konsantrasyonunun en düşük seviyede olduğu istasyon olarak tespit edilmiştir. Ağır metal konsantrasyonları mevsim genel ortalaması;

$$İst. 2 > İst. 3 > İst. 1 > İst. 4 > İst. 6$$

olarak sıralanır.

Sediment örneğine ait veriler incelendiğinde; Zn için en yüksek metal konsantrasyonları, Gelibolu Tersanesi'nde 4,66 µg/g (Bahar'10) ve Eceabat Çam Burnu'nda 4,37 µg/g (Bahar'10) olarak bulunmuştur. En düşük Zn içeriği, Ece Limanı ve Güneyli Koyunda; 1,26 µg/g (Bahar'10) ve 1,20 µg/g (Bahar'10) dir. Cu için en yüksek metal konsantrasyonları, Gelibolu Tersanesi'nde 2,38 µg/g (Bahar'10) ve Eceabat Çam Burnu'nda 2,25 µg/g (Bahar'10) olarak bulunmuştur. En düşük Cu içeriği, Ece Limanı ve Güneyli Koyunda; 0,33 µg/g (Güz'09) ve 0,15 µg/g (Güz'09) dir. Fe için en yüksek metal konsantrasyonları, Gelibolu Tersanesi'nde 1,77 µg/g (Bahar'10) ve Eceabat Çam Burnu'nda 1,61 µg/g (Bahar'10) olarak bulunmuştur. En düşük Fe içeriği, Ece Limanı ve

Güneyli Koy’unda; 0,17 µg/g (Yaz’09) ve 0,10 µg/g (Yaz’09) dir. Pb için en yüksek metal konsantrasyonları, Gelibolu Tersanesi’nde 0,25 µg/g (Bahar’10) ve Eceabat Çam Burnu’nda 0,22 µg/g (Bahar’10) olarak bulunmuştur. En düşük Pb içeriği, Ece Limanı ve Güneyli Koyu’nda; 0,03 µg/g (Kış’10) ve 0,01 µg/g (Kış’10) dir. Sediment için tüm veriler ele alındığında ağır metalller,

$$\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Fe} > \text{Pb}$$

sirasını takip etmiştir.

Sediment için ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu istasyonlar Gelibolu Tersanesi ve Eceabat Çam Burnu olurken, yoğun olduğu diğer istasyonlar Hamzakoy, Kilitbahir ve Kilya Koyu olarak sıralanır. Güneyli Koyu ve Ece Limanı ise ağır metal konsantrasyonlarının en düşük seviyede olduğu istasyonlar olarak tespit edilmiştir. Sedimentteki metaller için, Kış’10 dönemindeki küçük bir gerilemenin dışında, 2009’dan 2013’e doğru yavaş bir artış eğiliminin olduğu söylenebilir. Ağır metal konsantrasyonları mevsim genel ortalaması;

$$\text{İst. 2} > \text{İst. 4} > \text{İst. 1} > \text{İst. 5} > \text{İst. 3} > \text{İst. 6} > \text{İst. 7} > \text{İst. 8} > \text{İst. 9}$$

şeklinde sıralanır.

Askıda katı madde örneklerine ait veriler incelendiğinde; mevsimsel olarak en düşük 15,00 mg/l ile Ece Limanı’nda Kış’10’da, en yüksek 42,80 mg/l ile Gelibolu Tersanesi’nde Bahar’10 bulunmuştur. Mevsimsel ortalamaların istasyonlara göre dağılımı incelendiğinde;

$$\text{İst. 2} > \text{İst. 4} > \text{İst. 3} > \text{İst. 5} > \text{İst. 6} > \text{İst. 1} > \text{İst. 7} > \text{İst. 9} > \text{İst. 8}$$

şeklinde sıralanır.

Haziran 2009-Mayıs 2010 aralığında, Güz 2012’de ve Kış 2013’de Gelibolu Yarımadası ve Saroz Körfezi kıyılarındaki istasyonlarda yapmış olduğumuz bu tez çalışmamızda elde ettiğimiz *M.galloprovincialis*, *U. rigida*, sediment ve askıda katı madde ile ilgili veriler ve önceki benzer çalışmalar ışığında kirliliğin, bölgesel anlamda tehlikeli boyutlara ulaşmadığı sonucuna varılmıştır.

