

T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ÇILDIR GÖLÜ'NÜN
SUYUNDA, DİP SEDİMENTİNDE VE BURADAN ÇIKARILAN MİDYELERDE
(*Anodonta cynea* Linnaeus, 1758) BAZI AĞIR METALLERİN DERİŞİM
DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Bilal Burak BALTACI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin GEY

2011
KARS

Bu tez çalışması 2010 FEF-02 numaralı proje ile Kafkas Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Merkezi tarafından desteklenmiştir.

T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ÇILDIR GÖLÜ'NÜN
SUYUNDA, DİP SEDİMENTİNDE VE BURADAN ÇIKARILAN MİDYELERDE
(*Anodonta cynea* Linnaeus, 1758) BAZI AĞIR METALLERİN DERİŞİM
DÜZEYLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Bilal Burak BALTACI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin GEY

2011
KARS

T.C Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Bilal Burak BALTACI' nın Yrd. Doç. Dr. Hüseyin GEY' in danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığı “Çıldır Gölü Suyunda, Dip Sedimentinde ve Buradan Çıkarılan Midyelerde (*Anadonta cynea* Linnaeus,1758) Bazı Ağır Metallerin Derişim Düzeylerinin Araştırılması” adlı bu çalışma, yapılan tez savunması sınavı sonunda jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Yönetmeliği uyarınca değerlendirilerek **oy birliği** ile kabul edilmiştir.

8 / 4 / 2011

Adı ve Soyadı
Başkan : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin GEY
Üye : Doç. Dr. Süleyman GÜL
Üye : Yrd.Doç. Dr. Temel ÖZTÜRK

imza


Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun/...../200. gün ve/..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Muzaffer ALKAN
Enstitü Müdürü V.

Bu çalışmam Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmada Çıldır Gölü'nden çıkartılan tatlı su midyeleri(*Anodonta cynea L.*) ile bu gölden alınan su ve dip sediment örneklerindeki ağır metallerin birikim düzeyleri incelenmiştir. Daha önce Çıldır Gölü'nde yapılan araştırmalardan farklı olarak bu çalışmada dip sedimentinde ve kirlenme indikatörü olan midyelerde ağır metal analizleri yapılmıştır. Bu çalışma yaşam ortamı Çıldır Gölü olan, sulardaki kirliliğin en önemli göstergelerinden biri durumundaki midyelerin, yenilebilir kas dokularında ki ağır metal birikim düzeylerinin belirlenmesi açısından önemlidir.

Tez konumu bana vererek ve projelendirerek çalışmamın her aşamasında değerli bilgi ve yardımlarını esirgemeyen hocam, Sayın Yrd. Doç. Dr. Hüseyin GEY'e, çalışmamın metal analizlerini gerçekleştiren Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Nesrin YILDIZ' a şükranlarımı arz ederim. Ayrıca çalışmam esnasında emeği geçenlere teşekkürü bir borç bilirim.

Kars-2011

Bilal Burak BALTACI

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	III
ŞEKİLLER DİZİNİ	IV
RESİMLER DİZİNİ	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
1.GİRİŞ	1
2. İNCELENEN METALLERİN ÖZELLİKLERİ	2
2.1.Demir (Fe)	3
2.2. Bakır (Cu)	3
2.3. Çinko (Zn)	4
2.4. Kadmiyum (Cd)	5
2.5. Kurşun (Pb)	5
2.6. Manganez (Mn)	6
3. ÇALIŞMA ALANI HAKKINDA KISA BİLGİ	8
3.1. Çalışma İstasyonları	9
4. ÇALIŞMA YAPILAN KUĞU MİDYELERİ (<i>Anodonta cygnea L.</i>) HAKKINDA GENEL BİLGİ.	10
5. MATERYALVE METOD	11
5.1. Örneklerin Toplanması	11
5.2. Örneklerin Değerlendirilmesi	11
5.3. Midye Örneklerinin Özütlenmesi	12
5.4. Sediment Örneklerinin Özütlenmesi	12
5.5. Su Örneklerinin Özütlenmesi	13
6.5 Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi	13

7.BULGULAR	14
8.TARTIŞMA VE SONUÇ	21
9.KAYNAKLAR	28
10.ÖZGEÇMİŞ	34

ÖZET

Bu çalışmada Çıldır Gölü'nden çıkartılan tatlı su midyeleri (*Anodonta cynea L.*) ile bu gölden alınan su ve dip sediment örneklerindeki ağır metallerin birikim düzeyleri saptandı. Tatlı su midyelerinin kas dokuları, dip sedimenti ve suda, demir (Fe), bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) metallerinin birikim düzeyleri araştırıldı.

Örnekler 2009 yılının Nisan, Haziran ve Eylül aylarında toplanıp Optical Emission Spectrometer (ICP) ile analiz edildi.

Bulgularımıza göre, midyelerin kas dokusunda, suda ve sedimentte ağır metallerin derişim düzeyine göre sıralaması, kas dokusunda Mn>Fe>Zn>Pb>Cu>Cd, suda Mn>Fe>Zn>Pb>Cu>Cd sedimentte, Fe>Mn>Zn>Pb>Cu>Cd şeklinde saptanmıştır. Metal derişimine göre incelenen örneklerin ağır metal sıralaması sediment>kas>su şeklinde saptandı. Böylece incelenen metallerin en düşük derişim düzeyleri; suda en yüksek konsantrasyonları da sedimentte saptandı.

Elde edilen sonuçlar, ulusal ve uluslararası kuruluşlarca belirlenen ağır metallerin birikim düzeyleri ile karşılaştırıldı ve incelenen metallerin düzeylerinin çevre ve halk sağlığı yönünden herhangi bir risk oluşturmadığı bulundu.

Anahtar Kelimeler: Midye, Ağır metal, Birikim, Çıldır Gölü, Türkiye.

ABSTRACT

In this research, it were determined, accumulation levels in heavy metals in water and bottom sediment examples from collected freshwater mussel the Çıldır Lake. It were researched accumulation levels of muscle tissues of freshwater mussels, bottom sediment and in water Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb.

Examples were collected in April, June, September of 2009 to analyzed with Optical Emission Spectrometer (ICP).

According to findings, has been found muscle tissue of mussels in water and sediment heavy metals according concentration level arrangement, in muscle tissue Mn>Fe>Zn>Pb>Cu>Cd, in water Mn>Fe>Zn>Pb>Cu>Cd, in sediment Fe>Mn>Zn>Pb>Cu>Cd. According metal concentration, heavy metal arrangement of detected examples as sediment>muscle>water. In this way researching metals were determined the most less water and the most highest sediment.

Our findings have been compared with the extreme values of licensed heavy metals of national and international institutions and finding metals levels don't make up any risk in terms of environmental and social health.

Key Words: Mussel, Heavy metal, Accumulation, Çıldır Lake, Turkey.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

N : Örnek sayısı

X :Aritmetik ortalama

N.d :Tespit edilemedi

S.d. : Standart sapma

ppm : Milyonda bir kısım

Fe : Demir

Cu :Bakır

Zn :Çinko

Mn :Manganez

Cd :Kadmiyum

Pb :Kurşun

Mg :Mikrogram

mg :Miligram

kg :Kilogram

ŒKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Œekil 1. Çıldır Gölü Haritası

9

RESİMLER DİZİN

Sayfa No

Resim 1. Kuğu Midyesi (*Anadonta cynea* Linnaeus,1758) Resmi

10

Çizelgeler Dizini

Sayfa No

Çizelge 1. Doğada bulunan önemli iz elementlerden bazıları	7
Çizelge 2 . Çalışmamızda kullanılan midyelere (<i>Anodonta cynea L.</i>) ait metrik değerler	11
Çizelge 3. Su kalitesi kriterleri Turkish Environmental Guidelines and USA EPA	16
Çizelge 4. Kuşu midyeleri kas dokusunda ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları	17
Çizelge 5. Kuşu midyeleri kas dokusunda ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları.	17
Çizelge 6. Sediment örmelerindeki ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları.	18
Çizelge 7. Sediment örneklerindeki ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları.	18
Çizelge 8. Su örmelerindeki ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları.	19
Çizelge 9. Su örmelerindeki ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları.	19
Çizelge 10. Örneklerin analizinin yapıldığı Perkin Elmer marka 2100 Dv model Optical Emission Spectrometer (ICP)'nin duyarlılık sınırı.	20
Çizelge 11. Analizi yapılan sediment örneklerinin Standart Referans Madde (SRM) değerleri.	20
Çizelge 12. Analizi yapılan su örneklerinin Standart Referans Madde (SRM) değerleri.	20

1. GİRİŞ

Su canlıların hayatını devam ettirebilmeleri için gerekli en önemli unsurdur. Suyun genel ekoloji içindeki yeri hayatın kendisi olarak ifade edilir. Artan nüfus yoğunluğu ve teknolojik gelişme sonucu suya olan ihtiyaç gün geçtikçe artarken, su ekosistemleri hem evsel hem de endüstriyel atıklar ile gittikçe kirlenmektedir. Çevre sorunları arasında önemli bir yere sahip olan su kirliliğine neden olan, suyun hava ve toprak gibi diğer ekolojik sistemlerle içice olması ve insan faaliyetlerinin etkisi gibi bir çok etken bulunmaktadır. Kirliliğin basit fakat doğru bir tarifi “herhangi bir şeyin yanlış alanda çok fazla olması” durumudur [1].

Yeryüzündeki suyun bütün insanlığın gereksinimini karşılayacak kadar çok ve tükenmez bir kaynak olduğu düşünülebilir. Ancak, Dünya’daki su kaynaklarının %3’den içme ve kullanma suyu olarak yararlanılabilmektedir. Bu kaynaklar da hızla kirlenmektedir [2].

Çevre kirliliği ilk defa kentsel yaşamın başlaması sonucu ortaya çıkmış ve endüstriyel gelişmeye paralel olarak da artmıştır. Özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısında, nüfus artışıdaki 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 [3].

Su en önemli doğal kaynaklarımızdan biridir. Günlük yaşamımızın pek çok alanında kullanılmaktadır. Endüstriyel, sulama, güç üretme, spor ve taşımacılık amaçlı kullanımı buna örnek olarak verilebilir. Bütün bu faaliyetler sonucu ise deniz, göl ve nehirlerdeki suların kirlenmesi kaçınılmaz olmaktadır [4]. Su kirliliğinin en yaygın şekli ağır metal iyonlarından kaynaklanan kirliliktir.

Ağır metaller sucul sistemde iz halinde bulunmalarına karşın, organizmadaki doğal düzeyleri ve birikimleri farklı olmaktadır. Ağır metal deyimi, doğadaki tüm metalleri ve metalloidleri 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 [5].

1953 yılında Japonya'nın Minimata kentinde kurulan asetaldehit fabrikasının Minimata Körfezi'ne akıttığı cıva artıkları, denizdeki mikroorganizmalar aracılığıyla organik cıva bileşiğine (çoğunlukla metal cıvaya) dönüştürerek gıda zinciri yolu ile balıklara ve krustaselere geçmiş oradan da kedi, köpek gibi hayvanlara ve insanlara geçerek toplu ölümlere yada beyinin görme [6], işitme ve denge merkezlerinde görülen sakatlıklara yol açmıştır [7].

