



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Mytilus galloprovincialis (Lamarck, 1819)
MİDYESİ'NDE PİŞİRMENİN ÇEŞİTLİ AĞIR METAL
DÜZEYLERİNE ETKİSİ

CENGİZ TOSYALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAHRAMANMARAŞ
Eylül-2005



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Mytilus galloprovincialis (Lamarck, 1819)
MİDYESİ'NDE PİŞİRMENİN ÇEŞİTLİ AĞIR METAL
DÜZEYLERİNE ETKİSİ

CENGİZ TOSYALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAHRAMANMARAŞ
Eylül-2005

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Mytilus galloprovincialis (Lamarck, 1819)
MİDYESİ'NDE PİŞİRMENİN ÇEŞİTLİ AĞIR METAL
DÜZEYLERİNE ETKİSİ

CENGİZ TOSYALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kod No :

Bu Tez 27/ 09/ 2005 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oy Birliği ile
Kabul Edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr.
Özlem ERDOĞRUL
DANIŞMAN

Doç.Dr.
Cemil KARA
ÜYE

Yrd.Doç.Dr.
Naciye KURTUL
ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Özden GÖRÜCÜ

Enstitü Müdürü

Bu çalışma KSÜ Bilimsel Araştırma Proje Yönetim Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2004/3-14

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
İÇİNDEKİLER.....	I
ÖZET.....	II-III
ABSTRACT.....	IV
ÖNSÖZ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. <i>Mytilus galloprovincialis</i> Midyesi'nin Taksonomideki Yeri.....	2
1.2. Midyelerin Morfolojisi ve Biyolojisi.....	2
1.3. Midyelerin Gelişimi	4
1.4. Besin Değeri Olarak Midye	4
1.4.1. Besinlerde Bulunan Toksik Maddeler.....	7
1.5. Suları Kirletici Kaynaklar.....	7
1.6. Çevreden Geçen Toksik Maddeler.....	8
1.6.1. Organoklor Bileşikleri.....	10
1.6.2. Poliklorize Bifeniller.....	10
1.7. Ağır Metallerin Metabolik ve Toksik Etkileri.....	10
1.7.1. Elementlerin Fonksiyonları.....	10
1.7.2. Elementlerin Toksik Etkileri.....	11
1.7.3. Ağır Metallerin Vücuttaki Metabolik Etkileri.....	11
1.7.4. Toksik Ağır Metallerin Su Canlılarına Etkisi.....	12
1.7.5. Metal Zehirlenmesine Etki Eden Faktörler.....	13
1.7.6. Ağır Metallerin Neden Olduğu Sağlık Problemleri.....	13
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	15
3. MATERYAL VE METOT.....	18
3.1. Materyal.....	18
3.2. Metot.....	18
3.2.1. Bakır Analizi.....	18
3.2.2. Kadmiyum Analizi.....	19
3.2.3. Mangan Analizi.....	19
3.2.4. Demir Analizi.....	19
3.2.5. Nikel Analizi.....	20
3.2.6. Kurşun Analizi.....	20
3.2.7. Kobalt Analizi.....	20
3.2.8. Krom Analizi.....	21
3.2.9. Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi.....	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	22
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	27
KAYNAKLAR.....	29
ÖZGEÇMİŞ.....	34

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZET

Mytilus galloprovincialis (Lamarck, 1819) MİDYESİ'NDE PİŞİRMENİN
ÇEŞİTLİ AĞIR METAL DÜZEYLERİNE ETKİSİ

CENGİZ TOSYALI
DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Özlem ERDOĞRUL

Yıl: 2005

Sayfa : 34

Jüri : Doç. Dr. Cemil KARA:
Yrd. Doç. Dr. Naciye KURTUL

Marmara Denizi'nin İstanbul kıyılarında yakalanan midye *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)'deki pişirmenin çeşitli ağır metal düzeylerine etkisi belirlenmiştir. Araştırmada 30 midye örneği kullanılmıştır. Metal düzeyleri Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde absorpsiyonlarının ölçülmesi ile tespit edilmiştir. Sonuçlar yaş ağırlık üzerinden ppm olarak verilmiştir. Araştırma sonuçları SPSS programı kullanılarak istatistiksel analize tabi tutulmuştur.

Çalışma iki aşamada yürütülmüştür. Midyelerin bir kısmı haşlanarak pişirilmiş diğer kısmı ise hiç bir pişirme işlemine maruz kalmadan ağır metal düzeylerine (bakır, kadmiyum, demir, mangan, krom, kobalt, nikel, kurşun) bakılmıştır. Sonuçta haşlanmamış midyede ortalama bakır, kadmiyum, demir, mangan, krom, kobalt, nikel, kurşun düzeyleri sırasıyla; 0.04, 0.29, 0.79, 0.09, 0.33, 0.03, 0.28, 0.15 ppm olarak saptanmıştır. Haşlanmış midyedeki ortalama bakır, kadmiyum, demir, mangan, krom, kobalt, nikel, kurşun düzeyleri ise sırasıyla; 0.01, 0.24, 0.46, 0.08, 0.31, 0.01, 0.07, 0.13 ppm olarak tespit edilmiştir.

Genel olarak haşlanmış midyelerdeki ağır metal düzeylerinin, haşlanmamış midye örneklerine göre düşük olduğu saptanmıştır. Bu da haşlama esnasında ağır metal düzeyinde düşüş olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), Ağır Metal Pişirme.

UNIVERSITY OF KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOLOGY

MSc THESIS

ABSTRACT

THE EFFECT OF COOKING TO HEAVY METAL LEVELS
ON *Mytillus galloprovincialis* (LAMARCK, 1819) MUSSELS

CENGİZ TOSYALI

Supervisor: Assoc. Doc. Dr. Özlem ERDOĞRUL

Year: 2005

Pages: 34

Jury : Doc. Dr. Cemil KARA

: Assoc. Doc. Dr. Naciye KURTUL

The effect of cooking on *Mytillus galloprovincialis* (caught around the İstanbul shores of Marmara Sea) to heavy metal levels has been determined. Thirty kids of mussels have been used in investigation. The metal levels were determined by Atomic Spectrophotometer and average metal levels were calculated as ppm.

The investigation has been done in two steps. While some of the mussels were cooked by boiling, the rest was not cooked in any way but their heavy metal levels were determined (copper, cadmium, iron, manganese, chrome, cobalt, nickel, lead). The levels of copper, cadmium, iron, manganese, chrome, cobalt, nickel and lead in un-boiled mussels were calculated as 0.04, 0.29, 0.79, 0.09, 0.33, 0.03, 0.28 and 0.15 ppm, respectively. The levels of copper, cadmium, iron, manganese, chrome, cobalt, nickel and lead in boiled mussels were determined as 0.01, 0.24, 0.46, 0.08, 0.31, 0.01, 0.07, and 0.13 ppm, respectively.

It has been determined that the heavy metal levels of boiled mussels are lower than the un-boiled mussels. Heavy metal levels were decreased while boiling.

Key words: *Mytillus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), Heavy Metal, Cooking.

ÖNSÖZ

Çevre kirliliğinin ayrılmaz bir parçası olan su kirliliği ve buna bağlı olarak da deniz kirliliği, özellikle Marmara Denizi ve İzmir Körfezi başta olmak üzere ülkemiz içinde sorun olmaya başlamıştır.

Bu yüksek lisans tezi, Marmara Denizi'nin İstanbul kıyılarında yakalanan midye *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)'deki pişirmenin çeşitli ağır metal düzeylerine etkisinin belirlenmesi için Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'nin Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Tıp Fakültesi ve Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Araştırma Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmalarım sırasında bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen ve her zaman beni destekleyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Özlem ERDOĞRUL'a, arkadaşlarım Feryal ERBİLİR ve Yunus ÖZÇELEBİ'ye, Atomik Absorbsiyon ile yapılan analizlerde emeği geçen Dr. Muhsin EZER, Dr. Kadir YILMAZ, Hakan YILMAZ'a, midye örneklerinin tanımlanmasında yardımcı olan Dr. Cemil KARA'ya ve Orhan BÜLBÜL'e istatistiksel analizleri yapan Fatih ÜÇKARDEŞ'e ve Mustafa ŞAHİN'e ve beni bu günlere getiren sevgili aileme, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

EYLÜL 2005
KAHRAMANMARAŞ

CENGİZ TOSYALI

ÇİZELGELER DİZİNİ

	SAYFA
4.1. Haşlanmış ve Haşlanmamış <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819) Örneklerindeki Ağır Metal Değerleri.....	23
4.2. <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)' in Biyolojik Özellikleri.....	23
4.3. T- Testi İstatistik Sonuçları.....	24
4.4. SPSS (Duncan) İstatistik Sonuçları.....	24

1.GİRİŞ

Tüm dünyada çevre kirliliğinin ayrılmaz bir parçası olan su kirliliği ve buna bağlı olarak da deniz kirliliği pek çok ülkenin üzerinde dikkatle çalıştığı bir konudur. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde de özellikle Marmara Denizi ve İzmir Körfezi başta olmak üzere deniz kirliliği ülkemiz için de sorun olmaya başlamıştır (Yazkan ve ark., 2004).

Günümüzde, çeşitli endüstri kollarındaki gelişmeler, modern tekniklere dayalı tarımın yaygınlaşması ve kentleşme sonucu ağır metallerin su ortamındaki derişimi artış göstermiştir (Kalay ve Karataş, 1999). Sudaki ağır metallerin derişiminin artışı, toplumun su ihtiyacını tehdit etmekle kalmayıp, sucul yaşama da zarar verdiği için önemli bir sorundur (Canlı ve ark., 1988). 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 (Yazkan ve ark., 2004).

Çevre kirliliği ilk defa kentsel yaşamın başlaması sonucu ortaya çıkmış ve endüstriyel gelişmeye paralel olarak da artmıştır. Özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısında, nüfus artışındaki hızlanmaya bağlı olarak artan çevre kirliliği, yaşam kaynaklarının daha fazla kirlenmesine neden olmuş ve sonuçta ekosistemin 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).

Doğal dengeyi bozan bu kirletici unsurlar şu şekilde gruplandırılabilir: Organik maddeler, endüstriyel atıklar, petrol türevleri, yapay tarımsal gübreler, deterjanlar, radyoaktivite, pestisidler, inorganik tuzlar, yapay organik kimyasal maddeler ve atık ısı. Bu sınıflandırmaya göre ağır metaller, endüstriyel atıklar ve bazı pestisidler içinde yer alıp, ekolojik dengeyi tehdit eder düzeye ulaşmaktadır (Kaya ve ark., 1998a; Şanlı, 1984; Detlefsen, 1988; Hammand ve Beliles, 1980).

Ağır metaller deniz ortamında iz halinde bulunmalarına karşılık, organizmadaki doğal düzeyleri ve birikimleri farklı olmaktadır. Ağır metal deyimi, doğadaki tüm metalleri ve metalloidler kapsamaktadır. Ağır metaller çevre kirlenmesine neden olmalarından ve çok düşük yoğunluklarda bile deniz organizmalarına ve dolayısıyla insanoğluna, zehirleyici etki göstermektedir. Çağımızda endüstrinin hızla gelişmesi ve yaşam standartlarının yükselmesine paralel olarak, ağır metallerin kullanım alanları da giderek artmaktadır. Bu artışta tarımsal mücadelenin de önemli payı vardır (Kaya ve ark., 1998a; Şanlı, 1984; Hapke, 1991; Uzun, 1993; Şanlı, 1995).

Denizlerde bol miktarda bulunmaları, metalleri yüksek yoğunluklarda biriktirip bunları uzun bir süre bünyelerinde tutmalarından dolayı midyeler, sularda kirliliği yansıtan biyolojik indikatörlerin başında gelir (Uzun, 1993; Uzunören, 1997; Şentürk, 1993; Atayeter, 1991; Tuncer, 1985; Ramelov, 1978).

Bazı araştırmacılar pek çok biyolojik materyalin denizlerdeki bu ağır metal kirliliğini göstermesi yönünden uygun olmadığını ve araştırmalarla denizlerin kirlilik düzeylerini daha iyi gösterebilecek indikatör canlıların saptanması gerektiğini belirtmektedirler (Ikuta, 1990). Deniz midyeleri de bir su ortamındaki ağır metallerin kirlilik düzeyini belirlemede bazı canlılar gibi bio-monitör organizma olarak kullanılmaktadır (Farrington ve ark., 1987; Phillips, 1980; Widdows, 1985). Midyelerin bilimsel çalışmalarda kullanılmasının diğer nedenleri; yerleşik organizma olmaları, uzun ömürlü olmaları, kolay tanımlana bilmeleri ve örneklenebilmeleri, bol miktarda ve kolay ulaşılabilmesi, doğal çevre içerisindeki bulaşıcı hastalıklara ve kirliliğe toleranslı olmalarıdır (Goldberg, 1975).

1.1. *Mytilus galloprovincialis* MİDYESİ'NİN TAKSONOMİDEKİ YERİ

Mollusca filumunun Bivalvia klasisi içinde yer alan Mytilidae familyası geniş bir yayılım alanına sahiptir. Bu familyanın en önemli türleri ise *Mytilus galloprovincialis* (kara midye veya Akdeniz midyesi), *Mytilus edulis* (mavi midye veya Avrupa midyesi), *Modiolus barbatus* (at midyesi) ve *Perna* sp. (Afrika midyesi)'dir. Ülkemiz sularında ise Mytilidae familyasının ekonomik olarak değerlendirilen yukarıdaki türlerinden *Mytilus galloprovincialis* ve *Modiolus barbatus* olmak üzere iki türü bulunmaktadır. *Mytilus galloprovincialis* İzmir'den Karadeniz sularına kadar toplanırken, *Modiolus barbatus* avcılığı en fazla Ayvalık ve civarından yapılmaktadır. Toplanan midyelerin bir kısmı taze veya işlenmiş olarak yurtiçinde değerlendirilirken önemli bir kısmı yurtdışına pazarlanmaktadır (Alpbaz, 1993; Alpbaz, 1997).

1.2. MİDYELERİN MORFOLOJİSİ VE BİYOLOJİSİ

Mytilid kabukları mikro yapıya sahiptirler. Ilıman bölgelerde kabuk 2 veya 3 tabakalı argonit ve kalsitten oluşurken diğer bölgelerdeki kabuklar 2 tabaka argonit ve sedef tabakasına sahiptirler (Gosling, 1992).