Özellikle Gelibolu Tersanesi ve Eceabat Çam Burnu verileri, diğer istasyonlara göre nispeten yüksek sonuçlar vermiştir. Bu bölgede ileride yapılacak çalışmalar için, gerek gemi bakım, yapım ve onarım çalışmaları, gerekse boğaz trafiği ve liman faaliyetlerinin yoğunluğu açısından, bu iki istasyonun özellikle dikkate alınması ve daha uzun dönemlerle izlenmesi gerekmektedir. Benzer şekilde, Gelibolu Yarımadası’ndan Saroz Körfezine ve Çanakkale Boğazına akan nehirlerin yakınında olan Akbaş ve Güneyli koyları da izlenmelidir. Yapılan bu çalışmanın ileride yapılacak çalışmalar için referans olması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Akyuz T., Mukhamedshina N., Akyuz S., Sarı E. ve Mirsagatova A.A., 2007. Toxic and Trace Element Analysis of Surface Sediments from the Gulf of Saros by INAA and XRF Methods. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 273 (3): 747-751.
- APHA 1981. Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14 Edn., APHA. Washington, D.C., USA.
- ANONYMOUS 1995. Resmi Gazete Sayı: 22223, sayfa 1361.
- Algan O., Balkıs N., Çağatay M.N. ve Sarı E., 2004. The Sources of Metal Contents in the Shelf Sediments from the Marmara Sea, Turkey. *Environmental Geology* 46: 932-950.
- Altas L. ve Büyükgüngör H., 2007. Heavy Metal Pollution in the Black Sea Shore and Offshore of Turkey. *Environmental Geology* 52: 469-476.
- Atabeyoğlu K. ve Atamanalp M., 2010. Yumuşakçalarda (Mollusk) Yapılan Ağır Metal Çalışmaları. *Atatürk Üniv. Vet. Bil. Derg.* 5 (1): 35-42.
- Balkıs N. ve Algan O., 2005. Marmara Denizi Yüzev Sedimentlerinde (şelf alanı) Metallerin Birikimi ve Denetleyen Mekanizmalar. *Türk Deniz Araştırmaları Vakfı Yayınları* No: 21: 177-192.
- Balkıs N., Aksu A., Okuş E. ve Apak R., 2010. Heavy Metal Concentration in Water, Suspended Matter and Sediment from Gökova Bay, Turkey. *Environ. Monit. Assess.* 167: 359-370.
- Balkıs N., Aksu A. ve Hiçsönmez H., 2013. Pollution Monitoring Using *Mytilus Galloprovincialis* and Fishes: A Case Study on the Southern Black Sea Shelf. *Asian Journal of Chemistry* 25 (1): 450-454.
- Başçınar S.N., 2009. Bentik Canlılar ve Biyoindikatör Tür. *Yunus Araştırma Bülteni, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Yayını* (2): 5-8. Trabzon.
- Bergin F., Küçüksezgin F., Uluturhan E., Barut I.F., Meriç E., Avşar N. ve Nazik A., 2006. The Response of Benthic Foraminifera and Ostracoda to Heavy Metal Pollution in

