

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

**KARS ÇAYININ SUYUNDA, SEDİMENTİNDE VE BURADAN AVLANAN
KARABALIKLARDA (*Capoeta capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772) BAZI AĞIR
METALLERİN DERİŞİM DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ**

Giray Buğra AKBABA
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin GEY

NİSAN-2010

KARS

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

**KARS ÇAYININ SUYUNDA, SEDİMENTİNDE VE BURADAN AVLANAN
KARABALIKLARDA (*Capoeta capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772) BAZI AĞIR
METALLERİN DERİŞİM DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ**

Giray Buğra AKBABA
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin GEY

NİSAN-2010

KARS

T.C. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Giray Buğra AKBABA' nın Yrd. Doç. Dr. Hüseyin GEY' in danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığı " Kars Çayının suyunda, sedimentinde ve buradan avlanan Karabalıklarda (*C. capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772) bazı ağır metallerin derişim düzeylerinin incelenmesi " adlı bu çalışma, yapılan tez savunması sınavı sonunda jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Yönetmeliği uyarınca değerlendirilerek oyile kabul edilmiştir.

.../.../2010

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

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../2010 gün ve .../.... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Abdullah DOĞAN

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

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

Çalışmada Kars Çayı'ndan alınan su, sediment ve Karabalıkların kas, solungaç ve kemik dokularında bazı ağır metallerin birikim düzeyleri incelenmiştir. Daha önce Kars Çayı'nda yapılan araştırmalardan farklı olarak bu çalışmada nehir suyunda da ağır metal analizleri yapılmıştır. Bu çalışma biyotobu(doğal yaşam ortamı) Kars Çayı olan ve yöre halkı tarafından besin olarak tüketilen Karabalıkların solungaç, kas ve kemik dokularında ki ağır metallerin birikim düzeylerinin belirlenmesi açısından önemlidir. Bu çalışmada bulunan metal düzeyleri uluslararası ve ulusal olarak kabul edilen sınır değerler ile karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmayı bana veren, yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Hüseyin GEY'e, en içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamın metal analizlerini gerçekleştiren Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Nesrin YILDIZ' a şükranlarımı arz ederim. Ayrıca çalışmalarım sırasında yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Hasan TÜRKEZ' e, Yrd. Doç. Dr Murat ŞENTÜRK' e, Doktora öğrencisi Hamit USLU' ya, annem Canan AKBABA' ya ve bu çalışmada emeği geçenlere teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Kars-2010

Giray Buğra AKBABA

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
RESİMLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. İNCELENEN AĞIR METALLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ	5
2.1. Bakır (Cu)	5
2.2. Çinko (Zn)	6
2.3. Manganez (Mn)	7
2.4. Demir (Fe)	8
2.5. Kadmiyum (Cd)	8
2.6. Kurşun (Pb)	9
2.7. Nikel (Ni)	10
3. İNCELENEN KARABALIK (<i>C. capoeta capoeta</i> Guldenstaedt, 1772) HAKKINDA KISA BİLGİ	12
4. ÇALIŞMA ALANI HAKKINDA KISA BİLGİ	14
4.1. Çalışma İstasyonları	14

5. MATERYAL VE METOD	16
5.1. Örneklerin Toplanması	16
5.2. Örneklerin Özütlenmesi	16
5.2.1. Balık Örneklerinin Özütlenmesi	18
5.2.2. Sediment Örneklerinin Özütlenmesi	18
5.2.3. Su Örneklerinin Özütlenmesi	19
5.3. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi	19
6. BULGULAR	20
7. TARTIŞMA VE SONUÇ	33
8. KAYNAKLAR	41
9. ÖZGEÇMİŞ	46

ÖZET

Bu çalışmada Kars Çayı'nın suyunda, sedimentinde ve buradan avlanan Karabalıkların (*C. capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772) kas, kemik ve solungaç dokularında ağır metallerin (demir, çinko, bakır, mangan, kurşun, nikel ve kadmiyum) derişim düzeyleri belirlendi. Örnekler 2009 yılının Mayıs ve Eylül aylarında toplanıp Optical Emission Spectrometer (ICP) ile analiz edildi.

Suda, sedimente, kas, kemik ve solungaç dokularında ağır metallerin derişim düzeylerine göre sıralanması, kas dokusunda Fe>Zn>Cu>Mn>Pb>Ni>Cd, solungaç dokusunda Fe>Zn>Mn>Cu>Pb>Ni>Cd, kemik dokusunda Zn>Fe>Mn>Cu>Pb>Ni>Cd, sedimentte Fe>Zn>Cu>Mn>Ni>Pb>Cd ve suda Zn>Fe>Mn>Pb>Cu>Cd>Ni şeklinde bulundu. Metal derişimlerine göre incelenen örneklerin ağır metal sıralanması sediment>su>kemik>solungaç>kas şeklinde saptandı. Böylece incelenen metaller en düşük kas dokuda en yüksek sedimentte saptandı.

Bulgularımız ulusal ve uluslar arası kuruluşların müsaade edilebilir ağır metallerin sınır değerleriyle karşılaştırıldı. Bu karşılaştırma sonunda incelenen örneklerde saptanan ağır metal derişimlerinin düşük olduğu saptandı. Çalışmanın yapıldığı periyotta saptanan metallerin derişim düzeylerinin insan sağlığı açısından herhangi bir risk oluşturmadığı bulundu. Ancak, Kars Çayı'ndan avlanan ve yöre halkı tarafından yoğun bir şekilde tüketilen Karabalıklarda, çeşitli amaçlar için kullanılan bu ırmağın suyunda ve sedimentinde ağır metallerin konsantrasyonları periyodik olarak izlenmelidir.

2010, 59 sayfa

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, Birikim, *C. capoeta capoeta*, Sediment, Su, Kars Çayı, Türkiye.

ABSTRACT

In this research, the concentration level of the heavy metals (iron, zinc, copper, manganese, lead, nickel and cadmium) in the tissues of muscle, bone and gill of blackfish (*C. capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772) caught in Kars River, its water and sediment, were determined. The samples were gathered in May and September in 2009 and analyzed with Optical Emission Spectrometer (ICP).

In the water, sediment, the ranking according to the concentration level of the heavy metals in the muscles, bones and gills has been found just as Fe>Zn>Cu>Mn>Pb>Ni>Cd in muscle tissue, Fe>Zn>Mn>Cu>Pb>Ni>Cd in gill tissue, Zn>Fe>Mn>Cu>Pb>Ni>Cd in bone tissue, Fe>Zn>Cu>Mn>Ni>Pb>Cd in sediment and Zn>Fe>Mn>Pb>Cu>Cd>Ni in water. To the concentrations of the metals, the ranking of the samples searched was verified as sediment>water>bone>gill>muscle. Thus, it was confirmed that the metals analyzed were in muscle least, most in sediment.

Our findings have been compared with the extreme values of licensed heavy metals of national and international institutions. As a result of this comparison, it was confirmed that the concentration of the analyzed heavy metals was low. In the period when the research was done, it was found that the levels of concentration of the metals analyzed had no risk for human health. But, the concentrations of these heavy metals in bluefish which are caught from Kars River and are intensely consumed by the inhabitants, in the river water which is utilized for various purposes, in also sediment are to be observed regularly.

2010, 59 pages

Key Words: Heavy Metals, Accumulation, *C. capoeta capoeta*, Sediment, Water, Kars River, 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

μ g: Mikrogram

mg: Miligram

kg: Kilogram

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Kars ayı üzerinde balık, sediment ve su örneklerinin toplandığı istasyonlar

15

RESİMLER DİZİNİ

Sayfa No

Resim 1. Karabalık (*C. capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772)

13

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1. Karabalıklar (<i>C. capoeta capoeta</i> Guldenstaedt, 1772) 'in metrik özelliklerinin istasyonlara göre dağılımı.	17
Çizelge 2. Karabalıkların kas dokusunda ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).	25
Çizelge 3. Karabalıkların kas dokusunda ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).	25
Çizelge 4. Karabalıkların solungaç dokusunda ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).	26
Çizelge 5. Karabalıkların solungaç dokusunda ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).	26
Çizelge 6. Karabalıkların kemik dokusunda ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).	27
Çizelge 7. Karabalıkların kemik dokusunda ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).	27
Çizelge 8. Kars Çayı'ndan alınan sediment örneklerindeki ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).	28
Çizelge 9. Kars Çayı'ndan alınan sediment örneklerindeki ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).	28
Çizelge 10. Kars Çayı'ndan alınan su örneklerindeki ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).	29
Çizelge 11. Kars Çayı'ndan alınan su örneklerindeki ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).	29

Çizelge 12. Çevre Koruma Ajansı (= Environmental Protection Agency) (EPA)'ya göre kabul edilebilir ağır metal sınır değerleri (mg/kg).	30
Çizelge 13. Su ürünleri yönetmeliği ve Su Ürünleri Kanununa Göre Bazı Ağır Metallerin Organizmalardaki Müsaade Edilebilir Düzeyleri (mg/kg) .	30
Çizelge 14. Sulama suların da aşılmaması gereken ağır metal konsantrasyonları sınır değerleri (ppm).	30
Çizelge 15. Örneklerin analizinin yapıldığı Perkin Elmer marka 2100 DV model Optical Emission Spectrometer (ICP)'in duyarlılık sınırı	31
Çizelge 16. Analizi yapılan balık örneklerinin Standart Referans Madde(SRM) Değerleri	31
Çizelge 17. Analizi yapılan sediment örneklerinin Standart Referans Madde(SRM) Değerleri	31
Çizelge 18. Analizi yapılan su örneklerinin Standart Referans Madde(SRM) Değerleri	32
Çizelge 19. Kars Çayı'nda 2003, 2005 ve 2009 Yıllarında Yapılan Çalışmaların Karşılaştırmalı Sonuçları.	39

1. GİRİŞ

Dünyamızda her geçen gün çevre kirliliğinin giderek artması, ekosistemleri özellikle sucul ekosistemleri olumsuz yönde etkilemesi; sosyal ve ekonomik açıdan önemli sorunların doğmasına ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır.

Çağımızda antropojenik etkinliklerin artması sonucu oluşan aşırı tüketimle ağır metallerin kullanım alanları giderek yaygınlaşmakta ve büyümektedir. Bu metallerin başlıca kaynakları maden ocakları, metal ve kâğıt endüstrisinin atık suları, gübreler, fosil yakıtlar, pestisitler ve çeşitli kimyasallardır. Bu kaynaklardan gelen atıkların içindeki ağır metallerin hiçbir arıtma işlemine tabi tutulmadan alıcı ve uzaklaştırıcı ortam olarak görülen ırmaklara verilmesi metal kirliliğini oluşturmaktadır. Bu nedenle ırmak ekosistemlerinde bu metallerin oluşturduğu kirlilik düzeylerinin belirlenmesi son yıllarda Dünya’da olduğu gibi ülkemizde de büyük önem kazanmıştır.

Önemli kirletici parametrelerden olan ağır metaller, canlıların yaşam aktiviteleri üzerinde olumsuz etkiye sahiptirler. Ağır metallerin ve diğer toksik maddelerin canlılar üzerindeki zararlı etkileri ve birikimleri konusunda birçok ülkede araştırmalar yapılmaktadır. Temelini, toksisite testlerinin ve biyoakümülyasyon deneylerinin oluşturduğu bu çalışmalar ekosistemin korunması açısından çok önemlidir [1].

Son yıllarda ülkemizde hızlı nüfus artışı ve endüstrileşme beraberinde mevcut ülke kaynaklarının hızlı tüketimini ve büyük boyutlara ulaşan çevre kirliliğini de getirmiştir. Su ortamları, içme suyu ve kullanma suyu temini, rekreatif amaçla kullanım ve artan protein ihtiyacını karşılamada önemli bir yere sahiptir. Böyle çok amaçlı kullanıma sahip su kaynaklarının kirlenmesi önemli bir çevre sorununu meydana getirmektedir [2].

Kirleticiler, genelde iki ana kaynaktan sucul ortama ulaşmaktadırlar. Noktasal deşarjlar; atık su deşarjları, endüstriyel kaynaklardan gelen atık sular; noktasal olmayan deşarjlar; tehlikeli atıkların ortadan kaldırıldığı bölgeler ve kaza sonucu sızmalardan salınan maddeler şeklinde olmaktadır. Noktasal kaynakların tiplerini karakterize etmek genelde kolaydır. Aksine noktasal olmayan deşarjlar, zirai alanlardan gelen pestisitler, kontamine olmuş topraklar ve akuatik sedimentlerden, atmosferik birikimlerden ve

yerleşim alanlarından gelen sızıntı kaçaklarını karakterize etmek daha zordur. Çoğu durumda noktasal olmayan kaynaklardan gelen deşarjlar kompleks karışımlardır, toksik maddelerin miktarını, deşarjların miktarını ve zamanlamasını tahmin etmek zordur. Noktasal olmayan deşarjlardaki en zor görüşlerden biri bileşenlerin toksik karakterlerini değiştirebilmesidir [3].

Kirletici maddelerin bir bölümünü oluşturan ağır metallerin özellikle nehirler, erozyon, yağmur ve sel sularıyla sucul ortamlara taşınması ile su ve sediment tabakasındaki derişim oranı artmaktadır [4].

Ağır metallere su kaynaklarına, endüstriyel atıklar veya asit yağmurlarıyla toprağı ve dolayısıyla ile bileşiminde bulunan ağır metalleri çözmesi ve çözünen ağır metallere ırmak, göl veya yeraltı sularına ulaşmasıyla geçerler [5].