Genel olarak *M. galloprovincialis*'in kabukları ön (anterior), arka (posterior), ventral ve dorsal kenar olmak üzere dört kısma ayrılabilir. Ön kenar çok kısa olup kabuklar burada birbirlerine bağlıdır. Ventral kenar bysus ipliklerinin çıktığı kenardır. Önden arkaya kadar düz bir yapıdadır. Ventralin tam tersi kenar ise dorsal kenarı oluşturur. Kavisli olması dikkat çekicidir. Posterior kenar ise midye kabuklarının açıldığı uç kısma denilmektedir. Anterior-dorsal kenarda kabukların birbirine bağlı durmasını sağlayan boynuza benzeyen ligament yer alır. Ligament iki kabuk arasında düz bir oluk içersindedir. Ligament kabukların kapama kaslarının kapama kuvvetlerinin tersi yönde bir kuvvete sahiptir. Ölen midyede kaslar kapama kuvvetini kaybettiklerinden ligamentin aksi yöndeki elastikiyetinden dolayı kabuklar açık kalır. Kabukların üzerinde, umbodan itibaren küçük eliptik daireler şeklinde başlayan ve kenara paralel olarak devam eden büyüme çizgileri vardır. Midye uygun olmayan ekolojik şartlara maruz kaldığında, büyüme çizgilerinde anormal bir sıklaşma, yukarı doğru kabarma veya aşağıya doğru çökme görülür. Midyelerin sağ kabukları sol kabuklarından 1mm kadar daha yüksektir (Uysal, 1970). Kabuğun ventralinde bysus yarığı vardır. Bu yarık periostrakum kıvrımlarıyla örtülüdür. Vücudun ventralinde bulunan periostrakum kıvrımları, kabuklar kapandığında yastık

görevi görürler. Kabuklar kapandığında bysus ipliklerinin çıktığı bu alandan içeri su veya istenmeyen maddenin girmesini engellerler (Uzunören, 1987).

Kabuklara içten bakıldığında kolayca fark edilebilen iki renk görülür. Orta kısım beyazımsı sedef parlaklığındadır. Kenarlara doğru renk koyu mavi olur. Bu iki kısım birbirinden manto çizgisi ile ayrılırlar. Manto kabuk üzerinde belirgin bir iz bırakır (Alpbaz, 1993).

Kabuklar kapama kası kesilerek açıldığında, manto boşluğunda şu kısımlar göze çarpar: Kabuk içerisine yerleşmiş ve buraya sıkıca bağlanmış manto lobları; arteriorde, kabukların kenetlendiği gaga şeklindeki dişli kısmın hemen alt tarafında, ligament eksenini üzerinde, ince yarık şeklinde bir ağız; ağız etrafında altta ve üstte birer çift olmak üzere dört adet ağız kolu (palial palp) bulunur. Bunların birbirine bakan kısımları oluklu olup, üzerleri kirpikli epitel hücreleri ile örtülüdür. Ağızdan sonra özafagus ve ortaya yakın yerde ligament eksenini üzerinde, dil şeklinde koyu kahverengi kızılımsı renkte bir ayak ve ayağı öne, arkaya bağlayan kaslar görülür. Ayağın hemen arka tarafında bysus iplikleriyle, bunların çıktıkları ve bissogen bezlerinin bulunduğu bir şişkinlik yer almaktadır. Bu şişkinliği takiben, genital kanalların bol olarak bulunduğu mesosoma, ayağın önüne ve arkasına doğru uzanan "V" şeklinde kaslar, özafagusun iki tarafında ve kasların üzerinde serebral ganglionlar, anterior kasların altında ve mide etrafında koyu kahverengi karaciğer bezleri bulunur. Bunların üzerinde vücudun iki tarafında labial palplerden posterior kapama kasına kadar, bir çift bojanus organı uzanmaktadır. Bojanus organlarının dış kenarları boyunca, kenar bantları ile vücut duvarına tespit edilmiş, uçları serbest birçok filamentten oluşan kitap yaprağı şeklinde iki çift solungaç, longitudinal olarak ağzın dış kenarından posterior kapama kasına kadar uzanır. Solungaç bantları ile posterior kapama kası arasında üreme, boşaltım ve anüs açıklıkları, dorsalde ligamentin bittiği yerden posteriore doğru uzanan perikard boşluğu ve bu boşlukta kalp bulunur (Uysal, 1970; Seed ve Suchanek, 1992; Gosling, 1992).

Midyeler 2–100 µm boyutlarında olan organik ve inorganik her türlü partikülü süzerek beslenirler. Ortalama 7-8 cm boyundaki bir midye saatte 10-15 litre suyu süzme özelliğine sahiptir. Midyelerin filtrasyon hızı üzerine;

- midye büyüklüğü,
- partikül büyüklüğü,
- partikül yoğunluğu,
- partikül türü,
- su sıcaklığı,
- su akıntısı etkilidir (Bayne ve ark., 1976).

Midyelerde beslenme az olduğunda büyüme yavaşlar veya durur. Et verimi düşer ve gonadlarda olgunlaşma tam olmaz, alınan döller dayanıksız ve küçük olur (Bayne ve ark., 1976).

Sıcaklığın 8–10 oC civarında olduğu kış aylarında ise midyeler, partikül organik madde içerisinde yer alan ve canlı organizma olmayan kısmı ek besin olarak

kullanmaktadırlar (Stirling ve Okumuş, 1995). Kabuklu su canlılarında büyüme sıcaklık ve besin durumu etkilemektedir (Seed ve Suchanek, 1992; Langdon ve Newell, 1990).

1.3. MİDYELERİN GELİŞİMİ

Midyelerin gelişmesinde üzerine kendilerini yapıştırdıkları zeminin yapısı rol oynar. Taşlık zemine yapışmış midyeler, demir veya tahta zeminlerdekilere oranla daha hızlı gelişmektedirler. Bunun başlıca nedeni, midyelerin fizyolojik faaliyetleri sonucunda suya bıraktıkları karbonik asit aracılığı ile bissuslarını yapıştırdıkları taşlardan, kabuğun büyümesi için gerekli kalsiyum karbonatı kolayca sağlayabilmelerindedir. Bu nedenle taş zemin midyelerinin kabukları diğer zeminde gelişenlere oranla daha kalın ve yaşlarına göre boyları daha büyüktür. Midyelerin büyüme hızını saptayan diğer bir faktör de, derinliktir. Yüze yakın bölgelerde yaşayan midyeler, derinlerdekilere oranla daha yavaş büyürler. Özellikle Atlantik Okyanusu'ndaki midye yatakları, gel-git olayının etkisi altındaki sığ sularda bulduklarından, suyun çekilmesi ile midyeler günün belirli saatlerinde su dışında kalır ve beslenemezler. Aynı bölgedeki daha derin popülasyonlar, bunlara oranla daha iridirler (Alpbaz, 1993).

Türkiye sularında gel-git olayları hissedilmeyecek kadar küçük olduğundan, yüze yakın gelişen midyeler, yalnızca su seviyesinin mevsimsel alçalmalarından etkilenirler. Midyelerin büyüme hızı, ortam sıcaklığının azalmasıyla çoğalmasından da etkilenmektedir. Zira midyelerin gelişmesi 6°C'nin altında ve 28°C'nin üzerinde durur. Midyeler tuzluluğu nispeten az olan suları tercih ederlerse de, her türlü tuzluluktaki sular da yaşayabilmektedirler. Başka bir deyimle midyeler euryhalin türlerdir. En uygun (optimal) tuzluluk %15-22'dir (Çelikkale ve ark., 1999).

Karadeniz midyeleri oksijensiz (anaerobik) şartlarda ortalama beş gün yaşayabilirler. Bu nedenle kapalı kutularda canlı olarak taşınmaları mümkündür. Su dışında kalan midyeler 10-23°C arasında değişen nemli ortamlarda altı gün süre ile yaşamlarını sürdürebilmektedirler (Çelikkale ve ark., 1999).

1.4. BESİN DEĞERİ OLARAK MİDYE

Genel olarak midye, lezzetli ve çok çeşitli yemeklerin hazırlanabildiği bir su ürünüdür. Özellikle gelişmiş ülkelerdeki tüketiciler, besin maddelerinin yalnızca lezzeti ile değil, aynı zamanda besin değeri ile de yakından ilgilenmektedirler. Diğer hayvansal besin maddelerinde olduğu gibi, midyelerin besin değeri de içerdiği protein, yağ, karbonhidratlar ve kalorisi ile belirlenir. Bu maddelerin 100g yenebilir etteki ortalama miktarları;

- 14 g Protein,
- 2 g Yağ,
- 3 g Karbonhidrat,
- 90 Kalori olarak saptanmıştır (Uysal, 1970).

Uysal (1970) bir çalışmada, midyenin proteince oldukça zengin bir besin kaynağı olduğunu, ancak bir besin maddesinin proteince zengin oluşunun, insan için mutlaka

yararlı olacağı anlamına gelmediğini vurgulamıştır. Besin maddesinde protein içeriği kadar önemli olan diğer bir faktör de, bu proteinin sindirilebilirliğidir. Sindirilebilirlik, nispi ve gerçek olmak üzere iki kavram ile ifade edilir. Ayrıca söz konusu proteinin biyolojik değeri ile net kullanılabilirlik değerleri de beslenme değerinin saptanmasında rol oynar. *M. galloprovincialis* için bu kavramların ortalama besin değeri yüzde (%) olarak aşağıda verilmiştir.

- Nispi sindirilebilirlik katsayısı	86.5
- Gerçek sindirilebilirlik katsayısı	91.5
- Biyolojik değer	74.8
- Net kullanılabilir protein	68.4

Buradaki değerlerden de görülebileceği gibi, midyede bulunan proteinin %86,5'i sindirilebilir niteliktedir. Bunun % 91,5'i gerçekten sindirilebilmektedir. Sindirilen proteinin biyolojik faaliyetler için kullanılabilirliği ile metabolizma faaliyetleri için kullanılabilen kısmı arasında %6,4'lük çok küçük fark, midye etindeki proteinin hemen hemen tümünün, insan metabolizmasına yararlı olacağını ortaya koymaktadır. Yukarı da verilen ortalama değerler, midyelerin avlandıkları bölge, derinlik, yaş, büyüklük, erginlik gibi özelliklerine bağlı olarak bazı değişimlere uğramaktadır (Uysal, 1970).

Denizlerin besince zengin olan bütün kesimlerinde "yataklar" halinde yaşayan, kabuğunun dışı mavimsi siyah renkte, içi pembemsi sedef parlaklığında olan midyenin besin değeri çok yüksektir. Bol miktarda protein, A,B,C,D vitaminleri, demir ve kalsiyum mineralleri, az miktarda da yağ içerir. Ancak bir saat içinde kırk litre kadar su filtre ettiklerinden kadmiyum gibi zararlı maddeleri bünyelerinde barındırırlar (Çelikkale ve ark., 1999).

Deniz midyeleri beslenme açısından göz önüne alındığında az da olsa bir protein kaynağıdır. Her 100 gr. yumuşak midye dokusu % 60 oranında protein içerir (Choo ve Ng, 1990). Aynı zamanda midye, niasin, tiamin ve riboflavin ile başlıca kalsiyum ve demir gibi esansiyel metallerin alınımında önemli bir kaynaktır (Cheong ve Lee, 1984). Mineral maddelerden bazıları insan ve hayvanlar için esansiyel iken, bazı ağır metaller belli bir miktarın üzerinde vücuda alındığı zaman çeşitli sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bu metallere kurşun ve kadmiyum çok küçük dozlarda bile organizmalar için toksin etki göstermektedir. Organizmada kalsiyum ve demir eksikliğinde kurşun emilimi artarken, kalsiyum eksikliğinde kadmiyum emilimi de artmaktadır. Kurşun etkisini en fazla merkezi sinir sistemi ve böbrekler üzerinde gösterirken, kadmiyum böbrek ve karaciğer üzerinde tahribata neden olmaktadır. Ayrıca kadmiyum kemik kırılması ve şiddetli kemik ağrılarına sebep olmaktadır. Bakırın bünyeye fazla alınması Wilson hastalığı, böbrek bozuklukları ve nörolojik bozukluklara, çinko ise gastrointestinal bozukluklara yol açmaktadır. Bu ve buna benzer sağlık sorunlarına neden olmasından dolayı bu ağır metallerin gıdalardaki miktarı belli limitlerle sınırlandırılmıştır (Vural, 1996; Robinson ve ark., 1986)

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 savaş uygulamaları oldukça karmaşık çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu tür etkinliklerle çevreye yayılan binlerce kimyasal madde atığının neden olduğu çevre kirlenmeleri artık dünyada evrensel sorun olarak kabul edilmektedir (Şanlı, 1979).

Gelişen endüstrilerin ve daha modern bir yaşam sağlama amacıyla sürdürülen çabaların istenilmeyen bir sonucu olarak ortaya çıkan besin kirlenmeleri, günümüzde de artan bir tehlike halinde önemini korumakta ve toplum sağlığını tehdit eden en önemli unsurlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Şanlı ve ark., 1990; Tunçoku, 1992).

Doğal dengeyi bozan kirlenici unsurlar şu şekilde gruplandırılabilirler; organik maddeler, endüstriyel atıklar, petrol türevleri, yapay tarımsal gübreler, deterjanlar, radyoaktivite, pestisitler, inorganik tuzlar, yapay organik kimyasal maddeler ve atık ısı. Ağır metaller bu sınıflandırmaya göre, endüstriyel atıklar ve bazı pestisitler içerisinde yer almaktadır (Kaya ve ark., 1998a; Kaya ve ark., 1998b; Şanlı, 1984; Detlefsen, 1988; Hammand ve Beliles, 1980).

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

Doğal olarak havada, toprakta ve sular da bulunan metallerle özellikle son yarım yüzyılda dünyanın önemli ölçüde kirlendiği yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Güley ve Vural, 1978). Metaller ve diğer inorganik atıklardan oluşan kirlenici çok çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, yaygın bir kirlenme nedeni oluşturmaları, daima biyolojik sistemlere yönelik etki göstermeleri ve kolaylıkla besin zincirine girerek gelişmiş canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeniyle diğer kimyasal kirlenici arasında ayrı bir öneme sahiptirler (Hışıl ve ark., 1979; Şanlı ve Sarıgöl, 1981).

Günümüzde genel bir kural halinde endüstriyel ve kentsel atıklar, akarsulara, göllere ve kıyı sularına boşaltılmaktadırlar. Karasal ortamda ortaya çıkan kimyasal atıkların da çeşitli doğal etmenlerle dünya su sistemini daha yaygın ve tehlikeli boyutlarda kirlendiği görülmektedir (Tunçoku, 1992; Tunçoku ve ark., 1997; UI, 1971).