- Gulf of İzmir (Eastern Aegean Sea). *Estuarin Coastal and Shelf Science* 66: 368-386.
- Bingöl D., Ay Ü., Karayünlü-Bozbaş S. ve Uzgören N., 2012. Chemometric Evaluation of the Heavy Metals Distribution in Waters from the Dilovası Region in Kocaeli, Turkey. *Marine Pollution Bulletin* 67: 1-6.
- Canlı M. ve Atlı G., 2003. The Relations between Heavy Metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) Levels and the Size of Six Mediterranean Fish Species. *Environmental Pollutions* 121: 129-136.
- Chen T., Yu K., Li S., Price G., Shi Q. ve Wei G., 2010. Heavy Metal Pollution Recorded in Porites Corals from Daya Bay, Northern China Sea. *Marine Environmental Research* 70: 318-326.
- Çayır A., Coşkun M. ve Coşkun M., 2012. Evaluation of Metal Concentrations in Mussel *M. galloprovincialis* in Dardanelles Strait, Turkey in Regard of Safe Human Consumption. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 89: 91-95.
- Çevik U., Damla N., Kobya A.I., Bulut V.N., Duran C., Dalgıç G. ve Bozacı R., 2008. Assesment of Metal Element Concentrations in Mussel (*M. Galloprovincialis*) in Eastern Black Sea, Turkey. *Journal of Hazardous Materials* 160: 396-401.
- Çiner F. ve İnan H. 1997. Gemi Taşımacılığında Kaynaklanan Deniz Kirlenmesi. *Yerleşim ve Çevre Sorunları: Çanakkale İli* Editör: Ayşe Filibeli.
- Çolakoğlu F., Ormancı H., Künili İ. ve Çolakoğlu S., 2010. Chemical and Microbiological Quality of the *Chamelea Galinia* from the Southern Cost of the Marmara Sea in Turkey. *Kafkas Üniver. Vet. Fak. Dergisi* 16: 153-158.
- Dalman Ö., Demirak A. ve Balcı A., 2006. Determination of the Heavy Metals (Cd, Pb) and Trace Element (Cu, Zn) in Sediments and Fish of the Southern Aegean Sea (Turkey) by Atomic Absorption Spectrometry. *Food Chemistry* 95: 157-162.
- Dauvalter V. ve Rognerud S., 2001. Heavy Metal Pollution in Sediments of the Pasvik River Drainage. *Chemosphere* 42: 9-18.

- Demirak A., Yılmaz A., Keskin F., Şahin Y. ve Akpolat O., 2012. Investigation of Heavy Metal Content in Suspended Particulate Matter and Sediment in Inner Gökova Bay and Creeks. *Environ. Monit. Assess.* 184 (12): 7113-7124.
- Dural M., Göksu M.Z., Özak A. ve Derici B., 2006. Bioaccumulation of the Some Heavy Metals in Different Tissues Species from the Çamlık Lagoon of the Eastern Cost of Mediterranean (Turkey). *Environ. Monit. Assess.* 118: 65-74.
- Egemen Ö., Alparslan M. ve Sunlu U. 1997. Çanakkale’de (Karacaören ve Kepez) Toplanan Midyelerde (*Mytilus Galloprovincialis*, Lamarck) Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. *Ege Üniversitesi Su Ür. Der.* 14 (1-2): 189- 196.
- Egemen Ö., 2000. Çevre ve Su Kirliliği. Kitap, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayını* No: 42, 120 sayfa, İzmir.
- Ergin M., 2005. Late Quaternary Climatic and Sea-Level Changes Recorded in Sediments from the Eastern Mediterranean Sea. *IGCP 521 “Black Sea-Mediterranean Corridor during last 30 ky: Sea level change and human adaptation”*, First Plenary Meeting, Istanbul, Turkey, October 8-15: 43-45.
- Eryılmaz F.Y. ve Eryılmaz M., 1998. Çanakkale Boğazı ve Çevresi Güncel Çökellerinde Metal Dağılımı. *Türkiye’nin Kıyı ve Deniz Alanları, II. Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları 98 Konferans Bildiriler Kitabı* :649-658, ODTÜ.
- FAO (Food and Agriculture Organization) 1983. Compilation of Legal Limits for Hazardous Substances in Fish and Fishery Products, *FAO Fishery Circular* 464: 5–100.
- Gilbert O., Martinez-Lladio X., Marti V., Diez S., Romo J., Bayona J. ve Pablo J., 2009. Changes of Heavy Metal and PCB Contents in Surficial Sediments of the Barcelona Harbour after the Opening of a New Entrance. *Water Air Soil Pollution* 204: 271-284.
- Hakanson L., 1980. An Ecological Risk Index for Aquatic Pollution Control-A Sedimentological Approach. *Water Research* 14: 975–1001.
- Karafistan A. ve Ormancı H.B., 2010. Metal Concentrations in *Mytilus Galloprovincialis* from Southern Dardanelles, Turkey. *ESAIJ* 5 (3): 201-204.