Ağır metal birikiminde kaynaklar; i) Nehirler, yağmur suları ve rüzgar erozyonu yoluyla oluşan ve metal içeren formasyonlarla temsil edilen alanlardaki metallere ayrışma ve aşınma sonunda, aquatik ortamın su ve dip sedimentlerinde birikmesiyle sonuçlanan “jeolojik ayrışma ve aşınma” prosesi, ii) Ağır metal içeren madenlerin işletilmesi sonucu çıkan atıkların doğaya verilmesi ve aquatik ortamda birikmesi ile sonlanan “madencilik etkileri”, iii) Endüstrileşme; ağır çelik endüstrisi, kimyasal ve petrokimyasal endüstrileşme sonunda üretilen katı ve sıvı ve bunların kanalizasyon şebekesi ile aquatik ortama taşınması, iv) İnsan kaynaklı katı ve sıvı haldeki çöp ve atıkların aquatik ortama deşarjından kaynaklanan ağır metal kirlenmesi, v) Yağışlar ve kanalizasyon tarafından aquatik ortama taşınan, taşıtların yaydıkları partikül haldeki ağır metalleri de içeren “atmosferik atıklar” olarak belirlenmiştir [6]

Ağır metal birikiminde canlıların hareket yeteneklerine göre, “Balık<karides (kas dokusu)<midye<zooplankton<istridye<perifiton” olarak sıralandığı ve nektonik canlılardaki birikim saptama çalışmalarında, canlı hareketinden dolayı, örnek alma bölgesinin önemsiz olduğu bildirilmektedir [7].

Ağır metallere balıklarda kan glukoz seviyesini değiştirebilmektedir. Uzun süreli çalışmalarda, kan glukoz konsantrasyonundaki değişiklikler balık türüne, kadmiyum konsantrasyonlarına ve maruz kalma sürelerine bağlıdır. 1,6 mg/l kadmiyum, 2 haftalık bir uygulamadan sonra Salmonların kanlarındaki glukoz konsantrasyonunu artırmazken

10 mg/l kadmiyum, 18 haftalık bir uygulamadan sonra, Gökkuşuğu Alabalığı'nın glukoz konsantrasyonunu artırmıştır [8].

Ağır metaller biyolojik proseslere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir ve bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları zorunludur. Örneğin bakır hayvanlarda ve insanlarda kırmızı kan hücrelerinin ve birçok oksidasyon ve redüksiyon prosesinin vazgeçilmez parçasıdır [9].

Denizler, göller ve akarsular, her zaman atık alanları olarak düşünülmüş, ancak atıkların, bu sularda yaşayan su ürünlerinde ve insanlarda çeşitli etkiler yapabileceği düşünülmemiştir. Günümüzde gelişen çevre bilinciyle, zararlı atıkların sulara atılması önlenirken, besin zinciri ve insan üzerindeki etkileri de araştırılmaktadır [7].

Su ürünlerine veya bunları tüketenlerin veya kullananların sağlığına veya üretim araçlarına zarar veren maddelerin iç sulara ve denizlerdeki üretim yerlerine veya civarlarına dökülmesi ve dökülecek şekilde tesis yapılması yasaktır [10].

Su ortamlarında kirlenmeyi belirleyen belli başlı kriterler fizikokimyasal ve biyolojik faktörlerdir. Bir suda yaşayan canlıların biyolojik çeşitlilik, besin zinciri, su kalitesi ve suyun biyolojik yönden temizlenmesi gibi faktörler açısından büyük bir önemi vardır [11].

İnsanoğlu eski çağlardan bu yana suyun bulunduğu yerlere yerleşmiştir. Mezopotomya, Mısır, Hindistan, Pakistan ve Çin' de kurulmuş medeniyetler Fırat, Dicle, Nil, Ganj, İndus ve Huang-Ho Nehirlerinin kenarlarında yer almıştır [12].

Günümüzde hızlı endüstriyel gelişim, kentleşme, nüfus artışı ve yoğun tarımsal ilaç uygulamaları yüksek düzeylere varan bir çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu kirleticiler arasında metaller ve metal bileşikleri önemli yer tutarlar. Bunlardan bazıları esasta canlı yaşamı için de gereklidir. Canlı organizmaların çevre kirliliğine neden olan metal veya metal bileşiklerinin çok az bulunduğu bir ortamda gelişmelerini sürdürebildikleri ve bunların toksik etkilerini ortadan kaldıracak bir mekanizmaya sahip olmadıkları da bilinmektedir. Doğal veya biyolojik ortamda ortaya çıkan metaller ya da

metalik bileşikler çevre şartlarına çok dayanıklı olduklarından, çevredeki biyolojik sistemlerde ve besinlerdeki miktarları giderek artar. Karasal kesimde ortaya çıkan çeşitli atık ve artıklar yağmur, dere, sel suları, erozyon ve rüzgâr gibi doğal olaylarla akarsu, göl ve denizlere ulaşır. Su kirliliğinin önemli sebeplerinden birisi de su sistemlerine doğrudan karışan endüstriyel ve kentsel atık sularıdır. Su ortamında oluşan kirlilikler ekosistemlerde besin zinciri boyunca giderek artan derişimlerde birikmek suretiyle zincirin son halkasında bulunan balıklara, hayvanlara ve insanlara ulaşır [13].

Organizmalar kirliliğe akut ve kronik olarak iki yolla cevap verirler. Akut etkiler, organizmanın kirleticinin yüksek konsantrasyonuna maruz kaldıktan kısa süre sonra ölüme dâhil olmak üzere değişik sonuçlar ile ortaya çıkarlar. Kronik etkiler kirleticinin düşük konsantrasyonlarıyla karşılaştıktan bir müddet sonra önemli hastalıklar (kanser vb.) olarak belirgin hale gelirler [14].

Diğer sucul canlılarda olduğu gibi, balıklar için de iz elementler önemli besin bileşenidirler. İz elementler iskeletin formasyonunda, koloidal yapının korunmasında, asit-baz dengesinin sağlanmasında, enzimlerin işlev yapmasında gereklidirler. Düzeyleri ve bulunma şekilleri, dokunun metabolik aktivitesine bağlı olarak değişmektedir [15].

Biyolojik çevrimin bir halkasını oluşturan ve ayrıca önemli bir protein kaynağı olarak tüketilen organizmalarda (balık, kabuklular, yosunlar) giderek artan ağır metal kirliliğinin etkilerinin araştırılması, ekolojik dengenin korunması ve tüketici açısından bu organizmaların içerdiği kirletici madde miktarının belirlenmesi ve elde edilecek sonuçlara göre önlemlerin zamanında alınması gerekmektedir [16].

Bu çalışma, Kars Çayı'ndan avlanan ve yöre halkı tarafından yoğun olarak tüketilen Karabalıklar (*C. capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772)'in kas, solungaç ve kemik dokuları ile bu balıkların yaşadıkları çayın su ve sedimentindeki ağır metallerin derişim düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

2. İNCELENEN AĞIR METALLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

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 [17].

2.1. Bakır (Cu)

Atmosfer koşullarında metalik gri tonunda bulunmayan 2 metalden biri olan bakır, M.Ö. 5000 yılından beri tanınmaktadır ve adını ilk bulunduğu yer olan Kıbrıs'ın latinesinden (aes cyprium=Kıbrıs cevheri, cyprium ve daha sonra Cuprum) almıştır. İlk kez Mısırlılar tarafından üretilen bakır, M.Ö. 3000 yılından itibaren (Bronz Çağı) Anadolu, Yunanistan ve Hindistan' da mekanik özellikleri alaşımlandırma yolu ile artırılarak kullanılmıştır. Doğada 200'den fazla bakır minerali bulunmakla beraber sadece 20 tanesi bakır cevheri olarak endüstriyel öneme sahiptir ve dünya bakır rezervlerinin % 68' ine Şili, ABD, Sovyetler Birliği, Zambiya, Peru, Zaire ve Kanada; % 32'sine ise diğer ülkeler olmak üzere yaklaşık 650x106 ton olarak tahmin edilmektedir. Yıllık üretim miktarı, 14 milyon ton (2001 yılı) civarındadır [18].

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 [19].

Tarımsal kesimlerde havadaki ortalama bakır konsantrasyonu 50 ng/m^3 iken endüstriyel kirletilmemiş bölgelerdeki deniz suyundaki bakır konsantrasyonu $0.15 \text{ } \mu\text{g/L}$ ve tatlı suda ise $1-20 \text{ } \mu\text{g/litre}$ 'dir. Doğal suların pH değerine bağlı olarak çözünürlük sınırındaki azalma sonucu suların dibinde çöker ve doğal yeraltı tatlı suların çökeleklerinde yaklaşık $16-5000 \text{ mg/kg}$ (kuru ağırlık) arasında ve deniz dibinde ortalama $2-740 \text{ mg/kg}$ (kuru ağırlık) bakır bulunur. Kirletilmemiş toprakta bakır konsantrasyonu ortalama 30 mg/kg (sınır değeri $2-250 \text{ mg/kg}$) seviyelerindedir [18].

Bakırın bitkiler ve canlılar üzerindeki etkisi, kimyasal formuna ve canlının büyüklüğüne göre değişir. Küçük ve basit yapılı canlılar için zehir özelliği gösterirken büyük canlılar için temel yapı bileşenidir. Bu nedenle bakır ve bileşikleri fungusit, biosit, anti bakteriyel madde ve böcek zehri olarak tarım zararlılarına ve yumuşakçalara karşı yaygın olarak kullanılır. Örneğin % 1 - 20 CuSO₄ içeren kireç sütü karışımı “Bordo-Karışımı” olarak bilinir ve üzüm tarımında fungusit olarak kullanılır. Hastanelerde kapı kolları ve elle sıkça temas edilen bölgeler bakır alaşımlarından imal edilen malzemelerden yapılır ve malzemenin antiseptik özelliğinden yararlanılarak mikropların yayılması engellenir [18].

Bakır dumanına, tozuna veya sisine endüstriyel olarak maruz kalma metal dumanı ateşi ile burunda mukoza membrandaki atrofik değişikliklerle sonuçlanmaktadır. Kronik bakır zehirlenmesi Wilson Hastalığı ile sonuçlanmaktadır ve karaciğer sirozu, beyin hasarı, demiyelinizasyon, böbrek hastalığı ve korneada bakır bırakma ile karakterize edilmektedir [19].

2.2. Çinko (Zn)

Kompleks cevherlerden yapılan bakır bazlı alaşımların üretiminde ortaya çıkmasına rağmen, metalik çinkonun üretimi hakkında kesin bir bilgi mevcut değildir. M.Ö. 1000 yıllarında Çinlilerin ve 14. yy da Hindistanlıların metalik çinko ürettikleri ileri sürülmektedir. Avrupa’da Löhyenns ilk kez Goslar da metali bulmuştur (1617) ve muhtemelen ismini de vermiştir. İlk çinko üretimi destilasyonla yapılmış ve işletme 1743’ de Bristol’ de açılmıştır. Miktar olarak en çok üretilen 3. renkli metal olan çinkonun yeryüzündeki ortalama konsantrasyonu 70 ppm’ dir. Toplam rezerv 180x106 ton olarak tahmin edilmektedir [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 Zn²⁺ yüzünden değil anyonik CrO₄²⁻ bileşeni sebebiyledir [18].Çinko ve çinko tuzlarından zehirlenme nadir görülmektedir. Besin kaplarından çinkonun çözünmesiyle kirlenen besinin tüketilmesi veya mesleki koşullar altında çinko ya da çinko oksit tozunun solunumuyla zehirlenme ortaya çıkabilmektedir.

Uzun süre ZnO buharı soluyanlarda (MAK sınırı 5 mg/m³) “Çinko-Ateşi” olarak adlandırılan rahatsızlıklar ortaya çıkar ve semptomlar herhangi bir yan etki bırakmadan bir kaç gün içinde kendiliğinden kaybolur. Akut zehirlenme semptomları sindirimde sıkıntı, ishal, mide bulantısı ve karın ağrısı şeklinde ortaya çıkar. Aşırı dozda elementel çinko alındığında, uyuşukluk, kas fonksiyonlarında düzensizlik (zayıf) ve yazmada zorluk çekme gibi semptomlar gözlenir. Çalışma yerlerinde toz olarak havada izin verilen değerler; 5 mg/m³ (MAK) ile 10 mg/m³ (TLV-TWA) ve çinko oksit dumanı için izin verilen değerler ise 5 mg/m³ (TLV-TWA) ile 10 mg/m³ (TLV-STEL)’dir. 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 karbonhidrat, yağ, protein, nükleik asit sentezi ya da degradasyon gibi çeşitli metabolik prosesler için gereklidir. Alkol dehidrojenazı, karbonik anhidraz ve karboksipeptidaz gibi 70’ den fazla metaloenzim fonksiyonu için ko-enzim bileşeni olarak gereklidir. Fizyolojik miktarlardaki çinko Cd, Hg, Pb ve Sn gibi diğer ağır metal iyonlarınının 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 [18].

2.3. 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 manganez 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 [11].

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. Manganez, organizmalardaki enzimlerin yapısal bütünlüğü açısından gerekli bir elementtir. Eksikliği kemiklerde bükülmelere, kısırlığa ve boy kısalığına neden olur [17].

2.4. 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 [20].

Normal olarak çözünemeyen 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 [4].

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 [17].

2.5. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum çinko ile birlikte az bulunan elementlerdendir. Sayısız endüstriyel üründe ve işlemlerde 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 [17].

Kadmiyum, biyolojik sistemlerde herhangi bir işlevi olmayan, toksik etkili, yarılanma süresi oldukça uzun, alımın, depolama ve salınım gibi olayların meydana geldiği doku ve organlarda metal bağlayıcı bileşikler tarafından esterleştirilmesi sonucu birikim bakımından kümülatif etkili bir ağır metaldir [21].