Su kirliliği, çevre kirliliğinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. FAO su kirliliğini; “canlı kaynaklara zararlı, insan sağlığı için tehlikeli, balıkçılık gibi çalışmalarını engelleyici, su kalitesini zedeleyici etkiler yapabilecek maddelerin suya atılması” şeklinde tanımlamıştır (Yılmaz, 1998b).

Kirlenici bir bölümünü oluşturan ağır metaller, metal bileşikleri ve çeşitli mineraller; göller, nehirler, körfez ve okyanuslar ile bunların sedimentlerinde geniş bir şekilde yayılmıştır (Bryan ve Uysal, 1978). Bu minerallerin söz konusu olan bu yerlerde bulunmasının iki temel kaynağı vardır. Bunlardan birincisi doğal olarak o yapının bir parçası olmaları, ikincisi ise insan faaliyetleri sonucunda yoğun olarak üretilip çeşitli şekillerde buralara taşınmalarıdır (Chow ve ark., 1976). Kirlenmiş sularda, ortamda

önceden bulunan değerli türler azalırken, bunun yerine kirlenmiş ortamlarda yaşayabilen daha az hassas ve daha az değerli türlerin sayısı artmaktadır. Bunun sonucunda da ortamda biyolojik çeşitlilik azalır ve baskın türlerdeki bireylerin sayısı çoğalarak doğal zenginlik yok olur (Karpuzcu, 1995).

Sudaki besin zincirinde, metalik kirleticilerin gittikçe arttığı bilinmektedir. Kara kesiminde besin zincirinin bir halkasından diğerine yansıyan kalıntı miktarı 2, 3 veya en fazla 100 katı olarak ifade edilirken, su ortamında biyomagnifikasyon sonucu binlerce katına ulaşır (Ozan, 1975a; Ozan, 1975b; Sonal, 1994; Tunçoku, 1992). Su ortamında bulunan metal bileşiklerinin büyük bir bölümü suda erimediklerinden kolaylıkla diffizibl hale geçebilmektedirler. Bitkisel ve hayvansal yağlarda kolayca eriyebilen bu bileşikler özellikle suda yaşayan ilkel hayvanlar üzerinde birikerek besin zincirinin ilk halkasını oluşturan fitoplanktonik organizmaların yapısına girerler. Bu canlılarla beslenen kurtçuklar, deniz yumuşakçaları ve balıklarda metal düzeyi sulardakinin binlerce katına kadar yükselmiş olur. Sudaki metal kirleticilerinin besin zinciri boyunca gittikçe artan yoğunlukta birikmesi sonucu, son yıllarda birçok ülkenin deniz ve tatlı su ürünlerinin halk sağlığı yönünden alarm sayılabilecek derecede tehlikeli düzeylerde metallerle kirlendikleri anlaşılmıştır (Ozan, 1975a; Ozan, 1975b; Sonal, 1994).

1.4.1. Besinlerde Bulunan Toksik Maddeler

Besin maddelerinin üretimi, işlenmesi, muhafazası ve tüketime sunulması aşamalarında oluşan kimyasal kontaminantlar ve kalıntı maddeleri besin hijyeninde önemli yer tutar. Besin maddelerine kimyasal bileşiklerin bulaşmasının önüne geçilmesi ve bunların kontrollerinin zor olması nedeniyle mikrobiyolojik etmenlerin yarattığı tehlikeye oranla kimyasal maddelerin oluşturduğu risk potansiyeli daha yüksektir. Bu kimyasal maddeler veya organik bileşikler sentetik ve doğal kökenli olabilir. Kimyasal çevre kontaminantları tehlikesini akut ve kronik olarak gösterirler. Organizmada akümüle olarak madde değişimine uğramakta ve sinerjik etki göstererek insan sağlığına zarar vermektedirler (Güney, 1996).

1.5. SULARI KİRLETİCİ KAYNAKLAR

Bugün için su kirlenmesinin en önemli nedeni kara kökenli kirlenmelerdir. Karadan çeşitli atıkların suya dökülmesiyle ortaya çıkan bu tür kirlenmelerde, kirlenme nedeni olan atıklar değişik kimyasal yapıdaki maddeler olarak nitelendirilir. Söz konusu atıklar genellikle doğal atıklar ve endüstriyel atıklar olmak üzere iki kategoriye ayrılmaktadır. Doğal atıklar; lağım akıntıları, yiyeceklerin işlenmesi sonucu türeyen atıklar ve tarım bölgelerinden gelen atıklardır. Endüstriyel atıklar ise ağır metaller, radyoaktif maddeler, inorganik kimyasal maddeler ve sıcak sulardır. Bu atıklar su çevresine ya doğrudan doğruya kıyıda bulunan döküntü noktalarından atılırlar ya da atıkların döküldüğü akarsular aracılığıyla taşınırlar (Güney, 1996).

1.6. ÇEVREDEN GEÇEN TOKSİK MADDELER

Midyelerin yaşam ortamını oluşturan deniz, göl ve akarsulara çeşitli kimyasal atıkların karışması, değişen oranlarda ölümlere neden olmaktadır ve bu da tüketici sağlığı açısından önem taşımaktadır (İnal, 1992).

Sözü edilen bu çevre kontaminantlarını aşağıdaki gibi gruplandırmak gerekir:

- Ağır metaller
- Organoklorlu bileşikler
- Poliklorize bifeniller
- Diğer bileşikler

Ateş keşfedildiğinden beri insanoğlu ağır metal emisyonlarıyla çevreyi etkilemektedir. Bu emisyonlar metal iş tekniklerinin kullanılmaya başlamasıyla artmış ve 20.yüzyıl boyunca ağır metal miktarı, dramatik bir şekilde yükselmiştir. Bazı bölgelerde ağır metal seviyeleri insan ve diğer canlı organizmaların sağlığı için kritik sınırlara ulaşmıştır (Güney, 1996). İki genç kimyacı 1865 yılında dietil cıva hazırlarken buharını solumuşlar ve ciddi şekilde zehirlenmişlerdir. Kimyacıardan biri on bir gün diğeri ise bir yıl yaşayabilmiştir. Ancak bu bir yıllık yaşam kör, sağır ve deli olarak geçmiştir (Güney, 1996). İnsanoğlunun alkali cıvayla tanışması 1950 yılında Minamata koyundaki suyun metil cıva ile az bir miktar karışması ve salgın bir zehirlenme zamanına dayanmaktadır. Japon hükümeti ve kimya endüstrisi bu salgının sebebinin onaylamayı reddetmiştir. Ancak ölçümlerin tekrarlanması önleyememişlerdir. Daha sonra ikinci büyük bir olay yine Japonya'da 1994-1995'de Niigata'da patlak vermiştir. Bu salgında da bir toksik cıva bileşiği çevreye bırakılmıştır. Bu cıva deniz ürünlerinde birikmiş ve insan besin zincirine girmiştir (Güney, 1996). 1972'de ise cıva ile muamele görmüş büyük bir parti tohumluk buğday Irak' a gönderilmiş ve çuvalar üzerinde yalnız tohumluk olduğuyula ilgili açıklamaları okumayan iraklı köylüler, buğdayın tohum olarak kullanmadıkları kısmını ekmek yapımında ve hayvan yemi olarak kullanmışlardır. Resmi kayıtlara göre toplam 459 kişinin ölümü, 6530 kişinin de sakat kalmasıyla sonuçlanan bu olay oldukça çarpıcıdır (Kışlalıoğlu ve Berkes, 1994; Güney, 1996). Bitkilerde ve hayvanlarda cıva birikiminin göz önüne alınmasını gerektiren en önemli faktör organizmada doğal cıva kaybı oranıdır. Kayıp oranı, konsantrasyonla ve organizmanın kendi kendini temizlemesi için gereken zamanın sağlanmasıyla direkt olarak ilgilidir (Clark, 1981; Güney, 1996).

Metallerin bazıları (örneğin demir, mangan, çinko, bakır, kobalt, molibden vs.) organizmaların yaşamları için gereklidir. Canlı bünyesinde yaşamsal fonksiyonları olan bu metallerin konsantrasyonlarındaki en küçük bir değişiklik, dokularda tahribata ve dolayısıyla organ ve dokunun görevini yapmasını engelleyerek ikinci bir değişime neden olmaktadır (Merlini, 1980; Engel ve ark., 1981).

Kurşun bileşikler hayvan metabolizmasında metabolik değişimlere uğradıktan sonra organik kompleksler halinde belirli organlarda yerleşirler. En çok yerleştikleri dokular sırasıyla karaciğer, böbrekler ve kemiklerdir. Kurşun hücre duvarının yüzeyindeki veya hücre içindeki çeşitli komponentlerle reversibl olarak birleşir (Füllgraff, 1989).

Kadmiyum, biyolojik sistemlerde çok yavaş proseslerden geçer. Hayvanlarda bitkilere oranla daha yüksek konsantrasyonlarda bulunur. En çok yerleştiği organ karaciğer ve böbreklerdir. Yaşlı hayvanlarda uzun süren akümülyasyona bağlı olarak daha fazladır (İnal, 1992).

Kadmiyum ve kurşunun çeşitli endüstri dalları ve günlük yaşamda giderek artan boyutlarda tüketimi çevrede bu metallerin neden olduğu kirliliğin artmasına yol açmıştır. Kurşun ve kadmiyum atık sularla doğrudan, atmosferden presipitasyon yoluyla, sel suları, toprak ve kanalizasyon depozitleriyle su sistemine taşınır (Tunç, 2001).

Toksik etkisi uzun zamandan beri bilinen metalik cıva ve inorganik bileşikleri ile organik cıva bileşiklerinin insan ve hayvanlarda neden olduğu bireysel ya da toplu zehirlenmeler sıklıkla görülmektedir. Kirlilik halindeki metalik cıva ve inorganik bileşiklerinin su, toprak ve sediment ortamındaki bakteriyel faaliyetlerle metilasyona uğratılarak büyük bölümünü metil merkürinin oluşturduğu ve su ürünleri için son derece zehirli olan organik cıva bileşiklerine dönüştürüldüğü bilinmektedir. Bu nedenle su ürünlerinde bulunan metil merkürinin kalıntıları kronik toksisite bakımından önem taşımaktadır (Ozan, 1975a; Ozan, 1975b; Şanlı, 1979).

Canlı ve biyolojik sistemler için dışarıdan alınması gereken temel besin unsurları olmalarına rağmen fazla miktarlarda alındıklarında veya uzun süre gereğinden fazla miktarlarına maruz kalındığında insanlar ve hayvanlar için zehirleyici de olurlar (Şanlı, 1995a).

Evcil hayvanlarda sık sık zehirlenmelere neden olan metallere birisidir. Bunun başlıca nedeni organik ve inorganik bileşikler halinde insektisit, herbisit ve akarasit olarak zirai mücadelede, boya endüstrisi, seramik ve süs kâğıtçılığında, ayrıca kanatlı besiciliğinde geniş çapta kullanılması ve benzeri preparatların yapımında da etkin madde olarak değerlendirilmesidir (Booth ve McDonald, 1991; Şanlı, 1984; Şanlı, 1995b).

Arsenik, gerek saf ve gerek diğer maden filizleriyle kombine olmuş halde doğada yaygın şekilde bulunur ve bu şekliyle de kolaylıkla su, bitki ve dolayısıyla gıdalara geçebilir. Bu metalin başlıca doğal kaynakları olarak miskipel veya arsenikli pirit ($FeS_2 \cdot FeAs_2$), arsenik sülfürlerinden realgar (As_2S_2) veya orpimet (As_2S_3) önemlidir. Çevrede bulunan arsenikli atıklar doğal koşullara çok dayanıklı olduğundan kalıcı kirlenmelerin ortaya çıkması kaçınılmazdır. Diğer taraftan arsenik, yer kabuğunun oluşumuna katılan temel elementlerden biri olması nedeniyle toprak, su ve tüm canlılar ile besin maddelerinde doğal olarak belli düzeylerde bulunur. Ekilebilir topraklarda 0,5–100 ppm arasında değişir. Bununla birlikte, 2 mg/kg'dan fazla arsenik içeren gıdalar ile 0,2 mg/l'den fazla arsenik içeren suların tüketilmesi, özellikle yenilebilir dokularda bu metalin birikimine neden olacağından tehlikeli kabul edilmektedir (Booth ve McDonald, 1991; Şanlı, 1984; Şanlı, 1995; Borgstrom, 1962; Clarke ve ark., 1981; Hapke, 1991).

Arsenik bileşiklerinin çoğunlukla kokusuz, tatsız ve kolaylıkla diğer ilaçlarla karışabilir görünümde olması, endüstriyel ve tarımsal savaşa kadar yaygın bir kullanım

alanı bulmuş olması, bu bileşiklerle zehirlenmenin yaygınlığını ve sıklığını kolayca açıklar. Ayrım göstermeksizin tüm canlılar üzerinde toksik etkili olan arsenik, genellikle elementer, üç ve beş değerlikli bileşikler halinde bulunur. Zehirlilikleri vücutta bulunma ve atılma süresiyle yakından ilişkilidir. Etki mekanizması kükürt ihtiva eden değişik enzimlerle reaksiyona girmesine bağlanmaktadır. Evcil hayvanlarda zehirlenme riski yaratması bakımından en tehlikeli arsenik preparatlarının başında herbisitler, sinek kovucular ve banyo sıvısı olarak hazırlanan ektoparazit ilaçları gelir. Çünkü bu preparatlardaki arsenik bileşikleri genel olarak çözünebilir şekildedir (Şanlı, 1984; Şanlı, 1995b; Uzun, 1993).

1.6.1. Organoklor Bileşikleri

Çok sayıdaki organik klor bileşiklerinden kalıntı maddeleri olarak ancak belirli sayıda aromatik karbonhidratların pratik bir önemi vardır. Bunlardan bazıları insektisit veya fungusit olarak kullanılırken diğerlerinden teknolojide yardımcı maddeler olarak yararlanılır. Ayrıca herbisitlerin de gıda maddelerine karıştığı vakalara oldukça sık rastlanır. Organoklor bileşiklerinin son yıllardaki kullanım miktarları giderek azalmıştır (İnal, 1992).

1.6.2. Poliklorize Bifeniller

Poliklorize bifenillerin oranı özellikle yağlı balıklarda fazla bulunmuştur. Elde edilen araştırma bulgularına göre, PCB ile ileri derecede kontamine olan deniz ürünlerinden yiyen kişilerin karaciğerlerinde monooksijenaz sistemin aktive olduğu gözlenmiştir. Bu aktivitenin paralelinde karaciğerde büyüme ve hücrelerde normal dışı üreme oluşabilmektedir. Bu nedenle PCB'nin kötü tabiatlı tümörlerin oluşumuna neden olduğu yönünde görüşler vardır (Fülgraff, 1989).