- Kayhan E.F., Balkıs N. ve Aksu A., 2006. İstanbul Balık Halinden Alınan Akdeniz Midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) Arsenik Düzeyleri. *Ekoloji* 15 (61): 1-5.
- Leong L.S. ve Taner P.A., 1999. Comparison of Methods for Determination of Organic Carbon in Marine Sediment. *Marine Pollution Bulletin* 38 (10): 875-879.
- Lök A., Çolakoğlu S., Acarlı S., Serdar S., Küçükdermenci A., Yiğitkurt S., Kırtık A. ve Güler M., 2010. Heavy Metal Concentrations in the Mediterranean Mussels (*M. Galloprovincialis*) Collected from the Dardanelles. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.* 39: 278.
- Mendeş M., 2012. Uygulamalı Bilimler için İstatistik ve Araştırma Yöntemleri. *Kriter Yayınları* s. 457, İstanbul.
- Olawoyin R., Oyewole S. ve Grayson R., 2012. Potential Risk Effect from Elevated Levels of Soil Heavy Metals on Human Healt in the Niger Delta. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 85: 120-130.
- Okay O., Pekey H., Morkoç E., Başak S. ve Baykal B., 2008. Metals in Surface Sediments in İstanbul Strait (Turkey). *Journal of Environmental Science and Health Part A:* 1725-1734.
- Onsait S., Ke C., Wang X., Wang K. ve Wang W., 2010. Trace Elements in two Marine Fish Cultured in Fish Cages in Fujian Province, China. *Environmental Pollution* 158: 1334-1342.
- Özden S. ve Tunçer S., 2006. Çanakkale Boğazı'nda Yaşayan Bazı Alg Türlerinde Ağır Metal Düzeylerinin Birikimlerinin Araştırılması. *59. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı*: 332- 333, Ankara.
- Özden S., 2005. Çanakkale Boğazı ve Çevresindeki Bazı Midye ve Alg Türlerinin Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. *ÇOMU Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 32 sayfa, Çanakkale.
- Öztürk M., Güner H. ve Koçbaş F., 2010. Foça Sahillerinde Baskın Makroalg Türleri, *Mytilus Galloprovincialis* ve Sediment Örneklerinde Ağır Metal Dağılımının Araştırılması. *Celal Bayar Üniversitesi BAP Raporu*, 1-69.

- Papastergios G., Filippidis A., Fernandes J., Gimeno D. ve Sikalidis C., 2010. Distribution of Potentially Toxic Elements in Sediments of an Industrialized Coastal Zone of the Northern Aegean Sea. *Environmental Forensics* 11: 282-292.
- Protasowicki M., Dural M. ve Jaremek J., 2008. Trace Metals in Shells of Blue Mussels from the Poland Coast of Baltic Sea. *Environ. Monit. Assess.* 141: 329-337.
- Regoli F., 1998. Metals and Antioxidant Enzymes in Gills and Digestive Gland of the Mediterranean Mussel *M. Galloprovincialis*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 34: 48-63.
- Saleem M., Iqbal J. ve Shah M.H., 2013. Study of Seasonal Variations and Risk Assessment of Selected Metals in Sediments from Mangla Lake, Pakistan. *Journal of Geochemical Exploration* 67: 23-38.
- Sarı E., 2008. Sources and Distribution of Heavy Metals in River Sediments from Southern Drainage Basin of the Marmara, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17 (12A): 2007-2019.
- Sarı E. ve Çağatay N.M., 2001. Distribution of Heavy Metals in the Surface Sediments of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. *Environment International* 26: 169-173.
- Söğüt O. ve Yalçın G., 2012. Determination of Trace Metal Levels in *Mytilus Galloprovincialis* Collected from Izmir Bay, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin* 14 (9): 777-782.
- Spada L., Annicchiarico C., Cardellicchio N., Giandomenico S. ve Leo Di. A., 2013. Heavy Metals Monitoring in the Mussel *Mytilus Galloprovincialis* from the Apulian Coast (Southern Italy). *Mediterranean Marine Science* 14/1: 99-108.
- Sunlu U.A., Aydın N.E. ve Egrihancı Ö., 2005. The Investigation of Carbon and Burnable Substances Level which are Found in the Northern Aegean Sea Sediments. *Ege Üniv. Su Ürünleri Dergisi* 13: 263-268.
- Süren E., Yılmaz S., Türkoğlu M. ve Kaya S., 2007. Concentration of Cadmium and Lead Heavy Metals in Dardanelles Seawater. *Environmental Monitoring and Assessment* 125: 91-98.

