

**TEKİRDAĞ İL'İ SAHİLLERİNDE  
AVLANAN SU ÜRÜNLERİNİN AĞIR  
METAL İÇERİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ  
İlker MARANGOZ  
Yüksek Lisans Tezi  
Zootekni Anabilim Dalı  
Danışman: Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT**

**2009**

T.C.  
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEKİRDAĞ İL'İ SAHİLLERİNDE AVLANAN SU ÜRÜNLERİN AĞIR METAL  
İÇERİKLERİN BELİRLENMESİ

İlker MARANGOZ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT

TEKİRDAĞ-2009

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT danışmanlığında, İlker MARANGOZ tarafından hazırlanan bu çalışma 13.11.2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Zootekni Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. İsmail YILMAZ İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Levent ÖZDÜVEN İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun 24.11.2009 tarih ve 46/06 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU  
**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

Bilim dünyasındaki en büyük ve hızlı atılımlar Yirmi birinci yüzyılda olmuştur. Bu bu gelişmelerin en önemlisi ve diğer gelişmelere neden olan teknolojik gelişmelerdir. Bu gelişmeler sayesinde yirmici yüzyılın en önemli hamlesi olan sanayileşme alanındaki gelişmelerin sonuçları daha net biçimde ortaya çıkarılmaktadır. Özellikle kimya alanındaki gelişmeler ilerleyen yıllarda ciddi çevre problemlerinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Endüstriyel işlem ve ürünlerde ağır metal kullanımı son yıllarda hızla artmış ve buna bağlı olarak insanlar üzerindeki etkisi de tehlikeli değerlere ulaşmıştır.

Ağır metaller insan vücudunda herhangi bir olumlu fonksiyonda yer almayıp, fazlası toksik etkiye neden olduğu gerçeği birçok bilimsel araştırma ile ortaya çıkarılmıştır. Ağır metaller solunum, beslenme ve deri ile temas yoluyla insan vücuduna girerek dokularda birikmeye başlarlar. Bu metaller vücuttan uzaklaştırılmaz ve zaman içinde toksik değere ulaşırlar.

Ağır metaller ayrıca sucul canlılar üzerinde de önemli etkilere sahiptirler. Bu durum çevre bilincinin artmasına neden olmuş ve dünya üzerindeki devletlerin bu tip durumlara karşı bakış açılarını değiştirmiştir. Aynı şekilde Ülkemizde de çevre bilinci ve çevreye olan duyarlılıkta son yıllarda önemli mesafeler alınmıştır.

Özellikle Marmara Denizi gerek İstanbul gibi büyük bir metropol şehrine ve İzmit körfezi gibi yoğun sanayileşme ve gemi trafiğinin içerisinde yer alması nedeniyle kirlenmeye maruz kalmaktadır. Marmara denizinin bir iç deniz olması ve deniz suyunun iç akıntıları sayesinde bir yerden başka bir yere taşınmaktadır. Bu çalışma olası ağır metal kirliliğın Tekirdağ İl'i sahillerinden avlanan su ürünlerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

**KASIM 2009**  
**TEKİRDAĞ**

**İLKER MARANGOZ**

## SİMGELER DİZİNİ ve KISALTMALAR DİZİNİ

'	Dakika
"	Saniye
°	Derece
<b>AAS</b>	Atomik absorpsiyon spektroskopisi
<b>Ag</b>	Gümüş
<b>Ark</b>	Arkadaşları
<b>Cd</b>	Kadmiyum
<b>Cm<sup>3</sup></b>	Santimetre küp
<b>Cr</b>	Krom
<b>Cu</b>	Bakır
<b>Diğ</b>	Diğerleri
<b>F</b>	verilerdeki sistematik varyans miktarını sistematik olmayan varyansla karşılaştırmada kullanılan değer
<b>FS</b>	Fast Sequential Atomik absorpsiyon spektroskopisi
<b>G</b>	Gram
<b>H</b>	Haliotis türü deniz yumuşakçası
<b>Hg</b>	Civa
<b>ICP-AES</b>	İndüklenmiş Plazma Atomik Emisyon Spektroskopisi
<b>Kg</b>	Kilogram
<b>Km<sup>2</sup></b>	Kilometre kare
<b>Km<sup>3</sup></b>	Kilometre küp
<b>LSD</b>	Çoklu Karşılaştırma Testi
<b>Maks</b>	Maksimum
<b>MARS5</b>	Hızlandırılmış Mikrodalga Tepkime Yöntemi
<b>Mg</b>	Miligram
<b>Min.</b>	Minumum
<b>Max.</b>	Maksimum
<b>ml</b>	Mililitre
<b>Mpa</b>	Mega pascal
<b>N</b>	Örnek Sayısı
<b>Ni</b>	Nikel
<b>Nm</b>	Nanometre, bir milimetrenin milyonda biridir
<b>Pb</b>	Kurşun
<b>Ppm</b>	Milyonda bir kısım
<b>Psi</b>	Basınç Birimi
<b>S.d</b>	Serbestlik derecesi
<b>Sig.</b>	Anlamlılık düzeyinin kısaltılmışı
<b>Sn</b>	Kalay
<b>Tedb</b>	Tespit edilebilir düzeyde bulunamadı
<b>Yy</b>	Yüzyıl
<b>Zn</b>	Çinko

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
SİMGELER DİZİNİ ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
RESİMLER DİZİNİ.....	viii
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2.KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>3</b>
2.1 Ağır Metalin Nedir.....	3
2.2 Ağır Metal Birikimine Neden Olan Etmenler.....	3
2.3 Ağır Metallerin Su Ürünlerindeki Mevcut Durumu.....	7
2.3.1 Dünyadaki Mevcut Durum.....	8
2.3.2 Ülkemizdeki Mevcut Durum.....	10
2.3.4 Su Ürünlerindeki Ağır Metallerin İnsan Sağlığına Etkileri.....	13
2.3.4.1 Kurşun (Pb)'un İnsan Sağlığına Etkileri.....	16
2.3.4.2 Kadmiyum (Cd)ve Çinko(Zn)'nun İnsan Sağlığına Etkileri.....	18
2.3.4.3 Civa (Hg)'nin İnsan Sağlığına Etkileri.....	20
2.3.4.4 Bakır(Cu)'ın İnsan Sağlığına Etkileri.....	22
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>23</b>
3.1 Materyal.....	23
3.2 Yöntem.....	25
3.2.a. Araştırmada Kullanılan İstatistiksel Uygulamalar.....	25
3.2.1 Örneklerin Hazırlanması.....	25
3.2.1.1 Numuneler İçin Yaş Yakma Yöntemi.....	26
3.2.2 Mikrodalga Fırınında Yaş Yakmadan Sonra Metallerin Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre ile Belirlenmesi.....	28
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>28</b>
4.1. Kabuklu Türlerle Ait Tespit Edilen Ağır Metal Konsantrasyonları.....	28
4.1.1 Akdeniz Midye ( <i>Mytilus galloprovincialis</i> )'sinde Tespit Edilen Ağır Metal Konsantrasyonları ve Örnek Alınan Beş Bölgenin Karşılaştırılması.....	28
4.1.2 Karides ( <i>Metapenaeus longirostris</i> )'te Tespit Edilen Metal Konsantrasyonları.....	31
4.2 Karagöz İstavrit ( <i>Trachurus mediterraneus</i> ), Mezgit ( <i>Merluccius merluccius</i> ) ve Lüfer ( <i>Pomatomus saltatrix</i> ) Balıklara Ait Tespit Edilen Ağır Metal Konsantrasyonları.....	33
4.2.1 Karagöz İstavrit ( <i>Trachurus mediterraneus</i> )'e Ait Tespit Edilen Ağır Metal Konsantrasyonları.....	33
4.2.2 Mezgit ( <i>Merluccius merluccius</i> )'e Ait Tespit Edilen Ağır Metal Konsantrasyonları.....	35
4.2.3 Lüfer ( <i>Pomatomus saltatrix</i> )'e Ait Tespit Edilen Metal Konsantrasyonları Bulguları.....	36
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>37</b>
<b>6.KAYNAKLAR.....</b>	<b>39</b>
EKLER.....	43
TEŞEKKÜR.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	55

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.3.4	Vücut sıvısındaki konsantrasyona bağlı olarak ağır metallerin etkileri	13
Şekil 2.3.5	Ağır metallerin insan vücudunda etki mekanizması	15
Şekil 3.2.1.1	Su Ürünleri örneklerinin yaş yakma grafiği	26

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

<b>Çizelge 2.2.</b> Temel endüstriden atılan metal türleri	4
<b>Çizelge 2.3.</b> Doğrudan veya dolaylı ilişkisi bulunan denizlerle Marmara Denizi'nin boyutları açısından karşılaştırılması	6
<b>Çizelge 2.3.2.</b> Tekirdağ İl'i deniz sahasından avlanan Lüfer, Mezgit, İstavrit ve Karides türlerine ait ağır metal düzeyleri ve bu türlerin kabul edilen maksimum sınır değerleri	12
<b>Çizelge 2.3.4.3.</b> Civa içeren su ürünlerinin tüketimi sonucu görülen bazı zehirlenme olayları	20
<b>Çizelge 3.1.</b> Tekirdağ İl'i kıyılarından örnek alınan beş bölgeye ilişkin mevki ve koordinat bilgilerini gösteren çizelge	23
<b>Çizelge 3.2.2</b> Analizleri yapılan ağır metaller( Hg, Cd, Pb, Zn, ve Cu)'in geri alım oranları	27
<b>Çizelge 4.1.1.a.</b> Akdeniz Midye ( <i>Mytilus galloprovincialis</i> )'sinde ölçülen civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır ağır metal düzeylerinin min., max. ve $X \pm s_x$ değerleri	29
<b>Çizelge 4.1.1.b.</b> Akdeniz Midye ( <i>Mytilus galloprovincialis</i> ) 'sinde ölçülen civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır düzeyleri'ne ait, t-testi tablosu	29
<b>Çizelge 4.1.2.</b> Karides ( <i>Metapenaeus longirostris</i> ) örneklerinde ölçülen civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır ağır metal düzeylerinin min., max. ve $X \pm s_x$ değerleri	31
<b>Çizelge 4.1.3.</b> Karides ( <i>Metapenaeus longirostris</i> ) örneklerinde ölçülen civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır ağır metal düzeylerine ait t-testi sonuçları çizelgesi	32
<b>Çizelge 4.2.1.</b> Karagöz İstavrit ( <i>Trachurus mediterraneus</i> ) örneklerinde ölçülen civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır düzeylerinin min., max. ve $X \pm s_x$ değerleri	
<b>Çizelge 4.2.2.</b> Mezgit ( <i>Merluccius merluccius</i> ) örneklerinde ölçülen civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır düzeylerinin min., max. ve $X \pm s_x$ değerleri	35
<b>Çizelge 4.2.3.</b> Lüfer ( <i>Pomatomus saltatrix</i> ) örneklerinde ölçülen civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır düzeylerinin min., max. ve $X \pm s_x$ değerleri	36



## RESİMLER DİZİNİ

Sayfa No

**Resim 1.** *Mytilus galloprovincialis*'in türü midye elde edilen numune noktalarını gösteren google haritası.

24

## 1. GİRİŞ

Çevre Kirliliği ilk defa kentsel yaşamın başlaması sonucu ortaya çıkmış ve endüstriyel gelişmeye paralel olarak da artmıştır. Özellikle 20.yy'ın ikinci yarısında, nüfus artışındaki hızlanmaya bağlı olarak artan çevre kirliliği, yaşam kaynaklarının daha fazla kirlenmesine neden olmuş ve sonuçta ekosistemim bozulması giderek çok daha ciddi bir hal almıştır. Nitekim ekosistemin bir bölümünü oluşturan su ortamı, kullanılmış sular ve diğer atıklar için bir alıcı ve uzaklaştırıcı bölge olarak kullanıldığında, ekosistem içinde hava ve toprağa oranla en yoğun kirlenmeye uğrayan kısım halini almıştır (Kaya ve ark. 1998a; Şanlı 1984; Detlefsen 1988; Hammand ve Beliles 1980).

Çağımızda doğal dengeyi, insan ve hayvan sağlığını tehdit eden en önemli tehlikelerin başında çevre sorunlarının geldiği ve sorunların her geçen gün gittikçe büyüyen boyutlarda karşımıza çıktığı görülmektedir (Şanlı ve ark. 1990). Günümüzde sürdürülen hızlı endüstrileşme atılımları, aşırı kentleşme ve yoğun tarımsal mücadele oldukça karmaşık çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu tür etkilerle çevreye yayılan binlerce kimyasal madde atığının neden olduğu çevre kirlenmeleri artık dünyada evrensel sorun olarak kabul edilmektedir (Şanlı 1979).

Endüstride ve kentlerde kullanıldıktan sonra atılan suya atık su denir. Su kirliliği, su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, balıkçılıkta, su kalitesine ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde veya enerji atıklarının boşaltılmasını ifade etmektedir (Anonim 2007).

Çevre kirleticileri, her türlü çevre koşullarında, buldukları ortamda kalıcı nitelikte oluşları, ekosistemler de meydana getirdikleri etkiler nedeniyle çevre ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Çevre ve besin kirlenmesine neden olan binlerce kimyasal madde arasında metal kalıntılarının önemli bir payı vardır (Sonal 1994).

Günümüzde, çeşitli endüstri kollarındaki gelişmeler, modern tekniklere dayalı tarım yaygınlaşması ve kentleşme sonucu ağır metallerin su ortamındaki derişimi artış göstermiştir (Kalay ve Karataş 1999).

Sudaki ağır metallerin derişiminin artışı, toplumun su ihtiyacını tehdit etmekte kalmayıp, sucul yaşama da zarar verdiği için önemli bir sorundur (Canlı ve ark. 1998).

Deniz kirliliği ekolojik dengeyi bozmanın yanında deniz kaynaklı gıdaları da etkilemektedir. Denizlerin kirlilik kaynağı ve kirlilik düzeylerine göre deniz canlıları bünyelerinde farklı oranlarda ağır metal biriktirmektedir (Yazgan ve ark. 2004).

Sular fiziksel, kimyasal ve/veya biyolojik kirlilik gösterebilir. Suyun fiziksel özelliklerinin değişmesi (renk, koku, tat, saflık vs.) fiziksel kirliliğe neden olurken, ağır metaller ve inorganik atıklar atık suda kimyasal kirlilik yapar (Anonim 2007).

Su kaynakları organik atıkların etkisiyle üreyen alg, küfler ve bakterilerle de biyolojik olarak kirlenir (Anonim 2007).

Ağır metal kirliliği içeren atık sular biyolojik oksijen ihtiyacı değeri düşük, genellikle asidik suda yaşayan ve bu suyu kullanan canlılar için çok zehirli, kendi kendine temizlenme veya arıtmada etken mikroorganizmaları öldürücü nitelikte inorganik karakterli sulardır. Kirliliği yapan arsenik, civa, kurşun, kadmiyum, nikel, demir, bakır, çinko gibi ağır metal iyonları ve radyoaktif elementlerdir (Anonim 2007).

Marmara Denizi'nin Tekirdağ İl'i sahillerinde avlanan su ürünlerinin ağır metal içeriklerin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma da, tüketime hazır kabuklu su ürünlerinden Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)'si ve Karides (*Metapenaeus longirostris*), balık türlerinden Mezgit (*Merluccius merluccius*), Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) ve Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) balıkları kullanılmıştır. Çalışma sonunda ağır metal içeriklerinin belirlenmesi durumunda kirliliğin tespit edilmesi ve eğer kirlilik söz konusu ise yapılması gerekenler hakkında önerilerde bulunulması amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1 Ağır Metal Nedir?

