T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ALTINYAZI BARAJ GÖLÜ'NDE (EDİRNE) YAŞAYAN BALIK TÜRLERİNDE AĞIR METAL BİRİKİMLERİNİN İNCELENMESİ

EMRULLAH ÇETİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

DANIŞMAN

DOÇ. DR. HÜSEYİN GÜHER

EDİRNE, 2013

ALTINYAZI BARAJ GÖLÜ'NDE (EDİRNE) YAŞAYAN BALIK TÜRLERİNDE AĞIR METAL BİRİKİMLERİNİN İNCELENMESİ

EMRULLAH ÇETİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

2013

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. HÜSEYİN GÜHER

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. Mustafa ÖZCAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Prof. Dr. Yılmaz ÇAMLITEPE

Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Hüseyin GÜHER

Tez Danışmanı

Bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Biyoloji Anabilim Dalında bir Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri: İmza

Doç. Dr. Hüseyin GÜHER

Doç. Dr. Gülay ŞEREN

Yrd. Doç. Dr. Çiğdem GÜRSOY GAYGUSUZ

Tarih: 19/04/2013

T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

DOĞRULUK BEYANI

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

19/04/2013

Emrullah ÇETİN

İmzası

Yüksek Lisans Tezi

"Altınyazı Baraj Gölü'nde (EDİRNE) Yaşayan Balık Türlerinde Ağır Metal Birikimlerinin İncelenmesi"

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada, Altınyazı Baraj Gölü'nde (EDİRNE) yaşayan *Cyprinus carpio*, *Carassius carassius*, *Blicca bjoerkna*, *Perca fluviatilis*, *Sander lucioperca* türlerinin farklı dokularında (solungaç, kas, karaciğer, böbrek), baraj gölü suyu ve sedimentindeki ağır metal birikimleri araştırılmıştır. Ağır metal (Cd, Cr, Zn, Cu, Fe, Mn, Pb) analizleri Trakya Üniversitesi Kimya Bölümü Analitik Kimya laboratuvarında bulunan PERKIN ELMER AAnalyst 800 marka Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile yapılmıştır. Baraj gölü suyunda Fe dışında ağır metal tespit edilememiştir. Sedimentte tüm metaller tespit edilmiştir. Su ve sedimentte ölçülen değerler kabul edilebilir limit değerlerin altında bulunmuştur. Balık dokularında ölçülen Cr, Zn, Cu, Fe, Mn değerleri kabul edilebilir limitlerde, Cd ve Pb değerleri kabul edilebilir limit değerlerin üzerinde bulunmuştur.

Yıl **:** 2013

Sayfa Sayısı **:** 69

Anahtar Kelimeler : Ağır Metal, Altınyazı Baraj Gölü, *Cyprinus carpio*, *Carassius carassius*, *Blicca bjoerkna*, *Perca fluviatilis*, *Sander lucioperca*, Sediment

M.S. Thesis

"The Investigation of Heavy Metal Accumulation of Fishes in Altınyazı Dam Lake (Edirne)"

Trakya University Institute of Natural Sciences

Department of Biology

ABSTRACT

In this study, heavy metal accumulations of the Altınyazı Dam Lake (EDİRNE/TURKEY) water, sediments and the various tissues (gill, muscle, liver, kidneys) of some fish species (*Cyprinus carpio, Carassius carassius, Blicca bjoerkna, Perca fluviatilis, Sander lucioperca*) were investigated. Heavy metal analyses (Cd, Cr, Zn, Cu, Fe, Mn, Pb) were performed with PERKIN ELMER AAnalyst 800 Flame Atomic Absorption Spectrofotometer in the Analytic Chemistry laboratory at Trakya University. No metal was determined other than Fe in water. All metal were determined in sediment and fish tissues. The measurements of water and sediment were determined under the acceptable limits. The levels of Cr, Zn, Cu, Fe, Mn in fish tissues were determined under accepable limits. However, the levels of Cd and Pb in fish tissues were determined over acceptable limits.