- Taş Ç., Sunlu U. ve Özyayın O., 2007. Çandarlı Körfezi (Ege Denizi) Sedimentinde Karbon, Yanabilen Madde Miktarı ve Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması, *Ege Üniv. Dergisi* 24 (3-4): 273-277.
- Taşdemir Y., 2002. Marmara Denizi: Kirleticiler ve Çevre Açısından Alınabilecek Tedbirler. *Uludağ Üniversitesi Müh.Mim. Fak. Dergisi* 7 (1): 39-45.
- T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, *Resmi Gazete* (31.12.2004 Resmi Gazete Sayısı: 25687; Güncelleme Tarihi 2012) 3. Bölüm, Madde 11, 51 sayfa.
- Topçuoğlu S., Kırbasoğlu Ç. ve Güngör N., 2002. Heavy Metal in Organisms and Sediments from Cost of Black Sea. *Environmental International* 27: 521-526.
- Topçuoğlu S., Kırbasoğlu Ç. ve Yılmaz Z., 2004. Heavy Metal Levels in Biota and Sediments in the Northern Coast of the Marmara Sea. *Environmental Monitoring and Assesment* 96: 183-189.
- Topçuoğlu S., 2005. Monitoring of Radionuclide Concentrations in Marine Algae from the Turkish Black Sea Coast and Bosphorus during the Period of 1984-2001. *J. Black Sea/Mediterranean Environment* 11: 195-204.
- Turan C., Dural M., Oksüz A. ve Öztürk B., 2009. Levels of Heavy Metals in Some Commercial Fish Species Captured from the Black Sea and Mediterranean Coast of Turkey. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 82: 601-604.
- Tüzen M., 2003. Determination of Heavy Metals in Fish Samples of the Middle Black Sea (Turkey) by Graphite Furnace Atomic Absorbsion Spectometry. *Food Chemistry* 80: 119-123.
- Uluturhan E., 2010. Heavy Metal Concentrations in Surface Sediments from two Regions (Saros and Gökova Gulfs) of the Eastern Aegean Sea. *Environ. Monit. Assess.* 165: 675-684.
- Uysal H., Yaramaz Ö., Tunçer S. ve Parlak H., 1989. Ege Denizi Kıyılarında Pollusyon Durumu, Organizma ve Ekosistem Üzerindeki Etkileriyle İlgili Araştırmalar. *Ege Üniv., Su Ürünleri Dergisi* 6: 21-24.