Türkiye'de su kirliliği ilk kez Haliç' in evsel ve endüstriyel atık suları taşıyan kanalizasyon haline dönüşmesi ile dikkat çekmeye başlamıştır. Bunu İzmit ve İzmir Körfezi kirlenmeleri, Porsuk Çayı kirlenmesi takip etmiş; daha sonraki yıllarda su kaynaklarının etkili kontrol edilmemesi nedeni ile kirlilik tüm ülkede yaygınlaşmıştır. Ülkemizin yıllık nüfus artışının yüksek oluşu ve kalkınma çabası içinde oluşumuz göz önüne alınırsa su tüketimi ve bunların kirletici kaynaklarının giderek artacağı açıktır [8].

Denizlerde bol miktarda bulunmaları, metalleri yüksek yoğunluklarda biriktirip bunları uzun bir süre bünyelerinde tutmalarından dolayı midyeler, sularda kirliliği yansıtan biyolojik indikatörlerin başında gelir [9].

Bu çalışma, Çıldır Gölü'den çıkarılan midyelerin kas dokusu ile bu midyelerin yaşadıkları dip sedimenti ve yine aynı ortamdan alınan su örneklerinde ağır metallerin birikim düzeylerini belirlemek amacıyla yapıldı.

2. İNCELENEN METALLERİN ÖZELLİKLERİ

Ağır metaller çevre için son derece tehlikeli olan kimyasallar olarak bilinirler [10,11]. Bunlar her gün büyük miktarlarda doğal ve endüstriyel kaynaklardan, evsel atıklardan, zirai kaynaklardan ve atmosferik kirleticilerden çevreye yayılmakta ve değişik yollarla nehir, göl ve denizlere ulaşmaktadırlar. Sucul ortama giren bu maddeler burada yaşayan gerek hayvansal gerekse de bitkisel canlılar üzerinde bir çok olumsuzluğa sebep olmaktadır

[12,13] Çinko (Zn), bakır (Cu), civa (Hg), nikel (Ni), krom (Cr) ve kurşun (Pb) su kirliliğini gösteren en önemli ağır metallerdir.

Ağır metallerin farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak sucul ortamdaki konsantrasyonları ile sucul canlılardaki biyolojik birikim ve artışları değişiklik gösterebilir. Bu yüzden, söz konusu metallerin çevredeki genel özellikleri, kaynakları, toksisiteleri, ortamdaki değişimleri ve biyolojik birikim/ artış mekanizmalarının iyi bilinmesi gerekir [13].

2.2. Demir (Fe)

Demir dünyada en çok bulunan elementlerden birisi olup yer kabuğunda %5 oranında bulunur. Tüm metaller içinde en çok kullanılanıdır ve tüm dünyada üretilen metallerin ağırlıkça %95'ini oluşturur [14].

Normal olarak çözülemeyen formda olmasına rağmen, doğal olarak gerçekleşen pek çok reaksiyonla, demirin çözülebilir formları oluşabilir ve bunlar girdikleri suyu kirletirler. Bu yüzden aşırı demir, yeraltı sularında genel bir problemdir [15].

İnsan vücudu demirin emilimini çok sıkı kontrol eden bir mekanizmaya sahipse de vücuttan atılmasına ilişkin fizyolojik bir yetisi yoktur. Dolayısıyla, alınan aşırı miktardaki demir, sindirim sisteminin tüm bölgelerindeki hücrelere zarar verebilir ve kan dolaşım sistemine girebilir. Kan dolaşımına giren demir, kalp, karaciğer ve diğer organların hücrelerine de zarar vermeye başlar ve bu da, uzun süreli organ hasarları veya aşırı dozdan ölümlere kadar gidebilir. İnsanlarda demir zehirlenmesinin başlangıç değeri; vücut ağırlığının kilogramı başına alınacak 20 miligramdır [16].

2.1. Bakır (Cu)

Çevredeki başlıca bakır kaynaklarının; araba mezarlıkları, soğutma suyu deşarjları, bakır içeren pestisitler, su dağıtım boruları, otomobil, kamyon, otobüs ve tır gibi araçların fren balataları, metal kaplama ve işleme endüstrisi, rafineriler, dam, çatı malzemeleri ve maden eritme işlemleri olduğu bildirilmektedir [14].

Bakır vücut fonksiyonları açısından önemli olmakla beraber özellikle saç, deri, kemik ve bazı iç organların temel bileşenidir. Erişkin insanlarda ortama 50 – 120 mg bulunan bakır, aminoasitler, yağ asitleri ve vitaminlerin normal koşullarda metabolizmadaki reaksiyonlarının vazgeçilmez ögesidir. Birçok enzim ve proteinin yapısında bulunan bakır, demirin fonksiyonlarını yerine getirmesinde aktivatör görevi üstlenir. Bakır eksikliğinde hayvanlarda anormallikler, kansızlık, kemik hastalıkları ve sinir sisteminde bozukluklar saptanmıştır.

Çoğu bakır bileşiği ya su tortusuna ya da toprak parçacıklarına yerleşip bağlanır. Çözünür bakır bileşikleri insan sağlığı için en büyük tehdidi oluşturmaktadır. Genellikle doğada suda çözünür bakır bileşikleri tarım uygulamalarında kullanımı sonucu ortaya çıkmaktadır [15].

Tarımsal yüzey akışlarından çözülebilir bakır bileşikleri, son derece zararlı olabilir. Bunlar sucul ekosistemlere girdiklerinde genellikle yaklaşık bir günde sudaki parçacıklara bağlanır ve bu şekilde ortam koşullarına bağlı olarak çevreye daha az bir tehdit oluşturur. Bakırın kanserojen olmadığı bildirilmektedir. Yüksek düzeylerde bakır içeren su, kusma, ishal, mide bulantısı ve kramplara sebep olmaktadır. Bakır, en çok karaciğer, böbrek, mide, akciğer, barsak, kalp, beyin ve adrenal bezde birikim yapar [14]. İçme sularında Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından açıklanan sınır değeri 2mg/L'dir. Gün içinde alınabilen maksimum bakır değeri kadınlarda 12mg/gün, erkeklerde 10mg/gün, 6-10 yaş grubu çocuklarda ise 3 mg/gündür [17].

2.3. Çinko (Zn)

Günümüzde çinko; çelik, alüminyum ve bakırdan sonra Dünya'da miktar olarak yıllık tüketimi en fazla olan metaldir. Kimyasal yönden aktif olması ve diğer metallerle kolayca alaşım yapabilmesi nedeniyle çinko, endüstride birçok alaşımın ve bileşiğin üretiminde kullanılmaktadır. Kuvvetli elektropozitif özelliğinden dolayı diğer metallerin özellikle demir çelik ürünlerinin aşınmaya karşı korunmasında kullanılmaktadır. Üretilen çinko metalinin ana ürün olarak tüketildiği belli başlı beş alan bulunmaktadır. Bunlar; galvanizleme, pres döküm alaşımları, pirinç ve bronz alaşımları, çinko oksit ve haddelenmiş çinko alaşımlarıdır [18].

Çinko metali ve birçok bileşiği diğer ağır metallerle karşılaştırıldığında düşük zehirlilik etkisi gösterirler. Çinko tuzlarının toksikliği çinkodan daha fazla, yapısında bulunduğu bileşiğin anyonik kısmının toksikliğine bağlıdır. Örneğin; çinko kromatin

(ZnCrO₄) yüksek zehirleyici ve kanserojen özelliği Zn⁺² yüzünden değil anyonik CrO₄⁻² bileşeni sebebiyledir [16].

Diğer taraftan, çinko insanlar ve tüm bitki formları ile hayvan yaşamları için önemli ve yaşamsal elementlerden biridir (günlük doz 10 – 20 mg). Gelişme, deri bütünlüğü ve fonksiyonu, yumurta olgunlaşması, bağışıklık gücü, yara iyileşmesi ve karbohidrat, yağ, protein, nükleik asit sentezi ya da degradasyon gibi çeşitli metabolik prosesler için gereklidir. Alkol dehidrojenazı, karbonik anhidraz ve karboksipeptidaz gibi 70' den fazla metalo-enzim fonksiyonu için ko-enzim bileşeni olarak gereklidir. Fizyolojik miktarlardaki çinko Cd, Hg, Pb ve Sn gibi diğer ağır metal iyonlarının zehirleyici etkilerini azaltmaktadır. Çinko yetersizliği, gelişim bozuklukları, cinsiyet ve iskeletin gelişmemesi, kol ve bacak gibi uzuvlarda ve açık yerlerde deri iltihabı, ishal, kellik, iştah azalması ve davranışlarda değişikliklere yol açmaktadır [19].

2.4. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum çinko ile birlikte az bulunan elementlerdendir. Sayısız endüstriyel üründe ve işlemede kullanılır. Şarj edilebilen pil üreten sanayide, plastik sanayinde, metallerin galvanizlenmesinde ve birçok karışımın üretilmesinde kullanılır. Volkanik patlamalarla da önemli miktarda kadmiyum havaya karışır. Bunun yanında evsel atıklar, hastane atıklarıyla ve kömür sobalarından veya kömürle çalışan fabrikalardan havaya, suya verilmektedir. Yayılma şekli hava ve toz partikülleri yoluyla olmaktadır. Sucul organizmalara bu yolla alınmakta ve özellikle bitkilerde birikmektedir. Bu nedenle sigara dumanı önemli bir kadmiyum kaynağıdır. Solunumla alınan kadmiyumun akciğer kanseriyle ilgili olduğu düşünülmektedir. Kronik olarak kadmiyuma maruz kalınması yine akciğer rahatsızlıklarını ortaya çıkarır. Bunlardan başka iskeletin zayıflığı, kalp rahatsızlıkları, anemi, immün sistemin baskılanması, böbrek ve karaciğer rahatsızlıklarına neden olabilmektedir. Özellikle evsel atık suları ile sulanan tarım ürünlerinin yenmesiyle bulaşma tehlikesi artmaktadır. ABD' de içme sularında izin verilen maksimum miktarı 5 µg/l' dir. [20].

2.5. Kurşun (Pb)

Yerkabuğunda yaygın bir element olan kurşun, toprakta yaklaşık 12,5 ppm'lik bir konsantrasyona sahip olup, toprak ve sediment parçacıkları tarafından son derece yüksek oranlarda absorbe edilir. Aynı zamanda, sucul ortamlarda kurşun alımı, sertlik, pH, tuzluluk, sıcaklık ve organik madde gibi çevresel faktörler tarafından son derece etkilenmektedir. Çevredeki ana kaynakları, maden ve metal endüstrileri, otomobil aküleri, tıbbi ekipmanlar,

kurşunlu boyalar, seramik endüstrisi, kaplama, bilimsel ve optik aletler, cephaneler, katı atık yapımı ve kurşunlu benzin kullanımınıdır [17].

İnsan vücudundaki kurşun miktarı tahmini ortalama olarak 125-200 mg civarındadır ve normal koşullarda insan vücudu normal fonksiyonlarla günde 1-2 mg kadar kurşunu atabilme yeteneğine sahiptir. Birçok kişinin maruz kaldığı günlük miktar 300-400 mg'ı geçmemektedir. Buna rağmen çok eski iskeletler üzerinde yapılan kemik analizleri günümüz insanı kemiklerinde, atalarımızdakinin 500-1000 katı kadar fazla kurşun bulunduğunu göstermektedir [21].