1.7. AĞIR METALLERİN METABOLİK VE TOKSİK ETKİLERİ

1.7.1. Elementlerin Fonksiyonları

Kültür suyunun iyonik yapısı su hayvanlarının metabolizma prosesleri üzerinde hayati bir rol oynar. Elementlerin elektrokimyasal, katalitik ve yapısal olmak üzere üç fonksiyonu vardır. Elementler, metabolik enerji kaynağı olarak kullanıldıklarında, elektrokimyasal olarak rol oynarlar. Bütün temel elementler enzim aktivatörleri olarak davranırlar ve biyokimyasal reaksiyonları ayarlamaya yardım ederler, işte o zaman katalitik olarak rol oynarlar. Protein ve aminoasitler gibi maddelerin sentezinde pek çok element gereklidir. Bu ise elementlerin yapısal fonksiyonudur ve element son ürünün vazgeçilmez bileşenidir (Mutluay ve Demirak, 1996). Bilinen elementlerin çoğu tabii sularda bulunurlar. Pek çoğunun ölçülebilir etkileri yoktur ve muhtemelen çok önemli değildirler. Verilen bir X elementinin sudaki canlılar için önemi şu faktörlere bağlıdır:

- a) Eğer X elementi yoksa organizma büyüyemez ya da hayat çevrimini tamamlayamaz.

- b) Başka bir element X in yerini alamaz.
c) X organizmanın metabolik fonksiyonlarını direkt olarak etkiler (Mutluay ve Demirak, 1996).

Elementler hayvanlara iki mekanizma ile girer: Basit difüzyon ve aktif olarak alma. Difüzyon olayında bir iyon sudaki yüksek konsantrasyonlu bölgeden hareket ederek daha seyreltik olan hücre sıvısına geçer. Aktif olarak alınmada ise, organizmada bir elementin konsantrasyonu düşünce o element sudan seçimli olarak ekstrakte edilir. Bu olay, ısıya sıkı sıkıya bağlıdır ve 10°C'lik bir sıcaklık artışı absorpsiyonu %100 azaltır. Aktif olarak alma, mevcut oksijene de bağlıdır. Solunma engellendiğinde ortadan iyonlar aktif olarak alınır (Mutluay ve Demirak, 1996).

1.7.2. Elementlerin Toksik Etkileri

Pek azı dışında, saf tuz çözeltileri su hayvanları için toksiktir. Deniz suyundaki elementler, ancak iyonlar arası rekabetin tek bir iyonun zehirli etkisini ortadan kaldırdığı dengeli kombinasyonlarda besleyici ve hayati devam ettirici özelliktedirler. Çok değerli iyonlar iki veya tek değerli iyonlardan daha kolay alınır. Bu hem katyon hem de anyonlar için geçerlidir. Bir hücre içindeki adsorpsiyon rekabeti aynı özellikteki iyonlar arasında görülür. Örneğin gerçek bir rekabet K^+ ve Rb^+ , Ca^{+2} ve Sr^{+2} gibi iyonlarda görülür. Bu gibi durumlarda ortamdaki bir iyonun fazlalığı diğer iyonun alınımını azaltır (Mutluay ve Demirak, 1996).

1.7.3. Ağır Metallerin Vücuttaki Metabolik Etkileri

Canlıların yaşam faaliyetlerini sürdürmesi için 20–21 kadar elemente gereksinim duyulmaktadır. Canlı yapılarıdaki oranları %0.05 ile %6 arasında değişen metaller, metal aktif ve metal enzim sistemlerinde yer almaktadır. Arsenik, antimon, kurşun, kadmiyum ve cıva gibi metaller ise toksik etkili olarak bilinmekte ve çok düşük oranlarda dahi vücuda alındıklarında bir takım semptomlara neden olmaktadır. Bazılarının etkisi ise giderek artma eğilimindedir. Bu toksik elementler gıda ve içeceklerde de bulunmakta, endüstrileşme ile çevre kirlenmesi sonucu oranları artmaktadır (Güney, 1996).

Demir, kandaki oksijenin vücuda dağıtımını sağlayan hemoglobinin oluşumunda rol oynar. Regl ve hamilelik dönemleri vücuttaki demir seviyesini azaltan faktörlerdendir. Aynı zamanda yaşlılar, diyet yapanlar, vejetaryenler de önlem almalıdırlar. Çünkü demir eksikliği anemi (kansızlık) hastalığına neden olur. Kırmızı et, balık türleri, kuru fasulye, kurutulmuş meyve, yumurta sarısı ve yeşil yapraklı sebzeler, demir içeren besinlerden bir kaçıdır (Mutluay ve Demirak, 1996).

Bakır, karaciğerde depolanan önemli minerallerden biridir. Vücut dokusunun yeniden oluşması için gerekli enzimlerin hayati komponentidir. Hemoglobine bağlı demirin korunması ve vitamin C'nin kullanımı için gereklidir. Beyin sinirlerimiz ve bağ dokusu için bakır miktarı önemlidir (Mutluay ve Demirak, 1996).

Krom, vücuttaki basit şekerin parçalanmasında rol oynar. İnsülin oluşumuna, kandaki şeker ve kolesterol düzeyinin kontrolüne yardım eder. Krom, vücuttaki enzim ve hormonlar için çok önemlidir (Mutluay ve Demirak, 1996).

Manganez, sinir sistemi, beyin ve kasların beslenmesi için gereklidir. Vücudun tüm dokularında bulunur. Protein, yağ ve karbonhidratın kullanılabilir hale gelmesine yardımcı olan uyarıcı enzimleri aktive ederek çalışır. Vitamin B-1 ve Kolinle birlikte çalışarak sindirime yardımcı olur. Hem kadın hem de erkeklerde üreme sistemi için çok önemlidir (Mutluay ve Demirak, 1996).

Kurşun, cıva, bakır, çinko gibi ağır metaller suda çok az miktarlarda bulunurlar. Bunların hepsi su hayvanları için toksiktir. Çoğu 1 ppm sınırında öldürücüdür. Çinko, normal miktarlarda bazı enzimatik fonksiyonlar için gereklidir ve birçok proteinlerde yapı elementi olarak bulunur. Bakır bazı enzimlerde bulunur ve pek çok omurgasızın kan proteininde solunum pigmenti halinde mevcuttur. Çinko ve bakır özellikle deniz balıklarındaki protozoanlardan kaynaklanan hastalıkların tedavisinde kullanılır. Burada metalin toksik etkileri bir süre sonra CaCO_3 ile çökelmeyle giderilir. Çinko ve bakır, balıklarda aşırı salgılanmaya neden olur ve balıklara zararlı olan bazı organizmaları öldürürler (Mutluay ve Demirak, 1996).

Organik kurşun tuzları direkt olarak solunur, yutulur veya deriden absorblanabilir. Yetişkinler gıdalardan, havadan ve sudan gelen 150 mg/gün kurşunu tolere edebilirler. Kurşunun toksik etkisi kanda 0.6-1.0 mg/ml olduğu zaman ortaya çıkmaktadır. Çocuklarda bu oran daha düşüktür. Kurşun zehirlenmesi genellikle kronik seviyededir. Özellikle kemik ve kemik iliğinde değişiklikler görülür. Bunun yanında anemiye, nörotoksik etkilerinden dolayı felce, kolik ve nörofizyolojik bozukluklara ve böbrek rahatsızlıklarına neden olur. Vücuttan atılamayan kurşun kemikte depolanır ve hayat boyunca burada kalır (Güney, 1996).

Kadmiyumun metabolizmada absorpsiyonu solunum yoluyla veya kontamine olmuş besinlerin tüketimiyle oluşur. Normal oran günde oral yolla 2–200 mikrogramdır. Bu miktarın sadece %5-10'u absorbe edilir. Absorbe edilen kadmiyumun yaklaşık %50'si karaciğer ve böbrekte birikir. Kadmiyum plasentaya geçmez ve yaş ilerledikçe derece derece birikir. Böbrekteki kadmiyum yarılanma ömrünün 18–33 yıl veya daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. Yüksek konsantrasyondaki kadmiyuma maruz kalmak bir çeşit anemiye, enteropatiye, böbreklerde hasara, proteinüri'ye ve osteoporosis'e sebep olmaktadır (Güney, 1996).

1.7.4. Toksik Ağır Metallerin Su Canlılarına Etkisi

Sularda yaşayan, anaerobik canlılar hariç, canlılar sudaki çözülmüş oksijene ihtiyaç duyarlar. Bu oksijen sayesinde yaşamlarını sürdürmektedirler. Sudaki kirletici maddeler arttıkça bakterilere, mantarlara ve diğer mikroorganizmalara fazla miktarda besin sağlamış olmaktadır. Bu organizmaların atıkları yemesi sonucunda meydana gelen metabolik

aktivite sudaki çözülmüş oksijen miktarını düşürmekte ve ortam anaerobik olmaya başlamaktadır. Bu durumda ortamı terk edemeyen canlıların ölmesi kaçınılmazdır. Zaman zaman görülen toplu ölümlerin temelinde bu sorun yatmaktadır (Şentürk, 1993; Güney, 1996).

Sulara atılan bazı maddeler su kalitesini bozup su ürünlerinin yaşam ortamlarını olumsuz yönde etkilerler. Bazı maddeler ise su ürünlerinin bünyesinde birikerek gıda zinciri yoluyla insanlara kadar geçip zararlı olurlar. Bu maddeler arasında en tehlikelileri ağır metaller, pestisitler, radyoaktif maddeler ve diğer bazı toksik maddelerdir. Cıva, kurşun ve kadmiyum toksik etkileri ile sucul yaşamda çerçevesinde fonksiyon bozukluklarına neden olan çevre kirleticileridir. Bunların sudaki yaşam ortamında fazlaşması, karasal kaynaklı kirleticilerin bir göstergesi sayılabilir. Bu toksik maddeler ekseriyetle endüstriyel atık gazlar, sular ve çöplerden kaynaklanmaktadır. Bunların sudaki canlı varlıklara etkileri bazı cinslerin azalmasından ölümüne kadar çeşitlilik göstermektedir. Çevremiz sanayi atıkları ile kirletildiğinden bu zararlı maddelerin kabul edilebilir atılabilecek değerleri ve insan sağlığının korunması açısından da tüketilen su ürünlerindeki kabul edilebilecek kontaminasyon miktarları belirlenmiştir (Güney, 1996).

Ağır metaller solunum yollarına çeşitli şekillerde etki etmektedirler. Solungaçların operkul'lerinin ağır metal ile dolarak kan dolaşımını yavaşlatması ve kalpte sıkışma meydana getirmesine bağlanmaktadır (Şentürk, 1993). Kontamine olmuş sulara kurşun sedimente sıkı sıkıya bağlıdır. Kurşun buharları ancak haftalar sonra organizmaya ulaşır. Çoğunlukla solungaçlar, böbrek ve ciğerde akümüle olur (Anonim, 1987; Güney, 1996).

1.7.5. Metal Zehirlenmesine Etki Eden Faktörler

Ağır metallerin toksisitesi pH, çözülmüş oksijen, sıcaklık, balığın büyüklüğüne oranla çözeltinin hacmi, çözeltinin yenilenme frekansı, çözeltideki diğer maddeler ve sinerjik etki gibi faktörlere bağlıdır. Suyun pH değeri en önemli faktör olabilir. Tatlı sular deniz suyundan biraz daha zayıfça tamponlanmıştır ve bu işlem görmüş tatlı su sistemlerinde ağır metal toksisitesinin etkileri görülür. Ağır metallerin distile ve yumuşak sulara sert ve bazik sulara göre daha toksik olduğu düşünülmektedir (Mutluay ve Demirak, 1996).

Yüksek miktarda çözülmüş oksijen, bakırın toksik etkilerini bir dereceye kadar azaltarak solunumu kolaylaştırır. Su yüzeyinin kuvvetli bir şekilde karıştırılması, suyun pH'ını düşürür ve bakırı çözümlü halde tutacak olan serbest CO₂ birikimini önler. Sıcaklık artışı, ağır metallerin midyelere karşı olan toksikliğini çoğaltır. Kurşun tuzlarının toksisitesi su miktarı azaldıkça ve midyenin büyüklüğü arttıkça azalır. İşleme sokulan suyun sık sık değiştirilmesi de toksisiteye etki eden bir faktördür (Mutluay ve Demirak, 1996).

1.7.6. Ağır Metallerin Neden Olduğu Sağlık Problemleri

Farklı amaçlarla değişik alanlarda kullanılan ağır metallerden bakır, çinko, kurşun ve kadmiyum değişik yollarla vücuda belli limitlerin üzerinde alındığında özellikle bazı

dokularda birikerek ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Mineral maddelerden bazıları insan ve hayvanlar için esansiyel iken, bakır, çinko, kurşun ve kadmiyum gibi ağır metaller ise belli limitlerin üzerinde vücuda alındığı zaman farklı sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bakır, Wilson hastalığı, böbrek bozuklukları ve nörolojik bozukluklara; çinko, gastrointestinal bozukluklara; kurşun, beyinde hasar, kansızlık, böbreğin zarar görmesi ve nörolojik fonksiyon bozukluklarına; kadmiyum ise organlarda kanser, kemik kırılması ve şiddetli ağrılara neden olmaktadır. Bu ve buna benzer sağlık sorunlarına neden olmalarından dolayı bu ağır metallerin gıdalardaki miktarı belli limitlerle sınırlandırılmıştır (Anonim, 1987).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışmamızla benzer nitelikte olan çalışmalar fazladır.

Ramelov ve ark. (1978), tarafından yapılan çalışmada Akdeniz'den toplanan çeşitli su ürünlerindeki 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.

Tuncer (1985), yapmış olduğu çalışmada *M. galloprovincialis*'de saptadığı metal düzeyleri yönünden, bütün mevsimlerde sırasıyla; demir>çinko>kurşun>bakır şeklinde bir azalmanın olduğu kaydedilmiştir.

Emre (1987), Gemlik Körfezinde avlanan midyelerdeki (*Mytilus galloprovincialis*) bakır miktarını 0,51–4,43 µg/g arasında bulmuştur.