Gerçekte ağır metal tanımı fiziksel özellik açısından yoğunluğu  $5 \text{ g/cm}^3$  ten daha yüksek olan metal için kullanılır. Bu gruba kurşun, kadmiyum, krom, kobalt, bakır, nikel, civa ve çinko olmak üzere 60 tan fazla metal dahildir. Bu elementler doğaları gereği yer kürede genellikle karbonat, oksit, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatlar içinde hapis olarak bulunurlar. Her ne kadar metallerin yoğunluk değeri üzerinden hareketle ekolojik sistem üzerindeki etkileri tanımlanmaya/gruplandırılmaya çalışılıyorsa da gerçekte metallerin yoğunluk değerleri onların biyolojik etkilerini tanımlamaktan çok uzaktır. Örneğin yoğunluğu  $3,65 \text{ g/cm}^3$  olan Baryumun veya  $4,51 \text{ g/cm}^3$  olan Titanyumun biyolojik sistemlere kadmiyum( $8,65 \text{ g/cm}^3$ ), kurşun( $11,34 \text{ g/cm}^3$ ) veya lantanit grubu metallere ( $5,25-9,84 \text{ g/cm}^3$ ) çok farklı etkide bulunduğu kesindir. Bir elementin yoğunluğu aslında periyodik sistemdeki(grup ve gruptaki sıra) yerinin, kimyasal özellikleri de elementin ait olduğu grubun fonksiyonudur. Metallerin ekolojik sistem üzerine etkilerinden bahsederken aslında metalin ait olduğu grubun ele alınması ve bu özelliğin ve bu özelliğin biyolojik etki açısından çok daha anlamlıdır (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

### 2.2 Ağır Metallerin Birikimine Neden Olan Etmenler

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

Ağır metallerin ekolojik sistemde yayınımları dikkate alındığında doğal çevrimlerden daha çok insanın neden olduğu etkiler nedeniyle çevreye yayılımı söz konusu olduğu görülmektedir. Sürekli ve kullanıma bağlı kirlenmenin yanı sıra kazalar sonucu da ağır metallerin çevreye yayınımları önemli miktarlara ulaşabilmektedir. (Alexander 2002).

Ağır metallerin çevreye yayılımının da etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir. Çizelge 2.2.'de temel endüstrilerden atılan metal türleri genel olarak gösterilmiştir (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

**Çizelge 2.2.** Temel endüstriden atılan metal türleri (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

<b>Endüstri</b>	<b>Kadmiyum (Cd)</b>	<b>Krom (Cr)</b>	<b>Bakır (Cu)</b>	<b>Civa (Hg)</b>	<b>Kurşun (Pb)</b>	<b>Nikel (Ni)</b>	<b>Kalay (Sn)</b>	<b>Çinko (Zn)</b>
<b>Kağıt Endüstrisi</b>	-	+	+	+	+	+	-	-
<b>Petrokimya</b>	+	+	-	+	+	-	+	+
<b>Klor-Alkali Üretimi</b>	+	+	-	+	+	-	+	+
<b>Gübre Sanayi</b>	+	+	+	+	+	+	-	+
<b>Demir Çelik Sanayi</b>	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Enerji Üretimi(Termik)</b>	+	+	+	+	+	+	+	+

Doğal dengeyi bozan kirletici unsurları şu şekilde gruplandırılabilir;

- İnorganik Maddeler,
- Endüstriyel Atıklar,
- Petrol Türevleri,
- Yapay Tarımsal Gübreler,
- Deterjanlar,
- Radyoaktivite,
- Pestisitler,
- İnorganik Tuzlar,
- Yapay Organik Kimyasal Maddeler,
- Atık Isı.

Ağır metaller bu sınıflandırmaya göre, endüstriyel atıklar ve bazı pestisitler içerisinde yer almaktadır (Kaya ve ark., 1998a; Şanlı 1984; Detlefsen 1988; Hammand ve Beliles 1980).

Metaller ve inorganik atıklardan oluşan kirleticiler çok çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, yaygın bir kirlenme nedeni oluŐturmaları, daima biyolojik sistemlere yönelik etki göstermeleri ve kolaylıkla besin zincirine girerek geliŐmiŐ canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeniyle diğer kimyasal kirleticiler arasında ayrı bir öneme sahiptirler (Hışıl ve ark., 1979; Şanlı ve Sarıgl. 1981).

Ülkemizi çevreleyen denizlerimizde son yıllarda kirlenmenin gün geçtikçe ve büyük bir hızla ilerlediği en tehlikeli bölgelerden biri, Marmara Denizi olmuştur. Toplam 11 350 km<sup>2</sup>'lik bir alana ve 3378 km<sup>3</sup>'lk bir hacme sahip bulunan Marmara Denizi tümüyle Türkiye sınırlarının içinde yer alıp bir i deniz özelliği taşımaktadır (Akkaya, 2004). Topografik ve hidrografik özellikleri, bu denizin dinamiği ve kirliliği üzerinde önemli rol oynamaktadır (Akkaya 2004).

Marmara Denizi'ni Ege ve Karadeniz'e bağlayan iki önemli su yolundan birisi İstanbul Boğazı, diğerisi ise Çanakale Boğazıdır. İstanbul Boğazının her iki önemli ağzındaki eŐikler boğazın ve dolayısıyla Marmara Denizi'nin hidrodinamiği üzerinde kontrol edici özelliğe sahiptir. Daha uzun ve geniŐ olan Çanakale Boğazı İstanbul Boğazı'na kıyasla daha az sınırlama getirmektedir (Akkaya 2004).

Denizlerdeki kirletici kaynakları ana baŐlıklar altında toplayacak olursak; karasal kaynaklardan, havadan ve deniz içi faaliyetlerden kaynaklandığını söyleyebiliriz. Bazı endüstriyel tesislerin baca gazı çıkıŐlarının yağmur suyu ile denize ulaŐarak kirliliğe neden olması, hava kaynaklı kirlenmeye örnek verilebilir. Evsel atık suların ve sanayi atıklarının artılmadan deniz ortamına dağılması, diğer başlıca kirlilik kaynaklarındandır. Marmara Denizi'nde mevcut olan limanlar, terminaller, marinalar, ve tersaneler gibi denizcilik tesisleri, İstanbul, İzmit, Tekirdağ ile gemlik körfezleri başta olmak üzere deniz kıyısında yođunlaŐmiŐ yerleŐim yerleri ve sanayi tesisleri Karadeniz'i Ege'ye bağlayan boğazlar nedeniyle deniz trafiği başlıca kirleticileri kaynaklarındandır. Ayrıca her biri yerleŐim merkezi olan ve özellikle yaz aylarında yoğun yolcu ve turist taşımacılığının yapıldığı 12 ada bulunmakla birlikte, Marmara Denizi'nin diğer denizlerle olan bir karşılaştırılması izelge 2.3'de verilmiştir (Akkaya 2004).

**Çizelge 2.3.** Doğrudan veya dolaylı ilişkisi bulunan denizlerde Marmara Denizi'nin boyutları açısından karşılaştırılması (Akkaya 2004).

<b>Bölge</b>	<b>Yüzölçümü (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Marmara'nın Oranı</b>	<b>Hacmi</b>	<b>Marmara'nın Oranı</b>
<b>Atlas Okyanusu</b>	106 x 10 <sup>6</sup>	0,0001	402 x 10 <sup>6</sup>	0,00001
<b>Akdeniz</b>	2,5 x 10 <sup>6</sup>	0,004	39 x 10 <sup>5</sup>	0,001
<b>Karadeniz</b>	423 x 10 <sup>3</sup>	0,03	537 x 10 <sup>3</sup>	0,01
<b>Marmara Denizi</b>	11,5 x 10 <sup>3</sup>	-	6 x 10 <sup>3</sup>	-

Buradan görüleceği üzere, bir denizin atık maddelerinin alıcı ortamı olarak değerlendirilmesinde birim ve etken olan boyut açısından Marmara Denizi Akdeniz'den bin, Karadeniz'den ise yüz defa daha kısıtlı olacağı sahiptir. Bir havzanın alıcı ortam olarak değerlendirilmesinde boyut kadar önemli olan diğer bir özelliği de, suların kendi kendine yenilebilme yeteneğidir. Marmara Denizi bu açıdan da kısıtlı bir hidrolojik yapıya sahiptir (Akkaya 2004).

### 2.3 Ağır Metallerin Su Ürünlerindeki Mevcut Durumu

Atık materyaller olarak bilinen maddeler arasında ağır metaller uzun süreli problemler yaratırlar. Bu maddeler sadece organizmalarda birikmekle kalmazlar, ayrıca ekosistemde uzun süreyle kalabilirler. Deniz suyunda bulunan bazı ağır metallerin toksitite sırası Hg>Cd>Ag>Ni>Pb>As>Cr>Sn>Zn şeklindedir. Organik maddeye bağlı olan metaller biyolojik aktiviteler sırasında kullanılabilir ve oksit koşullar altında organik maddenin bozuşması ile çözülmüş olarak tekrar serbest hale geçer (Kayhan ve ark. 2006).

Ağır metaller deniz ortamında iz halinde bulunmalarına karşılık, organizmalardaki doğal düzeyleri ve birikimleri farklı olmaktadır (Yarsan ve ark. 2000).

Su canlılarındaki ağır metal birikim düzeyi yaş, habitat, ve beslenme davranışına bağlıdır. Ağır metal derişimleri kıyı bölgelerde ve kapalı denizlerde, açık denizlerden daha fazladır (Kayhan ve ark. 2006).Midyeler, su ortamında bol miktarda bulunmaları, yerleşik metalleri yüksek miktarlarda biriktirip, bunları uzun süre bünyelerinde tutabilmeleri nedeniyle, sularda kirliliği yansıtan biyolojik indikatörlerin başında gelmektedir (Şentürk 1993; Atayeter 1991).



### 2.3.1 Dünyadaki Mevcut Durum

Koyama ve Ozaki (1984), yaptıkları çalışmalarda çeşitli konsantrasyonlar da kadmiyum içeren ortamlarda tutulan sazan Sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarının hematolojik değişimlerini incelemişlerdir. Sonuçta hemoglobinin ve hemotokrit değerlerinin önemli ölçüde azaldığını, balıklarda anemik belirtilerde artış olduğunu ve karaciğer dokularında harabiyet gözlemlediklerini belirtmişlerdir.

Ikuta (1985), ağır metal birikimine dikkat çekerek, beslenme alanlarındaki kirliliğin, çift kabuklular ve diğer su canlılarında sorun oluşturduğunu bildirmektedir.

Kargın ve Erdem (1991), Cd, Cu, Cr, Ni, Zn ve Mn gibi ağır metallerin, canlı bünyesinde biriktiğini, belirli miktarın aşılması halinde zehir etkisi yaptığını, birikim miktarının etki süresi ve ortam değişimine göre arttığını bildirmektedirler.

Pashkova ve Glushankova (1993) Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)'sinde yumuşak doku ve kabuklarında ağır metal içeriği araştırması yapmışlardır. Bu çalışmada ) Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)'sin üç varyetesi kullanılmış ve AAS yöntemiyle midyelerin yumuşak doku ve kabuklarında demir, kurşun, çinko, bakır ve kadmiyum içeriği tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre tüm varyetelerde yumuşak dokularındaki ağır metal içeriği kabuklardakinden daha fazla bulunmuştur. Yumuşak dokuda bulunan ağır metallerin içerikleri artan sırayla demir, çinko, kurşun, bakır ve kadmiyum olarak bulunmuştur.

Hong Kong'da tüketilen bazı deniz ürünlerindeki arsenik miktarlarının saptandığı bir çalışmada, midye analizleri içinde dokuz örnekten ikisinde çok yüksek bulgular (7,7 mg/kg ortalama As) edinilmiştir. Bunun sebebinin Güney Çin Denizi'ndeki komşu ülkelerin yerel endüstriyel faaliyetleri sonucunda gerçekleştiği düşünülmektedir (Man ve He, 2000).

Storelli ve ark. (2000) İtalya'nın İyon denizindeki 10 istasyondan elde edilen midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) bulunabilecek ağır metalleri araştırmıştır. Çalışma 1997 yılının haziran ve eylül ayları arasında gerçekleştirilmiş olup civa, kurşun, kadmiyum, krom çinko ve kalay ağır metallerinin konsantrasyonu tespit edilmiştir. Analizler sonucunda midyelerdeki ağır metal konsantrasyonları civa için 0.15 mg/kg, kurşun için 1.19 mg/hg ve kadmiyum için

0.64 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma da bulunan değerlerin insan tüketimi için kabul edilebilir değerlerin altında bulunduğu belirtilmiştir.

Ramelov ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada ise Akdeniz'den toplanan çeşitli su ürünlerinde metal düzeyleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada farklı büyüklükteki midyelerdeki metal düzeyleri; kadmiyum için 0.07-0.40 ppm, bakır için 0.75-2.65 ppm ve kurşun için ise 0.48-0.61 ppm olarak belirlenmiştir.

Skinner ve ark. (2004), güney Avusturya sularında kültürlenmiş ve doğal ortamdaki karadudaklı abalone (*Haliotis rubra*, Leach) içerisindeki ağır metal düzeylerini araştırmıştır. Bunun için Avustralya Victoria'daki Geelong ve Port Fairy'nin her ikisinden aldıkları *Haliotis rubra*, kara dudaklı abalone'daki on iki metal içeriğini hesaplamışlardır. Kadmiyum, bakır, demir ve çinkonun dört popülasyonundan alınan örneklerin ayak kaslarındaki konsantrasyonlarının standartlara uygun olduğu aliminyum, arsenik, berilyum, krom, kurşun, mangan, nikel ve vanadyumun ise aletsel olarak ölçülen limitlerden daha düşük olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak, *H.Rubra*'daki metal konsantrasyonunun Avustralya gıda kodu ve diğer gıda güvenliği standartlarına uygun olduğu saptanmıştır.

Argese ve ark. (2005), İtalya'nın Venedik Lagünü'ndeki Akdeniz Midye (*M. galloprovincialis*)'sinde arsenik bileşiklerinin dağılımını inceleyen bir araştırma yapmışlardır. Midyenin hepatopankreasında (sindirim bezeleri) bulunan arsenik bileşikleri birikimi oranının, diğer yumuşak dokulara oranla daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Buraya kadar sıralanan literatür veriler, midyelerdeki metal düzeylerin o bölgedeki kirliliği yansıtabilecek şekilde farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, gerek midyeler ve gerekse diğer su ürünleri için kabul edilen maksimum sınır değerleri de ülkelere göre farklılıklar göstermektedir (Yarsan ve ark. 2000).

### 2.3.2 Ülkemizdeki Mevcut Durum

Şentürk (1993) yılındaki çalışmasında Marmara Denizi'nin değişik bölgelerinden avladığı midye ve istiridyelerde ağır metal birikimini incelemiştir. Midye ve istiridyelerdeki civa, kadmiyum, ve kurşun seviyeleri AAS ile araştırılmıştır. Marmara Denizi'nin çeşitli bölgelerinden avladıkları 17 numunede ortalama değerler olarak 0.46 mg/kg Hg, 0.25 ppm Cd ve 0.304 ppm Pb verilerini elde etmiştir. Bu değerler su ürünlerinde kabul edilebilir ağır metal değerleri limitlerinin altında kalmakla beraber bu canlıların ağır metaller tarafından kirletildiği gerçeğini de görmemizi sağlamıştır.

Güney (1996), Tekirdağ İli Marmara Denizi açıklarından avlanan çığ istavrit balıklarındaki civa ve kurşun miktarlarının genel ortalaması (yaş ağırlık üzerinden) sırasıyla 0.029 ppm, 0.038 ppm'dir. Bu bölgede kadmiyum ağır metali tespit edilememiştir. İzmir Körfezi'nden avlanan çığ istavrit balıklarındaki civa, kurşun ve kadmiyum miktarlarının genel ortalaması yaş ağırlık üzerinden sırasıyla 0.316 ppm, 0.270 ppm, 0.061 ppm olarak tespit edilmiştir.