Balık ve kabuklularda öncelikle solungaç, karaciğer, böbrek ve kemikte biriken kurşun, organizmalarda son derece uzun bir yarılama ömrüne sahiptir. Larvaları tamamen öldürmese de önemli hasarlar verebilir. Önce iskelete girer ve vücudu terk etmesi 20 yıl alır. Yumurta ve embriyolarda birikebilir. Genellikle, karaciğer, böbrek, iskelet ve dalakta birikim yaptığı bildirilmektedir. Yüksek düzeyde kurşun zehirlenmesinden, gastrointestinal sistem ve sinirlerde hasarlar bildirilmiştir. Düşük düzeylerde bile beynin büyüme ve gelişimini engellemektedir. Ayrıca plasentayı geçip, cenini etkileyebilir. Bundan başka, kırmızı kan hücrelerinin sağlığını olumsuz etkileyerek anemiye sebep olabilir. Dünya Sağlık Örgütü tarafından kanserojen olabileceği bildirilmektedir. EPA'ya göre içme sularında 15 µg l⁻¹'den fazla olmaması önerilir [17].

2.6. Manganez (Mn)

Türkiye'de manganezin kullanım alanları Dünya'daki kullanım alanlarıyla paralellik göstermektedir. Türkiye'de manganez başlıca demir-çelik ve kimya sanayinde kullanılmaktadır. Genelde manganez tüketiminin yaklaşık % 95'i parça mangan cevheri ve alaşımları şeklinde demir-çelik endüstrisinde, % 5'i de kimya sanayinde olmaktadır. Kimya sanayinde kullanılan manganez değişik sahalarda ve miktarlarda olmak üzere; suni gübre, cam, pil, seramik, oto boyası, refrakter, çimento, ilaç, fotoğrafçılık, petrokimya ve elektronik endüstrisinde kullanılmaktadır [18].

Toprakta minerallerden geçmiş manganeze rastlanır. Toprak veya tortul kütlelerdeki manganez atmosferik olayların etkisiyle çözünerek suya geçer. Yeraltı sularında bulunan manganez ortamda oksijen bulunmayışı nedeniyle iki değerlidir. Yüzeysel sularda, özellikle göl ve baraj gibi rezervuarların dip çökeltisi çamurları içerisinde bulunur ve indirgeyici ortamda çamurdan suya geçer. Manganezin suda bulunmasının zararı endüstri sularında hemen hemen demirin etkisinin aynısıdır. Bu da sularda bazı bakterilerin

çoğalmasına yardım ettiği gibi, boruların tıkanmasına demirden fazla neden olur. Yiyeceklerde manganez miktarı önemli derecede değişiklik gösterir. Süt ürünlerinde düşük konsantrasyonlarda, etlerde 0–0,8 mg/kg, balıkta 0–0,1 mg/kg bulunur. İnsan ve hayvanda manganez eser elementtir. Ancak alınan manganezin % 3'ü absorbe edilir. Kalp, damar hastalıklarında ölüme mani olmak için içme sularında manganez bulunması önerilmektedir [18].

Manganez, organizmalardaki enzimlerin yapısal bütünlüğü açısından gerekli bir elementtir. Eksikliği kemiklerde bükülmelere, kısırlığa ve boy kısalığına neden olur [22].

Çizelge 1. Doğada bulunan önemli iz elementlerden bazıları [23]

Element	Kaynaklar	Etki ve Önemleri
Arsenik	Madencilik yan ürün, pestisitler, kimyasal atıklar	Toksik, muhtemelen kanerojen
Kadmiyum	Endüstriyel, madencilik ve metal kaplamacılık	Biyokimyasal olarak çinkoyle yer değiştirir, toksik
Krom	Metal kaplamacılık	Cr(VI) olarak muhtemelen kanserojen
Bakır	Metal kaplamacılık endüstriyel atık, madencilik	Hayvanlar için toksik değil, alg ve bitkiler için toksik
Florür	Doğal , endüstriyel, içme suyuna katkı	1 mg/L civarında çürümesini, 5mg/L civarında ise kemik hasarını önler
İyot	Endüstriyel, doğal ve deniz suyunda	Guatr hastalığını önler
Demir	Demir kaynakları, asit maden suyu	Çok toksik değil
Kurşun	Endüstriyel, madencilik, sıvı yakıt ve kurşun kaplamacılık	Toksik, yabancı hayata zarar.
Manganez	Mangan kaynakları, endüstriyel atık	Çok toksik değil
Cıva	Endüstriyel atıklar, madencilik, kömür	Akut ve kronik toksisite
Molibden	Endüstriyel atık, doğal kaynaklar	Bitkiler için gerekli hayvanlar için biraz toksik
Gümüş	Doğal jeolojik kaynaklar, fotoğrafik işlemler için elektro kaplamacılık	Derinin mukoz membranların ve gözlerin mavi-gri renksizleşmesine sebep olur
Çinko	Endüstriyel atıklar, metal kaplamacılık	Esansiyel element

3. ÇALIŞMA ALANI HAKKINDA KISA BİLGİ

Doğu Anadolu bölgesi, su potansiyeli yönünden Türkiye'nin en zengin bölgelerinden biridir. Bölge, Aras, Fırat ve Çoruh gibi önemli nehirlerin kaynağını oluşturmakta olup, Türkiye akarsu varlığının % 35' ine sahiptir. Bölge göl ve gölet bakımından da oldukça zengin olup, gölalanı bölgenin % 2,5' ini içermektedir. Bu potansiyele bağlı olarak 40' a yakın balık türü yaşamaktadır.

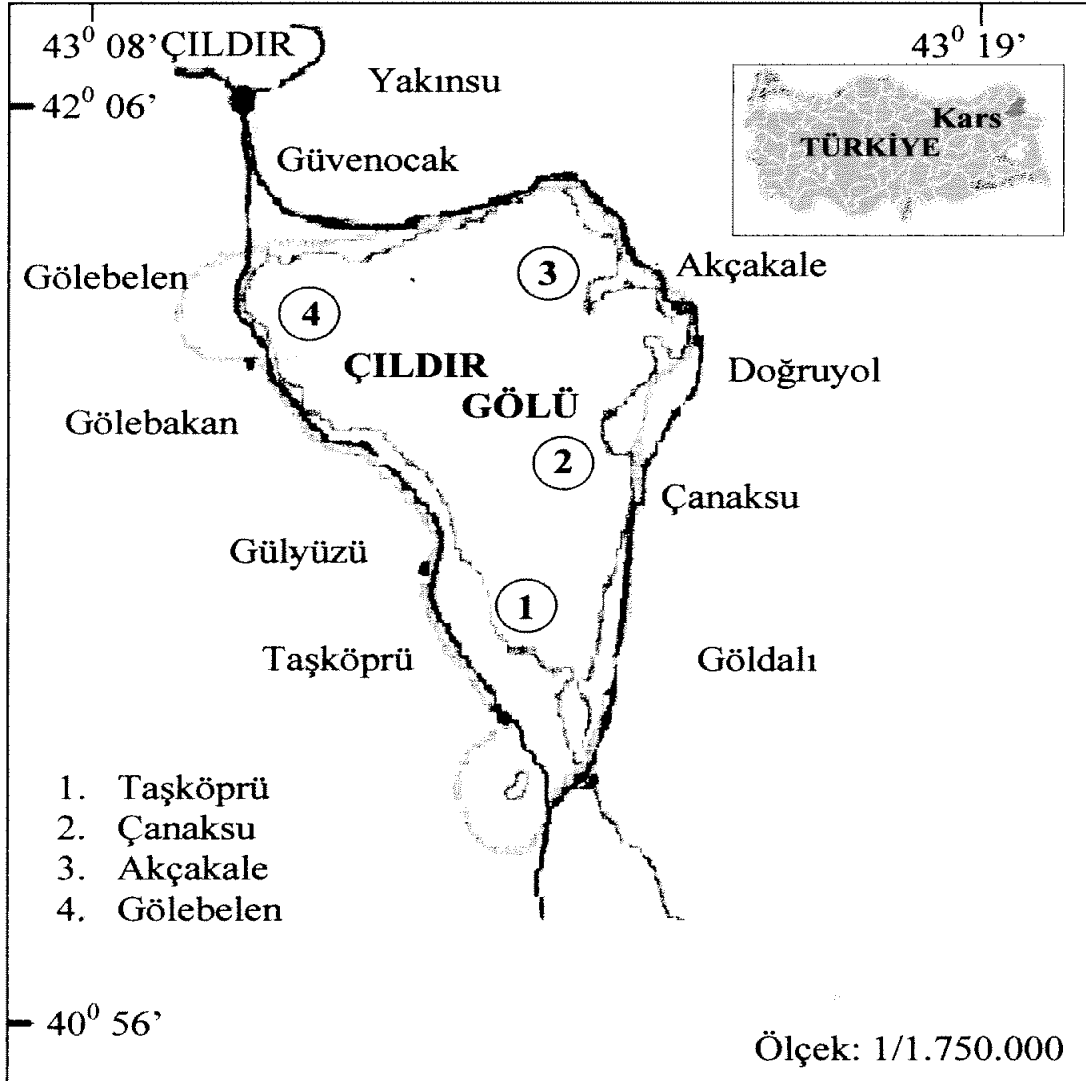
Bu çalışma Doğu Anadolu bölgesinin ikinci büyük gölü olan Çıldır Gölü'nde yapılmıştır. Bu göl volkanik bir alanda Kısır Dağı ile Akbaba Dağı arasında oluşmuş bir lav-set gölüdür. Ardahan ve Kars illeri sınırları içerisinde kalan Çıldır Gölü, 41° 00' kuzey enlemi ile 43° 12' doğu boylamı üzerinde yer almaktadır. Çıldır'ın Kars il merkezine uzaklığı 76 km.dir. Genişliği kuzeyde 15 km, uzunluğu ise yaklaşık 18 km olup deniz seviyesinden yüksekliği 1959 metredir. En derin yeri 30 m., yüzey alanı 124 m² dir.

Göl, kar suları, kaynak suları ve özellikle yağışlı dönemlerde dağlardan akan derelerle beslenir. Gülyüzü Köyü'ndeki Büyük Çay, Gölebakan Köyü'nden gelen Yandere, Doğruyol Köyü'nden gelen dereler, sürekli su sağlar. Göl, güneye doğru daralır, daha sonra genişler. Bu kısım Küçük Göl diye de adlandırılmaktadır. Göl suları, buradan Çara Deresi ile Arpaçay'a akar. Kışın sonunda ve ilkbaharda su seviyesi en yüksek değerine ulaşır. Gölün yağış alanı 640 km' dir. Göl'ün doğusunda Gürcistan, kuzeyinde Çıldır, güneyinde Arpaçay ve batısında Ardahan ili bulunmaktadır. Göl kıyısında 12 köy vardır. Kuzeybatısında ince uzun lav seti, Göl'ü, Çıldır düzlüğünden ayırır. Göl'ün doğusu ve batısı dağlarla çevrilidir. Kuzeyinde ve güneyinde ince kumlu sahiller, kıyılarında saz, kamış şeritleri ile tarım alanları yer alır. (24).

Kars İli, Doğu Anadolu' nun en soğuk bölgesinde yer almaktadır. İlde, Doğu Anadolu yüksek yayla iklimi görülmektedir. Kars' ta kış aylarında uzun ve sert, yaz aylarında ılıman hatta serince geçen bir iklim hakimdir. Bu sert iklim nedeniyle araştırma sahamızı oluşturan Çıldır Gölü'nde buzlanma Aralık ayında başlamakta, Nisan ayının sonlarına kadar sürmektedir. Buz kalınlığı ortalama 60-70 cm arasında değişmektedir. En fazla buz kalınlığı 110 cm olarak ölçülmüştür. Buz kalınlığı iklimsel koşullara göre değişmektedir [24].