2.6. 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 [4].

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 [8].

Balık ve kabuklularda öncelikle solungaç, karaciğer, böbrek ve kemikte biriken kurşun, organizmalarda son derece uzun bir yarılanma 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 beyin 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 $15 \mu\text{g l}^{-1}$ 'den fazla olmaması önerilir [17].

2.7. Nikel (Ni)

Nikel ilk olarak Axel Cronstedt (1751) adlı bir İsveçli minerolojist tarafından, gersdorfit (NiAsS) cevheri araştırılırken bulunmuştur. Nikelin başlı başına bir element olduğu 1775'de Torbern Bergman ve arkadaşları tarafından kanıtlanmış ancak 1804'e kadar herhangi bir üretimi yapılmamıştır. İlk saf metal üretimi Jeremias Richter (1804) tarafından yapılmıştır. İlk bulunuşundan sonra uzun bir süre boyunca nikel içeren alaşımlar üretilmiştir. 1830'larda "Alman Gümüşü" olarak bilinen bakır-nikel-çinko alaşımları İngiltere ve Almanya'da büyük miktarlarda üretilmiştir. 1870'de çelik alaşımlandırma elementi olarak önem kazanan nikel daha sonra elektrolitik olarak kaplama teknolojisinin geliştirilmesiyle geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Toprakta eser element olarak bulunan nikel, demir ve alüminyum silikatların latisinde yer almaktadır. Çoğunlukla sülfat ve oksitler halinde bulunan ve yeryüzünde bulunma sıklığı 24. sırada olan nikelin ortalama konsantrasyonu % 0.008'dir. Toplam rezerv 130×10^6 ton olarak tahmin edilmektedir [18].

Nikelin bilinen biyolojik fonksiyonu olmamakla birlikte orta seviyede zehirleyici özelliği vardır. Doğal yayılımı yanında insan aktivitelerine bağlı olarak doğada bulunmaktadır. Nikelin organik formu, inorganik formundan daha zehirleyicidir. Deriyi tahriş etmesinin yanında kalp-damar sistemine çok zararlı ve kanserojen bir metaldir. Zararlı etkilerine rağmen nikel ve tuzlarıyla zehirlenme nadir rastlanan bir vakadır [10].

Bazı bitki türleri, örneğin; baklagiller, için yararlı bir element olan nikel, belli bir doz aşımında (0,18-5 ppm) zehirleyici olmaktadır [18].

Nikelin toksikolojik etkileri temel olarak 3 grupta incelenebilmektedir. Bunlar;

- 1) Kanserojen etki,
- 2) Solunum sistemine etki
- 3) Dermatolojik (alerjik) etkidir.

Kadınlar tarafından sık ve sürekli olarak kullanılan takıların nikel veya nikel alaşımları içermesi nedeniyle özellikle kadınlar nikel alerjisi tehlikesi altındadır. İlk kez 1923 yılında tanımlanan ve 1930 yıllarında araştırılmaya başlanan nikel alerjisi özellikle 1970'li yılların sonlarından itibaren bu alerjenin yaygınlaşarak artmakta olduğunu ve günümüzde bazı araştırmacılara göre kadınlarda % 40, erkeklerde % 5 - 10 seviyelerine ulaştığını ileri sürmektedir. Diğer ilginç bir bulgu ise kulağı delinmiş kişilerde nikel alerjisi görülme sıklığının, kulağını deldirmemiş kişilere nazaran kesinlikle daha yüksek olmasıdır. Aynı etki kulağını deldiren erkeklerde de söz konusudur [18].

Besin olarak toplam nikel alınımı, hayvan yiyecekleri veya bitkilerin tükettikleri miktarlara bağlıdır. Günlük nikel alınımının yaklaşık yarısı ekmek, içecek ve tahılların tüketilmesiyle olmaktadır. Besinlerin günlük 150 µg' dan az nikel içermesi tavsiye edilmektedir. İngiltere'de günlük değer; yetişkinler için 140-150 µg, çocuklar için 14-250 µg, A.B.D'de 69-162 µg, ve Danimarka'da ortalama 130 (60-260) µg'dır [18].

3. İNCELENEN KARABALIK (*C. capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772) HAKKINDA KISA BİLGİ

Karabalıklar morfolojik olarak yuvarlak vücutlu ve iri pulludur. Ağzın yan tarafında birer çift kısa bıyık bulunur. Ağız çevresi sert bir madde ile çevrilmiş ve gelişmiş geniş dudakları vardır. Dorsalin serbest kısmı içeriye doğru kavisli, sonuncu basit ışınının kaide kısmından sonra testere şeklini almıştır. Serbest uç ise ince ve esnektir.

Vücut renklerine bakıldığında sırt kısmı siyah karın kısımları ise sarı renkli olduğu görülür. Tam ergenliğe ulaşmamış olanlarda vücutta siyah benekler bulunur ergenliğe ulaşanlarda bu benekler kaybolur ve vücut tek renk alır. Boy uzunlukları en fazla 70 cm. kadardır.

Gündüz beslenen bir tür oldukları için günün aydınlık dönemlerinde akarsuyun her tarafında rastlamak mümkündür. Karanlık çöktüğünde ise yuvalarına ve su içerisindeki oyuklara girerler. Özellikle çok iyi bir denge sistemleri oldukları için iyi yüzerler ve genellikle akıntının hızlı olduğu çakıllı bölgelerde bulunurlar.

Esas yayılış alanı Kura ve Aras nehir sistemleri olan bu ırk, sadece Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde yaşamakta olup, söz konusu nehirlerin sınırlarımız içinde kalan kaynak ve kollarında yayılış göstermektedirler. Eti lezzetli olup, insan gıdası olarak kullanılır. Bu nedenle ülkemiz için ekonomik değeri vardır [22].

Capoeta genusu Güney Çin, Kuzey Hindistan, Afganistan, Türkistan, Aral Gölü, Ortadoğu ve Anadolu'yu içermekte olup çok geniş bir coğrafyada dağılış göstermektedir. Memleketimizin iç sularında 5 türü (*Capoeta capoeta*, *C. trutta*, *C. barroisi*, *C. pestai*, *C. tinca*) ve 6 alt türü (*Capoeta capoeta sieboldi*, *Capoeta capoeta umbla*, *Capoeta capoeta bergama*, *Capoeta capoeta kosswigi*, *Capoeta capoeta angorae* ve *C. capoeta capoeta*) yaşadığı bildirilmektedir [23].



Resim 1. Karabalık (*C. capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772).

4. ÇALIŞMA ALANI HAKKINDA KISA BİLGİ

Doğu Anadolu Bölgesi, su potansiyeli yönünden Türkiye'nin zengin bölgelerinden biridir. Bölge, Aras, Fırat ve Çoruh gibi önemli nehirlerin kaynağını oluşturmaktadır 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 [17].

Çalışmanın yapıldığı Kars İli ülkemizin en soğuk bölgesinde olup ağır karasal iklim özelliklerini göstermektedir. Kars İlinde kışlar soğuk ve uzun yaz ayı ise serin olan bir iklime sahiptir. Çalışma alanı olan Kars Çayı, Kasım ayında donmaya başlamakta ve Aralık ayı sonu itibarıyla tamamen donmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda kullanılan balık, su ve sediment örnekleri buzların tamamıyla eridiği Mayıs ayında ve donmaya başlamadığı Eylül ayında toplandı.

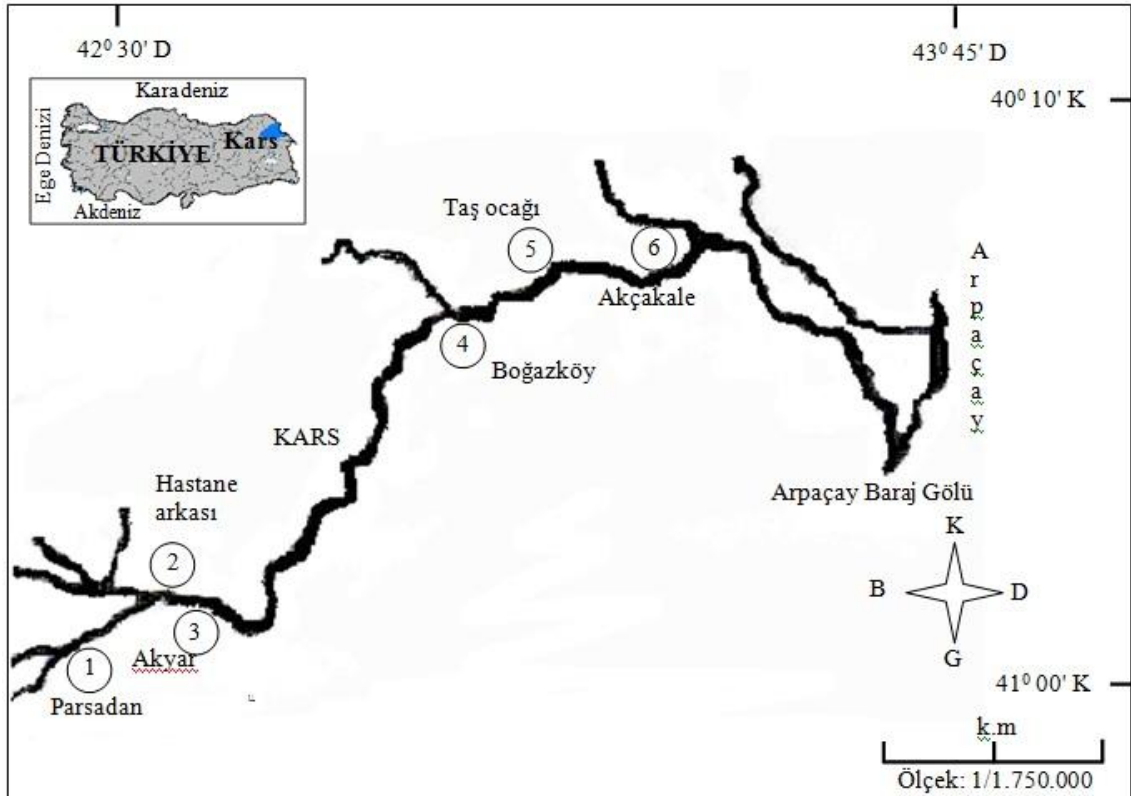
Kars Çayı geçtiği yerlere göre farklı isimlerle anılan birçok yan kolun birleşmesiyle oluşmuştur. Bunlar sırası ile Sarıkamış Çayı, Kekeç Çayı, Katranlı Çayı, Bayburt Suyu, Susuz Çayı, Çıldır Gölüyağı, Karahan Çayı ve Tazekent Suyudur.

Uzunluğu 93 kilometre olan Kars Çayı'nın en uzun kolu Sarıkamış Çayı'dır. Soğanlı Dağları'nın Aşit Tepe (2350 m) eteklerinden doğan Sarıkamış Çayı, Sarıkamış İlçesi'ni geçtikten sonra Kars Çayı adını alır. Kars Çayı'nın su potansiyeli açısından en önemli kolu Kekeç Çayı'dır. Katranlı Çayı ve Bayburt Suyu ile birleştikten sonra Selim İlçesi Killik Düzü mevkiinde Kars Çayı'na karışır. Bu noktadan itibaren Doğu yönünde akışını sürdüren Kars Çayı Kars İlinin içinden geçerek Kuzeyden gelen Susuz Çayı ve Çıldır Gölü ayağını da alarak Arpaçay Baraj Gölü'ne dökülür [24].

4.1. Çalışma İstasyonları

Çalışma, Kars Çayı üzerinde belirlenen 6 istasyonda yürütülmüştür. Bu istasyonlar sırası ile; Parsadan (1. istasyon), Hastane arkası (2. istasyon), Akyar (3. istasyon), Taş ocağı (4. istasyon), Boğazköy (5. istasyon) ve Akçakale (6. istasyon)'dır. Balık, sediment ve su örnekleri belirlenen bu istasyonlardan 2009 yılının Mayıs ve Eylül aylarında toplandı.

Çalışma alanı olarak seçilen Kars Çayı üzerindeki istasyonlardan ilk istasyon olan Parasadan etrafında tarımsal faaliyetler yapılmaktadır. Ayrıca istasyon Selim ilçesine yaklaşık bir kilometre uzaklıkta olması nedeniyle çeşitli atıklar yönünden herhangi bir kirlenme tehlikesi bulunmamaktadır. İkinci istasyon olarak seçilen Hastane arkası ise Kars Çayı'nın Selim ilçesinden geçen bir kısmı olup burada ırmağa yöreden çeşitli atıkların atıldığı bilinmektedir. Akyar istasyonu etrafında çeşitli tarımsal faaliyetler yürütülmektedir. Ayrıca çalışma istasyonu Akyar köyüne çok yakın olduğu için çeşitli atıkların ırmağa ulaşması mümkündür. Irmak Kars ilini geçtikten sonra Boğazköy köyünden geçmektedir bu yerleşke çalışmamızda 4. istasyon olarak seçilmiş olup tarımsal faaliyetlerin yürütüldüğü bir alandır. Çalışmamızda 5. istasyon olarak belirlenen Taşocağı, Çamçavuş Köyü yakınlarında kum ve taş çıkama faaliyetlerinin yapıldığı bir alandır. İrmağın Arpaçay Baraj Gölü'ne yakın bir yerleşim alanı olan Akçakale Köyü 6. istasyon olarak belirlenmiş olup bu alanda tarımsal faaliyetlerin yürütüldüğü bilinmektedir.