Uzunören (1987), Marmara Denizi ve İstanbul Boğazı'nın dokuz farklı istasyonundan toplanan midyelerde (*Mytilus edulis*) arsenik düzeylerini saptamıştır. Çalışmada en düşük arsenik düzeyi 0.99 ± 0.16 ppm ve en yüksek arsenik düzeyi de 1.6 ± 0.3 ppm olarak belirlenmiştir.

Atayeter (1991), tarafından yapılan çalışmada, İstanbul Boğazı Anadolu Kavağı Yöresi'nden elde edilen *M.galloprovincialis* türü midyelerde, solungaç ve sindirim bezlerindeki demir, bakır, çinko, kurşun ve alüminyum metallerinin birikimi, aylara ve midye büyüklüğüne göre değerlendirilmiştir. Bu çalışma sonunda Ağustos, Eylül ve Kasım aylarında en fazla birikim çinkoda olmuş, bunu sırasıyla demir, bakır ve kurşun izlemiştir. Ocak ve şubat aylarında ise en yüksek düzeyde birikim gösteren metal kurşun olmuştur.

Şentürk (1993), tarafından yapılan çalışmada ise Marmara Denizi'nin çeşitli yörelerinden avlanmış olan Mollusklarda, cıva, kadmiyum ve kurşun düzeyleri saptanmıştır. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre midye ve istiridye örneklerindeki ortalama cıva düzeyi 0.46 ppm, kadmiyum düzeyi 0.25 ppm ve kurşun düzeyi de 0.304 ppm olarak tespit edilmiştir ki bu değerler su ürünlerinde kabul edilebilir ağır metal düzeylerinin altında kalmaktadır.

Güney (1996), Tekirdağ ili Marmara Denizi açıklarından ve İzmit Körfezi'nden avlanan istavrit balıklarındaki ağır metal (cıva, kurşun, kadmiyum) birikimi ve bu birikime çeşitli pişirme yöntemlerinin (ızgara, buğulama, derin yağda kızartma) belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada şu sonuçları elde etmiştir: Çeşitli yöntemlerle pişirilen istavrit balıklarının en yüksek pişme verimi buğulama yöntemiyle pişirmede elde edilmiştir. Bunu ızgara yönteminin ve derin yağda kızartma yönteminin takip ettiği saptanmıştır. Tekirdağ ili Marmara Denizi açıklarından avlanan çığ istavrit balıklarındaki cıva ve kurşun miktarlarının genel ortalaması (yaş ağırlık üzerinden) sırasıyla 0.029 ppm, 0.038 ppm'dir. Bu bölgede kadmiyum ağır metali tespit edilememiştir. İzmit Körfezi'nden avlanan çığ istavrit balıklarındaki cıva, kurşun ve kadmiyum miktarlarının genel ortalaması yaş ağırlık

üzerinden sırasıyla 0.316 ppm, 0.270 ppm, 0.061 ppm olarak tespit edilmiştir. Kimi pişirme yöntemlerinin balıklardaki ağır metal miktarını değiştirdiği saptanmıştır.

Atta ve ark. (1997), yaptıkları çalışmada *Tilapia nilotica*'daki kadmiyum, bakır, kurşun ve çinko düzeylerini ve bu düzeye pişirmenin etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak kadmiyum, bakır, kurşun ve çinko düzeylerine pişirmenin etkisinin olduğunu, fırında pişirmenin balık parçalarındaki ağır metal içeriğine, buharla pişirmeden daha yüksek bir etkiye sahip olduğunu ve pişirme esnasında ağır metal kaybının gerçekleştiğini tespit etmişlerdir.

Yarsan ve ark. (2000), çalışmalarında Van Gölü'nden topladıkları midye (*Unio stevenianus krynicki*) örneklerinde ağır metal düzeylerinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Bu amaçla 01.01.1994–01.01.1995 tarihleri arasında dört mevsimi temsil edecek şekilde toplam 120 adet midyeyi analize tabi tutmuşlardır. Örneklerdeki organik madde kısımları MgO-Mg (NO₃)₂ karışımı ile kuru külleştirmeye yaktıktan sonra, arsenik düzeylerini gümüş dietilditiyokarbonat ile spektrofotometrik olarak; bakır, kadmiyum, çinko ve kurşun düzeylerini de atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile ölçmüşlerdir. Analiz edilen bütün midyelerdeki kurşun düzeyleri 1,43±0,81 ppm, kadmiyum düzeyleri 0,09±0,02 ppm, bakır düzeyleri 5,83±0,73 ppm, çinko düzeyleri 15,93±3,26 ppm ve arsenik düzeylerini de 0,06±0,05 ppm olarak tespit etmişlerdir. Sonuç olarak örneklerde tespit edilen metal yoğunluklarının, ülkemiz ve diğer ülkeler için kabul edilen normal değerler içerisinde olduğunu rapor etmişlerdir.

Fung ve ark. (2004), yılında yaptıkları çalışmalarında, *Perna viridis* ve *Mytilus edulis* kullanarak Çin'in doğu kıyıları boyunca organik ve ağır metal kirliliklerinin midye bazlı gösterimini araştırmışlardır. Bunun için Eylül ile Ocak 2001 tarihleri arasında Çin'in doğu kıyıları boyunca yedi bölgeden yeşil dudaklı midye *Perna viridis* ve mavi midye *Mytilus edulis* toplamışlardır. Midye dokusu gümüş, kadmiyum, , krom, nikel, kurşun, selenyum, çinko, bakır, demir ve cıva gibi metaller ve devamındaki organik kirleticiler içeren organik klor bileşikler (OCs), poliklorine olmuş bifeniller (PCBs), petrol hidrokarbonlar (PHCs) ve PAHs içeriği bakımından analiz edilmiştir. Sonuç olarak, yedi bölgeden Shanghai'deki Chongming Dao ve Qingdao'daki Jiao Zhou Wan bölgelerinde, diğer bölgelere göre daha yüksek miktarlarda metal ve organik kirliliğin bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Skinner ve ark. (2004), yılında, güney Avustralya sularında kültürlenmiş ve doğal ortamdaki karadudaklı abalone (*Haliotis rubra*, Leach) içerisindeki ağır metal düzeylerini araştırmışlardır. Bunun için Avustralya Victoria'daki Geelong ve Port Fairy'nin her ikisinden aldıkları *Haliotis rubra*, kara dudaklı abalone'deki on iki metal içeriğini hesaplamışlardır. Kadmiyum, bakır, demir ve çinkonun dört popülasyondan alınan örneklerin ayak kaslarındaki konsantrasyonlarının standartlara uygun olduğu, alüminyum, 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.

Yap ve ark. (2004), çalışmalarında 1999-2001 yılları arasında Malezya Peninsular'ın batı kıyılarındaki dokuz bölgeden (4 yabani 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.

Yap ve ark. (2004), yılında yaptıkları çalışmalarında, başlıca bir üretici (*Ischrysis galbana*) ve tüketici (*Perna viridis*) içerisindeki kadmiyum, bakır, kurşun ve çinko'nun zehirlilik etkisi ve dayanımını araştırmışlardır. Sırasıyla kahverengi alg ve midyelerde bu ağır metallerin 5 günlük EC₅₀ ve 24 saatlik LC₅₀'si belirlenmiştir. EC₅₀ ve LC₅₀ değerleri baz alındığında midyelerin en çok bakır'a daha sonra sırasıyla kadmiyum, çinko ve kurşun'a, algerin ise en çok çinko'ya daha sonrada sırasıyla kadmiyum, bakır ve kurşun'a duyarlı olduğunu bulmuşlardır.

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 için 0,003, krom için 0,021, bakır için 0,112, demir için 2,54, mangan için 9,286, nikel için 0,019, kurşun için 0,01 ve çinko için 0,831µg/g yaş ağırlık olarak bulmuşlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan midye *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) örnekleri Marmara Denizi İstanbul Eminönü kıyılarında avcılık yapan balıkçılardan temin edilmiştir. Araştırmada 30 adet midye kullanılmıştır.

3.2. Metot

Alınan midye örnekleri analizlerin yapılacağı Sütçü İmam Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Laboratuvarı'na getirilerek her bir midyenin boy, genişlik ve ağırlıkları ile yaşları saptanmıştır.

Daha sonra her bir midyenin yumuşak dokusu kabuğundan ayrılarak tartılıp iki eşit parçaya bölünmüştür. Parçalardan birincisi, merkez ısı 100 °C oluncaya kadar 20 dakika mikro dalga fırında haşlanırken, ikinci parça da bir pişirme işlemi yapılmamıştır. Haşlanmış ve haşlanmamış midye örnekleri porselen krozeler içinde 100 °C' de 2 saat kurutulduktan sonra 500 °C'de kül fırınında beyaz kül elde edilinceye kadar (24 saat) yakılmıştır. Krozeler desikatöre alınarak soğutulduktan sonra üzerine 4 ml nitrik asit ile 8 ml perklorik asit konularak külün çözünmesi sağlanmıştır. Kül-asit karışımı bir gün süreyle cam tüpler içerisinde bekletildikten sonra külsüz filtre kağıdından (Whatman 42) iki kez süzülerek analize hazır hale getirilmiştir (Anonim, 1982).

Çalışmada kullanılan midye örneklerindeki bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn), kadmiyum (Cd) düzeyleri atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (Perkin Elmer 3110), krom (Cr), kobalt (Co), nikel (Ni), kurşun (Pb) düzeyleri ise Atomik absorpsiyon spektrofotometresinde (Perkin Elmer AA 800) absorpsiyonlarının ölçülmesi ile tespit edilmiş olup sonuçlar yaş ağırlık üzerinden ppm olarak verilmiştir. Araştırma sonuçları SPSS programı kullanılarak istatistiksel analize tabi tutulmuştur.

3.2.1. Bakır Analizi

Bakır tayini, örnek içindeki bakırın asetilen gazı ile yakılması ve bu sırada meydana gelen absorpsiyon değişiminin bilgisayar aracılığıyla saptanması ve kalibrasyon eğrisi ile miktar tayini yapılması esasına dayanmaktadır. Bakırın ölçümleri için PE 3110 marka Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi kullanılmıştır. Kalibrasyon için 0.2, 0.4, 0.8, 1, 2, 4, 6, 8 ve 10 ppm'lik standart çözeltiler hazırlanmış ve alete kalibrasyon eğrisi çizdirilmiştir. Daha sonra örneklerdeki bakır miktarları 324,8 nm dalga boyunda bakır lambası ve 0,7 nm SBW silit kullanılarak okunmuştur. Sonuçlar yaş ağırlıkta ölçülen ppm olarak çevrilmiştir.

Standart solüsyonlar hazırlanırken 1000 ppm'lik hazır bakır solüsyonundan önce 100 ml'lik balon jöjeye 10 ml alınıp hacmi saf su ile 100 ml'ye tamamlanmış, ardından oluşan bu yeni solüsyondan 25 ml alınıp hacmi 250 ml'ye tamamlanarak 10 ppm'lik yeni bir solüsyon elde edilmiştir. 0.2, 0.4, 0.8, 1, 2, 4, 6 ve 8 ppm'lik diğer 8 standart solüsyon ise 10 ppm'lik solüsyondan sırasıyla 0.2, 0.4, 0.8, 1, 2, 4, 6 ve 8 ml alınıp hacimleri 10'ar ml'ye tamamlanarak elde edilmiştir. Her bir standart solüsyondan ikişer tüp hazırlanmıştır.

3.2.2. Kadmiyum Analizi

Kadmiyum tayini, örnek içindeki kadmiyumun asetilen gazı ile yakılması ve bu sırada meydana gelen absorpsiyon değişiminin bilgisayar aracılığıyla saptanması ve kalibrasyon eğrisi ile miktar tayini yapılması esasına dayanmaktadır. Kadmiyum ölçümleri için PE 3110 marka Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi kullanılmıştır. Kalibrasyon için 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 6, 8 ve 10'luk standart çözeltiler hazırlanmış ve alete kalibrasyon eğrisi çizdirilmiştir. Daha sonra örneklerdeki kadmiyum miktarları 228,8 nm dalga boyunda kadmiyum lambası ve 0,7 nm SBW silit kullanılarak okunmuştur. Sonuçlar yaş ağırlıkta ölçülen ppm olarak çevrilmiştir.

Standart solüsyonlar hazırlanırken 1000 ppm'lik hazır kadmiyum solüsyonundan önce 100 ml'lik balon jöjeye 10 ml alınıp hacmi saf su ile 100 ml'ye tamamlanmış, ardından oluşan bu yeni solüsyondan 25 ml alınmış ve hacim 250 ml'ye tamamlanarak 10 ppm'lik yeni bir solüsyon elde edilmiştir. 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 6 ve 8 ppm'lik diğer 7 standart solüsyon ise 10 ppm'lik solüsyondan sırasıyla 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 6 ve 8 ml alınıp hacimleri 10'ar ml'ye tamamlanarak elde edilmiştir. Her bir standart solüsyondan ikişer tüp hazırlanmıştır.

3.2.3. Mangan Analizi

Mangan tayini, örnek içindeki manganın asetilen gazı ile yakılması ve bu sırada meydana gelen absorpsiyon değişiminin bilgisayar aracılığıyla saptanması ve kalibrasyon eğrisi ile miktar tayini yapılması esasına dayanmaktadır. Mangan ölçümleri için PE 3110 marka Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi kullanılmıştır. Kalibrasyon için 0.2, 0.4, 0.8, 1, 2, 4, 6, 8 ve 10 ppm'lik standart çözeltiler hazırlanmış ve alete kalibrasyon eğrisi çizdirilmiştir. Daha sonra örneklerdeki mangan miktarları 279,5 nm dalga boyunda mangan lambası ve 0,2 nm SBW silit kullanılarak okunmuştur. Sonuçlar yaş ağırlıkta ölçülen ppm olarak çevrilmiştir.

Standart solüsyonlar hazırlanırken 1000 ppm'lik hazır mangan solüsyonundan önce 100 ml'lik balon jöjeye 10 ml alınıp hacmi 100 ml'ye saf su ile tamamlanmış, ardından oluşan bu yeni solüsyondan 25 ml alınıp hacmi 250 ml'ye tamamlanarak 10 ppm'lik yeni bir solüsyon elde edilmiştir. 0.5, 1, 2, 4, 6 ve 8 ppm'lik diğer 6 standart solüsyon ise 10 ppm'lik solüsyondan sırasıyla 0.5, 1, 2, 4, 6, 8 ml alınıp hacimleri 10'ar ml'ye tamamlanarak elde edilmiştir. Her bir standart solüsyondan ikişer tüp hazırlanmıştır.