3.1. Çalışma İstasyonları

Bu çalışma, Çıldır Gölü'nde seçilen dört istasyonda yürütülmüştür. Bu istasyonların yerleri sırası ile; Taşköprü (1), Çanaksu (2), Akçakale (3), ve Gölebelen (4), istasyonlarıdır. Midye, sediment ve su örnekleri, belirlenen bu istasyonlardan 2009 yılının Nisan, Haziran ve Eylül aylarında toplanmıştır (Şekil1).



Şekil 1. Örneklerin alındığı istasyonları (1-4) gösteren Çıldır Gölü haritası. [25]

4. ÇALIŞMA YAPILAN KUĞU MİDYELERİ (*Anodonta cygnea* L.) HAKKINDA GENEL BİLGİ

Pelecypoda, Bivalvia ya da Lamaellibranchia olarak üç isme sahip tek sınıftır. Mollusklarla karşılaştırıldığında yaygın olarak iki eşit parçaya ayrılabilen kabuklara sahip olmasından dolayı bivalve olarak bilinmektedir. Kabuk parçaları, dorsalde menteşe olarak bilinen mafsalla birleşmiştir. Molluskların tümünde var olan oldukça geniş bir mantoya sahiptir. Solungaçları oldukça büyük olup sadece solunumda değil aynı zamanda iyi bir yem toplayıcı veya süzme (filtrasyon) organı olarak da kullanılmaktadır.

Çift kabukluların birçoğu denizde, littoral zon ya da intertidal zonda yaşamaktadır. Ancak bazı türler okyanusların en derin zonlarında bulunmaktadır. Bazıları tatlısu, hafif tuzlu ve acı suya adapte olmuştur. Bilinen beş adet tatlısu midye familyası bulunmaktadır; Bunlar; Unionidae, Sphaeriidae, Corbiculidae, Aetheridae ve Margatitiferidae'dir. Kugu midyeleri daha çok alkali özelliğine sahip göllerde bulunmaktadır [26]. Araştırma materyalimizi oluşturan Unionidae familyasına mensup Kuğu Midye'si (*Anodonta cygnea*, Linnaeus 1758)'dir.



Resim 1. Kuğu Midyesi (*Anodonta cygnea*, Linnaeus, 1758)

5. MATERYAL VE METOD

5.1. Örneklerin Toplanması

Midyeler, sediment ve su örnekleri, Çıldır Gölü'nden Nisan, Haziran ve Eylül 2009 tarihlerinde haritada (Şekil 1) gösterilen istasyonlardan toplanmıştır.

Midye örnekleri 96 tane olup sürütme ağlarından olan algarna ile toplanmıştır. Sediment örnekleri ise, Orange-Peel (Ekman) kullanılarak dip kısımdan alındıktan sonra HNO₃ ile asitlendirilmiştir. Örnekler, içi buz dolu taşıma kaplarına konularak muhafazalı şekilde laboratuara taşınmıştır. Taşıma esnasında örneklerin gün ışığı, sıcaklık değişimi vs. gibi dış etkenlerden etkilenmemesi için gerekli önlemler alınmıştır.

Göl yüzeyinden plastik kaplar ile alınan su örnekleri içerisine her 1 lt su için 3 ml HNO₃ konulmak suretiyle muhafaza edilmiştir.

Toplanan midye, su ve sediment örnekleri naylon torbalarda analize kadar -21°C'ye ayarlı derin dondurucuda korunmuştur.

5.2. Örneklerin Değerlendirilmesi

Laboratuara getirilen her bir midye boyu, yüksekliği ve kalınlığı kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Ölçümleri yapılan örnekler daha sonra tek tek tartılmıştır.

Çizelge 2 . Çalışmamızda kullanılan midyelere ait metrik değerler.

İSTASYONLAR	N	BOY (min-max) cm.	EN (min-max) cm.	YÜKSEKLİK (min-max) cm.	TOTAL AĞIRLIK (min-max) gr.
TAŞKÖPRÜ	24	10,73±0,86 (8,6-12,2)	5,35±0,31 (4,5-5,8)	3,35±0,49 (2,2-4,0)	73,52 ±23,65 (36,8-113,8)
ÇANAKSU	24	10,32±0,77 (8,9-12,2)	4,99±0,30 (4,4-5,5)	3,25±0,29 (2,8-3,7)	64,02 ±19,35 (39,3-101,1)
AKÇAKALE	24	10,49±0,71 (9,5-11,3)	5,19±0,24 (4,8-5,7)	3,08±0,28 (2,4-3,6)	62,03±15,07 (41,9-101,4)
GÖLEBELEN	24	10,45±0,68 (8,9-11,2)	5,14±0,32 (4,6-5,9)	3,15±0,35 (2,2-3,6)	60,67±14,82 (36,8-97,2)

5. 3. Midye Örneklerinin Özütleme

Çalışma toplam 96 adet midye ile yapıldı. Toplanan midyeler aynı gün içerisinde Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Laboratuvarına getirilerek toplam boy, en ve genişliği kumpas yardımıyla ölçüldü ve ağırlık ölçümleri yapıldı. Ağırlık ölçümleri Kern EW (0,001 g hassasiyetinde) marka hassas terazide yapılmıştır. Midyeler analize kadar -21 °C'de derin dondurucuda saklanmıştır. Midyeler derin dondurucudan çıkartıldıktan sonra bir süre çözündürüldü. Bundan sonra paslanmaz çelikten yapılmış pens, makas ve bisturi yardımıyla her bir midyenin iki kabuğu birbirinden ayrılarak yenilebilen kas dokusu çıkartıldı. Bu işlemden sonra midyelerin her birinin kas dokusunun ağırlığı ölçüldü. Bu midyelerin kas dokularından 3,0 gr alınarak daraları bilinen 100 ml'lik erlenmayerler içerisine konuldu. Daha sonra 105 °C'ye ayarlı etüvde 24 saat bekletilip kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Kuru ağırlıkları belirlenen her bir örneğin üzerine 3:1 oranında kral suyu (5 ml. Nitrik Asit (HNO₃) ve 15 ml. Hidroklorik Asit (HCl) karıştırılarak hazırlanır) ilave edilerek çözünmesi sağlanmıştır. Çözünmüş örnekler sıcak tablada (Hot-plate) ısıtılarak (85-90 °C) kral suyu buharlaştırıldı. Bu asit karışımı buharlaştırıldıktan sonra her bir örneğin üzerine N/10'luk Hidroklorik Asit (HCl) ilave edilerek hacim 50ml'ye tamamlandı [27] ve 589³ Ø 110 mm mavi band filtre kâğıdından süzüldü [28]. Örneklerin analizi Perkin Elmer marka 2100 DV model Optical Emission Spectrometer (ICP) ile yapıldı.

5. 4. Sediment Örneklerinin Özütleme

Sediment örneklerinden 15-20 g. alınarak petri kaplarına konuldu, 105 °C'a ayarlı etüvde 24 saat kurutulduktan sonra etüvden çıkarılan bu örnekler, porselen havanda dövülerek toz haline getirildi ve 63 µm'lik göz açıklığına sahip paslanmaz çelikten yapılmış elek ile elendi. Elenmiş olan sediment örneklerinden 1.0-1.1 g. Arasında alınarak darası bilinen erlenmayerler içerisine konuldu. Sediment örneklerinin üzerine HNO₃ : HCl (1/3) oranında asit karışımı (Kral suyu = Aqua-regia) eklenmiş ve 24 saat asitte bekletildi. Sonra düz ısıtıcı üzerinde 70-80 °C asitler tamamen buharlaşmaya kadar ısıtılmıştır. Kuruyan örneklerin üzeri deiyonize su ile 25 ml.ye tamamlanıp 589³ Ø110 mm mavi band filtre kâğıdından süzüldü [27,29]. Örneklerin analizi Perkin Elmer marka Optical Emission Spektrofotometresinde yapıldı.

5.5 Su Örneklerinin Özütleme

Su örnekleri içleri saf su ile yıkanan 5 litrelik plastik kaplara alınarak labratuara getirildi ve bakteri üremesinin engellenmesi için HNO₃ ile asitlendirildi. Daha sonra su örnekleri kimyasal işlemlerden geçirilerek [30] 60 ml'lik plastik şişelere konuldu ve böylece örneklerin analizi Perkin Elmer marka 2100 DV model Optik Emission Spectrometer (ICP) ile yapıldı.

5.6. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Çalışmada demir, bakır, çinko, mangan, kadmiyum ve kurşun metallerinin derişimleri, midye ve sediment örneklerinde paralel kullanarak ve bunları da iki defa okuyarak bulundu. Bulunan değerlerin ortalamaları alındı ve ortalama verileri karşılaştırmak için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır [31]. Ortalamalar arası farklar $P < 0.05$ olduğu zaman önemli kabul edilmiştir.

7. BULGULAR

2010 yılının Nisan, Haziran ve Eylül aylarında Çıldır Gölü'nden alınan midye, dip sedimenti ve su örneklerinde yapılan ağır metal analiz sonuçlarına göre; midyelerin kas dokularında; Fe 18.53-20.86, Cu 0.25-0.27, Zn 1.76-1.93, Mn 48.36-52.39, Cd 0.02-0.06, Pb 0,76-1,06mg/kg olduğu (Çizelge 3) olduğu tespit edildi.

Sedimentte Fe 455.16-470.88, Cu 0.97-1.14, Zn 3.10-3.54, Mn 53.44-61.10, Pb 2.61 - 4.19 mg/ kg olduğu (Çizelge 5) belirlendi. Sedimentte; Cd derişimi aletin duyarlılık sınırının (1/1000) altında kalmıştır.

Suda ise; Fe 6.81-12.59, Cu 0.31-0.62, Zn 0.15-0.28, Mn 4.44-18.12, Cd 0.01-0.001, Pb 0.84 -1.73 mg/kg olduğu (Çizelge 7) tespit edildi.

Çıldır Gölü'nden toplanan midyelerin kas dokuları ile dip sedimenti ve su örneklerinde mevsim ve istasyon farkı gözetmeksizin yapılan istatistiksel değerlendirmelerin sonuçlarına göre incelenen ağır metallerin derişim düzeylerinin aylık ortalamaları kas dokusunda; Fe $19,81\pm 8,51$, Cu $0,26\pm 0,02$, Zn $1,83\pm 0,57$, Mn $51,95\pm 11,3$, Cd $0,03\pm 0,02$, Pb $0,82\pm 0,32$ mg/kg olduğu (Çizelge 4) belirlendi.

Sedimentte, Cd derişimi aletin duyarlılık sınırının (1/1000) altında kalmıştır. Fe 461.01 ± 27.62 , Cu 1.04 ± 0.08 , Zn 3.29 ± 0.27 , Mn 57.42 ± 9.96 , Pb 3.24 ± 2.84 mg/kg olduğu (Çizelge 6) bulundu.

Suda ise; Fe 9.34 ± 4.17 , Cu 0.44 ± 0.14 , Zn 0.21 ± 0.14 , Mn 12.78 ± 4.31 , Cd $0.001\pm$,Pb $1,63\pm 0,65$ mg/kg olduğu (Çizelge 8) tespit edildi.

En yüksek Fe derişimi, kas dokusunda 4. İstasyonda (Çizelge 3) tespit edildi. Sedimentte ise 4. İstasyonda (Çizelge 5) tespit edildi. Göl suyunda ise en yüksek değer 1. istasyonda (Çizelge 7) saptandı.