Yarsan ve ark. (2000), çalışmalarında Van Göl'ünden topladıkları midye(*Unio stevenianus krynicki*) örneklerinde ağır metal düzeylerin tespit edilmesini amaçlamışlardır. Bu amaçla 01.01.1994-01.01.1995 tarihleri arasında dört mevsimi temsil edecek şekilde toplam 120adet midyeyi analize tabi tutmuşlardır. Örneklerdeki bakır, çinko, ve kurşun düzeylerini atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile ölçmüşlerdir. Analiz edilen bütün midyelerdeki kurşun düzeyleri  $1.43 \pm 0.81$  ppm, kadmiyum düzeyleri  $0.09 \pm 0.02$  ppm, bakır düzeyleri  $5.83 \pm 0.73$ , çinko düzeyleri  $15.93 \pm 3.26$  ppm ve arsenik düzeyleri de  $0.06 \pm 0.05$  ppm olarak bulmuşlardır. Sonuç olarak örneklerde tespit edilen metal yoğunluklarının, ülkemiz ve diğer ülkeler için kabul edilen normal değerler içerisinde olduğunu rapor etmişlerdir.

Kalay ve ark.(2004) yaptıkları çalışmalarda Mersin Körfezi'de yakalanan Çipura (*Sparus aurata*) ve Barbunya (*Mullus barbatus*) türü balıklarda kas ve karaciğer dokularındaki kadmiyum düzeylerini karşılaştırmıştır. Her iki balık türünün incelenen dokularında sınır değerleri aşan kadmiyum düzeyleri belirlenmesi bölgedeki ağır metal yükünü işaret etmektedir. Ayrıca türlerin dokularında yüksek kadmiyum derişimlerinin ölçülmesi tükettikleri besin türü (küçük omurgasızlar, balık larvaları, yumuşakçalar, kabuklular, detritus, kurtçuklar gibi) ile de kısmen ilişkilendirilebilir. Çalışmanın sonucunda kadmiyum

derişimlerinin, hem Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın hem de uluslar arası kuruluşların kabul ettiği sınırların üzerinde olduğu görülmüştür.

Yap ve ark. (2004), yaptıkları araştırmada 1999-2001 yılları arasında Malezya Peninsular'ın batı kıyısındaki dokuz bölgeden (4 yabancı ve 5 su kültürü) topladıkları, yeşil dudaklı midye (*Perna viridis* Linnaeus)'in yumuşak dokularındaki ağır metal (kadmiyum, bakır, kurşun ve çinko) içeriğini araştırmışlar ve bu metallerin inceledikleri midye dokularında, insan sağlığı için toksik etki yapabilecek düzeylerde birikmediğini tespit etmişlerdir.

Türkmen ve ark. (2005), Amik Havzası, Gölbaşı Gölü'nde iki farklı midye türünün (*Unio terminalis* ve *Potamida littoralis*) dokularında ağır metal birikimini araştırmışlardır. Yoğun olarak tarımsal faaliyetlerin uygulandığı Amik havzasında bulunan Gölbaşı Gölü tabandan kaynak suları ile beslenen doğal bir göl olup, pek çok bitkisel ve hayvansal organizmanın yaşadığı ekosistemdir. ICP-AES Varian Liberty Series-2 ile yaptıkları analiz sonucunda tür ve organ farkı gözetmeksizin ortalama ağır metal konsantrasyonları; kadmiyum için 0.009, kobalt 0.003, krom için 0.021, bakır için 0.112, demir için 2.54, mangan için 9.286, nikel için 0.01 ve çinko için 0.831 µg/g yaş ağırlık olarak bulunmuştur.

Tekirdağ Tarım İl Müdürlüğüne yürütülen bir çalışmada, Tekirdağ İli Marmara Denizi sularında faaliyet gösteren gırgır tekneleri tarafından avlanan Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*), Lüfer (*Pomatomus saltatrix*), Mezgit (*Merlarigius euxmus*) balıklarından ve Tekirdağ İl'i Barbaros, Kumbağ ve Hoşköy beldesindeki algarna ile avcılık balıkçılardan temin edilen *Parapenaeus longirostris* türü karides'te ağır metal ( civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır) düzeyleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi (AAS) yöntemine göre Tekirdağ İl Kontrol Laboratuar Müdürlüğü'nde ölçülmüştür. Analizi yapılan Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) balıklarında civa, bakır ve kurşun düzeyleri tespit edilememekle birlikte, kadmiyum düzeyleri 0.02 mg/kg, çinko düzeyleri 4.18 mg/kg olarak bulunmuştur. Lüfer (*Pomatomus saltatrix*)'de kurşun ve bakır düzeyleri tespit edilememekle birlikte, civa düzeyleri 0.07 mg/kg, kadmiyum düzeyleri 0.02 mg/kg, çinko düzeyleri 6.04 mg/kg olarak bulunmuştur. Mezgit (*Merlarigius euxmus*) balıklarında civa kurşun ve bakır düzeyleri 0.03 mg/kg olarak belirlenmiştir. *Parapenaeus longirostris* türü karideste ise civa ve kurşun düzeyleri tespit edilememiş, kadmiyum düzeyleri 0.01 mg/kg, çinko düzeyleri 0.00-0.052 mg/kg, kadmiyum düzeyleri 0.00-0.01, çinko düzeyleri 11.604-12.8 mg/kg, bakır düzeyleri 1.28-4.76 aralığında saptanmıştır. Bu türlere ilişkin elde edilen analiz sonuçları ve

ülkemizdeki su ürünleri yönetmeliğinde belirtilen canlı su ürünlerinde kabul edilen maksimum sınır değerleri çizelge 2.3.2’te gösterilmiştir (Anonim 2007).

**Çizelge 2.3.2** Tekirdağ İl’i deniz sahasından avlanan Lüfer, Mezgit, İstavrit ve Karides türlerine ait ağır metal düzeyleri ve bu türlerin kabul edilen maksimum sınır değerleri.

Analizin Türü (mg/kg)	Lüfer	Mezgit	İstavrit	Karides	Balıklar da Kabul Edilen Maksimum Sınır Değerler (mg/kg)	Karides’te Kabul Edilen Maksimum Sınır Değerler (mg/kg)
Civa (Hg)	0,06-0,07	Tedb*	0,00-0,05	0,23-0,052	0,5	0,5
Kadmiyum (Cd)	0,02	0,03	0,01-0,03	0,00-0,01	0,05	0,5
Kurşun (Pb)	Tedb	Tedb	Tedb	Tedb	0,2	0,5
Çinko (Zn)	3,67-604	Tedb	4,18-9,66	11,604-12,8	50	50
Bakır (Cu)	0,00-0,61	Tedb	0,00-0,23	1,28-4,76	20	20

\* Tespit Edilebilir Düzeyde Bulanamadı.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler ülkemizde kabul edilen maksimum sınırların altında olduğunu, bu şekliyle de metal düzeyleri yönünden ciddi bir kirlenmenin söz konusu olmadığını ortaya koymuştur.

### 2.3.4 Su Ürünlerindeki Ağır Metallerin İnsan Sağlığına Etkileri

Ağır metaller biyolojik proseslere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak adlandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir ve bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları zorunludur. Örneğin bakır hayvanlarda ve insanlarda kırmızı kan hücrelerinin ve birçok oksidasyon ve redüksiyon prosesinin vazgeçilmez parçasıdır (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

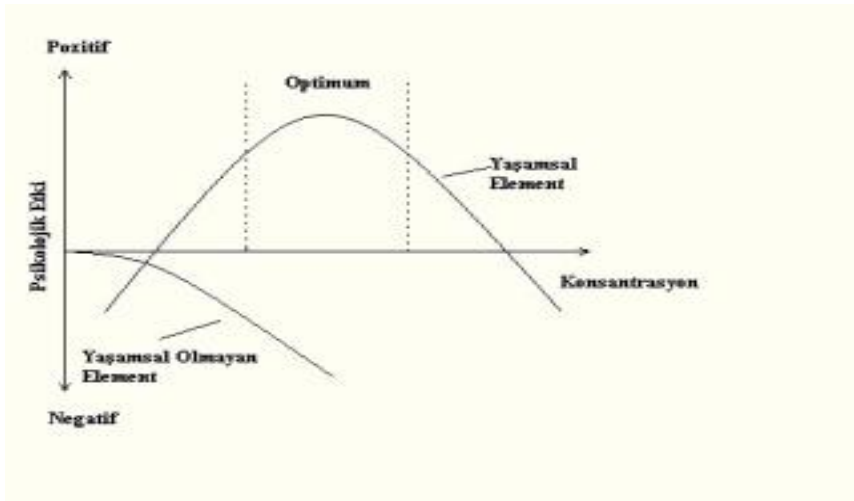
Buna karşın yaşamsal olmayan ağır metaller çok düşük konsantrasyonda dahi psikolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine yol açabilmektedir. Bu gruba en iyi örnek kükürtlü enzimlere bağlanan civa'dır.

Enzim ve enzimlerde kofaktör görevi yaptığı için birçok ağır metal (Fe, Zn, Mn, Co, Cu, Ni, V, Mo) az miktarda gerekirken, enzimlere ve DNA'ya bağlandığı için ayrıca Fenton reaksiyonu vasıtasıyla oksijen radikalleri ürettiği için yüksek miktarda buldukları zaman toksik etki göstermektedir (Lopez ve ark., 2002).

Bir ağır metalin yaşamsal olup olmadığı dikkate alınan organizmaya da bağlıdır. Örneğin nikel bitkiler açısından toksik etki gösterirken, hayvanlarda iz elementi olarak bulunması gerekir.

Bazı sistemlerde ağır metallerin etki mekanizması konsantrasyona bağlı olarak değişir. Bu tür organizmalarda metallerin konsantrasyonu dikkate alınmalıdır. Şekil 2.3.4'te ağır metallerin vücut sıvısındaki konsantrasyona bağlı olarak etkileri şematik olarak verilmiştir.

**Şekil 2.3.4.** Vücut sıvısındaki konsantrasyona bağlı olarak ağır metallerin etkileri (Kahvecioğlu ve ark. 2002).



Şekilden görüldüğü gibi ağır metaller konsantrasyon sınırını aştıkları zaman toksik olarak etki gösterirler. Bu genel gösterimin aksine ağır metaller canlı bünyelerde sadece konsantrasyonlarına bağlı olarak etki göstermezler, etki canlı türüne ve metal iyonunun yapısına bağlıdır(çözünürlük değeri, kimyasal yapısı, redoks ve kompleks oluşturma yeteneği, vücuda alınış şekline, çevrede bulunma sıklığına, lokal ph değeri vb.)

Bu nedenle özellikle düzenli olarak tüketildiğinden dolayı içme sularının ve yiyeceklerin içerebileceği maksimum konsantrasyon sınır değerleri sınırlandırılmıştır ve yasal kuruluşlar tarafından düzenli olarak kontrol edilmesi zorunludur (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

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

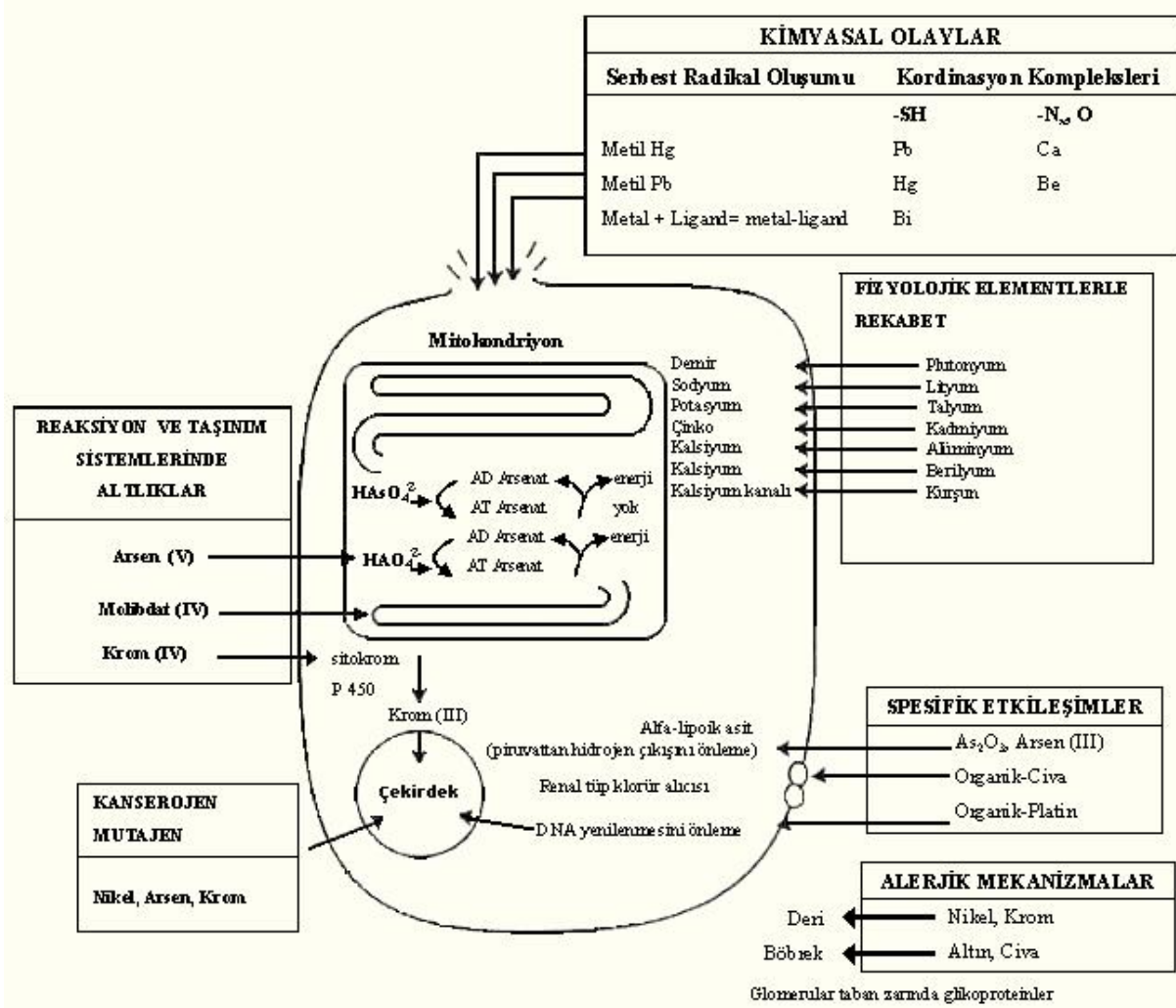
- Kimyasal reaksiyonlara etki edenler,
- Fizyolojik ve Taşınım sistemlerine etki edenler,
- Kanserojen ve mutojen olarak yapı taşlarına etki edenler,
- Alerjen olarak etki edenler ve
- Spesifik etki edenler olarak sıralamak mümkündür.

Yukarıda sayılan bu reaksiyon sistemlerini Şekil 2.3.5'te şematik olarak göstermek mümkündür. Ancak canlı sistemlerde metallerin neden oldukları biyolojik ve kimyasal reaksiyonlara bağlı olarak ortaya çıkan semptomların ve buna bağlı olarak ortaya çıkan etkilerin incelenmesi ve araştırılması tamamen farklı bir uzmanlık alanı gerektirdiğinden ve bu çalışmada katkı sağlayanların uzmanlık alanı mühendislik olmasından dolayı daha bir genel yol izlenerek metallerin etkileri, fizyolojik sistemlerde ele alınmayarak çalışmanın takip eden kısımları mühendislik metal üretim ve işleme sektöründe çalışan kesimin bilgilendirilmesine yönelik olarak başta ağır metaller olmak üzere mümkün olduğunca her metal için tek tek ele alınacaktır (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

Metallerin ekolojik sisteme ve özellikle insanlara etki yönünden ele alınış sıralamasında gruplar veya kimyasal özellikler yerine çevresel etki açısından tipik olmaları dikkate alınacaktır. Öncelikle en yüksek yayınıma sahip olan kurşun, toksikolojik olarak en büyük hasara yol açan kadmiyum ve yaşamsal özellik göstermesine rağmen aldığı değeriğe göre kanserojen özellik gösteren krom öncelikli olarak ele alınacaktır (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

Ağır metallerin farklı formlarda çevreye girmesi mikrobiyal topluluklarda ve onların aktivitelerinde kayda değer değişimler yapmaktadır (Doelman ve ark. 1994).