3.2.4. Demir Analizi

Demir tayini, örnek içindeki demirin asetilen gazı ile yakılması ve bu sırada meydana gelen absorpsiyon değişiminin bilgisayar aracılığıyla saptanması ve kalibrasyon eğrisi ile miktar tayini yapılması esasına dayanmaktadır. Demir ölçümleri için PE 3110 marka Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi kullanılmıştır. Kalibrasyon için 0.2, 0.4, 0.8, 1, 2, 4, 6, 8 ve 10 ppm'lik standart çözeltiler hazırlanmış ve alete kalibrasyon eğrisi çizdirilmiştir. Daha sonra örneklerdeki demir miktarları 248,3 nm dalga boyunda demir lambası ve 0,2 nm SBW silit kullanılarak okunmuştur. Sonuçlar yaş ağırlıkta ölçülen ppm olarak çevrilmiştir.

Standart solüsyonlar hazırlanırken 1000 ppm'lik hazır demir solüsyonundan önce 100 ml'lik balon jöjeye 10 ml alınıp hacmi 100 ml'ye saf su ile tamamlanmış, ardından oluşan bu yeni solüsyondan 25 ml alınıp hacmi 250 ml'ye tamamlanarak 10 ppm'lik yeni bir solüsyon elde edilmiştir. 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 6 ve 8 ppm'lik diğer 7 standart solüsyon ise 10 ppm'lik solüsyondan sırasıyla 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 6, 8 ml alınıp hacimleri 10'ar ml'ye tamamlanarak elde edilmiştir. Her bir standart solüsyondan ikişer tüp hazırlanmıştır

3.2.5. Nikel Analizi

Nikel tayini, örnek içindeki nikelin grafit tüp ile yakılması ve bu sırada meydana gelen absorpsiyon değişiminin bilgisayar aracılığıyla saptanması ve kalibrasyon eğrisi ile miktar tayini yapılması esasına dayanmaktadır. Nikel ölçümleri için AA800 marka Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi kullanılmıştır. Kalibrasyon için 10,20,40,50,100 ppb'lik standart çözeltiler hazırlanmış ve alete kalibrasyon eğrisi çizdirilmiştir. Daha sonra örneklerdeki nikel miktarları 232.0 nm dalga boyunda nikel lambası ve 0,2 nm SBW silit kullanılarak okunmuştur. Sonuçlar yaş ağırlıkta ölçülen ppm olarak çevrilmiştir.

Standart solüsyonlar hazırlanırken 1000 ppm'lik hazır nikel solüsyonundan önce 500 µl alınarak üzerine 4500 µl sistem körü (10 ml nitrik asit+10 ml perklorik asit+80 ml saf su) çözeltisi eklenmiştir. Bu 100 ppm'lik nikel solüsyonundan 50 µl alınarak üzerine 450 µl sistem körü eklenmiştir. Böylelikle 10ppm' lik nikel çözeltisi hazırlanmıştır. Aynı şekilde 1 ppm ve 50 ppb'lik çözeltilerde hazırlanmıştır. Cihazın hassasiyetini ölçmek için her on beş örnekte bir standart çözeltisi olan 50ppb'lik nikel okutulmuştur.

3.2.6. Kurşun Analizi

Kurşun tayini, örnek içindeki kurşunun grafit tüp ile yakılması ve bu sırada meydana gelen absorpsiyon değişiminin bilgisayar aracılığıyla saptanması ve kalibrasyon eğrisi ile miktar tayini yapılması esasına dayanmaktadır. Kurşun ölçümleri için AA800 marka Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi kullanılmıştır. Kalibrasyon için 10, 20, 40, 50,100 ppb'lik standart çözeltiler hazırlanmış ve alete kalibrasyon eğrisi çizdirilmiştir. Daha sonra örneklerdeki kurşun miktarları 283.3 nm dalga boyunda kurşun lambası ve 0.7 nm SBW silit kullanılarak okunmuştur. Sonuçlar yaş ağırlıkta ölçülen ppm olarak çevrilmiştir.

Standart solüsyonlar hazırlanırken 1000 ppm'lik hazır kurşun solüsyonundan önce 500 µl alınarak üzerine 4500 µl sistem körü (10 ml nitrik asit+10 ml perklorik asit+80 ml saf su) çözeltisi eklenmiştir. Bu 100 ppm'lik kurşun solüsyonundan 50 µl alınarak üzerine 450 µl sistem körü eklenmiştir. Böylelikle 10ppm' lik kurşun çözeltisi hazırlanmıştır. Aynı şekilde 1, 0.1 ppm ve 50 ppb'lik çözeltilerde hazırlanmıştır. Cihazın hassasiyetini ölçmek için her on beş örnekte bir standart çözeltisi olan 50 ppb'lik kurşun kullanılmıştır.

3.2.7. Kobalt Analizi

Kobalt tayini, örnek içindeki kobaltın grafit tüp ile yakılması ve bu sırada meydana gelen absorpsiyon değişiminin bilgisayar aracılığıyla saptanması ve kalibrasyon eğrisi ile miktar tayini yapılması esasına dayanmaktadır. Kobalt ölçümleri için AA800 marka Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi kullanılmıştır. Kalibrasyon için 10, 20, 40, 50,100 ppb'lik standart çözeltiler hazırlanmış ve alete kalibrasyon eğrisi çizdirilmiştir. Daha sonra

örneklerdeki kobalt miktarları 240.7 nm dalga boyunda kobalt lambası ve 0.7 nm SBW silit kullanılarak okunmuştur. Sonuçlar yaş ağırlıkta ölçülen ppm olarak çevrilmiştir.

Standart solüsyonlar hazırlanırken 1000 ppm'lik hazır kobalt solüsyonundan önce 500 µl alınarak üzerine 4500 µl sistem körü (10 ml nitrik asit+10 ml perklorik asit+80 ml saf su) çözeltisi eklenmiştir. Bu 100 ppm'lik kobalt solüsyonundan 50 µl alınarak üzerine 450 µl sistem körü eklenmiştir. Böylelikle 10ppm' lik kobalt çözeltisi hazırlanmıştır. Aynı şekilde 1, 0.1 ppm ve 50 ppb'lik çözeltilerde hazırlanmıştır. Cihazın hassasiyetini ölçmek için her on beş örnekte bir standart çözeltisi olan 20 ppb'lik kobalt kullanılmıştır.

3.2.8. Krom Analizi

Krom tayini, örnek içindeki kromun grafit tüp ile yakılması ve bu sırada meydana gelen absorpsiyon değişiminin bilgisayar aracılığıyla saptanması ve kalibrasyon eğrisi ile miktar tayini yapılması esasına dayanmaktadır. Krom ölçümleri için AA800 marka Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi kullanılmıştır. Kalibrasyon için 5, 10, 20, 40, 50,100 ppb'lik standart çözeltiler hazırlanmış ve alete kalibrasyon eğrisi çizdirilmiştir. Daha sonra örneklerdeki krom miktarları 357.9 nm dalga boyunda krom lambası ve 0.7 nm SBW silit kullanılarak okunmuştur. Sonuçlar yaş ağırlıkta ölçülen ppm olarak çevrilmiştir.

Standart solüsyonlar hazırlanırken 1000 ppm'lik hazır krom solüsyonundan önce 500 µl alınarak üzerine 4500 µl sistem körü (10 ml nitrik asit+10 ml perklorik asit+80 ml saf su) çözeltisi eklenmiştir. Bu 100 ppm'lik krom solüsyonundan 50 µl alınarak üzerine 4950 µl sistem körü eklenmiştir. Böylelikle 1ppm' lik krom çözeltisi hazırlanmıştır. 1 ppm'lik krom çözeltisinden de 50 µl alınarak üzerine 4950 µl sistem körü eklenmiş ve 10 ppb'lik çözelti hazırlanmıştır. Cihazın hassasiyetini ölçmek için her on beş örnekte bir standart çözeltisi olan 10 ppb'lik krom kullanılmıştır.

3.2.9. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi

AAS gaz haldeki nötral atomlar tarafından radyant enerjinin (genellikle UV ve görünür bölge ışınları) absorpsiyonu ile ilgilidir. Metalik elementlerin analizi için atomik absorpsiyonun kullanılışı 1955 yılında Walsh ve Alkemade Milatz tarafından ortaya konmuştur ve günümüze kadar gelişerek devam etmiştir (Hışıl, 1999). AAS metodu gözlenebilme sınırının düşük ve deney süresinin kısa olması nedeniyle eser analizlerde çok kullanışlıdır. AAS'de numune alevde püskürtülür ve atomlaşır. Işık monokromatörden geçerek alev gelir ve dedektörde atomlaşan element tarafından absorbe edilen ışık miktarı ölçülür. AAS'de her element için farklı lamba kullanılır. Bu yüzden AAS oldukça duyarlıdır. Alevde absorblanan miktar element konsantrasyonu ile orantılıdır (Baltacı, 2000).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada 30 adet midye kullanılmıştır. Çalışma iki aşamada yürütülmüş ve midyelerin bir kısmı haşlanmış diğer kısmı ise hiçbir pişirme işlemine maruz kalmadan ağır metal düzeylerine (bakır, kadmiyum, demir, mangan, krom, kobalt, nikel, kurşun) bakılmıştır. Sonuçlar Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi haşlanmamış midye örneklerindeki ortalama bakır düzeyi; 0,04ppm, maksimum bakır değeri; 0,11 ppm, minimum bakır değeri; 0,00 ppm olarak tespit edilmiştir. Pişirilmiş midyede ise ortalama bakır değeri; 0,01 ppm, maksimum bakır değeri; 0,05 ppm, minimum bakır değeri; 0,00 ppm olarak tespit edilmiştir.

Haşlanmamış midyede ortalama kadmiyum değeri; 0,29 ppm, maksimum kadmiyum değeri; 0,45 ppm, minimum kadmiyum değeri; 0,13 ppm olarak tespit edilmiştir. Pişirilmiş midyede ise ortalama kadmiyum değeri; 0,24 ppm, maksimum kadmiyum değeri; 0,36 ppm, minimum kadmiyum değeri; 0,12 ppm olarak tespit edilmiştir.

Haşlanmamış midyede ortalama demir değeri; 0,79 ppm, maksimum demir değeri; 4,80 ppm, minimum demir değeri; 0,50 ppm olarak tespit edilmiştir. Pişirilmiş midyede ise ortalama demir değeri; 0,46 ppm, maksimum demir değeri; 1,67 ppm, minimum demir değeri; 0,50 ppm olarak tespit edilmiştir.

Pişirilmemiş midyede ortalama mangan değeri; 0,09 ppm, maksimum mangan değeri; 0,34 ppm, minimum mangan değeri; 0,00 ppm olarak tespit edilmiştir. Pişirilmiş midyede ise ortalama mangan değeri; 0,08 ppm, maksimum mangan değeri; 0,21 ppm, minimum mangan değeri; 0,00 ppm olarak tespit edilmiştir.

Pişirilmemiş midyede ortalama krom değeri; 0,33 ppm, maksimum krom değeri; 0,86 ppm, minimum krom değeri; 0,00 ppm olarak tespit edilmiştir. Pişirilmiş midyede ise ortalama krom değeri; 0,31 ppm, maksimum krom değeri; 1,76 ppm, minimum krom değeri; 0,00 ppm olarak tespit edilmiştir.

Haşlanmamış midyede ortalama kobalt değeri; 0,03 ppm, maksimum kobalt değeri; 0,21 ppm, minimum kobalt değeri; 0,00 ppm olarak tespit edilmiştir. Haşlanmış midyede ise ortalama kobalt değeri; 0,01 ppm, maksimum kobalt değeri; 0,04 ppm, minimum kobalt değeri; 0,00 ppm olarak tespit edilmiştir.

Pişirilmemiş midyede ortalama nikel değeri; 0,28 ppm, maksimum nikel değeri; 2,21 ppm, minimum nikel değeri; 0,00 ppm olarak tespit edilmiştir. Pişirilmiş midyede ise ortalama nikel değeri; 0,07 ppm, maksimum nikel değeri; 0,19 ppm, minimum nikel değeri; 0,00 ppm olarak tespit edilmiştir.

Haşlanmamış midyede ortalama kurşun değeri; 0,15 ppm, maksimum kurşun değeri; 0,50 ppm, minimum kurşun değeri; 0,03 ppm olarak tespit edilmiştir. Haşlanmış midyede ise ortalama kurşun değeri; 0,13 ppm, maksimum kurşun değeri; 0,33 ppm, minimum kurşun değeri; 0,00 ppm olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1.Haşlanmış ve Haşlanmamış *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) Örneklerindeki Ağır Metal Değerleri (ppm).

	Piştirme İşlemi	Ort (ppm)	Maks (ppm)	Min (ppm)
Bakır (Cu)	Haşlanmamış midye	0.04	0.11	0.00
	Haşlanmış midye	0.01	0.05	0.00
Kadmiyum (Cd)	Haşlanmamış midye	0.29	0.45	0.13
	Haşlanmış midye	0.24	0.36	0.12
Demir (Fe)	Haşlanmamış midye	0.79	4.80	0.50
	Haşlanmış midye	0.46	1.67	0.50
Mangan (Mn)	Haşlanmamış midye	0.09	0.34	0.00
	Haşlanmış midye	0.08	0.21	0.00
Krom (Cr)	Haşlanmamış midye	0.33	0.86	0.00
	Haşlanmış midye	0.31	1.76	0.00
Kobalt (Co)	Haşlanmamış midye	0.03	0.21	0.00
	Haşlanmış midye	0.01	0.04	0.00
Nikel (Ni)	Haşlanmamış midye	0.28	2.21	0.00
	Haşlanmış midye	0.07	0.19	0.00
Kurşun (Pb)	Haşlanmamış midye	0.15	0.50	0.03
	Haşlanmış midye	0.13	0.33	0.00

Ort: Ortalama Maks: Maksimum Min: Minimum

Ayrıca çalışmada her bir midyenin boy, genişlik ve ağırlıkları ile yaşları saptanmıştır. Çizelge 4.2.'de görüldüğü gibi midyelerin ortalama boy, genişlik ve ağırlıkları sırasıyla; 83,97, 41,55, 32,85; maksimum boy, genişlik ve ağırlıkları sırasıyla; 96,77, 49,77, 47,27; minimum boy, genişlik ve ağırlıkları ise sırasıyla; 73,04, 36,63, 22,07'dir. Midyelerin yaşları ise 8 ila 14 arasında değişmekte olup ortalaması 11,1'dir.