- Ünlü K., 2006. Status Report on Soil Pollution and Contaminated Lands in Turkey. *NATO/CCMS Pilot Study on Prevention and Remediation in Selected Industrial Sectors: Small Sites in Urban Areas*. 4–7 June, Athens, Greece.
- Üstünada M., Erduğan H., Yılmaz S., Akgül R. ve Aysel V., 2011. (a) Seasonal Concentrations of Some Heavy Metals (Cd, Pb, Zn And Cu) in *Ulva Rigida* J. Agardh (Chlorophyta) from Dardanelles (Çanakkale, Turkey). *Environmental Monitoring and Assesment* 177: 337-342.
- Üstünada M., Erduğan H., Aysel V. ve Akgül R., 2011. (b) *Codium Fragile* Subsp. *Fragile* (Suringar) Hariot ve *Cystoseria Barbata* (Stackhouse) C. Agardh (Çanakkale Boğazı, Türkiye) Taksonlarında Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi* 7 (1): 5-17.
- Wallenstein F., Coutobo R., Amaral A., Wilkison M., Neto A. ve Rodrigues A., 2008. Baseline Metal Concentrations in Marine Algae from Sao Miguel (Azores) under Different Ecological Conditions – Urban Proximity and Shallow Water Hydrothermal Activity, *Marine Pollution Bulletin* 29, 35-49.
- Wang X., Sato T., Baoshan X. ve Tao S., 2005. Health Risks of Heavy Metals to the General Public in Tianjin, China Via Consumption of Vegetables and Fish. *Science of the Total Environment* 350: 28-37.
- WHO/FAO 1999. Summary Report of The 53rd Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. (*JEFCA*), Roma.
- Wong S.C., Wu S.C., Düzgoren-Aydın N., Aydın A. ve Wong M.H, 2007. Trace Metal Contamination of Sediments in an E-Waste Processing Village in China. *Environmental Pollution* 145: 434-442.
- Yalçın M.G., Çevik O. ve Karaman M.E., 2013. Use of Multivariate Statistics Methods to Determine Grain Size, Heavy Metal Distribution and Origins of Heavy Metals in Mersin Bay (Eastern Mediterranean) Coastal Sediments. *Asian Journal of Chemistry* 25 (5): 2696-2702.
- Yarsan E., Başkaya R., Yıldız A., Altıntaş L. ve Yeşilot S., 2007. Copper, Lead, Cadmium and Mercury Concentrations in the Mussel *Elliptio*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 79: 218-220.

- Yılmaz F., Yılmaz Y.Z., Ergun M, Erkol A.Y, Müftüoğlu A.E. ve Karakelle B., 2003. Heavy Metal Concentrations in Surface Soils of Izmit Gulf Region, Turkey. *J. Trace and Microprobe Techniques* 21 (3): 523-531.
- Yılmaz F., 2009, The Comparison of Heavy Metal Concentrations (Cd, Cu, Mn, Pb And Zn) in Tissues of the Three Economically Important Fish (Anguilla Anguilla, Mugil Cephalus and Oreochromis Niloticus) Inhabiting Köyceğiz Lake-Muğla. *Turkish Journal of Science & Technology* 4 (1): 7-15.
- Yılmaz S. ve Sadıkoğlu M., 2011. Study of Heavy Metal Pollution in Seawater of Kepez Harbor of Çanakkale (Turkey). *Environmental Monitoring and Asssesment* 173: 899-904.
- Yuan H., Song J., Li X., Li N. ve Duan, L., 2012. Distribution and Contamination of Heavy Metals in Surface Sediments of the South Yellow Sea. *Marine Pollution Bulletin* 64: 2151-2159.

Çizelge 1. Çalışma alanındaki istasyonların yer, konum ve habitat bilgileri.....	22
Çizelge 2. Örneklemeye yapılan <i>M.gallopovincialis</i> 'e ait istasyonlar.....	31
Çizelge 3. Yaz'09-Hamzakoy istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	32
Çizelge 4. Yaz'09-Gelibolu Tersanesi istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	33
Çizelge 5. Yaz'09-Kilya Koyu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	34
Çizelge 6. Yaz'09-Eceabat Çam Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	35
Çizelge 7. Yaz'09-Kilitbahir istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	36
Çizelge 8. Yaz'09-Büyük Kemikli Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	37
Çizelge 9. Güz'09-Hamzakoy istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	38
Çizelge 10. Güz'09-Gelibolu Tersanesi istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	38
Çizelge 11. Güz'09-Kilya Koyu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	39
Çizelge 12. Güz'09-Eceabat Çam Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	39
Çizelge 13. Güz'09-Kilitbahir istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	40
Çizelge 14. Güz'09-Büyük Kemikli Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	40
Çizelge 15. Kış'10-Hamzakoy istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	41
Çizelge 16. Kış'10-Gelibolu Tersanesi istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	41
Çizelge 17. Kış'10-Kilya Koyu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	42
Çizelge 18. Kış'10-Eceabat Çam Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	42
Çizelge 19. Kış'10-Kilitbahir istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	43
Çizelge 20. Kış'10-Büyük Kemikli Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	43
Çizelge 21. Bahar'10-Hamzakoy istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	44
Çizelge 22. Bahar'10-Gelibolu Tersanesi istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	44
Çizelge 23. Bahar'10-Kilya Koyu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	45
Çizelge 24. Bahar'10-Eceabat Çam Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	45
Çizelge 25. Bahar'10-Kilitbahir istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	46
Çizelge 26. Bahar'10-Büyük Kemikli Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	46
Çizelge 27. Güz'12-Hamzakoy istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	47
Çizelge 28. Güz'12-Gelibolu Tersanesi istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	47
Çizelge 29. Güz'12-Kilya Koyu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	48
Çizelge 30. Güz'12-Eceabat Çam Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	48
Çizelge 31. Güz'12-Kilitbahir istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	49
Çizelge 32. Güz'12-Büyük Kemikli Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	49
Çizelge 33. Kış'13-Hamzakoy istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	50