Bakır, kas dokusunda en fazla 4. İstasyonda (Çizelge 3) tespit edildi. Sedimentte 1. istasyonda (Çizelge 5) göl suyunda ise 1. İstasyonda (Çizelge 7) bulundu.

Çinko, kas dokusunda en fazla 3. istasyonda (Çizelge 3), sedimentte en yüksek değer 2. istasyonda (Çizelge 5) ve son olarak suda en yüksek değer 1. istasyonda (Çizelge 8) tespit edildi.

En yüksek mangan değeri kas dokusunda 4. İstasyonda (Çizelge 3), sedimentte (Çizelge 5) ve göl suyunda (Çizelge 7) en yüksek mangan değeri 2. istasyonda tespit edilmiştir.

Kadmiyum, kas dokusunda en fazla 1. istasyonda tespit edilmiştir. Sedimentte Cd derişimi aletin duyarlılık sınırının (1/1000) altında kalmıştır. Göl suyunda en yüksek kadmiyum değeri 2.(Çizelge 3) ve 3.(Çizelge5) istasyonlarda eşit değerlerde tespit edilmiştir.

En yüksek kurşun değeri ise kas dokusunda 4. İstasyonda (Çizelge 3), sedimentte 4. İstasyonda(Çizelge 5) ve göl suyunda 3. İstasyonda (çizelge 7) tespit edilmiştir.

Örneklerin toplandığı aylara göre metal birikim düzeyleri kas dokusunda (Çizelge 4) ve sedimentte (Çizelge 6) en yüksek demir değerleri Nisan ayında tespit edilmişken, göl suyunda (Çizelge 8) en yüksek demir değeri Haziran ayında tespit edilmiştir. Aylara göre toplanan örneklerde en yüksek mangan değeri kas dokusunda (Çizelge 4) Eylül ayında, sedimentte (Çizelge 6) Nisan ayında tespit edilmişken, göl suyunda (Çizelge 8) en yüksek mangan değeri nisan ayında bulundu.

Çıldır Gölü'nde belirlenen istasyonlara göre metallerin birikim düzeyleri, kas dokusunda Mn>Fe>Zn>Pb>Cu>Cd (Çizelge 3), sedimentte Fe>Mn>Zn>Pb>Cu>Cd (Çizelge 5) ve göl suyunda ise Mn>Fe>Zn>Pb>Cu>Cd (Çizelge 7) şeklinde sıralandığı bulundu. Metal derişimine göre incelenen örneklerin sıralaması sediment>kas>su şeklinde saptandı. Böylece incelenen metaller en düşük düzeyde suda; en yüksek derişimde sedimentte saptandı.

Yapılan istatistiksel analizler sonucunda kas dokusu için; Cd 1 ve 3 nolu istasyonlar arasında önemli bir fark ($P<0,05$) göstermesine karşın, Fe, Cu, Mn ve Pb önemli bir fark bulunmamıştır ($P>0,05$).

Aynı istatistiksel analizler sonucunda Zn kas dokusu için 3 nolu istasyon ile diğer istasyonlar arasında önemli bir fark ($P<0,01$) olduğu tespit edildi.

Sedimentte yapılan istatistiksel analiz sonucunda incelenen metallerden Fe ile diğer metaller arasında Nisan ayı baz alındığında diğer aylara göre anlamlı bir fark ($P<0,05$) olduğu tespit edildi.

Göl suyunda yapılan istatistiksel analiz sonucunda incelenen metallerden Bakır'ın Eylül ayındaki değeri ile diğer aylar arasında önemli bir fark ($P>0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Göl suyunda Cu konsantrasyonunun Eylül ayında diğer aylara göre yüksek olduğu bulundu.

Kas dokusunda yapılan istatistiksel analizlere göre Cd Nisan ayı ile Haziran ve Eylül ayları arasında $P<0.01$ düzeyinde fark tespit edildi. Cd düzeyi, Nisan ayında diğer aylara göre yüksek olarak bulundu.

Kas dokusunda Cu ile yapılan istatistiksel analizler sonucunda Nisan ayı ile Haziran ve Eylül ayları arasında $P<0,01$ düzeyinde fark bulundu. Nisan ayında Cu derişiminin diğer aylara göre daha düşük olduğu tespit edildi.

Kas dokusunda yapılan istatistiksel analizler sonucu Manganez derişimlerinin, Nisan ve Eylül ayları arasında anlamlı bir fark olduğu ($P>0,05$) tespit edildi.

Kas dokusunda yapılan istatistiksel analizlere göre Fe her üç ay arasında $P<0,01$ düzeyinde anlamlı bir fark olduğu tespit edildi. Nisan ayında Fe derişiminin Haziran ve Eylül aylarına göre yüksek olduğu saptandı.

Kas dokusunda istatistiksel analizler sonucu Pb her üç ay arasında önemli bir fark ($P<0,01$) gösterdiği saptandı.

Toplanmış olan midyelerin kas dokusunda Zn derişiminin Nisan ayı ile diğer aylar arasında $P<0,01$ düzeyinde bir fark olduğu tespit edildi. Nisan ayında Zn derişimin diğer aylara göre daha yüksek olduğu saptandı.

Çizelge 3. Su kalitesi kriterleri Turkish Environmental Guidelines [32] and USA EPA [33]

Metal USAEPA (mg L)	Turkish Environmental Guidelines Classis				
	I	II	III	IV	
Al	0.3	0.3	1	>1	-
Cd	0.003	0.005	0.01	>0.01	0.002
Cr	0.02	0.05	0.2	>0.2	0.05
Cu	0.2	0.5	2	>2	-
Fe	0.3	1	5	>5	1
Hg	0.0001	0.0004	0.002	>0.002	0.000012
Mn	0.1	0.5	3	>3	0.15
Ni	0.02	0.05	0.2	>0.2	0.1
Pb	0.01	0.02	0.05	>0.05	0.05
Zn	0.2	0.5	2	>2	0.5
Ag		0.03			0.00012

Çizelge 4. Kuğu midyelerinin kas dokusunda ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg)

İSTASYONLAR	N	METALLER					
		Fe	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb
Taşköprü	24	19,04±8,11	0,25±0,02	1,78±0,62 ^b	50,17±16,16	0,06±0,09 ^a	0,92±0,54
Çanaksu	24	20,86±8,95	0,26±0,03	1,86±0,61 ^b	48,36± 8,29	0,04±0,03	0,79±0,48
Akçakale	24	18,53± 9,30	0,26±0,03	1,93±0,79 ^a	51,57±11,74	0,02±0,01 ^b	0,76±0,50
Gölebelen	24	20,84±11,22	0,27±0,04	1,76±0,44 ^b	52,39±11,20	0,05±0,01	1,06±0,47
ORTALAMA	96	19,81± 9,39	0,26±0,03	1,83±0,61	50,62±11,84	0,04±0,03	0,88±0,49

a,b ve c harfleriyle sembolize edilen değerler istatistiksel olarak farklı olup, (p<0,05), her sütun için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır (p<0,05).

Çizelge 5. Kuğu Midyeleri kas dokusunda ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).

AYLAR	N	METALLER					
		Fe	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb
NİSAN	32	24,45± 8,17 ^a	0,24±0,04 ^a	2,17±0,72 ^a	45,91±14,91 ^a	0,01±0,02	0,33±0,57 ^a
HAZİRAN	32	19,80±10,59 ^b	0,27±0,03 ^b	1,69±0,46 ^b	50,96±10,48	0,04±0,02	1,29±0,22 ^b
EYLÜL	32	15,20± 6,79 ^c	0,27±0,01 ^c	1,63±0,53 ^b	55,00± 8,51 ^b	0,05±0,03	0,84±0,17 ^c
ORTALAMA	96	19,81± 8,51	0,26±0,02	1,83±0,57	51,95±11,3	0,03±0,02	0,82±0,32

a,b ve c harfleriyle sembolize edilen değerler istatistiksel olarak farklı olup, (p<0,05), her sütun için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır (p<0,05).

Çizelge 6. Sediment örmelerindeki ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).

İSTASYONLAR	N	METALLER					
		Cu	Zn	Mn	Cd	Pb	
Taşköprü	3	455,16±67,89	1,14±0,07	3,16±0,40	55,8±16,09	<0,001	3,54± 0,0
Çanaksu	3	470,88±41,54	1,00±0,01	3,54±0,10	61,10±9,61	<0,001	2,61±2,23
Akçakale	3	449,79±52,23	1,09±0,12	3,39±0,25	59,35±12,05	<0,001	2,65±2,37
Gölebelen	3	465,62± 3,94	0,97±0,06	3,10±0,20	53,44±12,68	<0,001	4,19±6,09
ORTALAMA	12	460,36±41,4	1,05±0,065	3,29±0,23	57,42±12,60	<0,001	3,24±2,67

Çizelge 7. Sediment örmeklerindeki ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları. (mg/kg)

AYLAR	N	METALLER					
		Fe	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb
NİSAN	4	505,74±25,45 ^a	1,10±0,10	3,44±0,27	67,00±9,95	<0,001	5,54±5,55
HAZİRAN	4	442,32±25,44 ^b	1,05±0,10	3,28±0,18	50,99±10,42	<0,001	2,98±1,34
EYLÜL	4	434,98±31,99 ^b	0,99±0,06	3,17±0,38	54,27±8,70	<0,001	1,21±1,63
ORTALAMA	12	461,01±27,62	1,04±0,08	3,29±0,27	57,42±9,96	<0,001	3,24±2,84

a,b ve c harfleriyle sembolize edilen değerler istatistiksel olarak farklı olup, (p<0,05), her sütun için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır (p<0,05).

Çizelge 8. Su örneklerindeki ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).

İSTASYONLAR	N	METALLER					
		Fe	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb
Taşköprü	3	12,59±3,49	0,62±0,34	0,28±0,10	14,59±7,91	<0,001	1,33±1,30
Çanaksu	3	6,81±3,54	0,41±0,29	0,21±0,13	18,12±0,80	0,001±0,0002	1,73±0,61
Akçakale	3	7,48±0,97	0,45±0,32	0,22±0,21	10,98±9,68	0,001±0,0003	1,74±0,85
Gölebelen	3	10,51±6,08	0,31±0,09	0,15±0,16	4,44± 2,07	0,01±0,0	0,84±0,0
ORTALAMA	12	9,34± 3,52	0,44±0,26	0,21±0,15	12,03±5,11	0,01±0,0001	1,41±0,69

Çizelge 9. Su örneklerindeki ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).

AYLAR	N	METALLER					
		Fe	Cu	Zn	Mn	Cd	Pb
NİSAN	4	8,46± 5,67	0,36± 0,23 ^b	0,27±0,07	20,39±2,40	0,001±0,0004	1,85±0,49
HAZİRAN	4	10,98±4,59	0,25±0,007 ^b	0,20±0,18	12,56±7,37	0,001±0,0002	1,11±0,90
EYLÜL	4	8,63± 2,25	0,73± 0,21 ^a	0,18±0,18	5,41± 3,17	0,001±0,0001	1,93±0,57
ORTALAMA	12	9,34± 4,17	0,44± 0,14	0,21±0,14	12,78±4,31	0,001±0,0001	1,63±0,65

a,b ve c harfleriyle sembolize edilen değerler istatistiksel olarak farklı olup, (p<0,05), her sütun için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır (p<0,05).

Çizelge 10. Örneklerin analizinin yapıldığı Perkin Elmer marka 2100 Dv model Optical Emission Spectrometer (ICP)'nin duyarlılık sınırı.