Şekil 1.Kars Çayı'nda balık, sediment ve su örneklerinin alındığı istasyonlar [24].

5. MATERYAL VE METOD

5.1. Örneklerin Toplanması

Su, sediment ve Karabalık örnekleri, 2009 yılının Mayıs ve Eylül aylarında Kars Çayı'nda belirlenen istasyonlardan toplandı.

Balık örnekleri elektroşoker ile yakalanmış olup toplam 60 adet balığın çatal boy uzunlukları ile ağırlıklarının ortalamaları, standart sapmaları ve min-max değerleri sırası ile; $17,05 \pm 4,93$ (11,3-24) cm, $110,875 \pm 82,865$ (28,66-244,8) gr olarak belirlendi. Sediment örnekleri plastik kürekle alınarak polietilen şeffaf torbalara konuldu ve HNO_3 ile asitlendirildi. Su örnekleri içerileri daha önceden saf su ile yıkanmış 5 litrelik su şişelerine alınarak HNO_3 ile asitlendirildi. Örnekler, içi buz dolu taşıma kaplarında muhafaza edilerek laboratuara taşındı. Balıkların taşınması sırasında çevresel faktörlerden etkilenmemesi için gerekli önlemler alındı.

Avlanan balıklar, su ve sediment örnekleri analize kadar naylon torbalarda - 21°C' ye ayarlı derin dondurucuda saklandı.

5.2. Örneklerin Özütlenmesi

Laboratuara getirilen Karabalıkların öncelikle yaş tayinleri ile boy ve ağırlık ölçümleri yapıldı.

Balıkların yaş tayinleri için pullar kullanıldı. Preparatlar Lagler (1966)'in verdiği yöntemle hazırlandı. Bunun için örneklerin yaş tayininde, pratik ve yeterli derecede doğru olması nedeniyle balığın dorsal yüzgecinin başlangıcı ile yan çizgi arasında kalan ve başa yakın bölgesinden alınan pullardan yararlanıldı [25]. Pullar önce petri kutularında % 4'lük KOH çözeltisi içerisinde su ve fırça kullanılarak temizlendi; daha sonra % 70'lik alkolle muamele edilen pul preparatlarının alkolü bekletilerek uçurulduktan sonra [25] Nikon marka ışık mikroskopunda iki lam arasında tespit edilerek incelendi.

Çizelge 1. Karabalıklar (*C. capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772)'in metrik özelliklerinin istasyonlara göre dağılımı.

İSTASYON	N	YAŞ	ÇATAL BOY	TOTAL AĞIRLIK
			Ç.B.±S.D. Min-Max cm.	T.A.±S.D. Min-Max gr.
1. Parsadan	10	1	15,15±5,41 (8,5-25,0)	76,54±76,35 (9,6-246,4)
2. Hastane arkası	10	1	14,90±5,83 (9,0-22,0)	85,34±82,28 (10,9-216,6)
3. Akyar	10	2	18,45±5,29 (13,0-26,0)	140,01±101,28 (37,5-316,1)
4. Boğazköy	10	2	18,05±3,79 (12,5-23,0)	111,54±58,89 (35,5-193,4)
5. Taş ocağı	10	2	17,05±6,47 (10,0-25,0)	128,90±120,79 (19,6-263,5)
6. Akçakale	10	2	18,70±2,83 (15,0-23,0)	122,92±57,60 (58,9-232,8)
Ortalama	10	1,0±0,51	17,05±4,93	110,875±82,865
		(1-2)	(11,3-24)	(28,66-244,8)

5.2.1. Balık Örneklerin Özütleme

Çalışma da 60 adet balık kullanıldı. Avlanan balıklar aynı gün içerisinde Kafkas Üniversite Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümündeki Hidrobiyoloji Laboratuvarına getirilerek boy ve ağırlık ölçümleri yapıldı. Balıkların ağırlıkları Kern EW (0.001 g hassasiyetinde) marka hassas terazide ölçüldü ve bu balıklar analize kadar - 21°C' de derin dondurucuda saklandı. Derin dondurucudan alınan balık örnekleri çözümleri için yeterince beklendikten sonra paslanmaz çelikten yapılmış pens, makas, spatül ve bisturi yardımıyla balıkların her iki dorsalinden, pectoral yüzgecin arka kısmından ve kuyruk yüzgecinin ön kısmından kesilerek kas dokusu çıkarıldı. Kas doku spatül yardımıyla deriden ayrıldı ve içerisinde bulunan bütün kılçıklar temizlendi. Temizlenen kas dokusunun total ağırlığı ölçüldü. Balıkların yenilebilir kas dokularından belirli miktarlarda alınarak mikserde iyice parçalandı ve daraları bilinen 100 ml'lik erlenmayerler içerisine konuldu. Daha sonra 105°C' ye ayarlı etüvde 24 saat bekletilip kuru ağırlıkları saptandı. Kuru ağırlıkları belirlenen her bir örneğin üzerine 5 ml Nitrik asit (HNO₃) ilave edilerek çözünmesi sağlandı. Çözünmüş örnekler sıcak tablada (Hot-plate) 80-90°C'ye kadar ısıtılarak buharlaştırıldı. Örneklerdeki asit tamamen buharlaştırıldıktan sonra her örneğin üzerine 15 ml Hidroklorik asit (HCl) eklendi ve örnekler tekrar sıcak tablada (Hot-plate) 50-60°C ısıtılarak buharlaştırıldı. Örneklerde ki asit buharlaştırma işlemleri tamamlandıktan sonra her örneğin üzerine N/10'luk Hidroklorik asit (HCl) ilave edilerek 50 ml'ye tamamlandı [17] ve 589³ Ø 110 mm mavi bant filtre kâğıdından süzüldü. Elde edilen sıvı çözeltiler 60 ml'lik plastik şişelere alınarak sayıma hazır hale getirildi. Örneklerin analizi Perkin Elmer marka 2100 DV model Optical Emission Spectrometer (ICP) ile yapıldı.

5.2.2. Sediment Örneklerin Özütleme

Sediment örneklerinden 60-70 gr alınarak darası bilinen petri kaplarına konuldu ve 105°C'ye ayarlı etüvde 24 saat bekletilerek kurutuldu. Kurutulan örnekler tartıldı ve dara ağırlığı çıkarıldı ve böylece kuru ağırlık bulundu. Kuru ağırlık bulunduktan sonra bu örneklerden 5 gr alınarak porselen havana konuldu ve dövülerek toz haline getirildikten sonra 63 µm'lik gözeneği olan çelik elek ile elendi. Elenmiş olan sediment örneklerinden 0,5-1,1 gr alınarak darası bilinen erlenmayerlere konuldu. Sediment örneklerinin üzerine 1:3 oranında HNO₃ : HCl karışımı olan Kral suyu (Aqua-regia)

eklendi ve 24 saat bekletildi. Sonrasında 70-80°C'ye ayarlı ısıtıcı üzerinde tamamen buharlaştırıldı. Kuruyan örneklerin üzeri deiyonize su ile 25 ml'ye tamamlanıp 589³ Ø 110 mm mavi bant filtre kâğıdından süzöldü. [26, 27]. Elde edilen sıvı çözeltiler 60 ml'lik plastik şişelere alınarak sayıma hazır hale getirildi. Örneklerin analizi Perkin Elmer marka 2100 DV model Optical Emission Spectrometer (ICP) ile yapıldı.

5.2.3. Su Örneklerinin Özütleme

Su örnekleri içleri saf su ile yıkanan 5 litrelik plastik kaplara alınarak laboratuara getirildi ve bakteri üremesinin engellenmesi için HNO₃ ile asitlendirildi. Daha sonra su örnekleri kimyasal işlemlerden geçirilerek [28] 60 ml'lik plastik şişelere konuldu ve böylece örneklerin analizi Perkin Elmer marka 2100 DV model Optical Emission Spectrometer (ICP) ile yapıldı.

5.3. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Çalışmada kadmiyum, nikel, kurşun, bakır, demir, manganez ve çinko metallerinin derişimleri balık, su ve sediment örneklerinde Optical Emission Spectrometer (ICP) ile okunarak saptandı. Verileri karşılaştırmak için Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ve Independent-Samples T Test uygulandı. Ortalamalar arası farklar p<0.05 olduğu durumda önemli kabul edildi.

6. BULGULAR

2009 yılının Mayıs ve Eylül aylarında Kars Çayı'ndan alınan balık, sediment ve su örnekleri üzerinde yapılan ağır metal analizleri sonuçlarına göre (veriler 10^{-3} ile büyütülerek verilmiştir); Karabalıkların yenilebilir kas dokusunda; Cd 0.6-6.3, Ni 6.8-15.0, Pb 16.6-125.0, Cu 96.2-582.0, Fe 853.0-4889.0, Mn 117.5-300.0 ve Zn 1120.0-3230.0 mg/kg olduğu (Çizelge 2), solungaç dokusunda; Cd 1.0-3.3, Ni 6.9-23.8, Pb 13.8-122.0, Cu 106.0-531.0, Fe 1854.0-3985.0, Mn 457.0-648.0 ve Zn 1641.0-3335.0 mg/kg olduğu (Çizelge 4), ve kemik dokusunda; Cd 1.6-3.1, Ni 3.5-20.8, Pb 14.3-108.0, Cu 43.1-503.0, Fe 1233.0-4503.0, Mn 562.0-683.0 ve Zn 2205.0-3835.0 mg/kg olduğu (Çizelge 6) tespit edildi. Sedimentte; Cd derişimi aletin duyarlılık sınırının (1/1000) altında kalmıştır, Ni 396.0-778.0, Pb 7.0-28.0, Cu 845.0-2118.0, Fe 247550.0-501600.0, Mn 8365.0-14595.0 ve Zn 393.0-4507.0 mg/kg olduğu (Çizelge 8) belirlendi. Suda ise; Cd 4.5-9.0, Ni 2.0-12.5, Pb 62.5-138.0, Cu 8.0-24.0, Fe 3216.0-6213.0, Mn 128.0-292.0 ve Zn 129.0-103187.0 mg/kg olduğu (Çizelge 10) tespit edildi.

Kars Çayı'ndan avlanan Karabalıkların yenilebilir kas, solungaç ve kemik dokuları ile sediment ve su örneklerinde mevsim ve istasyon farkı gözetilmeksizin incelenen ağır metallerin derişim düzeylerinin aylık ortalamaları (veriler 10^{-3} ile büyütülerek verildi); kas dokusunda; Cd 1.88 ± 0.456 , Ni 9.8 ± 0.72 , Pb 58.2 ± 6.05 , Cu 269.0 ± 21.7 , Fe 2500.0 ± 232.0 , Mn 172.0 ± 90.7 ve Zn 1759.0 ± 123.0 mg/kg olduğu (Çizelge 3), solungaç dokusunda; Cd 1.75 ± 0.24 , Ni 15.7 ± 1.53 , Pb 49.3 ± 4.95 , Cu 245.0 ± 1.9 , Fe 2670.0 ± 207.0 , Mn 509.0 ± 25.5 ve Zn 2280.0 ± 155.0 mg/kg olduğu (Çizelge 5) ve kemik dokusunda; Cd 2.25 ± 0.133 , Ni 9.8 ± 1.56 , Pb 42.7 ± 4.1 , Cu 202.0 ± 18.9 , Fe 2112.0 ± 189.0 , Mn 616.0 ± 29.1 ve Zn 2887.0 ± 177.0 mg/kg olduğu (Çizelge 7) tespit edildi. Sedimentte; Cd derişimi aletin duyarlılık sınırının (1/1000) altında kalmıştır, Ni 582.0 ± 23.4 , Pb 58.1 ± 19.0 , Cu 1261.0 ± 103.0 , Fe 426198.0 ± 21119.0 , Mn 10613.0 ± 442.0 ve Zn 1451.0 ± 379.0 mg/kg olduğu (Çizelge 9) belirlendi. Suda ise; Cd 6.45 ± 0.312 , Ni 5.5 ± 1.95 , Pb 97.1 ± 5.49 , Cu 14.06 ± 1.04 , Fe 4354.0 ± 269.0 , Mn 215.0 ± 17.9 ve Zn 17533.0 ± 7051.0 mg/kg olduğu (Çizelge 11) tespit edildi.

Kas, solungaç, kemik, sediment ve su örneklerinde yapılan istatistiksel analizlerde hem örneklerin toplandığı istasyonlar arasında hem de aylar arasında önemli bir fark ($p>0,05$) tespit edilmedi.

En yüksek kadmiyum derişimi, kas dokusunda 3. istasyonda (Çizelge 2), solungaç dokusunda 5. istasyonda (Çizelge 4), kemik dokusunda ise 1. istasyonda (Çizelge 6) tespit edildi. Sedimentte ise kadmiyum tespit edilemedi. Irmak suyunda ise en yüksek değer 2. istasyonda (Çizelge 10) saptandı.

Nikel, kas dokusunda en fazla 6. istasyonda (Çizelge 2), solungaç dokusunda (Çizelge 4) ve kemik dokusunda ise 2. istasyonda (Çizelge 6) tespit edildi. Sedimentte 5. istasyonda (Çizelge 8) ırmak suyunda ise en yüksek değer 6. istasyonda (Çizelge 10) bulundu.

Kurşun, kas dokusunda (Çizelge 2), solungaç dokusunda (Çizelge 4), kemik dokusunda (Çizelge 6) ve sedimentte (Çizelge 8) en fazla 1. istasyonda tespit edildi. Irmak suyunda ise 2. istasyonda (Çizelge 10) belirlendi.

Bakır, kas dokusunda (Çizelge 2), solungaç dokusunda (Çizelge 4), kemik dokusunda (Çizelge 6) en fazla 3. istasyonda tespit edilirken, sedimentte 5. istasyonda (Çizelge 8), ırmak suyunda ise 6.istasyonda (Çizelge 10) tespit edildi.