Year : 2013

Number of Pages : 69

Keywords **:** Heavy Metal, Altınyazı Dam Lake, *Cyprinus carpio*, *Carassius carassius*, *Blicca bjoerkna*, *Perca fluviatilis*, *Sander lucioperca*, Sediment

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince hiçbir konuda desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Hüseyin GÜHER'e, bilgi ve tecrübelerini bana aktaran sayın Prof. Dr. Timur KIRGIZ'a ve Doç. Dr. Belgin ELİPEK'e, yaş ve tür tayinlerinde yardımını esirgemeyen sayın Yrd. Doç. Dr. Çiğdem GÜRSOY GAYGUSUZ'a, çalışmaların sırasında bilgilerini paylaşan Ar. Gör. Utku GÜNER'e, ağır metal analizleri sırasında fikir ve yardımlarını esirgemeyen sayın Doç. Dr. Gülay ŞEREN'e, analizlerim sırasında yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Mümin ŞENTÜRK'e, Yusuf KAYAALP'e, Menekşe TAŞ'a ve Pınar ALTINOLUK'a sonsuz teşekkürler ederim.

Ayrıca yaşamımın her aşamasında bana sonsuz destek veren çok sevgili aileme ve değerli eşim Yeşim GÜNER ÇETİN'e sonsuz teşekkürler ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
İÇİNDEKİLER iv
ŞEKİLLER DİZİNİ v
ÇİZELGELER DİZİNİ vii
SİMGELER DİZİNİ ix
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 7
3. GENEL BİLGİLER 11
4. MATERYAL VE METOD 15
4.1. Çalışma Yerinin Tanımı 15
4.2. Arazi Çalışmaları 16
4.3. Laboratuvar Çalışmaları 17
5. BULGULAR 18
5.1. Balık Dokularında Ölçülen Ağır Metal Değerleri 18
5.1.1. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 18
5.1.2. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) 24
5.1.3. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) 29
5.1.4. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 41
5.1.5. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) 46
5.2. Su ve sedimentte ölçülen ağır metal değerleri 57
6. TARTIŞMA VE SONUÇ 60
6.1. Tartışma 60
6.2. Sonuç 63
KAYNAKLAR 64
ÖZGEÇMİŞ 69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 3. 1. *Cyprinus carpio*'nun genel görünümü 11
Şekil 3. 2. *Carassius carassius*'un genel görünüşü 12
Şekil 3. 3. *Blicca bjoerkna*'nın genel görünümü 13
Şekil 3. 4. *Perca fluviatilis*'in genel görünümü 14
Şekil 3. 5. *Sander lucioperca*'nın genel görünümü. 14
Şekil 4. 1. Altınyazı Baraj Gölü'nün Konumu 15
Şekil 4. 2. Altınyazı Baraj Gölü 16
Şekil 5. 1. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun solungaç dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 19
Şekil 5. 2. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun böbrek dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 20
Şekil 5. 3. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 kas dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg) 21
Şekil 5. 4. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun karaciğer dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 22
Şekil 5. 5. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun dokularında bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg)..... 23
Şekil 5. 6. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un solungaç dokusunda ortalama ağır metal değerleri (mg/kg)..... 25
Şekil 5. 7. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un böbrek dokusunda ortalama ağır metal değerleri (mg/kg)..... 26
Şekil 5. 8. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un kas doksunda ortalama ağır metal değerleri (mg/kg)..... 27
Şekil 5. 9. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un karaciğer doksunda ortalama ağır metal değerleri (mg/kg)..... 28
Şekil 5. 10. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un dokularında bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 29
Şekil 5. 11. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın solungaç dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 33
Şekil 5. 12. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın böbrek dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 35
Şekil 5. 13. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın kas dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 37
Şekil 5. 14. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın karaciğer dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 39
Şekil 5. 15. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın dokularında bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg)..... 40
Şekil 5. 16. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758*'in* solungaç dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 42
Şekil 5. 17. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758*'in* böbrek dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 43
Şekil 5. 18. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758'in kas dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg)..... 44
Şekil 5. 19. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758'in karaciğer dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 45

Şekil 5. 20. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758'in dokularında bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).....46
Şekil 5. 21. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın solungaç dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 50
Şekil 5. 22. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın böbrek dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 52
Şekil 5. 23. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın kas dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 54
Şekil 5. 24. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın karaciğer dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 56
Şekil 5. 25. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın dokularında bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg). 57
Şekil 5. 26. Suda ölçülen ağır metal değerleri (µg /L).....59
Şekil 5. 27. Sedimentte ölçülen ağır metal değerleri (mg/kg).....59