Perkin Elmer marka 2100 DV model Optical Emission Spectrometer (ICP)	Duyarlılık Sınırı
	1/1000(<0.001)

Çizelge 11. Analizi yapılan sediment örneklerinin Standart Referans Madde (SRM) değerleri.

Metaller	SUD-1 mg/kg	Bulunan Ortalama Değer mg/kg	Uyumluluk %
Fe	8250	8815	106,84
Cu	417	437,13	104,82
Zn	701	695,13	99,16
Mn	299	310,5	103,84
Cd	1,5	1,264	84,26
Pb	0.395	0.325	82,27

SUD-1: Recoverable and Leachable concentrations of Major, Minor and Trace Metals

ÇİZELGE 12. Analizi yapılan su örneklerinin Standart Referans Madde (SRM) Değerleri.

Metaller	NRCSLRS-4 mg/kg	Bulunan Ortalama Değer mg/kg	Uyumluluk %
Fe	103	81	78
Cu	1.81	1.7	93
Zn	0.93	0.75	80
Mn	3.37	2.87	85
Cd	0.012	0.009	75
Pb	0.086	0.068	79

NRCSLRS-4(River water – Trace elements), Collected at a depth of 2-3 meters in the Ottawa River at Chenaux, Ontario, Canada

8. Tartışma ve Sonuç

Bilindiği gibi su canlılar için hava kadar önemlidir. Sular, atmosferik ve karasal ortamlardan daha fazla kirlenmenin etkisi atındadır. Ancak canlılar için bu denli önemli olan suyun her geçen gün giderek artan boyutlarda çeşitli kaynaklardan gelen değişik tipteki atıklar ile kirlenmesi, sucul ortamda ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır.[34]

Sucul ortamlardaki kirlenmenin başlıca sebeplerinden birisi ağır metal kirlenmesidir. Ağır metaller biyolojik işlemlere (prosesler) katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli konsantrasyonlarda bulunmaları gerekir ve bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları zorunludur. Örneğin bakır hayvanlarda ve insanlarda kırmızı kan hücrelerinin ve birçok oksidasyon ve redüksiyon prosesinin vazgeçilmez parçasıdır. Buna karşın yaşamsal olmayan ağır metaller çok düşük konsantrasyonlarda dahi psikolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine yol açabilmektedir.[35]

Ancak yaşamsal ve yaşamsal olmayan ağır metaller derişimlerinin artması sonucu insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Yeryüzündeki ekosistemlerin ve en ön önemlisi insan sağlığının korunması açısından çeşitli ağır metallerin derişim düzeylerinin zehirlilik derecelerini belirlemek çok önemlidir.

Çalışmamızda kullandığımız midyeler göllerde bol miktarda bulunmaları, metalleri yüksek yoğunluklarda biriktirip bunları uzun bir süre bünyelerinde tutmalarından dolayı, sularda kirliliği yansıtan biyolojik indikatörlerin başında gelir (9).

Bu araştırmada Doğu Anadolu Bölgesi'nin önemli göllerinden olan Çıldır Gölü'nün suyunda, dip sedimentinde ve burada yaşayan midyelerde (*Anodonta cynea L.*) ağır metallerin derişimleri saptanmıştır.

Bu değerler sırasıyla kas dokusunda ortalama Fe 19.81, Cu 0.26, Zn 1.83, Mn 50.62, Cd 0.04 ve son olarak Pb 0.88 mg/kg olarak tespit edildi.

Sedimentte bu değerler sırasıyla ortalama Fe 460.36, Cu 1.05, Zn 3.29, Mn 57.42, Pb 3.24 mg/kg olarak tespit edilmişken sedimentte Cd tespit edilememiştir.

Son olarak göl suyunda sırasıyla ortalama Fe 9.34, Cu 0.44, Zn 0.21, Mn 12.03, Cd 0.01, Pb 1.41 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Ülkemiz sınırları içerisindeki bazı göllerdeki midyelerde ağır metal düzeyleri ile ilgili yapılmış olan diğer bazı çalışmalarda;

Yarsan ve ark. 1999 da yapmış oldukları çalışmaya göre Van gölünden toplanan midyelerde (*Unio stevenianus* Krynicki) bazı ağır metallerin derişim düzeylerini sırasıyla Pb 1.43, Cd 0.09, Cu 5.83, Zn 15.93 mg/kg [36] olarak saptamıştır. Bu değerler bulgularımızdan yüksek olarak tespit edilmiştir.

Çavuşoğlu ve ark. 2007 yılında Kızılırmak Nehri'ndeki çalışmasında midyelerdeki(*Mytilus sp*) bazı ağır metallerin derişim düzeylerini Cu 3.51, Zn 12.87, Cd 2.05 Pb 8,4 mg/kg [37] olarak saptamıştır. Bu değerler bulgularımızdan oldukça yüksektir.

Türkmen M. ve ark. Amik Havzası, Gölbaşı Gölü'nde iki farklı midye türünün (*Unio terminalis* ve *Potamida littoralis*) dokularında ağır metal birikimlerini tespit etmiştir. Bu sonuçlar sırasıyla şu şekildedir; *Potamida littoralis* kas dokusunda; Fe 3.43, Cu 0.11, Zn 0.41, Mn 7.02, Cd 0.002, Pb 0.006 şeklinde tespit edilmiştir. *Unio terminalis* kas dokusunda ise; Fe 0.90, Cu 0.07, Zn 1.03, Mn 5.63, Cd 0.004, Pb 0.008 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışma ile bizim yapmış olduğumuz çalışma karşılaştırıldığında Fe, Mn, Cu, Zn, Pb değerlerinin bizim çalışmamızda yüksek olduğu tespit edilmiştir. [38]

Özden Y. 2008 yılında Enne ve Porsuk barajlarının sedimentlerinde bazı ağır metallerin derişim düzeylerini saptamıştır. Bunlar sırasıyla; Enne Baraj Gölün'de Fe 34030, Cu 27.84, Zn 272, Mn 626.40, Cd 5.04 mg/ kg, Porsuk baraj gölünde Fe 36550, Cu 26.08, Zn 656.40, Mn 642.80, Cd 3.36, Pb 90 mg/kg olarak saptanmıştır. Bu değerler bizim yapmış olduğumuz çalışma ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek olduğu saptanmıştır [39].

Öztürk B. Ve ark. 2005 yılında Van Gölü sedimentinde bazı ağır metallerin derişim düzeylerini tespit etmiştir. Elde edilen sonuçlar; Cu 13, Zn 33, Mn 663, Cd 7, Pb 9 mg/g şeklinde saptanmıştır. Bu değerler bizim çalışmamız ile karşılaştırıldığında manganez değerlerinin diğer değerlere oranla yüksek çıkması yönünden çalışmamız ile paralellik göstermesine karşın, değerler bizim çalışmamıza göre yüksek olarak saptanmıştır [26].

Kır İ. Ve ark. 2006 yılında Kovada Gölü su ve sedimentinde bazı ağır metallerin derişim düzeylerini tespit etmiştir. Bu değerler şu şekilde sıralanmaktadır; su örneklerinde Fe 0.48, Zn 0.02, Mn 0.06 mg/lit, olarak saptanmışken Cu, Cd ve Pb cihazın duyarlılık sınırını altında tespit edilmiştir. Su örnekleri bizim çalışmamız ile karşılaştırıldığında özellikle Fe ve

Mn değerleri bakımından bizim bulmuş olduğumuz değerler oldukęa yüksek olarak tespit edilmiştir. Yine bu çalışmada tespit edilen sedimentteki ağır metal değerleri şu şekildedir; Fe 5030, Cu 7.82, Zn 21.83, Mn 107.85, Cd 0.23, Pb 2,93mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bu değerler çalışmamızdaki değerler ile karşılaştırıldığında çalışmamıza göre yüksek oldukları tespit edilmiştir [40]

. Duman F. 2005 yılında Sapanca ve Abant Gölü su ve sedimentinde bazı ağır metallerin derişim düzeylerini tespit etmiştir. Bu sonuçlar sırasıyla; Sapanca gölü su örneklerinde bazı ağır metallerin derişim düzeyleri Cu 18.2, Zn 88.518, Mn 22.571, Cd 2.977, Pb 35.670 mg/l [41] Abant Gln’de ise Cu 24.610, Zn 21.83, Mn 34.86, Cd 2.53, Pb 36.919 mg/l [41]olarak saptanmıştır. Bu değerler bizim çalışmamız ile karşılaştırıldığında değerlerimizden yüksek olduğu saptanmıştır. Sapanca gölü sediment örneklerinde ise Cu 26.681, Zn 62.004, Mn 337.808, Cd 0.291, Pb 15.204 mg/kg [41], Abant Gölünde Cu 43.698, Zn 69.373, Mn 484.880, Cd 0.464, Pb 20.412 mg/kg [41] olarak saptanmıştır. Sonuçlar yapmış olduğumuz çalışma ile karşılaştırıldığında sonuçlar bizim çalışmamıza göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Dural M. 2006 yılında amlık Lagünü sedimentinde bazı ağır metallerin derişim düzeylerini saptamıştır. Bu değerler şu şekilde sıralanmaktadır; Fe 24336.50, Cu 26.88, Zn 46.62, Cd 1.46, Pb 46.58 mg/kg [42] olarak saptanmıştır. Bu değerler çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerden oldukęa yüksek olduğu saptanmıştır.

Karadede H. Ve ark 1999 yılında Atatürk Baraj Gölü’nde Bozyazı ve Akpınar bölgeleri olmak üzere gl üzerinde iki farklı noktanın suyunda ve sedimentinde bazı ağır metallerin derişim düzeylerini saptamıştır. Saptanan değerler şu şekilde sıralanmaktadır; Bozyazı bölgesi suyunda; Fe 0.062, Cu 0.025, Zn 0.064, Mn 0.0041 mg/l [43], Akpınar bölgesinde ise; Cu 0.22, Zn 0.197, Mn 0.0039 mg/l [43] olarak tespit edilmiştir. Bu değerler çalışmamızda tespit etmiş olduğumuz değerler ile karşılaştırıldığında özellikle Mn değerleri bakımından bizim çalışmamızın verilerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada tespit edilmiş olan sedimentteki ağır metal derişimleri şu şekildedir; Bozyazı bölgesinde Fe 12587, Cu 14.57, Zn 60.79, Mn 73.60 mg/kg [43], şeklinde Akpınar bölgesinde ise Fe 19265, Cu 22.70, Zn 59.14, Mn 514 mg/kg [43], olarak tespit edilmiştir. Bu değerler bizim yapmış olduğumuz çalışma ile karşılaştırıldığında bu değerlerin yüksek olduğu saptanmıştır.

Mendil D. Ve ark. Tokat’ta beş farklı gln sedimentlerinde bazı ağır metallerin derişim düzeylerini tespit etmiştir. Bu değerler sırası ile şu şekildedir;

Bedirkale Fe 1868, Cu 6.65, Zn 36.3, Mn 110.5, Pb 3.15 mg/kg, Boztepe Fe 1979, Cu 5.4, Zn 23.6, Mn 105, Pb 6.85 mg/kg, Belpınarı Fe 1752, Cu 6.05, Zn 28.1, Mn 152, Pb 3.95, Avara Fe 1657 Cu 3.55, Zn 31.35, Mn 75.5, Pb 4.45 mg/kg, Ataköy Fe 1862, Cu 6.55, Zn 24.85, Mn 212, Pb 2.9 mg/kg, Akın Fe 1771, Cu 4.8, Zn 24.9, Mn 195, Pb 3.2 mg/kg [44] olarak hesaplanmıştır. Bu değerler bizim çalışmamız ile karşılaştırıldığında bizim çalışmamızdan yüksek olduğu saptanmıştır.