Demir, kas dokusunda (Çizelge 2), solungaç dokusunda (Çizelge 4), kemik dokusunda (Çizelge 6) en fazla 3. istasyonda tespit edildi. Sedimentte 2. istasyonda (Çizelge 8), ırmak suyunda ise en yüksek değer 6.istasyonda (Çizelge 10) saptandı.

Manganez, kas dokusunda (Çizelge 2) ve kemik dokusunda (Çizelge 6) en fazla 1.istayonda tespit edildi. Solungaç dokusunda (Çizelge 4) ve ırmak suyunda (Çizelge 10) 6.istasyonda tespit edilirken, sedimentte ise en fazla 5. istasyonda (Çizelge 8) belirlendi.

Çinko, kas dokusunda (Çizelge 2) ve kemik dokusunda (Çizelge 6) en fazla 3. istasyonda belirlendi. Solungaç dokusunda (Çizelge 4), sedimentte (Çizelge 8) ve ırmak suyunda (Çizelge 10) ise 6.istasyonda tespit edildi.

Örneklerin toplandığı aylara göre metal birikim düzeyleri kas dokuda (Çizelge 3), sedimentte (Çizelge 9) ve ırmak suyunda (Çizelge 11) Mayıs ayında en fazla tespit edilirken solungaç dokusunda (Çizelge 5) ve kemik dokusunda (Çizelge 7) ise Eylül ayında en yüksek değer belirlendi.

Irmak üzerinde belirlenen istasyonlara göre metal birikim düzeyleri, kas dokusunda $Fe > Zn > Cu > Mn > Pb > Ni > Cd$ (Çizelge 2), solungaç dokusunda

Fe>Zn>Mn>Cu>Pb>Ni>Cd (Çizelge 4), kemik dokusunda Zn>Fe>Mn>Cu>Pb>Ni>Cd (Çizelge 6), sedimentte Fe>Zn>Cu>Mn>Ni>Pb>Cd (Çizelge 8) ve ırmak suyunda Zn>Fe>Mn>Pb>Cu>Cd>Ni (Çizelge 10) şeklinde sıralanmıştır. Kars Çayı'nda belirlenen istasyonlara göre incelen tüm örneklerdeki ağır metal birikim düzeylerinin sıralanması sediment>su>kemik>solungaç>kas şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

2009 yılının Mayıs ve Eylül aylarında belirlenen istasyonlarda saptanan veriler ile yapılan istatistiksel analizlerde Cd, Ni, Fe, Mn ve Zn açısından aylar arasında anlamlı fark ($p>0,05$) olmadığı tespit edilirken, Cu açısından anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiştir. Buna göre Cu derişimi Mayıs ayında Eylül ayına göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca Pb açısından da anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş buna göre Pb derişimi Eylül ayında Mayıs ayına göre daha yüksek bulunmuştur.

Bu çalışmanın yapıldığı 2009 yılının Mayıs ve Eylül aylarında belirlenen istasyonlarda saptanan veriler ile yapılan istatistiksel analizlerde istasyonlar açısından aylar arasında anlamlı bir fark ($p>0,05$) olmadığı tespit edildi.

Araştırma sürecinde Mayıs ve Eylül aylarında çalışmanın yapıldığı istasyonlarda saptanan veriler ile yapılan istatistiksel analizlerde kas, kemik, solungaç, sediment ve su açısından örneklerin toplandığı aylar arasında anlamlı bir fark ($p>0,05$) olmadığı saptandı.

Kas, kemik, solungaç, sediment ve su örneklerinde yapılan istatistiksel analizlerde su ile solungaç, kas ve kemik arasında Cd açısından anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş; sudaki Cd derişiminin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Sedimentte ise Cd tespit edilememiştir.

Kas, kemik, solungaç, sediment ve su örneklerinde yapılan istatistiksel analizlerde sediment ile solungaç, kas, kemik ve su arasında Ni açısından anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş; sedimentteki Ni derişiminin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kas, kemik, solungaç, sediment ve su örneklerinde yapılan istatistiksel analizlerde su ile solungaç, kas, kemik ve sediment arasında Pb açısından anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş; sudaki Pb derişiminin daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca Pb açısından

kas ile sediment arasında anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş; kastaki Pb derişiminin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Kas, kemik, solungaç, sediment ve su örneklerinde yapılan istatistiksel analizlerde sediment ile solungaç, kas, kemik ve su arasında Cu açısından anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş; sedimentteki Cu derişiminin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Cu açısından su ile solungaç, kas ve kemik arasında anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş sudaki Cu derişiminin daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Kas, kemik, solungaç, sediment ve su örneklerinde yapılan istatistiksel analizlerde sediment ile solungaç, kas, kemik ve su arasında Fe açısından anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş; sedimentteki Fe derişiminin çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kas, kemik, solungaç, sediment ve su örneklerinde yapılan istatistiksel analizlerde sediment ile solungaç, kas, kemik ve su arasında Mn açısından anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş; sedimentteki Mn derişiminin çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Mn açısından solungaç ile kas ve su arasında anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş; solungaçtaki Mn derişiminin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunların yanı sıra yine Mn açısından kemik ile kas ve su arasında anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş; kemiğin Mn derişiminin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Kas, kemik, solungaç, sediment ve su örneklerinde yapılan istatistiksel analizlerde kemik ile kas arasında Zn açısından anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş; kemikteki Zn derişiminin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Belirlenen istasyonlardan elde edilen verilerin istatistiksel analizleri incelendiğinde Cd, Ni, Fe, Mn ve Zn açısından istasyonlar arasında anlamlı bir fark ($p>0,05$) olmadığı saptanmıştır.

Kars Çayı üzerinde belirlediğimiz istasyonlardan elde edilen verilerin istatistiksel analizleri incelendiğinde Parsadan ile Hastane arkası, Boğazköy, Taşocağı ve Akçakale arasında Pb açısından anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş, Parsadan istasyonunda Pb derişiminin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Pb açısından Akyar ile Hastane arkası, Boğazköy, Taşocağı ve Akçakale istasyonları arasında anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş Akyar istasyonundaki Pb derişiminin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Belirlenen 6 istasyondan elde edilen verilerin istatistiksel analizleri incelendiğinde Akyar ile Boğazköy ve Akçakale istasyonları arasında Cu açısından anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş, Akyar istasyonundaki Cu derişiminin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yine Cu açısından Parsadan ile Akçakale istasyonları arasında anlamlı bir fark ($p<0,05$) tespit edilmiş Parsadan istasyonunun Cu derişiminin daha yüksek olduğu görülmüştür.

İncelenen örneklerde istasyon ve ay farklılıkları dikkate alınmadan ağır metaller karşılaştırıldığında, Cd ile Pb arasında $r = 0,249$ ($p<0,01$), Cd ile Cu arasında $r = 0,198$ ($p<0,05$), Cd ile Fe arasında $r = 0,373$ ($p<0,01$), Cd ile Mn arasında $r = 0,168$ ($p<0,05$), Ni ile Fe arasında $r = 0,262$ ($p<0,01$), Ni ile Mn arasında $r = 0,302$ ($p<0,01$), Pb ile Cu arasında $r = 0,171$ ($p<0,05$), Pb ile Fe arasında $r = 0,201$ ($p<0,01$), Cu ile Fe arasında $r = 0,488$ ($p<0,01$), Fe ile Mn arasında $r = 0,222$ ($p<0,01$), Fe ile Zn arasında $r = 0,300$ 'e ($p<0,01$) varan pozitif bir korelasyon tespit edildi. Cu ile Mn arasında ise $r = 0,326$ 'e ($p<0,01$) varan negatif bir korelasyon belirlendi.

Çizelge 2. Karabalıkların kas dokusunda ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).

İstasyonlar	Metaller							
	N	Cd .10 ⁻³	Ni .10 ⁻³	Pb .10 ⁻³	Cu .10 ⁻³	Fe .10 ⁻³	Mn .10 ⁻³	Zn .10 ⁻³
1.Parsadan	10	2,00±0,10	15,0±0,9	125,0±5,7	439±42	3490±330	300±23	2100±158
2.H. arkası	10	0,60±0,05	7,7±0,4	24,8±1,2	232±21	1569±94	118±7	1219±78
3.Akyar	10	6,30±1,50	8,8±0,4	121,0±6,7	582±53	4889±475	197±10	3230±209
4.Boğazköy	10	0,80±0,06	6,9±0,6	19,1±1,0	96±7	853±59	128±12	1120±77
5.Taş ocağı	10	1,00±0,10	13,5±1,2	42,2±7,1	129±5	2565±324	144±10	1469±117
6.Akçakale	10	0,70±0,06	6,8±0,3	16,6±0,5	134±4	1627±146	145±6	1415±68
Ortalama	10	1,90±0,30	9,8±0,6	58,2±3,7	269±22	2500±238	172±11	1759±117

Çizelge 3. Karabalıkların kas dokusunda ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).

Aylar	Metaller							
	N	Cd .10 ⁻³	Ni .10 ⁻³	Pb .10 ⁻³	Cu .10 ⁻³	Fe .10 ⁻³	Mn .10 ⁻³	Zn .10 ⁻³
Mayıs	30	2,50±0,90	10,5±0,9	44,5±4,1	446,0±40,4	3511±399	116,3±9,2	2309±173
Eylül	30	1,26±0,04	9,1±0,5	72,0±8,0	91,1±3,1	1490±66	228,0±15,0	1209±73
Ortalama	30	1,88±0,45	9,8±0,7	58,2±6,0	269,0±21,7	2500±232	172,0±91,0	1759±123

Çizelge 4. Karabalıkların solungaç dokusunda ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).

İstasyonlar	Metaller							
	N	Cd .10 ⁻³	Ni .10 ⁻³	Pb .10 ⁻³	Cu .10 ⁻³	Fe .10 ⁻³	Mn .10 ⁻³	Zn .10 ⁻³
1.Parsadan	10	2,0±0,1	18,9±1,4	122,0±5,6	383,0±38,8	2482±154	485,5±47,2	1652±96
2.H. arkası	10	1,0±0,1	23,8±3,2	26,8±1,8	218,0±19,5	2440±188	470,0±50,4	1782±136
3.Akyar	10	2,1±0,1	20,6±1,7	99,8±5,3	531,0±47,7	3985±148	464,0±32,6	3263±146
4.Boğazköy	10	1,0±0,1	13,2±1,7	18,2±0,8	112,0±5,6	1854±168	457,0±48,1	2012±167
5.Taş ocağı	10	3,3±0,7	6,9±0,3	13,8±0,6	106,0±3,9	2085±237	531,0±56,6	1641±148
6.Akçakale	10	1,2±0,1	11,2±1,0	14,8±0,5	119,0±3,8	3179±364	648,0±45,6	3335±250
Ortalama	10	1,7±0,2	15,7±1,5	49,3±2,4	245,0±19,8	2671±210	509,0±46,7	2281±157

Çizelge 5. Karabalıkların solungaç dokusunda ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).

Aylar	Metaller							
	N	Cd .10 ⁻³	Ni .10 ⁻³	Pb .10 ⁻³	Cu .10 ⁻³	Fe .10 ⁻³	Mn .10 ⁻³	Zn .10 ⁻³
Mayıs	30	1,60±0,40	7,6±0,9	39,1±2,9	403,0±36,3	1783±185	150±14	1501±148
Eylül	30	1,90±0,06	23,9±2,1	59,5±7,0	87,0±2,6	3558±229	869±38	3060±163
Ortalama	30	1,75±0,24	15,7±1,5	49,3±5,0	245,0±1,9	2670±207	509±26	2280±155

Çizelge 6. Karabalıkların kemik dokusunda ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).

İstasyonlar	Metaller							
	N	Cd .10 ⁻³	Ni .10 ⁻³	Pb .10 ⁻³	Cu .10 ⁻³	Fe .10 ⁻³	Mn .10 ⁻³	Zn .10 ⁻³
1.Parsadan	10	3,1±0,1	13,1±0,1	108,0±5,0	325,0±35,8	2461±173	683±63	2294±101
2.H. arkası	10	1,8±0,1	20,8±3,9	26,6±1,6	186,0±21,4	1426±85	589±62	2891±256
3.Akyar	10	3,0±0,1	7,0±0,3	77,0±3,3	503,0±51,2	4503±289	565±45	3835±92
4.Boğazköy	10	1,9±0,2	8,3±0,9	14,3±0,3	89,5±9,1	1454±191	627±78	3145±372
5.Taş ocağı	10	1,6±0,1	6,3±0,3	14,7±0,2	67,1±5,9	1595±139	562±44	2205±157
6.Akçakale	10	2,2±0,2	3,5±0,2	16,1±0,5	43,1±3,2	1233±80	672±50	2956±223
Ortalama	10	2,2±0,1	9,8±1,1	42,8±1,8	202,0±21,1	2112±159	616±57	2887±200

Çizelge 7. Karabalıkların kemik dokusunda ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).

Aylar	Metaller							
	N	Cd .10 ⁻³	Ni .10 ⁻³	Pb .10 ⁻³	Cu .10 ⁻³	Fe .10 ⁻³	Mn .10 ⁻³	Zn .10 ⁻³
Mayıs	30	1,2±0,1	8,3±2,2	37,2±2,5	381,0±35,9	2227±267	168±12	1641±135
Eylül	30	3,3±0,1	11,3±0,9	48,3±5,7	23,7±2,0	1997±111	1065±46	4134±219
Ortalama	30	2,3±0,1	9,8±1,5	42,7±4,1	202,0±18,9	2112±189	616±29	2887±177

Çizelge 8. Kars Çayı'ndan alınan sediment örneklerindeki ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).