Çizelge 4.2. *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)' in Biyolojik Özellikleri

Midye (n:30)	Ort	Maks	Min
Ağırlık (g)	32.85	47.27	22.07
Boy (mm)	83.97	96.77	73.04
Genişlik (mm)	41.55	49.77	36.63
Yaş	11.1	8	14

Ort: Ortalama Maks: Maksimum Min: Minimum n= Örnek Sayısı

Asitle yakma işlemi için 550 °C de kül haline getirilen haşlanmamış ve haşlanmış midyelerdeki ortalama, maksimum ve minimum kül değerleri sırasıyla şöyledir; haşlanmamış midyelerde; 0,063, 0,144, 0,027; haşlanmış midyede ise 0,045, 0,087, 0,020 gramdır.

Ağır metaller deniz ortamında iz miktarda bulunmalarına karşılık, organizmadaki doğal düzeyleri ve birikimleri farklı olmaktadır. Ağır metal deyimi, doğadaki tüm metalleri ve metalloidleri kapsar. Bu metaller çevre kirlenmesine neden olduklarından ve çok düşük yoğunluklarda bile su canlıları, kara hayvanları ve insanlar için istenmeyen etkiler oluşturdıklarından, su ekosistemlerinde sürekli şekilde izlenmektedir. Çağımızda

endüstrinin hızla gelişmesi ve yaşam standartlarının yükselmesine paralel olarak, ağır metallerin kullanım alanları da giderek artmaktadır (Kaya ve ark, 1998; Şanlı, 1984; Hapke, 1991).

Çizelge 4.3. T-testi istatistik sonuçları

	Piştirme işlemi	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata
Kadmiyum (Cd)	Haşlanmamış midye	0.29	0.085	0.015
	Haşlanmış midye	0.24	0.070	0.012
Bakır (Cu)	Haşlanmamış midye	0.04	0.030	0.005
	Haşlanmış midye	0.01	0.012	0.002
Mangan (Mn)	Haşlanmamış midye	0.09	0.088	0.016
	Haşlanmış midye	0.08	0.061	0.011
Demir (Fe)	Haşlanmamış midye	0.79	1.029	0.187
	Haşlanmış midye	0.46	0.467	0.085
Krom (Cr)	Haşlanmamış midye	0.33	0.404	0.073
	Haşlanmış midye	0.31	0.207	0.037
Kobalt (Co)	Haşlanmamış midye	0.03	0.059	0.010
	Haşlanmış midye	0.01	0.011	0.002
Nikel (Ni)	Haşlanmamış midye	0.28	0.451	0.082
	Haşlanmış midye	0.07	0.054	0.009
Kurşun (Pb)	Haşlanmamış midye	0.15	0.119	0.021
	Haşlanmış midye	0.13	0.061	0.011

Çizelge 4.3.'de görüldüğü gibi yapılan T-testi analizi sonucunda haşlanmış ve haşlanmamış midyelere ait kadmiyum, mangan ve krom değerlerinin ortalamaları arasında bir fark görülmemiştir ($P>0,05$). Haşlanmış ve haşlanmamış midyelere ait kurşun ve demir değerlerinin ortalamaları arasında ki farkın istatistikî açıdan önemli olduğu ($P<0,05$), bakır, kobalt ve nikel değerlerinin ortalamaları arasındaki farkın ise istatistikî açıdan çok önemli olduğu saptanmıştır ($P<0,01$).

Çizelge 4.4. SPSS (Duncan) istatistik sonuçları

	Ortalama	Standart Hata
Kadmiyum (Cd)	0.299	0.058
Bakır (Cu)	0.033	0.058
Mangan (Mn)	0.094	0.058
Demir (Fe)	0.763	0.058
Krom (Cr)	0.393	0.058
Kobalt (Co)	0.033	0.058
Nikel (Ni)	0.279	0.058
Kurşun (Pb)	0.153	0.058

Varyans analizi sonucunda yaş faktörünün ağır metal birikiminde önemli bir etkiye sahip olduğu ve yaşa bağlı olarak ağır metal birikiminin arttığı görülmüştür ($P<0,05$).

Yapılan çoklu karşılaştırma testi ile (Duncan) incelenen midye örneklerindeki metal birikiminin, en fazla demirde en az ise bakır, mangan ve kobalt elementlerinde olduğu saptanmıştır.(Çizelge 4.4.)

Midyeler, su ortamlarında bol miktarda bulunmaları, yerleşik metalleri yüksek yoğunluklarda biriktirip, bunları uzun bir süre bünyelerinde tutabilmeleri nedeniyle, sularda kirliliği yansıtan biyolojik indikatörlerin başında gelmektedir (Şentürk, 1993; Atayeter, 1991).

Yarsan ve ark. (2000), çalışmalarında Van Gölü'nden topladıkları midye örneklerindeki bakır, kadmiyum ve kurşun düzeylerinin sırasıyla; 5,83-0,73, 0,09-0,02, 1,43-0,81 ppm arasında değişen oranlarda olduğunu tespit etmişlerdir. Ramelov ve ark.'da (1978), çalışmalarında Akdeniz'den toplanan midye örneklerindeki bakır, kadmiyum ve kurşun düzeylerini sırasıyla 0,7-2,65, 0,07-0,40, 0,48-0,61, ppm arasında değişen oranlarda olduğunu tespit etmişlerdir. Emre (1987), yapmış olduğu çalışmada bakır düzeyini 0,51-4,43 µg/g olarak bulmuştur. Bu tez çalışmasında elde edilen bakır ve kurşunun ortalama değerleri sırasıyla; 0,04, 0,015 ppm olup yapılan çalışmalara göre bu değerler düşüktür. Tespit edilen ortalama kadmiyum değeri ise 0,29 ppm'dir. Bu değer çalışmalarda elde edilen değerlerden yüksek çıkmıştır. Türkmen ve ark. (2005), iki farklı midye türünde yapmış oldukları çalışmalarında kadmiyum, kobalt, krom, bakır, demir, mangan, nikel ve kurşun düzeylerini sırasıyla; 0,09, 0,003, 0,021, 0,112, 2,54, 9,286, 0,019, 0,01 µg/g olarak tespit etmişlerdir. Bu tez çalışmasında elde edilen ortalama demir ve mangan değerleri sırasıyla; 0,79, 0,09 ppm olup bu çalışmada elde edilen değerlere göre düşük çıkmıştır. Kobalt, nikel ve krom değerleri ise bu çalışmada elde edilen değerlerden yüksektir.

Güney (1996), yapmış olduğu çalışmada istavrit balıklarındaki cıva, kurşun ve kadmiyum birikimi ve bu birikime çeşitli pişirme tekniklerinin etkisini araştırmıştır. Çeşitli yöntemlerle pişirilen istavrit balıklarının en yüksek pişme veriminin buğulama yöntemiyle elde edildiğini bunu ızgara ve derin yağda kızartma yöntemlerinin takip ettiğini saptamıştır. Atta ve ark. (1997), yaptıkları çalışmada *Tilapia nilotica*'daki kadmiyum, bakır, kurşun ve çinko düzeylerini ve bu düzeye pişirmenin etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak fırında pişirmenin, buharla pişirmeden daha yüksek bir etkiye sahip olduğunu tespit

etmişlerdir. Bu tez çalışmasında da haşlanmış midye örneklerindeki ağır metal içeriğinin, haşlanmamış midye örneklerine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Gerek bu çalışma gerekse daha önce yapılan çalışmalar çeşitli pişirme işlemlerinin ağır metal içeriğini etkilediğini ortaya koymaktadır. Pişirme esnasında en fazla kayıp demir ve nikelde en az kayıp ise manganda olmuştur. Pişirme esnasında proteinlere bağlı olan metaller, proteinlerin parçalanmasıyla serbest kalmaktadır.

Mineral maddelerden bazıları insan ve hayvanlar için esansiyel iken, bakır, çinko, kurşun ve kadmiyum gibi bazı ağır metaller ise belli limitlerin üzerinde vücuda alındığı zaman farklı sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bakır Wilson hastalığı, böbrek bozuklukları ve nörolojik bozukluklara, çinko gastrointestinal bozukluklara, kurşun beyinde hasar, kansızlık, böbreğin zarar görmesi ve nörolojik fonksiyon bozuklukları ve kadmiyum organlarda kanser, kemik kırılması ve şiddetli ağrılara sebep olmaktadır. Bu ve buna benzer sağlık sorunlarına neden olmasından dolayı bu ağır metallerin gıdalardaki

miktarı belli limitlerle sınırlandırılmıştır. Bu ağır metallere bakır, çinko, kurşun ve kadmiyum'un kabul edilebilir maksimum miktarları sırasıyla 20 mg/kg, 50 mg/kg, 1 mg/kg ve 0,1 mg/kg olarak belirtilmiştir (Anonim, 1997; Türk Gıda Kodeksi).

Elde edilen sonuçlar incelenen midye örneklerinin tamamında analiz edilen ağır metaller açısından Gıda kodeksinde belirlenen limitlere göre bir tehlikenin olmadığını göstermiştir. Ayrıca pişirme işlemleri sırasında ağır metal içeriğinin azaldığı da tespit edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Marmara Denizi İstanbul Eminönü kıyılarında avcılık yapan balıkçılardan temin edilen *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) midyesindeki ağır metal içeriği ve pişirmenin ağır metal düzeyine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, kirliliğin tespit edilmesi ve eğer kirlilik varsa yapılması gerekenler hakkında önerilerde bulunulması amaçlanmıştır. Bu çalışmada ağır metal içeriğinin söz konusu bölgede yaşayan sucül canlıların hayatını ve bu canlıları besin maddesi olarak tüketen insanların yaşamını olumsuz yönde etkilemeyecek düzeyde olduğu saptanmıştır. Varyans analizi sonucunda yaş faktörünün ağır metal birikiminde önemli bir etkiye sahip olduğu ve yaşa bağlı olarak ağır metal birikiminin arttığı görülmüştür ($P < 0,05$). Yapılan çoklu karşılaştırma testi ile (Duncan) incelenen midye örneklerindeki metal birikiminin, en fazla demirde en az ise bakır, mangan ve kobalt elementlerinde olduğu saptanmıştır. Ayrıca pişirme sırasında midye örneklerinde ki proteinlere ve yağlara bağlı olarak bulunan ağır metallerin suya geçmesiyle metal kaybının olduğu görülmüştür. Günümüzde bu veriler bir tehlike arz etmese de gelecekte bir tehlike oluşmaması için şimdiden gerekli tedbirler alınmalıdır.

Günümüzde sürdürülen hızlı endüstrileşme, aşırı kentleşme ve bilinçsizce yapılan tarımsal savaş uygulamaları oldukça karmaşık çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde deniz kirliliği önemli bir sorun teşkil etmektedir. Denizlerin taşımacılık ve turizm amacıyla kullanılması, evsel ve endüstriyel atıkların arıtılmadan veya kısmen arıtılarak denize verilmesi, deniz kazaları sonucunda meydana gelen petrol akıntıları, akarsulardan denize ulaşan tarımsal atıklar kirlenmeyi meydana getiren başlıca etkenlerdir. Deniz kirliliğine sebep olan bu atıklar, kirlenmenin yoğunluğuna bağlı olarak sucül canlıları ve insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir.

Marmara denizi, özellikle haliç ve İzmit körfezi başta olmak üzere, fiziksel ve kimyasal kirleticilerin etkisindedir. Kentsel ve endüstriyel faaliyetler sonucu, bazı kirleticiler sınır değerlerin üzerine çıkmaktadır. Toksik etkiye sahip olan bu metallerin düşük konsantrasyonları kronik hastalıklara yol açarken yüksek konsantrasyonları ise sucül canlıların ölümüne neden olabilmektedir. Bundan dolayı toplum bireylerinin çevre temizliği ve sağlıklı beslenme konusunda bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Burada en büyük görevde tabi ki yazılı ve sözlü basına düşmektedir.

Bireyler bir tüketici olarak besinlerin satın alınımı ve tüketimi konusunda bilinçlendirilmeli, bunun içinde kamu kuruluşları ve tüketici dernekleri üstüne düşen görevi gerçekleştirmelidir. Besin maddelerini üreten ve satanlar beslenme ve özellikle hijyen konusunda bilgilendirilmeli, halk sağlığını tehdit edecek davranışta bulunanlara gerekli cezai yaptırımlar uygulanmalıdır.

Büyük tehdit altında olan çevrenin korunması için bireyler çeşitli yayın organları aracılığıyla, çevreyi korumanın gerekleri ve çevre kirliliğinin yol açacağı sağlık problemleri konusunda bilinçlendirilmelidir.

Çalışmada incelenen midye örneklerindeki ağır metallerin düzeyleri düşük olmasına rağmen denizler, göller, akarsular, toprak, hava, tüketime sunulan besinler, vb. rutin aralıklarla kontrol edilmeli, bir kirlilik varsa belirlenerek buna neden kişi ve kuruluşlara gereken cezai uygulamalar yapılmalı ve kirliliği önleyecek sistemler kurulmalıdır.