Ülkemiz dışında çeşitli göllerde midyelerdeki ağır metal düzeyleri üzerine yapılmış olan bazı çalışmalara göre;

Licata P. Ve ark. 2003 yılında Faro Gölü'nde (Sicily, Italy) midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) bazı ağır metallerin derişimini tespit etmiştir. Bunlar şu şekilde sıralanmıştır; Cu 9.06, Zn 84.63, Cd 0.35, Pb 1,90 mg/kg [45] şeklindedir. Bu değerler bizim çalışmamız ile karşılaştırıldığında bulgularımızdan yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Bir diğer çalışmaya göre; Camusso M. Ve ark. İtalya' da Milan kenti yakınlarındaki beş farklı göldeki (Como, Garda, Maggiore, Iseo, Lugano) midyelerde (*Dreissena polymorpha*) bazı ağır metallerin derişim düzeyleri saptanmış olup şu şekilde sıralanmıştır [46];

1-Como gölünde; Cu 14.6, Zn 247, Cd 2.06, Pb 3.08 olarak saptanmıştır.

2-Garda gölünde;Cu 18.1, Zn 158, Cd 0.78, Pb 1,96 olarak saptanmıştır.

3-Maggiore gölünde; Cu 25.2, Zn 346, Cd 3.44, Pb 5.87 olarak saptanmıştır.

4-Iseo gölünde; Cu 15.1, Zn 161, Cd 0,99, Pb 5.00 olarak saptanmıştır.

5-Lugano gölünde ise; Cu 26.3, Zn 163, Cd 0.60, Pb 2.46 (42) olarak saptanmıştır.

Bu değerler yapmış olduğumuz çalışma ile karşılaştırıldığında bulgularımızdan yüksek olduğu saptanmıştır.

Yapılan literatür çalışması sonucunda daha önce Çıldır Gölü'nde;

Başçınar ve ark. 2003'te Çıldır Gölünde midyelerde bazı ağır metallerin derişimini tespit etmiştir. Bunlar sırasıyla Cu 0.67, Cd 0.35, Pb 0.08, Zn 25, mg/kg [47] olup bu değerler bulgularımızdan yüksektir.

Çıldır gölünde yapılmış bir diğer çalışmaya göre Taşdemir 2005 tatlı su kerevitlerinde bazı ağır metallerin derişim düzeylerini sırasıyla Fe 1.24, Cu 0,64 Zn 1,76 Mn 0.14 mg/kg, sazan balıklarında ise Fe 1.15, Cu 0.84, Zn 1.62 Mn 0.13 mg/kg [48] olarak saptamıştır. Bu değerler bulgularımızdan özellikle Fe ve Mn değerleri bakımından çok düşük olarak saptanmıştır. Bu noktadan hareketle midye ile yapılan çalışmalarda denizlerde ve göllerde bol miktarda bulunmaları, suyu süzebilmeye özelliğine sahip olmaları, sesil olarak yaşamaları, metalleri yüksek yoğunluklarda biriktirip bunları uzun bir süre bünyelerinde tutmaları açısından kirliliği net bir şekilde ortaya koyduğu kanısındayız.

Çıldır gölünde yapılmış olan GEY ve ark. 2006 çalışmaya göre kıyı sedimentine ilişkin ağır metallerin derişim düzeyleri sırası ile Fe 910.81, Cu 0.77 Zn 1.22, Mn 3.38 Cr 1.05 Pb 0.61 mg/kg [25] olarak tespit edilmiş. Yine aynı çalışmadaki göl suyundaki bazı ağır metallerin derişim düzeyleri ise sırasıyla Fe 5.88, Cu 0.05, Zn 0.75, Mn 0.03 mg/kg [25] olarak tespit edilmiş.

Yapmış olduğumuz çalışma ile bu çalışmanın [25] sonuçları karşılaştırıldığında göl suyunda Fe ve özellikle Mn değerleri bizim çalışmamızda yüksek bulunmuştur.

Sediment örneklerinde ise özellikle Mn değerlerinde önemli bir fark ($P>0,05$) olduğu görülmüş olup çalışmamızdaki Mn değerlerinin çok daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca çalışmamızda diğerinden farklı olarak dip sedimenti kullanmış olmamızın sonuca etki ettiği kanısındayız.

Çalışmada midyelerde ve özellikle dip sedimentinde saptanan yüksek Mn değerleri gölün tabanında oksijen ve karbondioksit dengesinin oksijen aleyhine değişmekte olduğunu işaret etmektedir. Çünkü midyelerde ve özellikle dip sedimentinde bulunan Fe ve Mn oksijence fakir ancak karbondioksitçe zengin sularda görülmektedir. Her iki element de sediment ve suda çözünmeyen bileşikler halinde bol miktarda bulunmaktadır. Bu elementlerin suda çözünebilir bileşikler haline geçebilmeleri için sedimentte ve suda anaerobik koşullarda bazı biyokimyasal reaksiyonlar sonucu suda çözünmeyen Fe^{+3} ve Mn^{+4} ün sırasıyla Fe^{+2} ye ve Mn^{+2} ye indirgenerek karbondioksitli sularda kolayca çözünmeleri ile ortama kolayca geçebildikleri rapor edilmiştir. [49-51]

Son olarak midyeler üzerine denizsel ekosistemlerde yapılan çalışmalara göre;

Can K. (2006) Karadeniz Ereğlisi - Marmara Denizi Kumbağ bölgelerinde avlanan beyaz kum midyelerinde (*Chamelea gallina L., 1758*) yapılan bazı ağır metallerin analizleri sonucu şu verilere ulaşılmıştır; Ereğli Bölgesinde küçük boy (Yüksek. ≤ 13) midyelerde Cu

9.8, Zn 100.36, Cd 2.91, Pb 4.54 Kumbağ bölgesinde ise küçük boy (Yüksek. ≤ 13) midyelerde Cu 8.73 Zn 101.43, Cd 1.44, Pb 3.65 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler bizim çalışmamıza göre oldukça yüksek olarak saptanmıştır. [52]

Bir diğer çalışmaya göre; Gey ve ark. (1987) İzmir Körfezindeki bazı deniz organizmalarında ve iç körfezin sahil kenarı sedimentinde çeşitli ağır metallerin derişim düzeylerini tespit etmiştir. Yapılmış olan çalışmada bir tür midye (*Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) üzerinde de ağır metal düzeyleri tespit edilmiştir. Bu değerler 3 farklı istasyona göre şu şekilde sıralanmaktadır; Deniz Bostanlısı bölgesinde Fe 229.392, Cu 4.812 Zn 62.629, Mn 10.663, Cd 0.765, Pb 5.983, Güzelbahçe bölgesinde Fe 854.975, Cu 7.241, Zn 105.139, Mn 49.026, Cd 1.446, Pb 9.565, son olarak Urla bölgesinde Fe 722.472, Cu 14.120, Zn 220.109, Mn 38.955, Cd 2.069, Pb 19.981 olarak tespit edilmiştir [29]. Bu değerler bizim çalışmamıza göre oldukça yüksek olarak saptanmıştır.

Bizim sonuçlarımızla denizsel ekosistemlerdeki midyelerin ağır metal düzeylerinin oldukça farklı bulunması midyelerin türlerinin ve buldukları biyotopların farklı olması sonucu olduğu kanısına varılmıştır.

Yine aynı çalışmaya göre [29] farklı bölgelerdeki sediment örneklerinde
Deniz Bostanlısı Fe 26348.601, Cu 40.241, Zn 491.422, Mn 254.068, Cd 4.008,
Pb 33.642
Ege Yat Fe 23445.629, Cu 79.742, Zn 208.024, Mn 281.155, Cd 3.362, Pb 83.663
Naldöken Fe 21994.954, Cu 166.091, Zn 387.316, Mn 181.042, Cd 3.541, Pb 265.537
Salhane Fe 26316.116, Cu 30.429, Zn 89.665, Mn 287.369, Cd 2.007, Pb 33.550
Elektrik Fabrikası Fe 15240.055, Cu 33.601, Zn 106.018, Mn 323.452 Cd 3.198,
Pb 136.058

İnciraltı Fe 41403.452, Cu 36.518, Zn 100.258, Mn 429.797, Cd 3.051, Pb 95.978 olarak saptanmıştır.

Bu değerler bizim çalışmamız ile karşılaştırıldığında değerlerin oldukça yüksek olduğu saptanmış olur bunun sebebinin ortamların farklı olması sonucu meydana geldiği kanısına varılmıştır.

Bulgularımız daha önce özellikle göllerde yapılan çalışmalarda bulunan ağır metallerin düzeyleri ile karşılaştırıldığında genellikle düşük düzeylerde olduğu bulunmuştur. Bununda nedenleri özellikle Çıldır Gölü ve çevresinde nüfus yoğunluğunun az, yerleşim alanlarının göle uzak olması ve göl çevresinde endüstriyel faaliyetin olmamasından kaynaklanabileceği kanısındayız. Ancak elde ettiğimiz değerlerin yöre iklimine bağlı olarak belli ürünlerin

ekilmesi, buna bağlı olarak gübre ve tarımsal savaşım ilaçlarının kullanılması, endüstriyel etkinliğin bulunmamasına rağmen buradaki ağır metallerin ya atmosferden serpinti ve yağışlar şeklinde ya da jeolojik yapıdan kaynaklanabileceği düşüncesindeyiz. Ayrıca Mn değerleri de gl dibindeki oksijen karbondioksit dengesinin değişmeye başladığı yönünde bir gelişmeye işaret etmekte olduğu kanısına varılmıştır. Çıldır Gölü'nde midye, su ve dip sedimentinde saptanan ağır metal derişim düzeyleri bugün ki boyutlarda kaldığı taktirde halk ve evre sağlığı yönünden bir sorun yaratmayacağı kanısına varılmıştır.

9.KAYNAKLAR

- (1) Philips, D.H. and Rainbow P.S. 1994. Biomonitoring of trace aquatic contaminants, Fenviron, 87 s, London
- (2) Kabasolak, H. B., “Atıksu – atıksu arıtımı ve alıcı ortamlara etkileri”, I. Atıksu sempozyumu, Kayseri , 299-303, (22-24 Haziran) (1998).
- (3) Kaya, S., Pirinçci, I. ve Bilgili, A. Çevre Bilimi ve Çevre Toksikolojisi. Medisan Yayın Serisi, Yayın No:36, 1998.
- (4) Rashed, MN., “Biomarkers as indicator for water pollution with heavy metals in rivers, seas and oceans” Egypt: South Valley University (2002).
- (5) Sanlı,Y. Metaller ve Diger Inorganik Maddeler. Alınmıştır: S.Kaya Ed. Veteriner Klinik Toksikoloji. Medisan Yayın Serisi, Yayın No:21. Ankara, 1995.
- (6) Zahir, F., Rizwi, S. J., Haq, S. K., Khan, R. H., “Low Dose Mercury Toxicity and Human Health”, Environmental Toxicology and Pharmacology, 20: (2), 351-360, (2005).
- (7) Pekin, B., “Çevre ve Kanser”, Mas Ambalaj, İzmir, 102-105 (1984).
- (8) Kabasolak, H. B., “Atıksu – atıksu arıtımı ve alıcı ortamlara etkileri”, I. Atıksu sempozyumu, Kayseri , 299-303, (22-24 Haziran) (1998).
- (9) Uzunören N., Ağır metallerle kirlenmiş sulardan toplanan midyeler ve benzeri deniz ürünlerinde ağır metallerden arsenik ve türevleri ile kirlenme düzeylerinin saptanması. İstanbul Üniv Sağl Bilm Enst Doktora Tezi, 1987.
- (10) Cooke, M., Dennis, AJ., “Polynuclear aromatic hydrocarbons: mechanism, method and metabolism” Columbus, USA: Ohio Battelle Pres (1985).
- (11) Jiries, A., “Vehicular contamination of dust in Amman” Jordon. The Environmentalist, 23: 205-10, (2003).