İstasyonlar	Metaller							
	N	Cd	Ni .10 ⁻³	Pb .10 ⁻³	Cu .10 ⁻³	Fe .10 ⁻³	Mn .10 ⁻³	Zn .10 ⁻³
1.Parsadan	2	<0,001	396±33	28,0±0,0	845±271	382700±92630	9853±700	1286±772
2.H. arkası	2	<0,001	543±74	<0,001	1410±463	501600±87820	10187±1098	<0,001
3.Akyar	2	<0,001	528±61	7,0±4,9	969±206	466700±90651	10172±1518	506±215
4.Boğazköy	2	<0,001	681±79	<0,001	1174±235	486450±180665	10508±376	393±278
5.Taş ocağı	2	<0,001	778±19	<0,001	2118±406	247550±17504	14595±2542	2018±35
6.Akçakale	2	<0,001	569±57	<0,001	1052±194	472200±2192	8365±627	4507±3186
Ortalama	2	<0,001	582±54	5,8±0,8	1261±296	426200±77733	1061±1143	1451±747

Çizelge 9. Kars Çayı'ndan alınan sediment örneklerindeki ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).

Aylar	Metaller							
	N	Cd	Ni .10 ⁻³	Pb .10 ⁻³	Cu .10 ⁻³	Fe .10 ⁻³	Mn .10 ⁻³	Zn .10 ⁻³
Mayıs	6	<0,001	650±20	46,4±19,0	1378±68	526580±1137	10516±223	1912±594
Eylül	6	<0,001	514±26	69,8±19,0	1145±139	325816±30865	1071±661	990±165
Ortalama	6	<0,001	582±23	58,1±19,0	1261±103	426198±21119	10613±442	1451±379

Çizelge 10. Kars Çayı'ndan alınan su örneklerindeki ağır metallerin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).

İstasyonlar	Metaller							
	N	Cd.10 ⁻³	Ni .10 ⁻³	Pb .10 ⁻³	Cu .10 ⁻³	Fe .10 ⁻³	Mn .10 ⁻³	Zn .10 ⁻³
1.Parsadan	2	5,5±0,3	2,0±1,4	76,5±3,1	8,0±2,8	3216±1383	223±10	129±92
2.H. arkası	2	9,0±0,0	5,0±3,5	138,0±14,4	13,0±4,9	4473±2521	204±78	<0.001
3.Akyar	2	5,0±0,0	4,5±1,0	62,5±0,3	12,5±1,0	4955±1500	259±45	<0.001
4.Boğazköy	2	7,5±0,3	4,5±3,1	104,0±1,4	14,5±0,3	3554±379	128±19	1405±246
5.Taş ocağı	2	7,5±1,0	4,5±3,1	126,0±13,0	12,5±1,0	3714±993	187±64	481±340
6.Akçakale	2	4,5±0,3	12,5±8,8	75,5±1,0	24,0±7,7	6213±3087	292±147	103187±72557
Ortalama	2	6,5±0,3	5,5±3,5	85,6±19,6	14,0±2,9	4354±1644	215±60	17533±12205

Çizelge 11. Kars Çayı'ndan alınan su örneklerindeki ağır metallerin aylara göre ortalama konsantrasyonları (mg/kg).

Aylar	Metaller							
	N	Cd .10 ⁻³	Ni .10 ⁻³	Pb .10 ⁻³	Cu .10 ⁻³	Fe .10 ⁻³	Mn .10 ⁻³	Zn .10 ⁻³
Mayıs	6	6,10±0,32	10,5±3,7	96,6±5,9	18,30±1,43	6680,0±398,0	280,0±20,0	34519±13985
Eylül	6	6,80±0,30	0,5±0,2	97,6±5,0	9,83±0,66	2028,0±141,0	151,0±15,9	548±118
Ortalama	6	6,45±0,31	5,5±1,9	97,1±5,4	14,06±1,04	4354,0±269,0	215,0±17,9	17533±7051

Çizelge 12. Çevre Koruma Ajansı (= Environmental Protection Agency) (EPA)'ya göre kabul edilebilir ağır metal sınır değerleri (mg/kg) [29].

Balık(mg/kg)	Ağır metaller				
	Fe	Cu	Zn	Mn	Cd
	410	54	410	190	1.4

Çizelge 13. Su ürünleri yönetmeliği ve Su Ürünleri Kanununa Göre Bazı Ağır Metallerin Organizmalardaki Müsaade Edilebilir Düzeyleri (mg/kg) [10].

Balık(mg/kg)	Niteliği	Ağır metaller			
		Cd	Pb	Cu	Zn
	Canlı,işlenmiş				
	taze,soğutulmuş	0.1	1.0	20.0	50.0
	dondurulmuş				

Çizelge 14. Sulama suların da aşılması gereken ağır metal konsantrasyonları sınır değerleri ile Kars Çayı'nın suyunda bulunan ortalama değerler (ppm)[30].

Elementler	İzin verilen maksimum konsantrasyonlar (ppm)	Çalışmamızda elde edilen ortalama değerler (ppm)
Bakır (Cu)	0.20	0.0140
Demir (Fe)	5.00	4.3540
Mangan (Mn)	0.20	0.2000
Çinko (Zn)	2.00	1.7533
Kadmiyum (Cd)	0.01	0.0064
Nikel (Ni)	0.20	0.0055
Kurşun (Pb)	5.00	0.0971

Çizelge 15. Örneklerin analizinin yapıldığı Perkin Elmer marka 2100 DV model Optical Emission Spectrometer (ICP)'in duyarlılık sınırı.

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

Çizelge 16. Analizi yapılan balık örneklerinin Standart Referans Madde (SRM) değerleri.

Metaller	DORM-3 mg/kg	Bulunan Ortalama Değer mg/kg	Uyumluluk (%)
Cd	0.290±0.020	0,185	64
Ni	1.28±0.24	1.12	88
Pb	0.395±0.050	0.235	59
Cu	15.5±0.6	11.9	77
Fe	347±20	278	80
Mn	4.6	3.3	72
Zn	51.3±3.1	38.5	75

* DORM-3:Fish Protein Certified Reference Material for Trace Metals

*Ölçümler Erzurum Tarım İl Müdürlüğü İl Kontrol Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Çizelge 17. Analizi yapılan sediment örneklerinin Standart Referans Madde (SRM) değerleri.

Metaller	SUD-1 mg/kg	Bulunan Ortalama Değer mg/kg	Uyumluluk (%)
Cd	1.88±0.74	<0.001	-
Ni	936±207	882	94
Pb	56.3±24.1	55.9	99
Cu	561±136	458	82
Fe	32688±7816	25572	78
Mn	578±93	436	75
Zn	768±158	671	87

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

*Ölçümler Erzurum Tarım İl Müdürlüğü İl Kontrol Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Çizelge 18. Analizi yapılan su örneklerinin Standart Referans Madde (SRM) değerleri.

Metaller	NRCSLRS-4 mg/kg	Bulunan Ortalama Değer mg/kg	Uyumluluk (%)
Cd	0.012	0.009	75
Ni	0.67	0.53	79
Pb	0.086	0.064	74
Cu	1.81	1.7	94
Fe	103	78	76
Mn	3.37	2.92	87
Zn	0.93	0.65	70

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

*Ölçümler Erzurum Tarım İl Müdürlüğü İl Kontrol Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

7. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ağır metaller biyolojik proseslere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir ve bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları zorunludur. Örneğin bakır hayvanlarda ve insanlarda kırmızı kan hücrelerinin ve birçok oksidasyon ve redüksiyon prosesinin vazgeçilmez parçasıdır. Buna karşın yaşamsal olmayan ağır metaller çok düşük konsantrasyonda dahi psikolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine yol açabilmektedirler [9].

Kirleticilerden organik kontaminantların aksine, inorganik kökenli olan ağır metaller konsantrasyon ya da toksisitelerini azaltan parçalanma işlemine uğramazlar. Bazı ağır metaller akuatik organizmalara doğrudan zehirli olan çoğu deniz ve nehir organizması tarafından önemli seviyelerde birikirler. Bu birikim, hem sahil ortamındaki canlılar üzerinde metallerin muhtemel zararlı etkileri, hem de insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri açısından bir fikir verir [3].

Yeryüzündeki dengeli ekosistemlerin varlığını sürdürebilmesi ve bu ekosistemlerin en önemli faktörlerinden biri olan insan sağlığının korunması açısından çeşitli ağır metallerin besin zincirinin önemli bir basamağını oluşturan ve insanlar için protein kaynağı sayılan balıklardaki ve bu balıkların yaşadığı su ve sedimentte ki zehirlilik derecelerini belirlemek çok önemlidir.

Günümüzde gıdalardaki ağır metallerin düzeylerinin bilinmesi, bu toksik metallerin denetiminde aranılan en önemli koşuldur. Çünkü bu metallerin tolerans limitleri ve günlük alım düzeylerinin belirlenmesi, belirlenen bu düzeylerle gıdalardaki metal düzeylerinin karşılaştırılması gerek besin endüstrisi ve gerekse insan sağlığı açısından çok önemlidir [17].

Bu nedenlerden dolayı mevcut çalışmada Kars Çayı'ndan yakalanan ve yöre halkı tarafından besin olarak tüketilen Karabalıkların kas, solungaç ve kemik dokuları ile bu balıkların yaşadıkları su ve ortam sedimentinde saptanan ortalama Cd, Ni, Pb, Cu, Fe, Mn ve Zn düzeyleri belirlendi.

Bu değerler(10^{-3} ile büyütülerek verilmiştir) sırasıyla kas dokusunda Cd 1.9, Ni 9.85, Pb 58.2, Cu 269.0, Fe 2500.0, Mn 172.0 ve Zn 1759.0 mg/kg, solungaç dokusunda Cd 1.7, Ni 15.7, Pb 49.3, Cu 245.0, Fe 2671.0, Mn 509.0 ve Zn 2281.0 mg/kg, kemik dokusunda Cd 2.2, Ni 9.8, Pb 42.8, Cu 202.0, Fe 2112.0, Mn 616.0 ve Zn 2887.0 mg/kg, ırmak suyunda Cd 6.5, Ni 5.5, Pb 85.6, Cu 14.0, Fe 4354.0, Mn 215.0 ve Zn 17533.0 mg/kg ve ortam sedimentinde ise Cd tespit edilemedi, Ni 582.0, Pb 58.1, Cu 1261.0, Fe 426200.0, Mn 1061.0 ve Zn 1451.0 mg/kg olarak belirlendi.

Dünya ve Türkiye nehirlerinde ağır metal kirliliği üzerine yapılmış olan bazı çalışmalarda;

Minareci ve ark. 2004’de Gediz Nehri (Manisa)’ nin sedimentinde Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Ni ve Pb konsantrasyonlarını sırasıyla 346, 3072, 145, 631, 0.95, 135, ve 25.5 ppm olarak tespit etmiş [31] olup bu değerler bulgularımızdan çok yüksektir. Suda ise Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Ni ve Pb konsantrasyonlarını sırasıyla 0.0161, 0.0103, 0.0075, 1.0579, 0.0036, 0.0796 ve 0.2183 ppm olarak tespit etmiş [31] olup bu değerler Cu ve Cd açısından verilerimizle rtmektedir. Fe, Mn ve Zn konsantrasyonları bizim verilerimizden düşük, Ni ve Pb konsantrasyonları ise yüksektir. Çünkü Gediz Nehri’nin çevresinde büyük yerleşim alanları, endüstriyel ve sanayi tesisleri bulunmakta ve tarımsal etkinlikler sürdürülmektedir. Ayrıca ırmak Manisa il merkezinden geçtiği için çeşitli atıklar bakımından da kirlenmeye maruz kaldığı belirtilmiştir.

Bakaç ve Kumru (2000) Menemen Ovasından (İzmir) alınan su örneklerinde Cu, Cd ve Pb konsantrasyonlarını sırasıyla 0.017, 0.005 ve 0,03 ppm olarak saptamışlardır [32]. Bu veriler bizim verilerimiz ile birebir uyumluluk göstermektedir. Ayrıca sediment örneklerinde Cu, Cd ve Pb konsantrasyonları sırası ile 63, 1.6 ve 15 ppm olarak saptanmış [32] olup bu değerler bizim bulgularımızdan oldukça yüksektir. Bunun nedeninin Menemen Ovasında yapılan tarımsal faaliyetler dolaylı olduğu düşünülebilir.

Köse ve Uysal (2008) Enne Baraj Gölü (Kütahya)’nden avlanan *Cyprinus carpio*’ların kas, deri ve solungaçlarındaki ağır metal birikimlerini karşılaştırmışlardır. Buna göre kas dokusunda ağır metal sıralamasının Ca>Mg>Zn>Fe>Cd şeklinde olduğunu tespit etmişlerdir [33]. Bu veriler bizim verilerimiz ile kısmen rtmektedir. Çünkü elde ettiğimiz verilerde kas dokusunda Fe derişimi daha ysek bulunmuştur. Bunun nedeni

baraj gölünün bulunduğu Enne Köyü'nden gölete dökülen çeşitli atıklar olabilir. Cd derişimi ise Köse ve Uysalın (2008) verileriyle uygunluk göstermektedir. Solungaç dokusunda ağır metal sıralaması ise $Ca > Mg > Zn > Fe > Cd$ şeklinde tespit etmişlerdir [33]. Yine bu veriler incelendiğinde Zn ve Fe açısından bizim verilerimiz ile örtüşmemektedir. Çünkü Ilica Kaplıcası Tesisleri'nden çıkan atık sular hiçbir arıtma işlemine tabi tutulmadan göle dökülmektedir. Ayrıca yörede hayvancılık faaliyetleri sonucu oluşan hayvan gübreleri de doğrudan göle karışabilmektedir. Solungaç dokusundaki Fe derişimi Zn derişiminden yüksek bulunmuştur. Cd açısından ise uyumluluk vardır.