Şekil 2.3.5. Ağır metallerin insan vücudunda etki mekanizması (Kahvecioğlu ve ark. 2002).



PBG = Porphobilinogen ; ATPase = Adenozin trifosfataz ; ALA = Aminolaevulinic asit

Endüstriyel ve maden tıklarıyla sucul ortamlara giren ağır metaller önemli kirleticilerdir. Özellikle termik santraller önemli miktarda kül üretir ve bu kül arsenik ve selenyum gibi iz metallerinde dahil olduğu birçok ağır metali ihtiva eder. Kül kalıntıları çoğunlukla santral içinde su ile muamele edilir daha sonra atık olarak sucul ortamlara verilir (Rowe ve ark. 2002). Son yıllarda antibiyotik ve ağır metallere karşı dirençli bakteriler ve bunların



dirençlilik yolları farklı çalışmalarda araştırılmıştır (McArthur ve Tuckfield 2000 ; Matyar ve ark. 2008).

#### **2.3.4.1 Kurşun (Pb)'un İnsan Sağlığına Etkileri**

Kurşun insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en önemli zararlı veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır.

İnsan vücudundaki kurşun miktarı tahmini ortalama olarak 125-200 mg civarındadır ve normal koşullarda insan vücudu normal fonksiyonlarla günde 1-2 mg kadar kurşunu atabilme yeteneğine sahiptir. Birçok kişinin maruz kaldığı günlük miktar 300-400 mg'ı geçmemektedir. Buna rağmen çok eski iskeletler üzerinde yapılan kemik analizleri günümüz insanı kemiklerinde, atalarımızdakinin 500-1000 katı kadar fazla kurşun bulunduğunu göstermektedir (Bigersson ve ark. 1998).

Kurşunun vücutta absorpsiyonu çocuklarda daha yüksek olmakla beraber normalde %5 gibi düşük bir oranda gerçekleşmektedir. Bu oran dahi kalsiyum ve demir gibi birçok mineralin vücut tarafından emilimini azaltmaktadır. Kana karışan kurşun buradan kemiklere ve diğer dokulara gitmekte ya da dışkı ve böbrekler yoluyla vücuttan atılmaktadır. Kemiklerde biriken kurşun zamana bağlı olarak (yarılanma ömrü yaklaşık 20 yıl) çözünerek böbreklerde tahribata neden olur. Kurşun bir nevi nörotoksindir ve anormal beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarına sebep olmaktadır. Diğer taraftan kurşun nörotoksik özelliğinden dolayı sinir sisteminde iletiminin azalmasına da yol açmaktadır (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

Kurşunun çoğu kemiklerde depolanmasına rağmen beyne, anne karnındaki cenine ve anne sütüne de geçebilmektedir. Bebekler ve çocuklarda düşük olan kurşun oranı, ilerleyen yaşla beraber, kurşuna maruz kalınmasıyla artış göstermektedir. Kanda 40mg/l seviyesini aşınca tansiyon arttırıcı etki de ortaya çıkar. Diğer taraftan kronik kurşun alınımı ile sperm sayısı ve morfolojisinde sınırlanır. Dünya sağlık örgütü sınıflandırmasına göre (1995) kurşun 2. sınıf kansorejen gruptadır (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

Ekolojik olarak kurşun katı olarak çökme eğilimindedir ve özel durumlar dışında kompleks oluşturmaz. Genellikle doğaya salınan kurşun zor çözünür bileşikler ((Pb<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, Pb<sub>4</sub>O(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, Pb<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>OH), (PbCO<sub>3</sub>) (PbS) oluşturur. Bu nedenle beslenme zincirinde yer alan bitkilerden kurşun alınımı söz konusu değildir. Besin zincirinde kurşun yayılımı genellikle midye türü

kalsiyumlu kabuklular üzerinden ve kalsiyuma bağlı olarak gerçekleşir. Tek hücreli canlıların ve balıkların 0,04 – 0,198 mg/l inorganik kurşun içeren suları tolere edebildikleri ancak daha düşük miktarlarda kurşunun besin yoluyla alınmasında akut zehirlenme gösterdikleri bilinmektedir (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

Kurşunun eser miktarları bile sindirim sisteminden absorbe edilerek kanla dokulara iletilir. Daha çok çocuklar için söz konusudur. Ancak, gıda güvenliğinin önemsenmemesi ve bilinçsiz beslenme alışkanlıklarının yaygınlığı sorunu genelleştirmektedir. Kurşun zehirlenmesinin belirtileri erişkinlerde birkaç hafta, çocuklarda ise, birkaç gün içinde ortaya çıkar. nlem alınmayan kurşun zehirlenmelerinde felçler, körlük hafıza kaybı, mental gecikme, kısırlık ve karaciğer yetmezliği hatta koma ve ölüm söz konusu olmaktadır (Dündar ve ark. 2005).

#### 2.3.4.2 Kadmiyum (Cd) ve Çinko (Zn)'nun İnsan Sağlığına Etkileri

Kadmiyum, çinko üretimine eşlik eden metal olarak üretilmiştir. Çinko üretiminde ortaya çıkıncaya kadar havaya, yiyeceklere ve suya doğal süreçlerle önemli miktarlarda karışmamıştır. Ancak günümüzde kadmiyum da çevre kirliliğine sebep olan ağır metaller arasında yerini almıştır (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

Kadmiyum ve çinko yerkürede bir arada ve benzer yapılarda bulunurlar. Bu iki metal insan vücudunda da benzer strüktürel ve fonksiyonel özellikler göstermektedirler. Kadmiyum önemli enzim ve organ fonksiyonlarında çinkonun yerini alabilmektedir ve bu fonksiyonların gerekli şekilde gerçekleşmesini engellemektedir. Zn ve Cd 'nin vücut içindeki oranları Cd zehirlenmesi Zn yetersizliğiyle arttığından çok önemlidir (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

Kadmiyum diğer ağır metallerle içinde suda çözünme özelliği en yüksek olan elementtir. Bu nedenle doğada yayılım hızı yüksektir ve insan yaşamı için gerekli elementlerden değildir. Suda çözünebilir özelliğinden dolayı  $Cd^{2+}$  halinde bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınır ve akümüle olma özelliğine sahiptir. İnsan vücudundaki Cd seviyesi ilerleyen yaşla beraber artış gösterir ve genellikle 50'li yaşlarda maksimum seviyesine ulaştıktan sonra azalmaya başlar. Yeni doğmuş bebeklerde hiç kadmiyum bulunmaz ve kadmiyum, kurşun ve cıvanın aksine plasenta ya da kan yoluyla anne karnındaki bebeğe geçmemektedir. Normal olarak vücudumuzda 40 mg' a kadar kadmiyum bulunabilmektedir ve günlük olarak da 40 gram'a kadar kadmiyum vücuttan atılabilir (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

Kadmiyum vücutta %20'lik gibi bir oranla çok iyi absorbe edilemiyor olsa bile, bu diğer birçok metale kıyasla oldukça yüksek bir orandır. Kısa süreli olarak 0,05 mg/kg kadmiyum alınımı mide rahatsızlıklarına neden olurken, uzun süreli (>14 gün) 0,005 mg/kg/gün dozu böbrek ve kemiklerde önemli problemlere neden olmaktadır (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

Kadmiyumdan kaynaklanan akut zehirlenmede öncelikle halsizlik, baş ağrısı, ateş, terleme, kaslarda gerilme ve ağrıya beraber kusmayla 24 saat içinde ortaya çıkar ve 3. gün en şiddetli belirtileri göstererek 1 hafta içinde yeni bir yükleme söz konusu değil ise kaybolmaya başlar. Kronik kadmiyum zehirlenmesinde ortaya çıkan en önemli etki özellikle akciğer ve prostat kanseridir. Kronik zehirlenme böbrek hasarı ile ortaya çıkar ve idrarda düşük moleküllü protein görülür. Aşırı dozda kadmiyum alınımı (60-480 gr/böbrek) böbrekler üzerinde tahrip edici etkinin ortaya çıkmasına yol açar ve etki kuşlarda dahil olmak üzere tüm canlılarda

görülmektedir. Kadmiyum zehirlenmesine bağlı olarak kemik erimesi ve buna bağlı hastalıklarda görülür. Diğer taraftan kansızlık, dişlerin dökülmesi ve koku duyumunun yitilmesi de önemli etkilerdir (Kahvecioğlu ve ark. 2002).

### 2.3.4.3 Civa (Hg)'nin İnsan Sağlığına Etkileri

Civa çevrede doğal olarak bulunan bir elementtir. Metal formunda, civa tuzu veya organik civa bileşikleri halinde bulunabilir.

Civa gıdalarda doğal olarak bulunmaz. Fakat, insanlar tarafından tüketilen balık gibi gıdalar yoluyla besin zinciri içerisinde kendilerine yer bulur ve yayılabilirler. Balıktaki civa konsantrasyonu, içinde yaşadığı suda bulunan civa konsantrasyonundan daha fazladır.

Civanın insanlar üzerinde birçok olumsuz etkisi vardır. Başlıca olumsuz etkileri şunlardır:

- Sinir Sistemi bozukluklarına sebep olur,
- Beyin fonksiyonlarına zarar verir,
- DNA ve kromozomlara zarar verir,
- Alerjik reaksiyonlara, deri isiliklerine, yorgunluğa ve baş ağrısına yol açar,
- Üreme ile ilgili negatif etkiler, spermilere zarar vermek, sakat doğumlar ve düşük doğum gibi.

Beyin fonksiyonlarının zarar görmesi, öğrenme bozukluğuna, kişilik değişikliklerine, titremeye, görünüm bozukluklarına, sağırlığa, kas koordinasyon kaybına ve hafıza kaybına yol açar. Kromozomların zarar görmesi ise mongolizme yol açar. Gıdalara bağlı civa zehirlenmesi çok nadir olmakla beraber, civadan kaynaklanan neredeyse tüm zehirlenmeler çevre kirliliğine bağlıdır (Anonim 2007). Bugüne kadar civa ile kontamine olmuş gıda maddelerinin tüketilmesi sonucu birçok zehirlenme olayı rapor edilmiştir. Bu olayların su ürünleri açısından en önemlileri Çizelge 2.3.4.3'de verilmiştir (Vural 1993).

**Çizelge 2.3.4.3.** Civa içeren su ürünlerinin tüketimi sonucu görülen bazı zehirlenme olayları ( Vural 1993).

Yer/Yıl	Türü	Civa Formu	Zehirlenme Sayısı	Ölü Sayısı
Japonya, Minimata 1953-70	Balık ve Kabuklular	Metil Civa	700	46
Japonya, Nijgatai 1953-70	Balık ve Kabuklular	Metil Civa	48	6

Yukarıda bahsedilen zehirlenme sonuçlarından sonra civa zehirlenmesinden kaynaklanan hastalığa Minimata Hastalığı ismi verilmiş ve literatürler de bu şekilde anılmaya başlanmıştır.

Civa Minimata hastalığının etkileri;

- Mikrosefali,
- SGA
- Mental ve motor retardasyon
- Büyüme geriliğine neden olmaktadır (Türker 2007).

#### 2.3.4.4 Bakır (Cu)'ın İnsan Sağlığına Etkileri

Bakır çok yaygın bir maddedir, doğa da doğal olarak bulunur ve doğal olaylar yoluyla doğada yayılır. Bakır birçok gıda da, içme suyunda ve hava da bulunabilir. Bundan dolayı her gün yiyerek, içerek ve soluyarak önemli bir miktar bakırı vücudumuza alırız. Bakırın absorpsiyonu gereklidir, çünkü bakır insan sağlığı için gerekli olan bir iz elementtir. İnsanlar yüksek konsantrasyonlar da bakırı orantılı olarak idare edebilmelerine rağmen, çok fazla bakır önemli sağlık problemlerine yol açabilir.

Yüksek miktarlarda akut, ya da küçük miktarlarda uzun süreli kalım zehirleyici rol oynamaktadır. Yüksek miktarlarda alınırca;

- Bulantı, kusma ve ishal,
- Karın krampları,
- Karaciğer ve böbrek yetmezliği (1 yaşın altındaki çocuklarda 14 günden fazla 1000 µg/l'den daha yüksek miktar da bakır içeren suya maruz kalma(Tunçok 2008))

Çözünür bakır bileşikleri insan sağlığı için en büyük tehdidi oluşturmaktadır. Kronik bakır zehirlenmesi Wilson Hastalığı ile sonuçlanmaktadır ve karaciğer sirozu, beyin hasarı, demiyelinizasyon, böbrek hastalığı ve korneada bakır birakma ile karakterize edilebilir (Anonim 2007).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Marmara Denizi'nin Tekirdağ İli kıyılarından avlanan tüketime hazır kabuklu su ürünlerinden olan Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*) ile Karides (*Metapenaeus longirostris*), balık türlerinden Mezgıt (*Merluccius merluccius*), Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*), Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) oluşturmuştur. Akdeniz midye (*Mytilus galloprovincialis*)'inde iki dönemde olmak üzere beş farklı bölge (1-Akport, 2-Salat Fabrikası Açıkları Mevkii, 3-Gazioğlu Açıkları Mevkii, 4-Hoşkøy-Gazikøy Açıkları Mevkii, 5-Yeniçiftlik-Cicioğlu Açıkları Mevkii)'den toplamda 15 kg. (375 adet) midye numuneleri alınmıştır. Numune alma noktalarının koordinatları da Çizelge 3.1'te gösterilmiştir. Mezgıt (*Merluccius merluccius*) balığından 4 kg. (48 adet), Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) balığından 6 kg. (210 adet), Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) balığından 4 kg. (32 adet) ve Karides (*Metapenaeus longirostris*)'ten 6 kg. (450 adet) numune örnekleri alınmak suretiyle bu çalışma yapılmıştır. Numune alma ve çalışma yapılırken Tekirdağ İl'inde mevcut sanayi tesislerine yakınlık ve uzaklık yanı sıra İl'in en yoğun deniz trafiğine sahip akport limanı göz önüne alınmıştır. Temin edilen tüm su ürünleri örneklerinin ağır metal analizleri Tekirdağ İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü laboratuvarlarında yapılmıştır.

**Çizelge 3.1** Tekirdağ İl'i kıyılarından örnek alınan beş bölgeye ilişkin mevki ve koordinat bilgilerini gösteren çizelge.

Bölge Adı	Alan İsmi	Koordinatları
1.Bölge	Akport Mevkii	40° 96' 30.49" E ; 27° 50 99.69" N
2.Bölge	Salat Fabrikası Açıkları Mevkii	41° 00' 33.99" E ; 27° 68 27.14" N
3.Bölge	Gazioğlu Açıkları Mevkii	40° 73' 52.67" E ; 27° 33 55.83" N
4.Bölge	Hoşkøy-Gazikøy Açıkları Mevkii	40° 74' 58.26" E ; 27° 33 58.73" N
5.Bölge	Yeniçiftlik-Cicioğlu Açıkları Mevkii	41° 00' 33.99" E ; 27° 68 27.14" N

Çizelge 3.1'te *Mytilus galloprovincialis*'in türü midye elde edilen numune noktalarının bölgelerini, mevkileri ve koordinatları verilen tablo google haritası olarak Resim.1'de gösterilmiştir.