(12) Rashed, MN., “Biomarkers as indicator for water pollution with heavy metals in rivers, seas and oceans” Egypt: South Valley University (2002).

(13) Kautshy, L., “Monitoring eutrophication and pollution in estuarine environments focusing on the use of benthic communities” Pure and Appl. Chem., 70 (12): 2313-18, (1998).

(14) Çalışkan, E., “Asi Nehri’nde Su, Sediment ve Karabalık (*Clarias gariepinus* BURCHELL, 1822)’ta Ağır Metal Birikiminin Araştırılması”, M.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Hatay 1-70, (2005).

(15) <http://www.food-info.net/tr/metal/copper.htm> (2010)

(16) Kartal, G., Güven, A., Kahvecioğlu, Ö ve Timur, S., “Metallerin Çevresel Etkileri II. İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü” http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi137/d137_4651.pdf. (2009)

(17) Çalışkan, E., “Asi Nehri’nde Su, Sediment ve Karabalık (*Clarias gariepinus* BURCHELL, 1822)’ta Ağır Metal Birikiminin Araştırılması”, M.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Hatay 1-70, (2005).

(18) Gürbüz, B., “Çıldır Gölü’nde avlanan Tatlısu kefalı [*Leuciscus cephalus* (Linnaeus, 1758)] ve Bıyıklı balıklarda [*Barbus plebejus lacerta* (Bonaparte, 1832)] bazı ağır metallerin derişim düzeylerinin incelenmesi”, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Kars, 1-25 (2005).

(19) Ergül, H. A., “Karadeniz’in Trabzon Yöresi’nde oksik zonda sedimentasyon yapan materyalin bazı ağır metal, radyonüklit, organik karbon ve klorofil-a düzeylerinin araştırılması”, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, Trabzon, 25-27 (2005).

(20) Yiğit, N., Çolak, E., Ketenoğlu, O., Kurt, L., Sözen, M., Hamzaoğlu, E., Karataş, A., Özkurt, Ş., “Çevresel Etki Değerlendirme”, Ankara (2002)

(21) Karakaş, İ. U., “Trabzon Liman'ı ve Küçük Liman'da avlanan nazı Kayabalığı türlerinde organ ve doku düzeyinde ağır metal (Cu, Mn, Zn) Birikimlerinin araştırılması”, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Trabzon, 1-4 (1993).

(22) Yolaçan, E., “Kars Çayı'ndaki *Capoeta capoeta capoeta* (Guldenstaedt,)' nın büyüme ve üreme özelliklerinin incelenmesi”, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Kars, 6-7 (2005).

(23) Güven, K., “Biyokimyasal ve Moleküler Toksikoloji” Dicle Üniversitesi Basımevi, Diyarbakır.170-182, (1999).

(24) Yerli, S. V., Bekiroğlu, Y., Gündüz, E., Çalışkan, M., Canbolat, A. F., Akbulut, A., Emir, N., Zengin, M., Koçkaya, M., Ataç, Ü., Çıldır Gölü Stok Tayini, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara, (1996).

(25) GEY H. Uslu H. Koç E. Ercan T. “Çıldır Gölü'nün Suyunda, Sedimentinde ve Buradan Avlanan Ekonomik Değeri Olan Tatlı Su Kereviti ile Balıklarda Çeşitli Ağır Metallerin Birikim Düzeylerinin İncelenmesi” ÇAYDAG Proje No: 106Y003, 2006

(26) Öztürk B., Balkıs N., Güven K.C. , Aksu A., Görgün M., Ünlü S., Hanilci N. “ Van Gölü Sedimenti Üzerinde Araştırmalar II. Ağır metal ve Kükürt, Hidrojen sülfid ve Tiosülfurik asit S – (2-amino etil ester) içeriği” J. Black Sea/ Mediterranean Environment Vol 11: 125- 138 (2005)

(27) Uysal, H. ve Tuncer, S., “A comparative study on the heavy metal concentrations in some fish species and in the sediments from Izmir bay” Journees Etud. Pollutions, Lucerne, C.I.E.S.M., 275-284, (1984).

(28) Çalışkan, E., “Asi Nehri'nde su, sediment ve karabalık (*Clarias gariepinus* BURCHELL, 1822)'ta ağır metal birikiminin araştırılması”, M.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Hatay 1-70, (2005).

(29) Gey, H. ve Mordoğan, H., “İzmir Körfezi’ndeki bazı deniz organizmalarında ve i körfezin sahil kenarı sedimentlerinde çeşitli ağır metallerin derişimleri” Doğa Tu Zooloji D. C. 12, 3, (1988).

(30) Narin, İ., “Analiza Yaklaşım ve Karasu, Sarmısaklı ayı Kızılırmak Nehrinde ki Pb, Cu Ni Co ce Cd Kirliliğinin Araştırılması”, 1. Tıbbi Jeoloji alıştayı, 30 Ekim-1 Kasım 2009, Ürgüp Bld., Kültür Merkezi, Ürgüp/Nevşehir, 2009

(31) Ozdamar, K., “Bioistatitic with SPSS”, Kaan Book Co, 454, (1999).

(32) Turkish Environmental Guidelines, Publications of Turkish Foundation of Environment, 2002.

(33) US EPA, National Recommended Water Quality Criteria Correction Office of Water, EPA 822-z-99-001, 2006.

(34)  nl , E., Cengiz, E.İ., Akba, o. Ve G mg m, B., 1995., 2. Ulusal Ekoloji ve evre Kongresi Bildirileri, (10-13 Eylül 1995), Ankara, 639-469s.

(35) Kahvecioğlu,  ., Vd., “Metallerin evresel Etkileri – 1 İTU Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü”.

(36) Yarsan E. Bilgili A. T rel İ. “Van Gölü’nden Toplanan Midye(*Unio stevenianus* Krynicki)  rneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri” 1999

(37) avuşoğlu K. Gündoğan Y. akır Arıca ř. Kırındı T.” *Mytilus* sp (midye), *gammarus* sp (nehir tırnağı) ve *cladophora* sp (yeşil alg)  rnekleri kullanılarak Kızılırmak nehrindeki ağır metal kirliliğin araştırılması” 2007

(38) Türkmen M. Tepe Y. Çalışkan E. Ciminli C “Amik Havzası, Gölbaşı Gölü’nde iki farklı midye türünün *Unio terminalis* ve *Potamida littoralis*) dokularında ağır metal birikimi” Mustafa Kemal Üniversitesi, Su  r nleri Fakültesi, Antakya, Hatay

(39) Özden Y. “Enne ve Porsuk Barajı Sedimentine Bağlı Ağır Metallerin *Cyprinus carpio*’nun Değişik Dokularda Biyoakümülyasyonunun Araştırılması” Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim, Dalı Yüksek Lisans Tezi , Ekim-2008

(40) Kır İ., Özkan S. T., Tuncay Y. “ Kovada Gölü’nün Su ve Sedimentindeki Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi” E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 2007 ,E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences 2007 , Cilt/Volume 24, Sayı/Issue (1-2): 155–158

(41) Duman F. ”Sapanca ve Abant Gölü Su, Sediment ve Sucul Bitki Örneklerinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi” Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi Ankara 2005

(42) Dural M., Göksu L., “Çamlık Lagünü (Karataş, Adana), Seston, Bentoz ve Sedimentinde Mevsimsel Ağır Metal Değişimi” E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 2006 E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences 2006, Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/1): 65-69 Su Ürünleri Temel Bilimler / Hydrobiology

(43) Karadede H., Unal Ü., “Concentrations of some heavy metals in water, sediment and Fish species from the Ataturk Dam Lake (Euphrates), Turkey” Chemosphere 41 (2000) 1371-1376, Received 22 July 1999; accepted 13 December 1999

(44) Mendil D., Uluözlü Ö.D. “Determination of trace metal levels in sediment and five fish species from lakes in Tokat, Turkey” Food Chemistry 101 (2007) 739–745

(45) Licata P. Trombetta D. Cristani M. Martino D. Naccari F. “Organochlorine compounds and heavy metals in the soft tissue of the mussel *Mytilus galloprovincialis* collected from Lake Faro (Sicily, Italy)” Received 4 August 2003; accepted 29 January 2004

(46) Camusso M. Balestrini R. Binelli A. “Use of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) to assess trace metal contamination in the largest Italian subalpine lakes.” Received 29 December 1999; accepted 5 May 2000

(47) Başınar S. Polat H. Mısır S. Zengin B. “Çıldır Gölü Tatlısu Midyelerinin Populasyon Parametrelerinin Tespiti ve Ekonomik Olarak Değerlendirme İmkanları” (TAGEM/HAYSÜD/2001/09/02/02)

(48) Taşdemir M.Y. Çıldır Gölünde Avlanan Sazan Balıklarında (*Cyprinus carpio* LINNAEUS, 1758) ve Tatlı Su Kerevitlerinde (*Astacus leptodactylus* ESCH, 1823) Bazı Ağır Metallerin Derişim Düzeylerinin İncelenmesi Kafkas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Yüksek Lisans Tezi Kars 2005

(49) Tuncer, S. İzmir ve Çandarlı (Aliağa Limanı) Körfezlerinde Yaşayan Bazı Mollusk, Alg ve Ortamlarındaki Ağır Metal Kirlenmesi ile İlgili Araştırmalar, Doktora Tezi, E.Ü. Hidrobiyoloji ve Su Ürünleri Arştırma-Uygulama Merkezi, İzmir, 1985, 86 s.

(50) Yıldız C. “Havalandırmayla Demir ve Mangan Giderimi” Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Kimyasal Temel İşlemler Laboratuvarı. Atıksuların Nötralizasyonu http://www.cem.yildiz.edu.tr/3-menu_icerikleri/3-egitim-ogretim/ogretim_kademeleri/lisans/ders_notlari/0413021-KTI/kti-dn03.pdf

(51) J. Zerbe, T. Sobczyński, H. Elbanowska, J. Siepak “Speciation of Heavy Metals in Bottom Sediments of Lakes” Adam Mickiewicz University, Department of Water and Soil Analysis Drzymały 24, 60-613 Poznań, Poland ,Received 19 April,1999,Accepted 9 June,

(52)) Kurt C. “Karadeniz Ereğlisi - Marmara Denizi Kumbağ bölgelerinde avlanan beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina* L., 1758)’ nin biyometrisi ve ağır metal birikimlerinin karşılaştırılması” Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi 2006.

10. ÖZGEÇMİŞ

04.11.1985 tarihinde Samsun'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2004 yılında girdiği öğrenci seçme sınavı sonucu Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünü kazandı. 2008 yılında bu bölümden mezun oldu. Yine 2008 yılında Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi'nde yüksek lisansa başladı. Halen burada yüksek lisansına devam etmektedir.