Ünlü ve Gümgüm (1993) Tigris Nehri'nde *Capoeta capoeta umbla*'nın kas dokusunda bakır ve çinkoyu sırasıyla 125-208 ve 29-90 ppm, sedimentte ise bakırı 641-3433 ppm ve çinkoyu 405-891 ppm olarak tespit etmiş [34] olup bu değerler bulgularımızdan çok yüksektir. Bunun nedeni bölgede Ergani Bakır İşletmesinin bulunması ve bölgenin jeokimyasal yapısıdır.

Narin ve ark. (1998) Karasu, Sarmısaklı Çayı ve Kızılırmak Nehrinden aldıkları su örneklerinde yaptıkları ağır metal analiz sonuçlarına göre; Karasu'da ağır metal derişimlerini Ni 7.5 ± 0.3 , Pb 31.2 ± 1.8 , Cd 8.3 ± 1.1 ve Cu 16.2 ± 1.0 $\mu\text{g/l}$ olarak saptamışlardır [28]. Bu değerler bizim bulgularımız ile örtüşmektedir. Aynı çalışmada Sarmısaklı Çayı'nda ağır metal derişimleri Ni 9.3 ± 0.4 , Pb 27.5 ± 1.1 , Cd 11.9 ± 0.3 ve Cu 30.1 ± 1.3 $\mu\text{g/l}$ olarak bulmuşlardır [28]. Bu bulgular bizim bulgularımızla uygunluk göstermektedir. Narin ve ark. (1998) Kızılırmak Nehri'nde ağır metal derişimlerini Ni 7.5 ± 0.3 , Pb 16.2 ± 0.4 , Cd 2.6 ± 0.2 ve Cu 8.2 ± 0.3 $\mu\text{g/l}$ olarak belirlemiştir [28]. Bu değerler bizim bulgularımız ile örtüşmektedir.

Özözen (2005) Demirköprü ve Avşar Barajlarından (Manisa) alınan su örneklerinde yaptığı ağır metal analiz sonuçlarına göre en düşük ve en yüksek değerler; kadmiyumda 0,0001 - 0,0017 ppm; bakırda 0,0040 - 0,0166 ppm; demirde 0,0817 - 2,3850 ppm; nikelde 0,0001 - 0,0239 ppm ve kurşunda 0,0002- 0,0272 ppm arasında belirlenmiş [35] olup bu değerler Cu ve Ni açısından verilerimiz ile örtüşmektedir. Cd, Fe ve Pb açısından ise bizim bulgularımız daha yüksektir. Bunun nedenin tezimizde seçtiğimiz çalışma alanı olan Kars Çayı'nın çevresinde yürütülen hayvansal ve tarımsal faaliyetler olduğu düşünülebilir.

Öztürk ve ark. (1995) Altinkaya Barajı'nda yaşayan *Cyprinus carpio*'nun kas dokusunda bazı ağır metallerin derişimlerinin Zn>Fe>Cu>Mn>Ni>Pb>Cd şeklinde sıralandığını saptamışlardır [36]. Kas dokusunda yapılan bu sıralama Zn ve Fe dışında verilerimizle örtüşmektedir, bizim bulgularımızda Fe derişimi Zn derişiminden yüksektir. Yine bu çalışmada solungaç dokusundaki ağır metal derişimleri Fe>Zn>Mn>Cu>Pb>Ni>Cd şeklinde sıralanmıştır [36] ve bu sıralama bizim verilerimiz ile bire bir örtüşmektedir. Öztürk ve ark. (1995) kemik dokusundaki ağır metal derişimlerinin Fe>Zn>Mn>Cu>Pb>Ni>Cd şeklinde sıralandığını saptamışlardır [36]. Yine bu sıralama Fe ve Zn dışında verilerimizle örtüşmektedir bizim verilerimizde Zn derişimi daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni çalışma alanımızda yürütülen tarımsal ve hayvansal faaliyetlerdir.

Ünlü ve ark. (1994) Dicle Nehri (Diyarbakır)'nde *Achantabroma marmid*'in solungaç dokusunda yüksek oranda Cu ve Zn birikimi olduğunu belirlemişler, kas dokusunda Cu ve Zn su ürünleri ağır metal kabul edilebilir değerlerin altında saptamışlardır [37]. *Achantabroma marmid*'in organlarındaki yüksek Cu ve Zn birikiminin nedeninin, Dicle Nehri'nin zengin maden yataklarının bulunduğu bir bölgeden doğması ve Ergani Bakır Fabrikasının filtrasyon artıklarını Dicle Nehri'ne boşaltılmasıyla nehrin ağır metaller bakımından kirletilmesinden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir.

Bordajandı ve ark. (2003) Turia Nehri (İspanya)'nde *Salmo trutta*, *Anguilla anguilla* ve *Barbus barbus* üzerine yaptıkları çalışmada sırasıyla Cu 0.446, 0.977, 0.793, Zn 3.969, 16.95, 3.596, Cd 0.0014, 0.0049, 0.0018 ve Pb'yi 0.0273, 0.1018, 0.0620 µg/g olarak tespit etmişlerdir [38]. Cd ve Pb ise bizim bulgularımızla örtüşmektedir, Cu ve Zn derişimleri bizim bulgularımızdan oldukça yüksektir. Çünkü araştırmanın yapıldığı alanda büyük yerleşim alanlarının bulunduğu bunun yanı sıra endüstriyel faaliyetlerin yürütülmesi ve verimsiz olan topraklar için yapılan sürekli gübreleme faaliyetleri olduğu düşünülebilir.

Göksu ve ark. (2003) Seyhan Baraj Gölü'ndeki *Cyprinus carpio* ve *Stizostedion lucioperca*'ların yenilebilir kas dokularındaki ağır metal sıralamasını Fe>Zn>Cd şeklinde bulunmuştur [17]. Bu veriler bizim bulgularımız ile örtüşmektedir.

Uzunoğlu (1999) Gediz Nehri (Manisa)' nin suyunda bazı ağır metal derişim düzeylerini; Cu 0.0138-0.2830, Fe 0.0029-0.5806, Mn 0.0010-0.4594, Zn 0.0110-2.2362, Cd 0.0030-0.0044, Ni 0.0010-0.2678 ve Pb 0.1515-0.2338 ppm olarak belirlemiştir [39]. Bu bulgular bizim bulgularımız ile karşılaştırıldığında Cu ve Mn açısından uyumluluk olduğu görülmüştür. Pb derişimi bizim bulgularımızdan yüksek, Cd, Ni, Fe ve Zn derişimleri ise bulgularımızdan düşüktür. Çünkü Gediz Nehri'nin çevresinde büyük yerleşim alanları, endüstriyel ve sanayi tesisleri bulunmakta ve çeşitli tarımsal etkinlikler sürdürülmektedir. Ayrıca ırmak Manisa il merkezinden geçtiği için çeşitli atıklar bakımından da kirlenmeye maruz kaldığı belirtilmiştir [39].

Norrgrren ve ark. (2000) Kafue Nehri (Zambia)'nde *Tilapia*'nın solungaç dokusunda Cd, Cu, Fe, Mn, Zn ve Pb düzeylerini sırası ile 0.3, 115-170, 400-490, 71-122, 87-100 ve 1.3-3.1 µg/g (kuru ağırlık) olarak bildirmişlerdir [40]. Bu bulgular bizim değerlerimizden yüksektir. Bunun nedeninin bölgenin jeokimyasal yapısı, tarımsal faaliyetlerin fazlalığı ve bölgede meydana gelen volkanik faaliyetler olduğu düşünülebilir.

Ciminli (2005) Gölbaşı Gölü (Antakya)'nün su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn için sırasıyla 0.0, 0.02293, 1.83724, 0.07359, 0.01302, 0.00522 ve 0.05321 mg l⁻¹ olarak bulunmuş [16] olup bu değerler bulgularımız ile karşılaştırıldığında Ni ve Cu derişimlerinin bizim bulgularımızdan yüksek, Cd, Pb, Fe, Mn ve Zn derişimleri ise bulgularımızdan düşük olduğu görülmüştür. Bunun nedeni Amik Ovasında gerçekleştirilen tarımsal faaliyetler ve gölün kaynak suları ile beslenmesidir. Bu durumda suyun PH değerini değiştirdiği ve buna bağlı olarak göl suyunda bulunan metallerin çözünürlüğünün azaldığı düşünülebilir.

Uslu (2005) Kars Çayı'ndan avlanan *C. capoeta capoeta*'nin kas dokusunda; Fe 0.091±0.014, Cu 0.112±0.032, Zn 1.496±0.194, Mn 0.562±0.208, Cd 0.062±0.011 ve Pb 0.711±0.092 mg/kg olarak saptamıştır [17]. Bu değerler Zn ve Cu açısından verilerimizle örtüşmektedir. Cd, Pb ve Mn bizim verilerimizden yüksek Fe ise düşüktür. Solungaç dokusunda Fe 0.122±0.041, Cu 0.084±0.021, Zn 1.824±0.309, Mn 1.338±0.289, Cd 0.056±0.018 ve Pb 0.666±0.139 mg/kg olarak saptamıştır[17]. Bu değerler Zn açısından verilerimizle örtüşmektedir. Cd, Pb ve Mn bizim verilerimizden

yüksek Fe ve Cu ise düşüktür. Uslu (2005) Kars Çayı'nın ortam sedimentinde Fe 0.086 ± 0.009 , Cu 1.504 ± 0.306 , Zn 2.239 ± 0.247 , Mn 31.254 ± 4.219 , Cd 0.112 ± 0.009 ve Pb 1.697 ± 0.147 mg/kg olarak saptamıştır [17]. Bu değerler Cu ve Zn açısından verilerimizle örtüşmektedir. Cd, Pb ve Mn bizim verilerimizden yüksek Fe ise çok düşüktür. Elde ettiğimiz bulgular karşılaştırıldığında ortaya çıkan uyumsuzluklar örnek toplama dönemlerinin farklılığından kaynaklanmaktadır. Bizim örneklerimizin toplandığı Mayıs ayında başlayan tarımsal faaliyetler (gübreleme, ilaçlama vs.) nedeniyle bulgularda bazı farklılıkların ortaya çıkabileceği düşünülebilir.

Karakuş ve Gey (2003) Kars Çayı'ndan avlanan *C. capoeta capoeta*'nın kas dokusunda Fe $8.22-16.33 \mu\text{g g}^{-1}$, Zn $0.610-0.757 \mu\text{g g}^{-1}$, Co $0.0038-0.0373 \mu\text{g g}^{-1}$, Cr $0.0053-0.0140 \mu\text{g g}^{-1}$, Cu $0.0030-0.0093 \mu\text{g g}^{-1}$ ve Cd $0.0018-0.0029 \mu\text{g g}^{-1}$ (yaş ağırlık) olarak saptamışlardır [24]. Bu değerler Cd açısından bizim verilerimiz ile bire bir örtüşmektedir. Fe bizim verilerimizden yüksek Zn ve Cu ise düşüktür. Çünkü Karakuş ve Gey'in örneklerini topladıkları Şubat ayında bölgede herhangi bir tarımsal faaliyet yapılmamaktadır. Ayrıca aynı dönemde Kars Çayı'na yakın olan ve metal derişim düzeyini etkileyebilecek olan Kars Şeker Fabrikası etkin durumda değildir. Yine bu çalışmada kas dokusunda ağır metal derişimlerinin sıralaması Fe>Zn>Cr>Co>Cu>Cd şeklindedir. İncelenen ortak metaller bakımından bu sonuç bizim bulduğumuz sıralama (Fe>Zn>Cu>Mn>Pb>Ni>Cd) ile aynıdır.

Bu çalışmaya benzer çalışmalar aynı bölgede Karakuş-Gey (2003) ve Uslu (2005) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar Çizelge 19.'da karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Çizelge 19. Kars Çayı'nda Farklı Yıllarında Yapılan Çalışmaların Karşılaştırmalı Sonuçları

Metaller	Kas			Solungaç		Sediment	
	2003* (AAS)	2005** (AAS)	2009*** .10 ⁻³ (ICP)	2005** (AAS)	2009*** .10 ⁻³ (ICP)	2005** (AAS)	2009*** .10 ⁻³ (ICP)
Cd	0.002±0.003	0.062±0.011	1.9±0.5	0.056±0.018	1.75±0.24	0.112±0.009	<0.001
Ni			9.8±0.7		15.70±1.53		582±23
Pb		0.711±0.092	58.2±6.0	0.666±0.139	49.30±4.95	1.697±0.147	5.8±1.9
Cu	0.003±0.009	0.112±0.032	269±22	0.084±0.021	245±2	1.504±0.306	1261±103
Fe	8.220±16.330	0.091±0.014	2500±232	0.122±0.041	2670±207	0.086±0.009	426198±21119
Mn		0.562±0.208	172±91	1.338±0.289	509±26	31.254±4.219	10613±442
Zn	0.610±0.757	1.496±0.194	1759±123	1.824±0.309	2280±155	2.239±0.247	1451±379

* Karakuş, S., Gey, H., " A preliminary study of heavy metals in transcaucasian barb (*C. capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772) from the Kars Creek, **Department of Biology, Faculty of Arts and Science, Kafkas University**, 36100 Kars, Turkey, 2006. Veriler µg/g cinsinden verilmiştir.