Sulardaki kirliliği belirten biyolojik indikatörlerin başında gelen midyelerdeki ağır metal içeriğine farklı pişirme tekniklerinin etkisi, farklı istasyonlardan toplanan midye örneklerindeki ağır metal düzeyinin belirlenmesi amacıyla bundan sonra çeşitli çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

- ALPBAZ, A., 1993. Kabuklu ve eklembacaklılar yetiştiriciliği. E. Ü. Su Ür. Fak. Yay. 26-82s.
- ALPBAZ, A.G., 1997. Dünyada ve Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliğinin dünü, bugünü ve geleceği. Akdeniz Balıkçılık Kongresi. E.Ü.Su.Ür. Fak.Yay. 5-15s.
- ANONİM, 1982. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometer. Fish Products, 4-5s.
- ANONİM, 1987. Türkiye’nin Çevre Sorunları. Türkiye Çevre Vakfı Yayını., Ankara, 49, 336s.
- ANONİM, 1997. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Dünya Yayıncılık, İstanbul, 214s.
- ATAYETER,S., 1991. Anadolu kavağı midye türünde (*Mytilus galoprovincialis* Lamarck, 1819) bazı ağır metal birikimlerinin belirlenmesi. Ankara Üniv Fen Bilm Enst Yüksek Lisans Tezi.
- ATTA, M. B., EL-SEBAİE, L. A., NOAMAN, M. A., KASSAB., H. E. 1997. The effect of cooking on the content of heavy metals in fish (*Tilapia nilotica*). Food Chemistry, Vol;58, No. 1-2 pp.
- BALTACI, F., 2000. Su Analiz Metodları. DSİ. İçme ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı, Ankara
- BAYNE, B.L., WIDDOWS, J., THOMPSON, R.J., 1976. Physiology: I. In: Bayne, B.L.(ed.). marine mussels: their ecology and physiology. Cambridge University Press. pp. 122-159.
- BOOTH, N. H., McDONALD, L.E., 1991. Veterinary Pharmacology and Therapeutics. 6 th Ed. Iowa State University. Press. Ames, USA
- BORGSTROM, G., 1962. Fish and Food. Nutrition Sanitation an Utilization, Academic Press, New York , London, 2.
- BRYAN, G. W., UYSAL, H., 1978. Heavy Metal the Burrowing Bivalve *Scopicularya Plana* From the Tomar Estuary in Relation to Environmental Levels. J. Marine Biol. Ass. U. K., 58 (1): 89-108s.
- CANLI, 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, Turkey. Tr. J. of Zoology, 22: 149-157s.
- CHEONG, L., LEE, H. B., 1984. *Mussel farming*. Satis Extension Manual Series. No. 5. Bangkok: Southeast Asian Fisheries Development Centre.
- CHOO, S. E., NG, C. S., 1990. Enzyme hydrolysis of green mussel (*Perna viridis*) to produce an enhanced taste extract. *Singapore Journal of Primary Industries*, 18, 48-53s.
- CHOW, T. J., SNYDER, H. G., SNYDER, C. B., 1976. Muscle as Indicator of Lead Pollution. *Sci. of the Total Environ.*, 6 (1): 55-63s.
- CLARKE, M. L., HARVEY, D. G., HUMPREYS, D. J., 1981. Veterinary Toxicology, 2 nd Ed. Bailliere Tindall, London
- ÇELİKKALE, M.S., DÜZGÜNEŞ, E., OKUMUŞ, Ü.,1999. Türkiye Su ürünleri Sektörü ve Avrupa Birliği ile Entegrasyonu, İstanbul Ticaret Odası Yayın No: 63, 62-63s.

- DETLEFSEN, V., 1988. Status Report on Aquatic Pollution Problems in Europe. *Aquatic Toxicol.*, 11, 259-289s.
- EMRE, Y., 1987. Gemlik Körfezindeki Midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) Bazı ağır Metallerin Düzey ve Dağılımlarının Araştırılması.. Selçuk Üniv. Sağlık Bil. Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Konya, 45s.
- ENGEL, D.W., SUNDA. W., FOWLER, B.A., 1981. Factors Affecting Trace Metal Uptake and Toxicity to Estuarine Organisms. I. Environmental Parameters. In *Biological Monitoring of Marine Pollutants.* (F.J VERMEBERG and CALABRASE edit) Academic Pres.
- FARRINGTON, J. W., DAVIS, A. C., TRİPP, B. W., PHELPS, D. K., GALLOWAY, W. B., 1987. 'Mussel Watch'- Measurements of chemical pollutants bivalves as one indicator of coastal environmental quality. In T. P. Boyle (Ed.), *New approaches to monitoring aquatic ecosystem*, ASTM STP 960. Philadelphia: American Society for Testing and materials.
- FUNG, N. C., LAM, J. C. W., ZHENG, G. J., CONNELL, D.W., MONİRİTH, I., TANABE, S., RİCHARDSON, B. J., LAM, P. K. S., 2004. Mussel-based monitoring of trace metal and organic contaminants along the east coast of China using *Perna viridis* and *Mytilus edulis*. *Environmental Pollution*, 127:203-216s.
- FÜLGRAFF, G., 1989. Lebensmittel Toxikologie. Ver. Eugen Ulmer, Stuttgart
- GOLDBERG, E. D., 1975. The Mussel Watch- A first step in global marine monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, 6, 111s.
- GOSLİNG, E.M., 1992. Systematics and geographic distribution of *Mytilus*. In: Gosling, E.(ed.). *The mussel Mytilus: Ecology, physiology, genetics and culture*. Elsevier, NewYork, pp. 1-17.
- GÜLEY, M., VURAL, N., 1978. Toksikoloji. A. Ü. Eczacılık Fak. Yay. A. Ü. Basımevi, Ankara
- GÜNEY, O., 1996. Marmara Denizi Tekirdağ İli Açıklarında ve İzmit Körfezindeki İstavrit Balıklarında Ağır Metal Birikimi ve Pişirmenin Bu Birikimi Etkileme Durumu Üzerine Bir Araştırma. Ev Ekonomisi Anabilim Dalı doktora Tezi, Ankara, 69s.
- HAMMAND, P. B., BELILES, R. P., 1980. Metals. In: J. Doull. C. D. Klaassen and M.O. Amdur ed. *Toxicology 2 th Ed.* Mc Millan Publishing Co. Inc, New York, 409-462s.
- HAPKE, H. J., 1991. Effects of Metals on Domestic Animals. VCH Verlagsgesellschaft MBh.
- HIŞIL, Y., GÜNEŞ, İ., TUFAN, G., TARIK, M., 1979. Gıda Maddelerinde Kimyasal Kontaminantların Saptanması. Tubitak Bes. ve Gıda Tek. Ünit. Yay., Gebze, İstanbul, 37s.
- HIŞIL, Y., 1999. Enstrümental Gıda Analizleri-III (Spektroskopi-Potansiyometri). Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın No: 41, Bornova, İzmir
- İKUTA, K., 1990. Comparisons of Some Heavy Metal Contents Among Four Herbivorous Gastropod Mollusks in the Same Family. *Bull. Fac. Agric., Miyazaki Univ.*, 37: 21-28.
- İNAL, T., 1992. Besin Hijyeni. Final Ofset, İstanbul, 783s.

- 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.
- KARPUZCU, M., 1995. Çevre Kirlenmesinin Ekonomik Analizi. İnsan ve Çevre Sempozyumu Tebliği, İ. H. V. Yayını, 8-10 Mayıs, İstanbul, 56-62s.
- KAYA, S., PİRİNÇCİ, İ., BİLGİLİ, A., 1998 a. Çevre Bilimi ve Çevre Toksikolojisi. Medisan Yayın Serisi, Yayın No: 36.
- KAYA, S., PİRİNÇCİ, İ., BİLGİLİ, A., 1998 b. Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. Medisan Yayın Serisi, Yayın No: 35.
- KIŞLALIOĞLU, M., ve BERKES, F., 1994. Ekoloji ve Çevre Bilimleri Kitabı Remzi Kitabevi.
- LANGDON, C. J., NEWELL, R. I. E., 1990. Utilization of detritus and bacteria as food sources by two bivalve suspension feeders, the oyster *Crassostrea virginica* and the mussel *Geukensia*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 58: 299-310s.
- MUTLUAY, H., DEMİRAK, A., 1996. Su Kimyası, Beta Basım Yayım Dağıtım AŞ, İstanbul, 83- 84s.
- MERLİNİ, M., 1980. Some Considerations on Heavy Metals in the Marine Hydrosphere and Biosphere. Thallasia Jugoslavica. 16 (2-4), 367-376s.
- OZAN, K., 1975a. Deniz Ürünlerinin Civa ile Kirlenmesi. Vet. Hek. Der. Derg., 1, 2, 3: 46-48s.
- OZAN K., 1975b. Civalı Fabrika Atıkları Denizlerimizi Kirletiyor. Bilim ve Teknik. 47, 42-45s.
- ÖZDEMİR, F., GÖLÜKCÜ, M., 2002. Antalya Körfezi’nde Avlanan Bazı Balık Türlerinde Cu, Zn, Pb ve Cd İçeriği. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 26, 1309-1313s.
- PHİLLİPS, D. J. H. 1980. *Quantitative aquatic biological indicators: their use to monitor trace metal and organochlorine pollution*. London: Applied Science Publishers.
- RAMELOV, G., TUGRUL,S., ÖZKAN,M.A., TUNCEL,G., SAYDAM,C. VE BALKAS,T.I., 1978. The determination of trace metals in marine organisms by atomic absorption spectrometry. Intern J Environ Anal Chem.; 5:125-132s.
- ROBINSON, C. H., LAWYER, M. R., CHENOWETH, W. L., GARWICK, A. E., 1986. Normal and Therapeutic Nutrition. 7th Edition, Macmillan Publishing Company, New York , 228.
- SEED, R., SUCHANEK, T.H., 1992. Population and community ecology of *Mytilus*. In: Gosling, E.(ed.). The mussel *Mytilus*: Ecology, physiology, genetics and culture. Elsevier, New York, pp. 87-157.
- SKINNER, C., TUROCY, 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, 85:351-356s.

- SONAL, S., 1994. Hayvansal Besinlere Yansıyan Metal Kalıntıları ve Yaratabileceği Sağlık Sorunları. Türk-Toksikol. Der. ve Visad.
- STİRLİNG, H.P. VE OKUMUS, I., 1995. Growth and production of mussels (*Mytilus edulis* L.) suspended at salmon cages and shellfish farms in two Scottish sea lochs. Aquaculture, 134: 193-210s.
- ŞANLI, Y., 1995. Metaller ve Diğer İnorganik Maddeler. S.Kaya Ed. Veteriner Klinik Toksikoloji. Medisan Yayın Serisi, Yayın No:21. Ankara
- ŞANLI, L., 1984. Çevre Sorunları ve Besin Kirlenmesi. Selçuk Üniv. Vet. Fak. Derg., 2, 17-37s.
- ŞANLI, 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.
- ŞANLI, Y., 1995a. Veteriner Klinik Toksikoloji. Medisan Yayınevi, Ankara, 61-128s.
- ŞANLI, Y., 1995b. Metaller ve Diğer İnorganik Maddeler. (S. Kaya editör) Veteriner Klinik Toksikoloji, Medisan Yayınevi, Yayın No: 21, Ankara
- ŞANLI, Y., DEMET, Ö., AKAR, F., YAVUZ, H., BİLGİLİ, A., LİMAN, C. B., 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.
- ŞANLI, Y., SARIGÖL, C., 1981. Hayvansal Besinlerdeki Çeşitli Artık Maddelerinin İnsan Sağlığına Etkileri. Fırat Üniv. Vet. Fak. Yay., 6, 83-101s.
- ŞENTÜRK, F., 1993. Çeşitli yörelerden avlanmış mollusklarda civa, kadmiyum, kurşun düzeylerinin saptanması. İstanbul Üniv Fen Bilm Enst Yüksek Lisans Tezi.
- TUNCER, S., 1985. İzmir ve Çandarlı (Aliağa Limanı) Körfezlerinde Yaşayan Bazı Mollusk, Alg ve Ortamlarındaki Ağır Metal Kirlenmesi ile ilgili Araştırmalar. EÜ Doktora Tezi, 73 s.
- TUNÇ, S., 2001. İzmir Körfezi'nde Avlanan Balıklarda Ağır Metal Düzeyleri. Pendik Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi, İstanbul, 32 (1-2): 43-53s.
- TUNÇOKU, G., 1992. Balıklarda Civa, Kurşun ve Kadmiyum Rezidülerinin Atomik Absorbsiyon Spektrofotometri Tekniği ile Aranması. Bor. Vet. Kont. ve Araş. Ens., İzmir
- TUNÇOKU, G., TUNÇOKU, Ö., DÜZEL, S., 1997. Ege Üniversitesi Tatlı Su Balıklarında Civa, Kurşun, Kadmiyum, Bakır ve Çinko Düzeyleri Üzerine Araştırmalar. Bor. Vet. Kont. ve Araş. Ens., İzmir
- TÜRKMEN, M., TEPE, Y., ÇALIŞKAN, E., CİMİNLİ, 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): 16-18 s.
- UI, J., 1971. Mercury Pollution Fresh Water Its Accumulation into Water Biomas. Rev. Int. Oceanogr. Med., 22-23, 79-129s.

- UYSAL, H., 1970. Türkiye sahillerinde bulunan midyeler "*Mytilus galloprovincialis*" üzerinde biyolojik ve ekolojik araştırmalar. E.Ü. Fen Fak., İlimi Raporlar Serisi , No.79, 79p.
- UZUN,S., 1993. Su ürünlerinin başlıca ağır metallerle kirlenme durumu ve konunun halk sağlığı yönünden incelenmesi. Ankara Üniv. Sağlık Bilim Enst. Yüksek Lisans Semineri Notları.
- UZUNÖREN, N., 1987. Ağır metallerle kirlenmiş sulardan toplanan midyeler ve benzeri deniz ürünlerinde ağır metallerden arsenik ve türevleri ile kirlenme düzeylerinin saptanması. İstanbul Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- VURAL, N., 1996. Toksikoloji. Ankara Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Yayın No: 73, Ankara. 659s.
- WIDDOWS, J., 1985. Physiological procedures. In B. L. Bayne, D. A. Brown, K. Burns, D. R. Dixon, A. Ivanovici, D. R. Livingstone, D. M. Lowe, M. N. Moore, A. R. D. Stebbing, J. Widdows., (Eds.), *The effects of stres and pollution on marine animals*.(161-178).New York: Praeger Press.
- YAP, C. K., ISMAİL, 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: 569-575s.
- YAP, C. K., ISMAİL, A., OMAR, H., TAN, S. G., 2004.Toxicities and tolerances of Cd, Cu, Pb and Zn in a primary producer (*Isochrysis galbana*) and in a primary consumer (*Perna viridis*).Enviromental Internetal, 29: 1097-1104s.
- YARSAN, E., BİLGİLİ, A., TÜREL, İ., 2000. Van Gölü'nden Toplanan Midye (*Unio stevenianus krynicki*) Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 24, 93-96s.
- YAZKAN, M., ÖZDEMİR, F., GÖLÜKCÜ, M., 2004. Antalya Körfezinde Avlanan Bazı Yumuşakçalar ve Karideste Cu, Zn, Pb ve Cd İçeriği. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 28: 95-100s.
- YILMAZ, A., 1998a. Keban Baraj Gölü Ova bölgesi Balıklarından *Copoeta trutta* (Heckel, 1843)'da Ağır Metal Birikimi. Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, 23s.
- YILMAZ, F., 1998b. Kütahya Şehir Atık Sularının Porsuk Baraj Gölündeki Olumsuz Etkileri. I. Atıksu Sempozyumu Bildiri Kitabı, Kayseri, 225-229s.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Kahramanmaraş'ta doğdum. İlköğrenimimi Kahramanmaraş Albayrak İlköğretim Okulu'nda, orta ve lise öğrenimimi Kahramanmaraş Fatih Lisesi'nde tamamladım.

1998 yılında kazandığım Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'nden 2002 yılında mezun oldum. Eylül 2002'de Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'nde Yüksek Lisans Öğrenimime başladım.