Çizelge 34. K1ş'13-Gelibolu Tersanesi istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	50
Çizelge 35. K1ş'13-Kilya Koyu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	51
Çizelge 36. K1ş'13-Eceabat Çam Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	51
Çizelge 37. K1ş'13-Kilitbahir istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	52
Çizelge 38. K1ş'13-Büyük Kemikli Burnu istasyonu midye boy ve ağırlıkları.....	52
Çizelge 39. Midyelerin kuru ağırlık yüzdeleri ortalaması.....	53
Çizelge 40. <i>M. galloprovincialis</i> 'in Pb konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	54
Çizelge 41. <i>M. galloprovincialis</i> 'in Cu konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	55
Çizelge 42. <i>M. galloprovincialis</i> 'in Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	56
Çizelge 43. <i>M. galloprovincialis</i> 'in Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	57
Çizelge 44. Örnekleme yapılan <i>U. rigida</i> 'ya ait istasyonlar.....	59
Çizelge 45. <i>U. rigida</i> 'nın Pb konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	61
Çizelge 46. <i>U. rigida</i> 'nın Cu konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	62
Çizelge 47. <i>U. rigida</i> 'nın Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	63
Çizelge 48. <i>U. rigida</i> 'nın Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	64
Çizelge 49. Deniz organizmalarındaki ort. ağır metal kons. (µg/g kuru ağı.).....	66
Çizelge 50. Örnekleme yapılan Sediment'e ait istasyonlar.....	66
Çizelge 51. Sediment'in Pb konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	67
Çizelge 52. Sediment'in Cu konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	68
Çizelge 53. Sediment'in Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	69
Çizelge 54. Sediment'in Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	70
Çizelge 55. Örnekleme yapılan Askıda Katı Maddeye ait istasyonlar.....	71
Çizelge 56. Mevsimlere göre Askıda Katı Madde miktarları (mg/l).....	72
Çizelge 57. Mevsimlere göre en düşük ve en yüksek AKM miktarları (mg/l).....	72