** Uslu, H., " Kars Çayı'ndan avlanan siraz (*C. capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772) balıklarında ve ortam sedimentinde bazı ağır metallerin derişim düzeylerinin incelenmesi ", **Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi**, Kars, 2007. Veriler mg/kg cinsinden verilmiştir.

*** Bizim çalışmamızda ki(2009) veriler mg/kg cinsinden verilmiştir.

Çizelge 19. incelendiğinde kas dokuda en düşük Cd derişimi 2003 ve 2009 yıllarında aynı değerlerde bulunmuş olmasına karşın 2005 yılında daha yüksek değerde belirlenmiştir. Pb derişimi 2009 yılında 2005 yılına göre daha düşük düzeyde bulunmuştur. Cu derişimi çalışmaların yapıldığı yıllarda devamlı artış göstermektedir. Fe derişimi en yüksek 2003 yılında en düşük 2005 yılında tespit edilmiş olup 2009 yılında tekrar artış gözlenmiştir. Mn derişimi 2005 yılından 2009 yılına kadar sürekli azalmaktadır. Zn derişimi ise 2003 yılından 2009 yılına kadar sürekli artış göstermektedir. Solungaç dokuda Cu, Fe ve Zn derişimleri 2005 yılından 2009 yılına kadar artış göstermektedir. Cd, Pb ve Mn derişimlerinde ise düşüş görülmektedir. Sedimentte ise Pb, Cu, Mn ve Zn derişimleri 2005 yılından 2009 yılına kadar azaldığı Fe derişiminin ise arttığı gözlenmiştir. Aynı bölgede farklı zamanlarda yapılan bu üç çalışmanın sonuçlarında görülen farklılıkların örnek toplama dönemlerinin farklı

olmasından kaynaklandığı kanaatindeyiz. Bu farklılıkların dönemsel olarak değişen gübreleme, sulama ve ilaçlama gibi faktörler sonucunda ortaya çıktığı ayrıca yapılan çalışmalarda ağır metal analizlerinin yapıldığı aletlerin farklı olması da elde edilen sonuçların farklılığına neden olabilir. Bu faktörlerin yanı sıra yöre nüfusunun göç nedeni ile sürekli olarak değişmesine bağlı olarakta elde edilen sonuçlarda farklılıklar ortaya çıkmış olabilir.

Ayrıca, bulgularımız Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve Türkiye su ürünleri yönetmeliği ve su ürünleri kanununa göre bazı ağır metallerin organizmalardaki müsaade edilebilir düzeyleri ile karşılaştırdığımızda değerlerimizin bu sınır değerlerinin altında olduğu görülmüştür. Bu sonucun Kars yöresinde çevreyi kirletebilecek düzeyde bir sanayileşme olmaması ve tarımsal etkinliklerin az olması nedeniyle ortaya çıktığı kanaatindeyiz.

Çalışmamızda elde ettiğimiz veriler dikkate alındığında, Kars Çayı'ndan avlanan Karabalıkların kas, solungaç ve kemik dokularında; ortam sedimentinde ve suda ki Cd, Ni, Pb, Cu, Fe, Mn ve Zn konsantrasyonlarının bugünkü düzeyde kaldığı sürece çevre ve halk sağlığı açısından her hangi bir sorun oluşturmayacağı sonucuna varılmıştır.

8. KAYNAKLAR

- [1] Çiçek, A., Koparal, S., A., " Porsuk Baraj Gölü' nde Yaşayan *Cyprinus carpio* ve *Barbus plebejus* 'da Kurşun, Krom ve Kadmiyum Seviyeleri", **Ekoloji Çevre Dergisi**, Cilt: 10 Sayı: 39 (2001), 3 - 6, 2001.
- [2] Canpolat, Ö., Çalta, M., " Keban Baraj Gölü'nden (Elazığ) Yakalanan *Acanthobrama marmid* (Heckel,1843).de Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi", **F.Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi** 13, 2, 263-268, 2001.
- [3] Taylan, Z., S., Özkoç, H. B., " Potansiyel ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde akuatik organizmaların biokullanılabilirliği", **BAÜ FBE Dergisi** Cilt:9, Sayı:2, 17-33 Aralık 2007.
- [4] Taş, E., vd., " Çandarlı Körfezi (Ege Denizi) Sedimentinde Karbon, Yanabilen Madde Miktarı ve Bazı Ağır Metal (Cu, Pb, Zn, Fe) Düzeylerinin Araştırılması", **E.Ü. Su Ürünleri Dergisi**, Cilt 24, Sayı 3-4 (273-277), 2007.
- [5] Arıman, S., vd., " Orta Karadeniz kıyı şeridi nehirleri su ve sediman ortamlarında ağır metal kirliliği izlenmesi", **7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Yaşam Çevre Teknoloji** 24-27 Ekim – İzmir, 2007.
- [6] Yılgör, S., Avcı, M., " Fethiye Limanı sedimentlerinde ağır metal birikimleri" **DEÜ Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü**, İzmir, 1997.
- [7] Göksu, M., vd., " Seyhan Baraj Gölü'ndeki Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Sudak (*Stizostedion lucioperca* L.,1758)'larda Fe, Zn, Cd Düzeylerinin Belirlenmesi", **E.Ü. Su Ürünleri Dergisi**, Cilt 20, Sayı 1-2 (69-74), 2003.
- [8] Çelik, Ç., Ş., vd., " Balıklarda kan glukozunu etkileyen başlıca faktörler", **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi** 24 (1-2) 364 - 379 2008.
- [9] Kahvecioğlu, Ö., vd., " Metallerin Çevresel Etkileri - I İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü".
www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf
- [10] "Su ürünleri yönetmeliği", Resmi gazete sayısı 22223, (10.03.1995).

- [11] Özdemir, N., vd., " Dalaman Çayı Üzerindeki Bereket Hidro- Elektrik Santrali Baraj Gölü Suyunun Bazı Fiziko-Kimyasal Parametrelerinin ve Balık Faunasının Araştırılması", **Muğla Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi**, 2007.
- [12] Kesim, G., Mansuoglu, S, G. ve Uzun, O., “ Atıksuların akarsular üzerine etkilerinin Düzce çevresindeki Asarsuyu örneğinde incelenmesi”, **I. Atıksu Sempozyumu**, Kayseri, 230-235, (22–24 Haziran) 1998.
- [13] Bilgili, A., vd., " Van Gölü suyunun doğal kalitesi ve buradan avlanan İnci kefali (*Chalcalburnus tarichi, pallas* 1811) örneklerinde bazı ağır metal düzeyleri", **Ankara Üniv Vet Fak Derg.**, 42: 445-450, 1995.
- [14] Atamanalp, M., Cengiz, M., "Bir Sentetik Piretroit İnsektisit (Cypermethrin)'in Sublethal Dozlarının *C. capoeta capoeta* (Güldenstaedt, 1772)'da Hemoglobun, Hematokrit ve Sediment Seviyeleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi", **E.Ü. Su Ürünleri Dergisi** Cilt/Volume 19, Sayı/Issue (1-2): 169 – 175, 2002.
- [15] Kalay, M., vd., "*Tilapia nilotica* (L., 1758)'nın Solungaç ve Karaciğer Dokularındaki Mangan, Demir ve Çinko Düzeyleri Üzerine Bakırın Etkisi", **Ekoloji Çevre Dergisi**, Cilt: 13 Sayı: 49 1-5, 2003.
- [16] Ciminli, C., S., " Gölbaşı Gölü' nde Su Ve Bazı Organizmalarda Ağır Metal Birikimi", **Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** Su Ürünler Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Antakya, 2005.
- [17] Uslu, H., " Kars Çayı' ndan avlanan siraz (*Capoeta capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772) balıklarında ve ortam sedimentinde bazı ağır metallerin derişim düzeylerinin incelenmesi ", **Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kars, 2007.
- [18] Kahvecioglu, Ö., vd., “ Metallerin çevresel etkileri II., İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü”
http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi137/d137_4651.pdf.
- [19] <http://www.food-info.net/tr/metal/copper.htm> (11 Aralık 2009)

- [20] Ak, O., vd., " Akarsu üzerindeki doğal ve insan kaynaklı faaliyetlerin sucul ekosisteme etkisine bir örnek: Yanbolu deresi (Arsin, Trabzon)", **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi** 24 (1-2) 389 - 400 2008.
- [21] Kuşatan, Z., Cicik, B., " *Clarias lazera* (Valenciennes, 1840)'da kadmiyumun solungaç, karaciğer, böbrek, dalak ve kas dokularındaki birikimi", **Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi** Cilt II, Sayı XII, 59-66 2004.
- [22] Geldiay, R. ve Balık, S., " Türkiye tatlısu balıkları", **Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi yayınları** No. 46 Bornova/İzmir, 361, 1999.
- [23] Atamanalp, M., vd., " Kentsel Atıkların *C. capoeta capoeta* (Güldenstaedt, 1772)'nın Hematokrit ve Sediment Seviyeleri Üzerine Etkileri **E.Ü. Su Ürünleri Dergisi** Cilt/Volume 19, Sayı/Issue (3-4): 439 – 445, 2002.
- [24] Karakuş, S., Gey, H., " A preliminary study of heavy metals in transcaucasian barb (*C. capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1772) from the Kars Creek, **Department of Biology, Faculty of Arts and Science, Kafkas University**, 36100 Kars, Turkey, 2006.
- [25] Yolaçan, E., Baysal, A., " Kars Çayı'ndaki *C. capoeta capoeta* (Guldenstaedt, 1772)'nın büyüme ve üreme özelliklerinin incelenmesi", **Kafkas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi** Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı, Kars, 2004.
- [26] Gey, H. ve Mordogan, H., " İzmir Körfezi' ndeki bazı deniz organizmalarında ve iç körfezin sahil kenarı sedimentlerinde çeşitli ağır metallerin derişimleri", **Tu Zooloji D. C.** 12, 3, 1988.
- [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] Narin, İ., vd., "Analyze Yaklaşım ve Karasu, Sarmısaklı Çayı Kızılırmak Nehrinde ki Pb, Cu, Ni, Co ve Cd Kirliliğinin Araştırılması", **1.Tıbbi Jeoloji Çalıştayı**, 30 Ekim-1 Kasım 2009, Ürgüp Bld.,Kültür Merkezi, Ürgüp/NEVŞEHİR, 2009.
- [29] "Environmental Protection Agency (EPA) National Recommended Water Quality Criteria Correction", <http://www.epa.gov>, 2005.
- [30] [http:// 193.255.140.18/Tez/036374/METIN.pdf](http://193.255.140.18/Tez/036374/METIN.pdf) (22 Ocak 2010)
- [31] Minareci, O., vd., "Manisa Belediyesi evsel atık su arıtma tesisinin, Gediz Nehri'nin ağır metal kirliliğine olan etkilerinin belirlenmesi", **Trakya Univ.J.Sci.**, 5(2): 135-139, 2004.
- [32] Bakaç, M., ve Kumru, M., N., "Menemen (İzmir) ovası su ve topraklarında radyoaktivite araştırması ve ağır metal kirliliği", **Çevre Koruma Dergisi** Cilt:9 Sayı:35 Sayfa:26-30, 2000.
- [33] Köse, E., Uysal, K., " Cinsi olgunluğa erişmemiş pullu sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'ların Kas, Deri ve Solungaçlarındaki ağır metal akümülyasyon oranlarının karşılaştırılması", **Dumlupınar Üniversitesi**, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, 2008.
- [34] Ünlü, E., Gümgüm B., " Concentrations of copper and zinc in fish, sediments from the Tigris river in Turkey", **Chemosphere**, 26 (11), 2055-2061, 1993.
- [35] Özözen, G., "Demirköprü ve Avşar Barajlarından alınan balık, su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi", **Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Manisa, 2005.
- [36] Öztürk, M., vd.," Altınkaya Barajı'nda (Samsun) yaşayan *Cyprinus carpio* L., 1758 türünün çeşitli organ ve dokularındaki bazı ağır metallerin birikimi" **II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildirgeleri**, (11-13 Eylül 1995), Ankara, 650-667, 1995.

- [37] Ünlü, E., Pakdemir, S., Akba, O., "Dicle Nehri'nde yaşayan *Acanthabroma marmid* (Heckel, 1843)' in doku ve organlarında bazı ağır metal birikimlerinin incelenmesi", **XII. Ulusal Biyoloji Kongresi**, Edirne, 327-334, 6-8 Temmuz,1994.
- [38] Bordajandi, L. R., Gómez, G., Fernández, M. A., Abad, E., Rivera J., And González, M. J., "Study on PCBs, PCDD/Fs, organochlorine pesticides, heavy metal and arsenic content in freshwater fish species from the River Turia (Spain)", **Chemosphere**, 53: 163-171, 2003.
- [39] Uzunoğlu, O., "Gediz Nehrinden Alınan Su ve Sediment Örnekleri'nde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi", **Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü** Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Manisa, 1999.
- [40] Norrgren, L., Pettersson, U., Orn, and Bergqvist, P. A., "Environmental monitoring of the Kafu River, located in the Copperbelt, Zambia", **Arch. Environ Contam. Toxicol.** 38, 334-341, 2000.

9. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Giray Buğra AKBABA

Doğum Yeri : Kars/Selim

Doğum Tarihi : 10.06.1981

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Karacabey Lisesi/1998

Lisans : Hacettepe Üniversitesi/2004

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Özel Uğur Dershanesi(Kars)/ 2005-2006

Özel Kültür Dershanesi(Kars)/ 2006-2007

Özel İstiklal Dershanesi(Erzurum)/ 2007-Halen