**Resim 1.** *Mytilus galloprovincialis*'in türü midye elde edilen numune noktalarını gösteren google haritası.

### 3.2. Yöntem

Çalışma da kullanılan çeşitli su ürünlerindeki kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), bakır (Cu), civa (Hg) ve çinko (Zn) düzeyleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi(AAS)'nde ölçülmesi ile tespit edilmiş olup sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.

Yöntem, basınç altında mikrodalga fırında yaş yakmadan sonra atomik absorpsiyon spektrofotometre (AAS) ile kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), bakır (Cu), civa (Hg) ve çinko (Zn) içerikleri NMKL 161 Metoduna göre belirlenmiştir (NMKL 1998).

#### 3.2.a. Araştırmada Kullanılan İstatistiksel Uygulamalar

Araştırma sonuçları SPSS programı kullanılarak istatistiksel analize tabi tutulmuştur. SPSS uygulamaların da Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*) örnekleri için t-testi, örnek alınan beş bölgeye ait tanımlayıcı istatistikler, çoklu karşılaştırma testi, tam şansa bağlı deneme planına göre yapılan tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Karides (*Metapenaeus longirostris*) örnekleri için ölçülen ağır metal düzeyleri'ne ait t-testi, Mezgit (*Merluccius merluccius*), Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) ve Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) balıkları için ise tanımlayıcı istatistikler, tam şansa bağlı deneme planına göre yapılan tek yönlü varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testi istatistiksel uygulamalarına hesaplanmıştır.

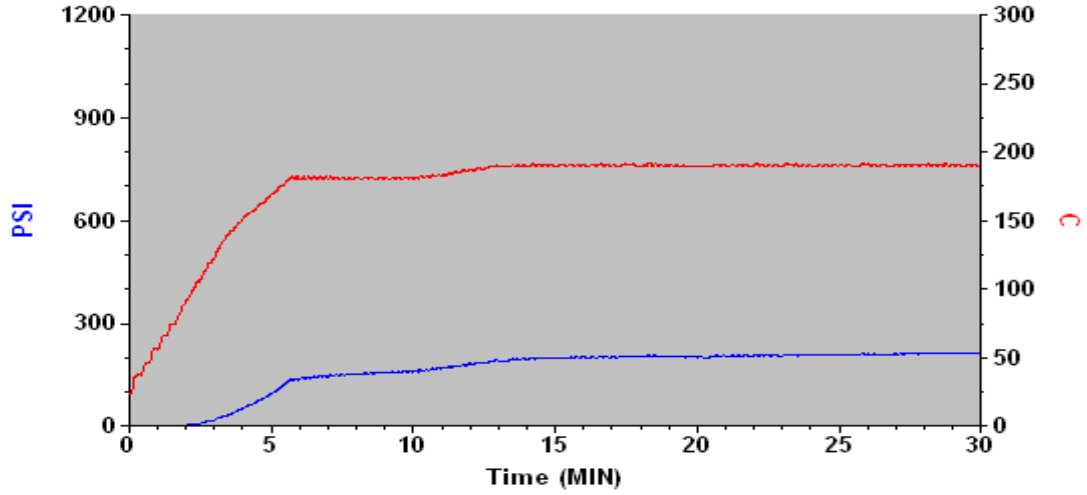
#### 3.2.1. Örneklerin hazırlanması

Numune, NMKL 161 metoduna göre mikrodalga tarafından ısıtılan kapalı bir kaptaki nitrik asit ile yaş olarak yakıldı. Numune çözeltisi su ile seyreltildi ve metal konsantrasyonu AAS grafit fırını veya alev ile belirlenmiştir.

##### 3.2.1.1 Numuneler için yaş yakma yöntemi

Homojen hale getirilmiş örneklerden, kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), bakır (Cu), civa (Hg) ve çinko (Zn) minerallerinin içeriklerinin belirlenmesi için, 0,5 gr alınarak, MARS5 (Microwave Accelerated Reaction System) sisteminin yakma haznelere (yakma hazneleri 100 ml civarında 1.4 MPa, 200 psi basınca dayanıklı) konarak, üzerlerine 10 ml derişik nitrik asit ilave edilip çeker ocakta yaklaşık 1 saat bekletildikten sonra MARS5 sisteminde su ürünleri için uygulanan programa verilerek yanması sağlandı. Yakma işlemi sırasında yakma

haznelerinin içindeki sıcaklık ve basınç kontrol edilerek oluşan reaksiyonun basamakları gözlenmiştir. Bu da aşağıdaki Şekil 3.2.1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2.1.1. Su Ürünleri örneklerinin yaş yakma grafiği

Yaş yakma programı bittiğinde ve soğuması beklendikten sonra vessel hücrelerinin basıncı alındıktan sonra, içindeki örnekler ultra saf su ile 3 kez yıkanarak 25 ml'lik balon jodelere alındı ve balon ultra saf su ile hacmine tamamlanmıştır.

### 3.2.2. Mikrodalga Fırında Yaş Yakmadan Sonra Metallerin Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre ile Belirlenmesi

Ağır metal analizlerinde NKML 161 1998 (Mikrodalga Fırında Yaş Yakmadan Sonra Metallerin Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre ile Tayini) Metodu kullanılmıştır (NMKL 1998).

Metod, basınç altında mikrodalga fırında yakmadan sonra atomik absorpsiyon spektrofotometre (AAS) ile kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), bakır (Cu), civa (Hg) ve çinko (Zn) içerikleri NMKL 161 Metoduna göre belirlenmiştir.

Numune, NMKL 161 Metoduna göre mikrodalga tarafından ısıtılan kapalı bir kapta nitrik asit ile yaş olarak yakıldı. Numune çözeltisi su ile seyreltildi ve metal konsantrasyonu AAS grafit fırını veya alev ile belirlenmiştir (NMKL 1998).

Varian marka 280Z (Zeeman Atomic Absorption Spectrometer) model atomik absorpsiyon spektrofotometresinde kurşun (Pb) lambası kullanılarak 283,3 nm dalga boyunda okuma yapılarak tespit edilmiştir (Anonymous 1988a).

Kadmiyum için, kadmiyum (Cd) lambası kullanılarak 228,8 nm dalga boyunda okuma yapılarak belirlenmiştir (Anonymous 1988a).

Bakır içeriklerinin belirlenmesi için, bakır (Cu) lambası kullanılarak 324,7 nm dalga boyunda okuma yapılarak belirlenmiştir (Anonymous 1988a).

Civa içeriklerinin belirlenmesi için, Varian marka 280FS (Fast Sequential Atomic Absorption Spectrometer) model atomik absorpsiyon spektrofotometresinde demir (Hg) lambası kullanılarak 253,7 nm dalga boyunda okuma yapılarak bulunmuştur (Anonymous 1988 b).

Çinko içeriklerinin belirlenmesi için, Varian marka 280FS (Fast Sequential Atomic Absorption Spectrometer) model atomik absorpsiyon spektrofotometresinde hidrür sistem takılarak arsenik (Zn) lambası kullanılarak 213,9 nm dalga boyunda okuma yapılarak saptanmıştır (Anonymous 1988c). Ayrıca analizleri yapılan ağır metaller (Pb, Cd, Hg, Cu ve Zn)'in geri alım oranları Çizelge 3.2.2'de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.2.2.** Analizleri yapılan ağır metallerin geri alım oranları çizelgesi.

Ağır Metal Türü	Yüzdellik Oranı %
Kurşun (Pb)	%93
Kadmiyum (Cd)	%98
Civa (Hg)	%95
Bakır (Cu)	%97
Çinko (Zn)	%90

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Marmara Denizi'nin Tekirdağ İli kıyılarından elde edilen tüketime hazır haldeki kabuklu su ürünlerinden Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)'si ile Karides (*Metapenaeus longirostris*), balık türlerinden Mezgıt (*Merluccius merluccius*), Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*), Lüfer (*Pomatomus saltatrix*)'te civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır düzeylerini tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışma da 4 kg. (32 adet) Lüfer (*Pomatomus saltatrix*), 4 kg. (48 adet) Mezgıt (*Merluccius merluccius*), 6 kg. (210 adet) Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*), 6 kg. (450 adet) Karides (*Metapenaeus longirostris*) ve 25 kg. (325 adet) Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)'si incelenmiştir. Çalışma esnasında balıklar ve kabuklular olmak üzere iki farklı tür grubundan alınan örneklerin ağır metal düzeyleri (Civa, Kadmiyum, Kurşun, Çinko ve Bakır) belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge (4.1.1.a, 4.1.1.b, 4.1.2, 4.1.3, 4.2.1, 4.2.2 ve 4.2.3 )'ler de gösterilmiştir.

##### 4.1. Kabuklu Türlerle Ait Tespit Edilen Ağır Metal Konsantrasyonları

Çalışmanın ana materyalini Marmara Denizi'nin Tekirdağ İli kıyılarından avlanan tüketime hazır kabuklu su ürünlerinden olan Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)sin'den bir dönemde 75 adet olmak üzere toplam da 150 adet, Karides (*Metapenaeus longirostris*)'ten 225 adet örnek ile bu çalışma yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge (4.1.1.a, 4.1.1.b, 4.1.2, ve 4.1.3)'ler de gösterilmiştir.

##### 4.1.1 Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)'sinde Tespit Edilen Ağır Metal Konsantrasyonları ve Örnek Alınan Beş Bölgenin Karşılaştırılması

Çizelge 4.1.1.a'da görüldüğü gibi Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)'si örneklerindeki ortalama civa değeri; 0,001 mg/kg, kadmiyum; 0,17 mg/kg, kurşun; 0,1386 mg/kg, çinko; 33,046 mg/kg ve bakır; 0,2246 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)'si örneklerindeki minimum civa değeri; 0,001 mg/kg, maksimum civa değeri; 0,001 mg/kg, minimum kadmiyum değeri; 0,08 mg/kg, maksimum kadmiyum değeri; 0,32 mg/kg, minimum kurşun düzeyi; 0,001 mg/kg, maksimum kurşun değeri; 0,55 mg/kg, minimum çinko değeri; 8,50 mg/kg, maksimum çinko değeri; 55,62 mg/kg, minimum bakır değeri; 0,001 mg/kg, maksimum bakır değeri; 0,69 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.1.1.a.** Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)’sinde ölçülen civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır düzeylerine min., max. ve  $X\pm sx$  değerleri.

	Ağır Metal düzeyleri (mg/kg) $X\pm sx$	Maksimum (mg/kg)	Minimum (mg/kg)
Civa (Hg)	0,001± 0,00	0,001	0,001
Kadmiyum (Cd)	0,17±0,090	0,32	0,08
Kurşun (Pb)	0,13±0,24	0,55	0,001
Çinko (Zn)	33,04±19,86	55,62	8,50
Bakır (Cu)	0,22±0,32	0,69	0,001

$X\pm sx$  = Ort.± standart sapma.

Çizelge 4.1.1.b’ de görüldüğü gibi yapılan t-testi sonucunda Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)’sine ait civa ağır metal düzey değerlerinin ortalamaları arasında herhangi bir fark görülmemiştir. Kadmiyum, kurşun ve bakır ağır metal düzey değerleri ortalamaları arasında istatistiki açıdan çok önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0,01$ ). Çinko ağır metal düzey değerlerini ortalamaları arasındaki farkın ise istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır ( $P < 0,05$ ).

**Çizelge 4.1.1.b.** Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)’sinde ölçülen civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır düzeylerine ait t-testi tablosu.

	Örnek Miktarı (kg)	Ortalama (mg/kg)	Standart Sapma	Standart Hata
Civa (Hg)	5	0,001	0,000	0,000
Kadmiyum (Cd)	5	0,170**	0,090	0,040
Kurşun (Pb)	5	0,139**	0,238	0,106
Çinko (Zn)	5	33,046**	19,863	8,883
Bakır (Cu)	5	0,225*	0,320	0,143

\* $P < 0,05$  önemli bulunmuştur.

\*\* $P < 0,01$  çok önemli bulunmuştur.

Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)'si ağır metal düzey değerleri ortalamaları ile örnek alınan Akport, Salat Fabrikası Açıkları Mevkii, Gazioğlu Açıkları Mevkii, Hoşkøy-Gazikøy Açıkları Mevkii ve Yeniçiftlik-Cicioğlu Açıkları Mevkilerinden bu beş bölge arasında istatistiki bir önem taşıyıp tanımadığını karşılaştırmak amacıyla, istatistiki çoklu karşılaştırma testine uygulanmış, Akport, Salat Fabrikası Açıkları Mevkii, Gazioğlu Açıkları Mevkii, Hoşkøy-Gazikøy Açıkları Mevkii ve Yeniçiftlik-Cicioğlu Açıkları Mevkilerinde belirlenen bu beş bölge arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0,05$ ).

Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)'si belirlenen ağır metal konsantrasyonları ile Akport, Salat Fabrikası Açıkları Mevkii, Gazioğlu Açıkları Mevkii, Hoşkøy-Gazikøy Açıkları Mevkii ve Yeniçiftlik-Cicioğlu Açıkları Mevkilerinden bu beş bölge ilişkin tanımlayıcı istatistikler testi uygulanmış, örnek alınan Akport, Salat Fabrikası Açıkları Mevkii, Gazioğlu Açıkları Mevkii, Hoşkøy-Gazikøy Açıkları Mevkii ve Yeniçiftlik-Cicioğlu Açıkları Mevkilerini kapsayan belirlenen bu beş bölge arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P > 0,05$ ).

Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*) ve Akport, Salat Fabrikası Açıkları Mevkii, Gazioğlu Açıkları Mevkii, Hoşkøy-Gazikøy Açıkları Mevkii ve Yeniçiftlik-Cicioğlu Açıkları Mevkilerinden bu beş bölge arasında tam şansa bağlı deneme planına göre tek yönlü varyans analizi uygulanmış, Akport, Salat Fabrikası Açıkları Mevkii, Gazioğlu Açıkları Mevkii, Hoşkøy-Gazikøy Açıkları Mevkii ve Yeniçiftlik-Cicioğlu Açıkları Mevkilerinden bu beş bölge arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı tespit edilmiştir ( $P > 0,05$ ).

Bu çalışma da Hoşkøy-Gazikøy Açıkları Mevkiinden elde edilen midyelerde normal ölçülerin aşıldığı gözlenmesine rağmen, yapılan istatikselsel uygulamalar neticesinde bu farkın önemli olmadığı, ani ve kısa süreli bir etkinin bu sonucu meydana getirdiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca örnek alınan tüm bölgelerden elde edilen sonuçlara bakarak Tekirdağ İl'i kıyılarının ciddi bir ağır metal kirliliğine maruz kalmadığını söylenebilir.

Bir başka çalışma da ise bölgeler arasında Avrupa ülkeleri midye izleme projesi kapsamında Norveç'te Bergen kıyısal bölgesinde tek mevsimde 23 farklı noktadan toplanan *M.edulis* türü midyelerde Cu, Zn, As, Ag, Cd, Hg ve Pb birikimleri araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen

sonuçlar, 1993 yılında elde edilenler ile karşılaştırılınca As, Ag, Cd ve Hg düzeylerinin normal ölçülerde kaldığı gözlenmiştir (Airas ve ark. 2004).

#### 4.1.2 Karides (*Metapenaeus longirostris*)’te Tespit Edilen Metal Konsantrasyonları

Çizelge 4.1.2’de görüldüğü gibi Karides (*Metapenaeus longirostris*) örneklerindeki ortalama civa değeri; 0,0173 mg/kg, kadmiyum; 0,0213 mg/kg, kurşun; 0,001 mg/kg, çinko; 5,856 mg/kg ve bakır; 0,207 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.1.2.** Karides (*Metapenaeus longirostris*) örneklerinde ölçülen civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır düzeylerinin min., max. ve  $X \pm s_x$  değerleri.