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 5. 1. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun morfometrik özellikleri. 18
Tablo 5. 2. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun solungaç dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg)..... 19
Tablo 5. 3. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun böbrek dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg)..... 20
Tablo 5. 4. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun kas dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg)..... 21
Tablo 5. 5. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun karaciğer dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg)..... 22
Tablo 5. 6. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun dokularında bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg)..... 23
Tablo 5. 7. *Cyprinus Carpio* Linnaeus, 1758'nun farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonlarının karşılaştırması..... 23
Tablo 5. 8. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un morfometrik özellikleri. 24
Tablo 5. 9. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) 'un solungaç dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg). 24
Tablo 5. 10. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un böbrek dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg)..... 25
Tablo 5. 11. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un kas dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg)..... 26
Tablo 5. 12. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un karaciğer dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg). 27
Tablo 5. 13. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonları (mg/kg)..... 28
Tablo 5. 14. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonlarının karşılaştırması..... 29
Tablo 5. 15. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın morfometrik özellikleri. 30
Tablo 5. 16. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın solungaç dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg)..... 32
Tablo 5. 17. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) 'nın böbrek dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg)..... 34
Tablo 5. 18. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın kas dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg)..... 36
Tablo 5. 19. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın karaciğer dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg)..... 38
Tablo 5. 20. *Blicca bjoerkna* (Linnaues, 1758)'nın farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonları (mg/kg)..... 39
Tablo 5. 21. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonlarının karşılaştırması..... 40
Tablo 5. 22. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758'in morfometrik özellikleri. 41
Tablo 5. 23. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758'in solungaç dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg)..... 41
Tablo 5. 24. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758'in böbrek dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg)..... 42

Tablo 5. 25. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758'in kas dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg). 43
Tablo 5. 26. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758'in karaciğer dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg). 44
Tablo 5. 27. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758'in farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonları (mg/kg). 45
Tablo 5. 28. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758'in farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonlarının karşılaştırması. 46
Tablo 5. 29. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın morfometrik özellikleri. 47
Tablo 5. 30. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın solungaç dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg). 49
Tablo 5. 31. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın böbrek dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg). 51
Tablo 5. 32. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın kas dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg). 53
Tablo 5.33. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın karaciğer dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg). 55
Tablo 5.34. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonları (mg/kg). 56
Tablo 5.35. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonlarının karşılaştırması. 57
Tablo 5. 36. Altınyazı Baraj Gölü'nden alınan su (µg /L) ve sediment (mg/kg) örneklerinde ölçülen ağır metal değerleri. 58
Tablo 6.1. Balık dokularında ve sucul ortamda bazı ağır metallerin kabul edilebilir değerleri 62
Tablo 6.2. Sediment kalite yönergesi (mg/kg kuru ağırlık) 63

SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
Cd	Kadmiyum
cm	Santimetre
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
E	Doğu
EPA	Environmental Protection Agency
Fe	Demir
g	Gram
HCl	Hidroklorik Asit
$HClO_4$	Perklorik Asit
Hg	Civa
HNO_3	Nitrik Asit
hm^3	Hektometre Küp
kg	Kilogram
km	Kilometre
L	Litre
mg	Miligram
µg	Mikrogram
mL	Mililitre
Mn	Manganez
N	Kuzey
Ni	Nikel
nm	Nanometre
Pb	Kurşun
SE	Standart Hata
Zn	Çinko
X	Ortalama

1. GİRİŞ

Su kirliliği günümüzün en önemli çevre sorunlarından birisidir. Hızlı nüfus artışı, sanayileşme, kentleşme giderek daha büyük boyutlara ulaşan çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bazı organik maddeler, endüstriyel atıklar, petrol ve türevleri, deterjanlar, zirai mücadele ilaçları (pestisit, herbisit), kimyasal gübreler çevre kirliliğinin başlıca etkenlerindendir. Kirletici maddelerin sucul ortamlara verilmesi, akuatik dengenin bozulmasına neden olmakla birlikte bu ortamlardan içme suyu temini, sulama ve balıkçılık gibi amaçlarla yararlanılmasına engel olmaktadır.

Su ortamında oluşan kirlilik ekosistemlerde besin zinciri boyunca giderek artan derişimlerde birikmek suretiyle zincirin son halkasında bulunan balıklara, hayvanlara ve insanlara ulaşır. Su kirliliğini oluşturan en tehlikeli unsur ağır metallerdir. Ağır metaller endüstriyel atık ve pestisitler içinde yer alıp ekolojik dengeyi tehdit eder düzeye ulaşmaktadır.