Şekil 1. Çalışma alanının haritası.....	2
Şekil 2. Çalışma alanı ve yakın civarının morfolojisini gösteren harita.....	3
Şekil 3. Örneklerin ısıtıldığı etüvün görünümü.....	19
Şekil 4. Bu çalışmada kullanılan <i>M. galloprovincialis</i> görünümü.....	19
Şekil 5. Bu çalışmada kullanılan <i>U. rigida</i> görünümü.....	20
Şekil 6. Bu çalışmada kullanılan <i>U. rigida</i> ölçümlerinin görünümü.....	20
Şekil 7. Bu çalışmada kullanılan <i>U. rigida</i> 'ların etüvdeki görünümü.....	21
Şekil 8. Çalışma alanındaki örnekleme istasyonlarının yerlerini gösteren harita.....	23
Şekil 9. Hamzakoy örnekleme yeri	24
Şekil 10. Gelibolu Tersanesi örnekleme yeri	24
Şekil 11. Kilya Koyu örnekleme yeri	25
Şekil 12. Eceabat Çam Burnu örnekleme yeri	26
Şekil 13. Kilitbahir örnekleme yeri	26
Şekil 14. Abide örnekleme yeri	27
Şekil 15. Büyük Kemikli Burnu örnekleme yeri	28
Şekil 16. Ece Limanı örnekleme yeri	28
Şekil 17. Güneyli Koyu örnekleme yeri	29
Şekil 18. Hamzakoy istasyonundan <i>M. galloprovincialis</i> görünümü.....	32
Şekil 19. Gelibolu Tersanesi istasyonundan <i>M. galloprovincialis</i> görünümü.....	33
Şekil 20. Kilya Koyu istasyonundan <i>M. galloprovincialis</i> görünümü.....	34
Şekil 21. Eceabat Çam Burnu istasyonundan <i>M. galloprovincialis</i> görünümü.....	35
Şekil 22. Kilitbahir istasyonundan <i>M. galloprovincialis</i> görünümü.....	36
Şekil 23. Büyük Kemikli Burnundan <i>M. galloprovincialis</i> görünümü.....	37
Şekil 24. <i>M. galloprovincialis</i> 'in Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	54
Şekil 25. <i>M. galloprovincialis</i> 'in Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	55
Şekil 26. <i>M. galloprovincialis</i> 'in Zn konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	56
Şekil 27. <i>M. galloprovincialis</i> 'in Fe konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	57
Şekil 28. Hamzakoy istasyonundan <i>U. rigida</i> görünümü.....	59
Şekil 29. Gelibolu Tersanesi istasyonundan <i>U. rigida</i> görünümü.....	60
Şekil 30. Kilya Koyu istasyonundan <i>U. rigida</i> görünümü.....	65
Şekil 31. <i>U. rigida</i> 'nın Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	61
Şekil 32. <i>U. rigida</i> 'nın Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	62
Şekil 33. <i>U. rigida</i> 'nın Zn konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	63

Şekil 34. <i>U. rigida</i> 'nın Fe konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ađ.).....	64
Şekil 35. Sediment'in Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ađ.).....	67
Şekil 36. Sediment'in Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ađ.).....	68
Şekil 37. Sediment'in Zn konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ađ.).....	69
Şekil 38. Sediment'in Fe konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ađ.).....	70
Şekil 39. Mevsimlere göre Askıda Katı Madde miktarları (mg/l kuru ađ.).....	72

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Serkan Özden

Doğum Yeri: Erzurum

Doğum Tarihi: 20.08.1975

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği

Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

Özden, S. (2012): "Uzman Görüşlerine Göre Çanakkale'de Deniz Kirliliği ve Kirliliğin Sebepleri". Ekoloji 2012 Sempozyumu, 3-5 Mayıs 2012, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Kilis.

Özden, S. (2011): "Çanakkale'nin Sulak Alanları". X. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.

Özden, S. (2011): "Çocuğun güzel bir çevrede yaşama hakkı". 1. Türkiye Çocuk Hakları Kongresi, 25-27 Şubat 2011, İstanbul.

Özden, S., ve Alten, A. (2007): "Kompostlaştırmanın Çanakkale kenti evsel katı atıklarına uygulanabilirliği". TÜRKAY 2007 Sempozyumu, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Özden, S., ve Tunçer, S. (2006a): "Çanakkale Boğazı'nda yaşayan bazı alg türlerinde ağır metal düzeylerinin birikimlerinin araştırılması." 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, sayfa 332- 333, Ankara.

Özden, S., ve Tunçer, S. (2006b): "Çanakkale Boğazı'nda yaşayan bazı mollusk türlerinde ağır metal düzeylerinin birikimlerinin araştırılması" 30.Yıl Fikret Kurtman Sempozyumu, Selçuk Üniversitesi, Konya.

İŞ DENEYİMİ

Araş. Gör.: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi - 2003

Uzman: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi - 2004 -

İLETİŞİM

e-posta adresi: sozden@comu.edu.tr