	Ağır Metal düzeyleri (mg/kg) $X \pm s_x$	Maksimum (mg/kg)	Minimum (mg/kg)
Civa (Hg)	0,017±0,03	0,05	0,001
Kadmiyum (Cd)	0,021±0,01	0,03	0,004
Kurşun (Pb)	0,001±0,00	0,001	0,001
Çinko (Zn)	5,86±10,26	9,66	3,730
Bakır (Cu)	0,21±2,19	0,23	0,001

$X \pm s_x$  = Ort.± standart sapma.

Çizelge 4.1.2 ve 4.1.3’de görüldüğü gibi yapılan t-testi sonucunda Karides (*Metapenaeus longirostris*)’e ait bakır ağır metal düzey değerlerinin ortalamaları arasında herhangi bir fark görülmemiştir. Civa ve kadmiyum değerlerinin ortalamaları arasında istatistiki açıdan çok önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0,01$ ). Çinko ağır metal düzey değerlerinin ortalamaları arasındaki farkın ise istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır ( $P < 0,05$ ).



**Çizelge 4.1.3.** Karides (*Metapenaeus longirostris*) örneklerinde ölçülen ağır metal düzeylerine ait t-testi istatistik sonuçları çizelgesi.

<b>Tek Örnek Testi (t-testi)</b>				
	N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata Ortalaması
Civa	3	0,017	0,030**	0,017
Kadmiyum	3	0,003	0,006**	0,003
Kurşun	3	0,000	0,000	0,000
Çinko	3	10,265	3,408*	1,968
Bakır	3	2,193	2,253	1,301

\*P<0,05 önemli bulunmuştur.

\*\*P<0,01 çok önemli bulunmuştur.

Tekirdağ İl'i sınırları içerisindeki deniz sahasından elde edilen tüketime hazır Karides (*Metapenaeus longirostris*) örneklerinde ölçülen civa (Hg), kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), çinko (Zn) ve bakır (Cu) düzeyleri su ürünlerinde kabul edilebilir ağır metal değerleri limitlerinin altında kalmaktadır (Anonim 1995).

Şentürk (1993) yılındaki çalışmasında Marmara Denizi'nin değişik bölgelerinden avladığı midye ve istiridyelerde ağır metal birikimini incelemiştir. Midye ve istiridyelerdeki civa, kadmiyum, ve kurşun seviyeleri AAS ile araştırılmıştır. Marmara Denizi'nin çeşitli bölgelerinden avladıkları 17 numunede ortalama değerler olarak 0.46 ppm Hg, 0.25 ppm Cd ve 0.304 ppm Pb verilerini elde etmiştir. Bu değerler su ürünlerinde kabul edilebilir ağır metal değerleri limitlerinin altında kalmakla beraber bu canlıların ağır metaller tarafından kirletildiği gerçeğini de görmemizi sağlamıştır.

#### **4.2. Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*), Mezgıt (*Merluccius merluccius*) ve Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) Balıklara Ait Tespit Edilen Ağır Metal Konsantrasyonları**

Marmara Denizi'nin Tekirdağ İli kıyılarından elde edilen tüketime hazır haldeki balık türlerinden Mezgıt (*Merluccius merluccius*)'ten 24 adet, Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*)'tan 105 adet, Lüfer (*Pomatomus saltatrix*)'ten ise 16 adet balık örnekleri civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır ağır metal düzeyleri (Civa, Kadmiyum, Kurşun, Çinko ve Bakır) belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge (4.2.1, 4.2.2 ve 4.2.3)'ler de gösterilmiştir.

Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*), Mezgıt (*Merluccius merluccius*) ve Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) türü balıklara ilişkin tespit edilen ağır metal konsantrasyonları tanımlayıcı istatistik testine tabi tutulmuş, Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*), Mezgıt (*Merluccius merluccius*) ve Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) türü balıklar da bulunan ağır metal konsantrasyonları arasındaki istatistiki olarak herhangi bir fark görülmemiştir ( $p > 0,05$ ).

Mezgıt (*Merluccius merluccius*), Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) ve Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) türü balıklara ait tam şansa bağlı deneme planına göre yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, Mezgıt (*Merluccius merluccius*), Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) ve Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) türü balık örneklerine tek yönlü varyans analizi uygulanmış civa, kadmiyum, bakır, kurşun, çinko ve bakır ağır metal düzeylerinin ortalamaları değerleri arasında herhangi bir fark görülmemiştir.

Mezgıt (*Merluccius merluccius*), Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) ve Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) türü balıklara ait örneklere ait ağır metal konsantrasyonları arasında istatistiki bir anlam olup olmadığı belirlemek amacıyla, çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş, örnek alınan balıklar ve ağır metal konsantrasyonları ortalamaları arasındaki farkın istatistiki olarak herhangi bir fark görülmemiştir.

##### **4.2.1 Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*)'e Ait Tespit Edilen Ağır Metal Konsantrasyonları**

Çizelge 4.1.2'de görüldüğü gibi Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) örneklerindeki ortalama civa değeri; 0,0173 mg/kg, kadmiyum; 0,0213 mg/kg, kurşun; 0,001 mg/kg, çinko; 5,856 mg/kg ve bakır; 0,207 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Tekirdağ İl'i sınırları içerisindeki deniz sahasından elde edilen tüketime hazır Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) örneklerinde ölçülen civa(Hg), kadmiyum(Cd), kurşun(Pb), çinko(Zn), ve bakır (Cu) düzeyleri su ürünlerinde kabul edilebilir ağır metal değerleri limitlerinin altında kalmaktadır (Anonim, 1995). Bu sonuçlar çerçevesinde tüketime hazır Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) türü balıklar da insanlar için bir tehlike içermediğini göstermiştir.

**Çizelge 4.2.1.** Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) örneklerinde ölçülen civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır düzeylerinin min., max. ve  $X\pm s_x$  değerleri.

	Ağır Metal düzeyleri (mg/kg) $X\pm s_x$	Maksimum (mg/kg)	Minimum (mg/kg)
Civa (Hg)	0,017±0,007	0,050	0,001
Kadmiyum (Cd)	0,021±0,000	0,030	0,004
Kurşun (Pb)	0,001±0,000	0,001	0,001
Çinko (Zn)	5,856±1,676	9,66	3,730
Bakır (Cu)	0,207±0,431	0,230	0,001

$X\pm s_x$  = Ort.± standart sapma.

Storelli ve ark.(2000) İtalya'nın İyonian denizindeki 10 istasyondan elde edilen midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) bulunabilecek ağır metalleri araştırmıştır. Çalışma 1997 yılının haziran ve eylül ayları arasında gerçekleştirilmiş olup civa, kurşun, kadmiyum, krom çinko ve kalay ağır metallerinin konsantrasyonu tespit edilmiştir. Analizler sonucunda midyelerdeki ağır metal konsantrasyonları civa için 0.15 mg/kg, kurşun için 1.19 mg/hg ve kadmiyum için 0.64 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma da bulunan değerlerin insan tüketimi için kabul edilebilir değerlerin altında bulunduğu belirtilmiştir.

#### 4.2.2. Mezgit (*Merluccius merluccius*)'e Ait Tespit Edilen Ağır Metal Konsantrasyonları

Çizelge 4.2.2'de görüldüğü gibi Mezgit (*Merluccius merluccius*) örneklerindeki ortalama civa değeri; 0,0205 mg/kg, kadmiyum; 0,0155 mg/kg, kurşun; 0,001 mg/kg, çinko; 1,0905 mg/kg ve bakır; 0,001 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.2.2.** Mezgit (*Merluccius merluccius*) örneklerinde ölçülen civa, kadmiyum, kurşun, çinko ve bakır düzeylerinin min., max. ve  $X\pm sx$  değerleri.

	Ağır Metal düzeyleri (mg/kg) $X\pm sx$	Maksimum (mg/kg)	Minimum (mg/kg)
Civa (Hg)	0,020±0,028	0,040	0,001
Kadmiyum (Cd)	0,015±0,021	0,030	0,001
Kurşun (Pb)	0,001±0,000	0,001	0,001
Çinko (Zn)	1,090±1,541	2,180	0,001
Bakır (Cu)	0,001±0,000	0,001	0,001

$X\pm sx$  = Ort.± standart sapma.

Tekirdağ İl'i sınırları içerisindeki deniz sahasından elde edilen tüketime hazır Mezgit (*Merluccius merluccius*) örneklerinde ölçülen civa(Hg), kadmiyum(Cd), kurşun(Pb), çinko(Zn), ve bakır (Cu) düzeylerinin hiçbiri su ürünlerinde kabul edilebilir ağır metal değerleri limitlerinin altında kalmaktadır (Anonim, 1995). Bu sonuçlar çerçevesinde tüketime hazır Mezgit (*Merluccius merluccius*) türü balıklar da insanlar için bir tehlike içermediğini göstermiştir.

#### 4.2.3 Lüfer (*Pomatomus saltatrix*)’e Ait Tespit Edilen Metal Konsantrasyonları Bulguları

Çizelge 4.2.3’de görüldüğü gibi Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) örneklerindeki ortalama civa değeri; 0,065 mg/kg, kadmiyum; 0,02 mg/kg, kurşun; 0,001mg/kg, çinko; 4,855 mg/kg ve bakır; 0,3055 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.2.3.** Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) örneklerinde ölçülen civa, kadmiyum, kurşun, çinko, bakır düzeylerinin min., max. ve  $X\pm s_x$  değerleri

	Ağır Metal düzeyleri (mg/kg) $X\pm s_x$	Maksimum (mg/kg)	Minimum (mg/kg)
Civa (Hg)	0,065±0,029	0,070	0,060
Kadmiyum (Cd)	0,020±0,004	0,020	0,020
Kurşun (Pb)	0,001±0,000	0,001	0,001
Çinko (Zn)	4,855±3,301	6,040	3,670
Bakır (Cu)	0,305±0,195	0,610	0,001

$X\pm s_x$  = Ort.± standart sapma.

Tekirdağ İl’i sınırları içerisindeki deniz sahasından elde edilen tüketime hazır Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) örneklerinde ölçülen civa (Hg), kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), çinko (Zn), ve bakır (Cu) düzeylerinin hiçbiri su ürünlerinde kabul edilebilir ağır metal değerleri limitlerinin altında kalmaktadır (Anonim, 1995). Bu sonuçlar çerçevesinde tüketime hazır Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) türü balıklar da insanlar için bir tehlike içermediğini göstermiştir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Marmara Denizi'nin Tekirdağ İli kıyılarından avlanan tüketime hazır kabuklu su ürünlerinden olan Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)'si ve Karides (*Metapenaeus longirostris*) balık türlerinden Mezgit (*Merluccius merluccius*), Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) ve Lüfer (*Pomatomus saltatrix*)'de ağır metal içeriklerinin araştırıldığı bu çalışma da, kirliliğin tespit edilmesi ve eğer kirlilik söz konusu ise yapılması gerekenler hakkında önerilerde bulunulması amaçlanmıştır.

Çalışmalar sonucunda Akdeniz Midye (*Mytilus galloprovincialis*)'sine ait kadmiyum, kurşun ve bakır ağır metal düzey değerleri ortalamaları arasında istatistiki açıdan çok önemli bir fark olduğu, çinko ağır metal düzey değerlerini ortalamaları arasındaki farkın ise istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Karides (*Metapenaeus longirostris*)'e ait civa ve kadmiyum ağır metal düzey değerlerinin değerleri ortalamaları arasında istatistiki açıdan çok önemli bir fark olduğu çinko ağır metal düzey değerlerinin ortalamaları arasındaki farkın ise istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır.

Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*), Mezgit (*Merluccius merluccius*), ve Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) türü balıklara ait tespit edilen ağır metal konsantrasyonları tanımlayıcı istatistik sonuçlarına göre, balıklar da bulunan ağır metal konsantrasyonları arasında istatistiki olarak herhangi bir fark görülmemiştir.

Bu çalışma da bahse konu su ürünleri türlerinden tespit edilen ağır metal düzeylerinin, bu canlıları tüketen vatandaşlarımızın yaşamını olumsuz yönde etkilemeyecek düzeyde olduğu saptanmıştır.

Ancak bu durumun böyle devam edeceğini söylemek büyük bir iyimserlik olmakla birlikte, gelecekte daha kötü durumlarla karşılaşılması için şimdiden acil çözüm önerilerinin hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Ağır Metal kirliliği ile ilgili olarak Marmara Denizinde ve Tekirdağ İli kıyılarında daha kapsamlı ve detaylı çalışmalar yapılmasına da gerek duyulmaktadır. Bilimsel araştırmalar ve

bunlardan elde edilen veriler kamu kuruluşlarını ve vatandaşlarımıza karşı daha iyi bir bilgi akışını sağlayacaktır.

Bu kapsamda da öncelikle, kirletici kaynaklarının Tekirdağ İl'i, Trakya Bölgesi ve Marmara bölgesi hedef alınarak güncel bir envanterinin çıkarılması mevcut durumun daha iyi görülebilmesini ve yapılması gerekenlerin belirlenmesi konusunda bize en büyük faydayı sağlayacağı kesindir.

Ayrıca Marmara Havzası sınırları içindeki tüm sanayi tesislerinin ciddi biçimde kontrolü sağlanmalı, etkili bir yaptırım politikası ile sanayicileri arıtma tesislerini kurmaya yönlendirmeli ve kurulan bu tesisleri etkili bir biçimde tüm ilgili ve yetkili kurumlarca belirli aralıklarla denetlenmelidir.

Tekirdağ Belediye Başkanlığı tarafından Tekirdağ İl'inin gelecek on yıl içinde nüfusunun 500.000-650.000 olacağı hesaplanmaktadır. Bunun içinde vakit kaybetmeden bu nüfus yoğunluğunun çevresel etkilerine karşı gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Tüm yerel yönetimlerin mevcut arıtma tesislerini mümkün olana en kısa zamanda kurmaları ve Tekirdağ Belediye Başkanlığı'nın hali hazırda sıvı atıkları derin deşarj yöntemiyle Tekirdağ açıklarına boşaltmaları engellenmelidir.

Ayrıca İstanbul İl'indeki deniz taşımacılığının Tekirdağ İl'ine kaydırılması gündemde olması ve bunun içinde Tekirdağ İl'i Barbaros Beldesi'nde büyük bir konteyner limanının yapılmasının yanı sıra, Akport Limanının mevcut kapasitesini arttırıcı önlemlerin alınmasına devam edilmektedir. Yakın gelecekte Barbaros Konteyner Limanı ve Akport Limanı planlandığı haliyle hayata geçirilmiş olacaktır. Bu limanlar sayesinde de Tekirdağ İl'inin mevcut gemi trafiği önemli bir derece de artacağı açıktır. Bu bakımdan denizde denetim mekanizmalarının yapılandırılması şimdiden başlanmalı ve muhtemel deniz kirliliklerine ve kazalarına karşı hazırlıklı olunmalıdır.

Tüm bahse konu durumlar göz önüne alınarak ilgili mevzuatlar içerisinde gerekli tüm çalışmaların zaman kaybedilmeden hayata geçirilmesinde temiz bir Marmara Denizi ve balıkçılığımız açısından çok önem taşımaktadır.

## 6.KAYNAKLAR

- Akkaya E (2004). Marmara denizinin mevcut kirlenme durumu ve çözüm önerileri. I.Ulusal Çevre Kongresi, (2004), 287-288-292s. Sivas.
- Alexander R (2002). Doktora Tezi, Münih Teknik Üniversitesi, Entwicklung und Charakterisierung wasserlöslicher Benzoylthioharnstoff-funktionalisierter Polymere zur selektiven Abtrennung von Schwermetallionen aus Abwässern und Prozesslösungen.
- Anonim (2007). Tekirdağ Tarım İl Müdürlüğü Arşivi.
- Anonim (2007).
- Anonim (2007). file://f:\ atiksular.htm. (erişim tarihi, 09.09.2007).
- Anonim (2009). [www.lenntech.com/periodic-chart.htm](http://www.lenntech.com/periodic-chart.htm). (erişim tarihi, 09.09.2007).
- Anonim (1995). Su Ürünleri Yönetmeliği.
- Anonymous (1988). Varian Analytical Methods for Flame Atomizers, Varian Australia Pty Ltd Mulgrave, Victoria, Australia, September.
- Anonymous (1988). Varian Analytical Methods for Graphite Tube Atomizers, Varian Anonymous (1988). Varian Vapor Generation Accesory VGA-77. Operation Manual Installation Category II. Pollution Degree 2. December 2003. Australia Pty Ltd Mulgrave, Victoria, Australia, September.
- Argese E, Bettiol C, Rigo, C, Bertini S, Colomban S, Ghett PF (2005). Distribution of arsenic compounds in the *mytilus galloprovincialis* of the venice lagoon. Sci. Total Environ 15, 1-3, 267-277p, Italy.
- Atayeter S (1991). Anadolu kavağı midye türünde (*mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) bazı ağır metal birikimlerinin belirlenmesi. Ankara Üniv. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Bigersson B, Sterner O, Zimerson E Chemie und Gesundheit “Eineverst 2ndliche Einführung in die Toxikologie”, VCH Verlagsgesellschaft, 1988, ISBN3-527-26455-8.
- Canlı M, Ay Ö, Kalay M, (1988). Levels of heavy metals (cd, pb, cu, cr and ni) in tissue of *cyprinus carpio*, *barbus capito* and *chondrostoma regium* from the seyhan river, Tr.J. Of Zoology, 22:149-157p, Turkey.
- Detlefsen V (1988). Status report on aquatic pollution problems in europe. Aquatic toxcol., 11, 259-289p.
- Doelman P, Jansen E, Michels M, Van Tm (1994). Effects of heavy metals in soil on microbial diversty and activity as shown by the sensitivity-resistance index, An ecologically relevant parameter. Biology and fertility of soils, 17:177-184p.
- Doğan F, Öztürk M, Yücel E (1995). Porsuk çayında ağır metal kirlilik düzeyleri ve halk sağlığı ilişkisi, Ekoloji Çevre Dergisi, 17:32s.
- Dündar Y, Aslan R (2005). Yaşamı kuşatan ağır metal kurşunun etkileri, Kocatepe Tıp Dergisi, 6 sayı 2:2-4s, Ankara.
- Güney O (1996). Marmara denizi tekirdağ il'i açıklarından ve izmit körfezindeki istavrit balıklarında ağır metal birikimi ve pişirmenin bu birikimi etkileme durumu üzerine bir araştırma. Ev Ekonomisi A.B.D. Doktora Tezi, 69s, Ankara.
- Hammand P.B, Beliles O (1980). Metals.in: j.doull. c.d.klaassen and m.o amdur ed.Toxicology 2 th ed. mc millan publishing co. 409-462p, Inc, New Ork, Usa.
- Hışıl Y, Güneş İ, Tufan G, Tarık M (1979). Gıda maddelerinde kimyasal kontaminantların saptanması. Tubitak Bes. Ve Gıda Tek. Ünit. Yay, 37s, Gebze, İstanbul.
- Ikuta K (1985). A comparision on heavy metal contents between *baillus cornutus* and *babylonia japonica*. Reprinted From Bulletin Of The Faculty Of Agriculture, Myazaki University, Vol. 32, No.1, October 1985.



- Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S (2002). Metallerin çevresel etkileri-1, İstanbul Teknik Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 1-10s, İstanbul.
- Kalay M, Karataş S (1999). Kadmiyumun *tilapia nilotica*(l.)’da kas, beyin ve kemik (omurga kemiği) dokularındaki birikimi. Tr.J.Of Zoology, 23: Ek Sayı 3, 985-991s.
- Kalay M, Koyuncu C. E, Dönmez A.E (2004). Comparison of cd levels in the muscle and liver tissues of *mullus barbatus* and *sparus aurata* caught from the mersin gulf(in turkish). Ekoloji Dergisi.13(52):23-27p.
- Kargın F, Erdem C (1991). Accumulation of copper in liver, spleen, stomach, intestine, gill and muscle of *cyprinus carpio*. Doğa Tr.J.Of Zool., 15, 306-314p.
- Kaya S, Pirinçci İ, Bilgili A (1998a.). Çevre Bilimi ve Çevre Toksikolojisi. Medisan Yayın Serisi, Yayın No:36.
- Kayhan FE. (2006). Su ürünlerinde kadmiyumun biyobirikimi ve toksisitesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23 Sayı(1-2):215-217-220s, İzmir.
- Kayhan FE, Balkıs N, Aksu A (2006). İstanbul balık halinden alınan akdeniz midyelerinde (*mytilus galloprovincialis*) arsenik düzeyleri, Ekoloji Çevre Dergisi, 61 :1-5s.
- Lopez-Maury L, Garcia-Dominguez M, Florencio FJ, Reyes JC (2002). A two component signal transduction system involved in nickel sensing in the cyanobacterium *synechocystis* Sp. Pcc 6803. Molecular Microbiology, 43:247–256p.
- Man Ck, He XW (2000). Arsenic in dried seafood consumed in hong kong. Journal Of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 48, 6, 157-160p.
- Matyar F, Kaya A, Dinçer S (2008). Antibacterial agents and heavy metal resistance in gram-negative bacteria isolated from seawater, shrimp and sediment in iskenderun bay, Science Of The Total Environment, 407:279-285p, Turkey.
- Mcarthur J, Tuckfield RC (2000). Spatial patterns in antibiotic resistance among stream bacteria: effects of industrial pollution. Applied And Environmental Microbiology, 66: 3722–3726p.
- Nmkl 161, (1998). Nordic committee on food analysis, metals determination by atomic absorption spectrophotometry after wet digestion in a microwave oven.
- Pashkova I.M, Glushankova MA (1993). The heavy metal content in the soft tissues and shells of specimens of three varieties of the azov and black sea mussel *mytilus galloprovincialis* lam, 1819. Toxikologia, 35(6-7):64-67p.
- Ramelov G, Tuğrul S, Özkan M.A, Tuncel G, Saydam C, Balkas T.I. (1978). The determination of trace metals in marine organisms by atomic absorption spectrometry. Intern J Environ Anal Chem. ; 5: 125-132p.
- Rowe C, Hopkins Wa, Congdon Jd (2002). Ecotoxicological implications of aquatic disposal of coal combustion residues in the united states: A Review. Environmental Monitoring Assessment, 80: 207–276p.
- Skinner C, Turoczy N.J, Jones P.L, Barnett D, Hodges R (2004). Heavy metal concentrations in wild and cultured blacklip abalone(*haliotis rubra leach*) from southern australian waters. Food Chemistry, 85: 351-356p.
- Sonal S (1994). Hayvansal besinlere yansıyan metal kalıntıları ve yaratabileceği sağlık sorunları. Türk-Toksikoloji Dergisi ve Visad.
- Storelli M.M, Storelli A, Marcotrigiano (2000). Heavy metals in mussels (*mytilus galloprovincialis*) from the ionian sea. J. Food Prot. 63(2):273-276p.
- Şanlı L (1984). Çevre sorunları ve besin kirlenmesi. Selçuk Üniv. Vet. Fak. Dergisi, 2, 17-37s.
- Şanlı Y (1979). Türkiye’nin akdeniz sahillerinde avlanan, kıyılarıımıza bağlı ekonomik bazı balık türleri ile karideslerde total civa ve organik civa bileşikleri rezidü düzeylerinin araştırılması. A. Ü. Vet. Fak. Derg., 26(3-4):151-176s.

- Şanlı Y, Demet Ö, Akar F, Yavuz H, Bilgili A, Liman C.C, Doğan A (1990). Buldan barajı suyunun doğal kalitesi ve buradan avlanan sazan balığı örneklerinde bazı ağır metal artıkları üzerine araştırmalar. A.Ü.Vet. Fak. Derg., 37(1):56-73s.
- Şanlı Y, Sarıgöl C (1981). Hayvansal besinlerdeki çeşitli artık maddelerinin insan sağlığına etkileri. Fırat Üniv. Vet. Fak.Yay., 6, 83-101s.
- Şentürk F (1993). Çeşitli Yörelere Avlanmış mollusklarda civa, kadmiyum, kurşun, düzeylerinin saptanması. İstanbul Üniv. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Şentürk F (1993). Determination of mercury and lead levels in molluscs from different areas (in turkish). Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tosyalı C (2005). Akdeniz (*Mytilus galloprovincialis*) (lamark, 1819) midyesi'nde pişirmenin çeşitli ağır metal düzeylerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Fen Bil. Ens., Kahramanmaraş.
- Tunçok Y (2008). İçme suyunda ağır metaller ve insan sağlığına etkileri. Deütf, Farmakoloji A.b.d. İlaç Ve Zehir Danışma Merkezi, İzmir.
- Türker G (2007). [www.tip.kocaeli.edu.tr/docs/agirmetal\\_cocuk.pdf](http://www.tip.kocaeli.edu.tr/docs/agirmetal_cocuk.pdf). (erişim tarihi, 09.09.2009).
- Türkmen M, Tepe Y, Çalışkan E, Ciminli C (2005). Amik havzası gölbaşı gölü'nden iki farklı midye türünün (*unio terminalis* ve *potamida littoralis*) dokularında ağır metal birikimi. Türk Sucul Yaşam Dergisi, 3(4):16-18s.
- Vural H (1993). Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler. Çevre Dergisi, 3:4-6s.
- Yap C.K, İsmail A, Omar H, Tan S.G (2004). Heavy metal (cd, cu, pb and zn) concentration in the green-lipped mussel *perna viridis* (linnaeus) collected from some wild and aquacultural sites in the west coast of peninsular malaysia. Food Chemistry, 84: 569-575p.
- Yarsan E, Bilgili A, Türel İ (2000). Van gölü'nden toplanan midye (*unio steveianus kryicki*) örneklerindeki ağır metal düzeyleri. Tübitak, 24: 93-96s.
- Yazgan M, Özdemir F, Gölükcü M (2004). Antalya körfezinde avlanan bazı yumuşakçalar ve karideste cu, zn, pb, ve cd içeriği. Turkish Journal Pf Veterinary And Animal Sciences, 28:95-100s.

## EKLER

EK 1 Midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde ağır metal düzeyleri'ne ait t-testi istatistik sonuçları.

Tek Örnek Testi (t-testi)						
					Farkın Güven Aralığı % 95	
	T	S. d.	Sig. (2-tailed)	Ortalama Fark	Alt Sınır	Üst Sınır
Kadmiyum (Cd)	-20,558	4	0,000	-0,83000	-0,942094	-0,717906
Kurşun (Pb)	-8,102	4	0,001	-0,86140	-1,156575	-0,566225
Çinko (Zn)	3,608	4	0,023	32,04600	7,382907	56,709093
Bakır (Cu)	-5,424	4	0,006	-0,77540	-1,172333	-0,378467

EK 2 Midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde ile örnek alınan beş bölgenin tanımlayıcı istatistiklerine ait tanımlayıcı istatistikler çizelgesi.

Tanımlayıcı İstatistikler							
	N İstatistik	Minimum İstatistik	Maksimum İstatistik	Ortalama		Standart Sapma	Varyans
				İstatistik	Standart Hata	İstatistik	İstatistik
Civa (Hg)	10	0,0010	0,0520	0,0090	0,0055797	0,0176446	0,000
Kadmiyum (Cd)	10	0,0010	1,0200	0,3430	0,1006077	0,3181495	0,101
Kurşun (Pb)	10	0,0010	0,4800	0,1510	0,0575056	0,1818485	0,033
Çinko (Zn)	10	8,5000	203,2000	68,6080	22,1780408	70,1331231	4918,655
Bakır (Cu)	10	0,0010	4,7600	1,0489	0,4319683	1,3660039	1,866

EK 3 Akdeniz midye (*Mytilus galloprovincialis*)'si örnekleri ağır metal düzeyleri ile örnek alınan beş bölgenin çoklu karşılaştırma testine ait çoklu karşılaştırma testi(LSD) sonuçları çizelgesi.

Çoklu Karşılaştırma Testi (LSD)							
Bağımlı Değişken	(I) Bölge	(J) Bölge	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Sig.	Güven Aralığı % 95	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Civa	1	2	0,0145	0,0185526	0,470	-0,033191	0,062191
		3	0,0145	0,0185526	0,470	-0,033191	0,062191
		4	-0,0110	0,0185526	0,579	-0,058691	0,036691
		5	0,0145	0,0185526	0,470	-0,033191	0,062191
	2	1	-0,0145	0,0185526	0,470	-0,062191	0,033191
		3	0,0000	0,0185526	1,000	-0,047691	0,047691
		4	-0,0255	0,0185526	0,228	-0,073191	0,022191
		5	0,0000	0,0185526	1,000	-0,047691	0,047691
	3	1	-0,0145	0,0185526	0,470	-0,062191	0,033191
		2	0,0000	0,0185526	1,000	-0,047691	0,047691
		4	-0,0255	0,0185526	0,228	-0,073191	0,022191
		5	0,0000	0,0185526	1,000	-0,047691	0,047691
	4	1	0,0110	0,0185526	0,579	-0,036691	0,058691
		2	0,0255	0,0185526	0,228	-0,022191	0,073191
		3	0,0255	0,0185526	0,228	-0,022191	0,073191
		5	0,0255	0,0185526	0,228	-0,022191	0,073191
	5	1	0,0145	0,0185526	0,470	-0,062191	0,033191
		2	0,0000	0,0185526	1,000	-0,047691	0,047691
		3	0,0000	0,0185526	1,000	-0,047691	0,047691
		4	-0,0255	0,0185526	0,228	-0,073191	0,022191

EK 3'ün devamı.

Bağımlı Değişken	(I) Bölge	(J) Bölge	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Sig.	Güven Aralığı % 95	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Kadmiyum	1	2	-0,3600	0,3467798	0,347	-1,251426	0,531426
		3	-0,2445	0,3467798	0,512	-1,135926	0,646926
		4	0,1395	0,3467798	0,704	-0,751926	1,030926
		5	-0,1250	0,3467798	0,733	-1,016426	0,766426
	2	1	0,3600	0,3467798	0,347	-0,531426	1,251426
		3	0,1155	0,3467798	0,753	-0,775926	1,006926
		4	0,4995	0,3467798	0,209	-0,391926	1,390926
		5	0,2350	0,3467798	0,528	-0,656426	1,126426
	3	1	0,2445	0,3467798	0,512	-0,646926	1,135926
		2	-0,1155	0,3467798	0,753	-1,006926	0,775926
		4	0,3840	0,3467798	0,319	-0,507426	1,275426
		5	0,1195	0,3467798	0,744	-0,771926	1,010926
	4	1	-0,1395	0,3467798	0,704	-1,030926	0,751926
		2	-0,4995	0,3467798	0,209	-1,390926	0,391926
		3	-0,3840	0,3467798	0,319	-1,275426	0,507426
		5	-0,2645	0,3467798	0,480	-1,155926	0,626926
	1	2	-0,3600	0,3467798	0,347	-1,251426	0,531426
		3	-0,2445	0,3467798	0,512	-1,135926	0,646926
		4	0,1395	0,3467798	0,704	-0,751926	1,030926
		5	-0,1250	0,3467798	0,733	-1,016426	0,766426

EK 3'ün devamı.

Kurşun	1	2	-0,0095	0,2116218	0,966	-0,553491	0,534491
		3	0,0825	0,2116218	0,713	-0,461491	0,626491
		4	0,1945	0,2116218	0,400	-0,349491	0,738491
		5	-0,0450	0,2116218	0,840	-0,588991	0,498991
	2	1	0,0095	0,2116218	0,966	-0,534491	0,553491
		3	0,0920	0,2116218	0,682	-0,451991	0,635991
		4	0,2040	0,2116218	0,379	-0,339991	0,747991
		5	-0,0355	0,2116218	0,873	-0,579491	0,508491
	3	1	-0,0825	0,2116218	0,713	-0,626491	0,461491
		2	-0,0920	0,2116218	0,682	-0,635991	0,451991
		4	0,1120	0,2116218	0,619	-0,431991	0,655991
		5	-0,1275	0,2116218	0,573	-0,671491	0,416491
	4	1	-0,1945	0,2116218	0,400	-0,738491	0,349491
		2	-0,2040	0,2116218	0,379	-0,747991	0,339991
		3	-0,1120	0,2116218	0,619	-0,655991	0,431991
		5	-0,2395	0,2116218	0,309	-0,783491	0,304491

EK 3'ün devamı.

Çinko	1	2	-33,8300	78,9776362	0,686	-236,848477	169,188477
		3	31,9820	78,9776362	0,702	-171,036477	235,000477
		4	58,7180	78,9776362	0,491	-144,300477	261,736477
		5	-32,3350	78,9776362	0,699	-235,353477	170,683477
	2	1	33,8300	78,9776362	0,686	-169,188477	236,848477
		3	65,8120	78,9776362	0,443	-137,206477	268,830477
		4	92,5480	78,9776362	0,294	-110,470477	295,566477
		5	1,4950	78,9776362	0,986	-201,523477	204,513477
	3	1	-31,9820	78,9776362	0,702	-235,000477	171,036477
		2	-65,8120	78,9776362	0,443	-268,830477	137,206477
		4	26,7360	78,9776362	0,749	-176,282477	229,754477
		5	-64,3170	78,9776362	0,452	-267,335477	138,701477
	4	1	-58,7180	78,9776362	0,491	-261,736477	144,300477
		2	-92,5480	78,9776362	0,294	-295,566477	110,470477
		3	-26,7360	78,9776362	0,749	-229,754477	176,282477
		5	-91,0530	78,9776362	0,301	-294,071477	111,965477
	5	1	32,3350	78,9776362	0,699	-170,683477	235,353477
		2	-1,4950	78,9776362	0,986	-204,513477	201,523477
		3	64,3170	78,9776362	0,452	-138,701477	267,335477
		4	91,0530	78,9776362	0,301	-111,965477	294,071477

EK 3'ün devamı.

Bakır	1	2	0,0950	1,5663828	0,954	-3,931515	4,121515
		3	-0,0735	1,5663828	0,964	-4,100015	3,953015
		4	-1,6055	1,5663828	0,352	-5,632015	2,421015
		5	0,2145	1,5663828	0,896	-3,812015	4,241015
	2	1	-0,0950	1,5663828	0,954	-4,121515	3,931515
		3	-0,1685	1,5663828	0,919	-4,195015	3,858015
		4	-1,7005	1,5663828	0,327	-5,727015	2,326015
		5	0,1195	1,5663828	0,942	-3,907015	4,146015
	3	1	0,0735	1,5663828	0,964	-3,953015	4,100015
		2	0,1685	1,5663828	0,919	-3,858015	4,195015
		4	-1,5320	1,5663828	0,373	-5,558515	2,494515
		5	0,2880	1,5663828	0,861	-3,738515	4,314515
	4	1	1,6055	1,5663828	0,352	-2,421015	5,632015
		2	1,7005	1,5663828	0,327	-2,326015	5,727015
		3	1,5320	1,5663828	0,373	-2,494515	5,558515
		5	1,8200	1,5663828	0,298	-2,206515	5,846515
	5	1	-0,2145	1,5663828	0,896	-4,241015	3,812015
		2	-0,1195	1,5663828	0,942	-4,146015	3,907015
		3	-0,2880	1,5663828	0,861	-4,314515	3,738515
		4	-1,8200	1,5663828	0,298	-5,846515	2,206515



EK 4 Akdeniz midye (*Mytilus galloprovincialis*)'si örnekleri ağır metal düzeyleri ile örnek alınan beş bölgeye ait tanımlayıcı istatistik sonuçları çizelgesi.

Tanımlayıcı İstatistikler									
		N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Farkın Güven Aralığı %95		Min.	Max.
						Alt Sınır	Üst Sınır		
Civa	1	2	0,0155	0,0205061	0,0145000	-0,168740	0,199740	0,0010	0,0300
	2	2	0,0010	0,000000	0,0000	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
	3	2	0,0010	0,000000	0,0000	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
	4	2	0,0265	0,0360624	0,0255	-0,297508	0,350508	0,0010	0,0520
	5	2	0,0010	0,000000	0,0000	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
	Genel	10	0,0090	0,0176446	0,0055797	-0,003622	0,021622	0,0010	0,0520
Kadmiyum	1	2	0,2250	0,1343503	0,0950	-0,982089	1,432089	0,1300	0,3200
	2	2	0,5850	0,6151829	0,4350	-4,942199	6,112199	0,1500	1,0200
	3	2	0,4695	0,2114249	0,1495	-1,430078	2,369078	0,3200	0,6190
	4	2	0,0855	0,1195010	0,0845	-0,988174	1,159174	0,0010	0,1700
	5	2	0,3500	0,3818377	0,2700	-3,080675	3,780675	0,0800	0,6200
	Genel	10	0,3430	0,3181495	0,1006077	0,115410	0,570590	0,0010	1,0200
Kursun	1	2	0,1955	0,2750645	0,1945	-2,275857	2,666857	0,0010	0,3900
	2	2	0,2050	0,0919239	0,0650	-0,620903	1,030903	0,1400	0,2700
	3	2	0,1130	0,1583919	0,1120	-1,310095	1,536095	0,0010	0,2250
	4	2	0,0010	0,0000000	0,0000	0,001000	0,001000	0,0010	0,0010
	5	2	0,2405	0,3387041	0,2395	-2,802636	3,283636	0,0010	0,4800
	Genel	10	0,1510	0,1818485	0,0575056	0,020913	0,281087	0,0010	0,4800
Çinko	1	2	73,5150	35,4755472	25,0850	-245,220146	392,250146	48,4300	98,6000
	2	2	107,3450	102,7496864	72,6550	-815,824305	1030,514305	34,6900	180,0000
	3	2	41,5330	19,9220265	14,0870	-137,459306	220,525306	27,4460	55,6200
	4	2	14,7970	4,5155839	3,1930	-25,773912	55,367912	11,6040	17,9900
	5	2	105,8500	137,6736903	97,3500	-1131,099031	1342,799031	8,5000	203,2000
	Genel	10	68,6080	70,1331231	22,1780408	18,437786	118,778214	8,5000	203,2000
Bakır	1	2	0,7750	0,1202082	0,0850	-0,305027	1,855027	0,6900	0,8600
	2	2	0,6800	0,3535534	0,2500	-2,496551	3,856551	0,4300	0,9300
	3	2	0,8485	0,4221427	0,2985	-2,944302	4,641302	0,5500	1,1470
	4	2	2,3805	3,3651212	2,3795	-27,853914	32,614914	0,0010	4,7600
	5	2	0,5605	0,7912525	0,5595	-6,548622	7,669622	0,0010	1,1200
	Genel	10	1,0489	1,3660039	0,4319683	0,071720	2,026080	0,0010	4,7600

EK 5 Akdeniz midye (*Mytilus galloprovincialis*)'si örnekleri ağır metal düzeyleri ile alınan beş bölgeye ait tam şansa bağlı deneme planına göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları çizelgesi.

<b>Tek Yönlü Varyans Analizi (Anova)</b>						
	Varyasyon Kaynakları	Kareler Toplamı	S.d	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Civa (Hg)	Muameleler Arası	0,001	4	0,000	0,785	0,581
	Hata	0,002	5	0,000		
	Genel	0,003	9			
Kadmiyum (Cd)	Muameleler Arası	0,310	4	0,077	0,644	0,655
	Hata	0,601	5	0,120		
	Genel	0,911	9			
Kurşun (Pb)	Muameleler Arası	0,074	4	0,018	0,411	0,795
	Hata	0,224	5	0,045		
	Genel	0,298	9			
Çinko (Zn)	Muameleler Arası	13080,559	4	3270,140	0,524	0,724
	Hata	31187,335	5	6237,467		
	Genel	44267,895	9			
Bakır (Cu)	Muameleler Arası	4,526	4	1,131	0,461	0,763
	Hata	12,268	5	2,454		
	Genel	16,794	9			

EK 6 Karides (*Metapenaeus longirostris*) örneklerinde ölçülen ağır metal düzeyleri'ne ait t-testi istatistik sonuçları çizelgesi.

<b>Tek Örnek Testi (t-testi)</b>						
					Farkın Güven Aralığı % 95	
	T	S.d	Sig. (2-tailed)	Ortalama Fark	Alt Sınır	Üst Sınır
Civa	-56,692	2	0,000	-0,98267	-1,0572	-0,9081
Kadmiyum	-299,000	2	0,000	-0,99667	-1,0110	-0,9823
Çinko	4,708	2	0,042	9,26467	0,7977	17,7317
Bakır	0,917	2	0,456	1,19333	-4,4044	6,7910

EK 7 Mezgit (*Merluccius merluccius*), Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) ve Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) türü balıklar örneklerindeki ağır metal düzeylerine ait tanımlayıcı istatistik sonuçları çizelgesi.

Tanımlayıcı İstatistikler									
		N	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	Ortalamaların Güven Aralığı % 95		Min.	Maks.
						Alt Sınır	Üst Sınır		
Civa	1	2	0,0650	0,0070711	0,00500	0,001469	0,128531	0,0600	0,0700
	2	2	0,0205	0,0275772	0,01950	-0,227271	0,268271	0,0010	0,0400
	3	3	0,017333	0,0282902	0,0163333	-0,052943	0,087610	0,0010	0,0500
	Genel	7	0,031857	0,0302734	0,0114423	0,003859	0,059855	0,0010	0,0700
Kadmiyum	1	2	0,0200	0,00000	0,0000	0,0200	0,0200	0,0200	0,0200
	2	2	0,0155	0,0205061	0,01450	-0,16874	0,199740	0,0010	0,0300
	3	3	0,005667	0,0037859	0,0021858	-0,003738	0,015071	0,0030	0,0100
	Genel	7	0,012571	0,0109523	0,0041396	0,002442	0,022701	0,0010	0,0300
Kurşun	1	2	0,0010	0,0000	0,0000	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
	2	2	0,0010	0,0000	0,0000	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
	3	3	0,0010	0,0000	0,0000	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
	Genel	7	0,0010	0,0000	0,0000	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
Çinko	1	2	4,8550	1,6758431	1,1850	-10,201853	19,911853	3,6700	6,0400
	2	2	1,0905	1,5407857	1,0895	-12,752910	14,93391	0,0010	2,1800
	3	3	5,856667	3,3014593	1,9060984	-2,344613	14,057946	3,7300	9,6600
	Genel	7	4,208714	3,0389381	1,1486106	1,398165	7,019263	0,0010	9,6600
Bakır	1	2	0,3055	0,4306280	0,30450	-3,563539	4,174539	0,0010	0,6100
	2	2	0,0010	0,0000	0,0000	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010
	3	3	0,2070	0,1955173	0,1128819	-0,278692	0,692692	0,0010	0,3900
	Genel	7	0,176286	0,2448018	,0925264	-0,050118	0,40269	0,0010	0,6100

EK 8 Mezgit (*Merluccius merluccius*), Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) ve Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) türü balıklara ait tam şansa bağlı deneme planına göre yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçları çizelgesi.

**Tek Yönlü Varyans Analizi (Anova)**

	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	S.d	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Civa	Muameleler Arası	0,003	2	0,002	2,561	0,192
	Hata	0,002	4	0,001		
	Genel	0,005	6			
Kadmiyum	Muameleler Arası	0,000	2	0,000	1,205	0,389
	Hata	0,000	4	0,000		
	Genel	0,001	6			
Kurşun	Muameleler Arası	0,000	2	0,000		
	Hata	0,000	4	0,000		
	Genel	0,000	6			
Çinko	Muameleler Arası	28,429	2	14,215	2,107	0,237
	Hata	26,982	4	6,745		
	Genel	55,411	6			
Bakır	Muameleler Arası	0,098	2	0,049	0,746	0,531
	Hata	0,262	4	0,065		
	Genel	0,360	6			

EK 9 Mezgit (*Merluccius merluccius*), Karagöz İstavrit (*Trachurus mediterraneus*) ve Lüfer (*Pomatomus saltatrix*) türü balıklara ait çoklu karşılaştırma testi (LSD) sonuçları çizelgesi.

Çoklu Karşılaştırma Testi (LSD)							
Bağımlı Değişken	(I) Balık	(J) Balık	Ortalama Fark (I-J)	Standart Hata	Sig.	Güven Aralığı % 95	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Civa	1	2	0,0445000	0,0245518	0,144	-0,023667	0,112667
		3	0,0476667	0,0224126	0,101	-0,014561	0,109894
	2	1	-0,0445000	0,0245518	0,144	-0,112667	0,023667
		3	0,0031667	0,0224126	0,894	-0,059061	0,065394
	3	1	-0,0476667	0,0224126	0,101	-0,109894	0,014561
		2	-0,0031667	0,0224126	0,894	-0,065394	0,059061
Kadmiyum	1	2	0,0045000	0,0105968	0,693	-0,024921	0,033921
		3	0,0143333	0,0096735	0,213	-0,012525	0,041191
	2	1	-0,0045000	0,0105968	0,693	-0,033921	0,024921
		3	0,0098333	0,0096735	0,367	-0,017025	0,036691
	3	1	-0,0143333	0,0096735	0,213	-0,041191	0,012525
		2	-0,0098333	0,0096735	0,367	-0,036691	0,017025
Çinko	1	2	3,7645000	2,5971974	0,221	-3,446476	10,975476
		3	-1,0016667	2,3709060	0,694	-7,584357	5,581024
	2	1	-3,7645000	2,5971974	0,221	-10,975476	3,446476
		3	-4,7661667	2,3709060	0,115	-11,348857	1,816524
	3	1	1,0016667	2,3709060	0,694	-5,581024	7,584357
		2	4,7661667	2,3709060	0,115	-1,816524	11,348857
Bakır	1	2	0,3045000	0,2558781	0,300	-0,405932	1,014932
		3	0,0985000	0,2335837	0,695	-0,550032	0,747032
	2	1	-0,3045000	0,2558781	0,300	-1,014932	0,405932
		3	-0,2060000	0,2335837	0,428	-0,854532	0,442532
	3	1	-0,0985000	0,2335837	0,695	-0,747032	0,550032
		2	0,2060000	0,2335837	0,428	-0,442532	0,854532

## TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım sırasında bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen, her zaman beni destekleyen danıőmanım Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT'a, değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Fisun KOÇ'a, Yrd. Doç. Dr. Hasan AKYÜREK'e, analiz sonuçlarının istatistiki olarak değerlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Y.Tuncay TUNA'ya, her zaman manevi desteklerini benden esirgemeyen arkadaşlarım Sedat EREN ve Ayhan BULGURCU'ya, manevi ablam Serpil ALBUT'a, Atomik Absorbsiyon ile yapılan analizlerde emeği geçen Tekirdağ İl Kontrol Laboratuar Müdürlüğü personeline, midye ve balık örneklerinin tanınmasında yardımcı olan meslektaşım Metin YALÇIN'a ve bu çalışma konusunda beni her daim yüreklendirmekten geri kalmayan Mustafa GÜR ağabeyime ve beni bu günlere getiren canım anneme ve sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZGEÇMİŞ

15.02.1977 tarihinde Tekirdağ'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Tekirdağ'da tamamladı.2003 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümünden mezun oldu.2004 yılında yapılmış olan Kamu Personeli Seçme Sınavı Sonuçlarına göre 2005 yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı taşra teşkilatından olan Tekirdağ İl Tarım Müdürlüğüne Mühendis olarak atandı. Halen Kontrol Şube Müdürlüğü Su Ürünleri Biriminde Mühendis olarak bu görevini sürdürmektedir.