Çevre kirliliğini arttıran ve ekolojik dengenin bozulmasında önemli rol oynayan endüstri kuruluşlarının başında, atık sularında ağır metal içeren kuruluşlar gelmektedir. Etkili bir arıtım yapılmaması durumunda bu tür atıkların göl, nehir, deniz, okyanus gibi alıcı ortamlara deşarj edilmesi, suda yaşayan ve bu suyu kullanan canlı sistemleri ve çevre için oldukça toksik olmaktadır [1].

Günümüzde 9 milyon kimyasal madde olduğu ve bunun yalnızca 7600'ünün günlük yaşamda kullanıldığı bilinmektedir. Bunlardan ağır metaller önemli bir grubu oluşturur. Ağır metaller, atom ağırlığı 40'tan fazla olan ve eksenindeki elektron dağılımı benzerlik gösteren metalik elementler veya özgül ağırlığı 5 g/cm^3'ten fazla olan elementlerdir. Ağır metaller genellikle iz elementler olarak da isimlendirilirler. Ancak iz elementler organizmalardaki düşük konsantrasyonlar için kullanılır ve daha çok organizmaların ihtiyacı olan esansiyel metalleri ifade eder. İz elementlerin yokluğunda ya da eksikliğinde hem büyüme hem de üreme durur [2].

Metal kirliliği içeren başlıca atık suları; maden işletmeleri (kurşun, çinko, demir, bakır, gümüş, krom, altın ve uranyum eldesine yönelik süreçler sonucunda), metal endüstrileri (demir-çelik, Cu, Zn, Cr, vb.) ve diğer metal kaplama, kurşun batarya,

seramik, matbaacılık, fotoğrafçılık, tekstil, elektrik-elektronik, kimya, boya ve otomotiv endüstrileri oluşturmaktadır [1].

Çevre kirlenmesine paralel olarak, gıda kaynakları da kirlenmeye uğramakta ve insanlar için önemli sağlık sorunları oluşturabilmektedir. Kirletici maddelerin bir kısmı besin zincirinde birikirken, bir kısmı ise birikmez. Bazı kirleticiler besin zincirinin ilk halkalarında düşük düzeylerde bulunsalar bile, birbirini izleyen halkalarda artan yoğunluklarda bulunabilirler ki, bu olaya " biyolojik birikim" denir. Bazı metal iyonları da biyolojik olarak birikebilen maddelerdendir. Bitkiler atmosferden, gübrelerden, atık su ve çamurlardan veya tarımda kullanılan inorganik pestisitlerden toprağa bulaşmış olan ağır metalleri derişimlerine bağlı olarak biriktirme eğilimindedir.

Metalik kirlenmelerin çoğu sularda toplanır. Sularda toplanma, suda çözünme şeklinde olabileceği gibi çözünmeden suların dibinde toplanma şeklinde de olabilir. "Sediment" genel olarak su ortamındaki birikinti materyalini belirtir ve dip çamuru olarak da adlandırılır. Bütün doğal sular değişen miktarlarda sediment içerirler. Sucul sistemlerde değişik karakterli maddeleri içine alan sedimentler coğrafi ve doğal sebeplerden oluşan erozyonla, su içindeki ölü organizmaların organik ve inorganik partiküllerin dibe çökerek birikmesiyle meydana gelmektedir. Sediment tabakası kirleticiler için bir rezervuardır. Dayanıklılık gösteren inorganik ve organik kirleticiler sedimentte birikebilir ve uzun yıllar birikim sonucu, akuatik organizmalar ve insan sağlığı için toksik etkiye sebep olabilirler [3].

Endüstriyel ve tarım ürünlerinin arttırılması amacıyla kullanılan suların genelde işlem görmeden doğaya salınması su ortamlarındaki kirleticilerin derişimlerini arttırmakta, bu artış aquatik yaşamı ve bu bağlamda balıkları olumsuz yönde etkilemektedir [4].

Yüksek besin değeri, kolay hazmedilmesi ve yüksek değerde protein ihtiva etmesi nedeniyle balık ve diğer su ürünlerinin insan beslenmesinde önemli bir yeri vardır. Dünyada kişi başına tüketilen balık miktarı yıllık 11-12 kg, balıkçılığın geliştiği bazı ülkelerde 50-70 kg olmasına rağmen ülkemizde bu rakam 6-7 kg'dır.

Çeşitli şekillerde sucul ekosisteme ulaşan ve değişik şekillerde bulunabilen metaller su canlılarının vücuduna ortamda bulunan su, besin maddeleri, yüzeylerine ağır metalleri absorbe etmiş sestonlar ve absorbsiyon yoluyla geçerler [5].

Sucul ortamdaki ağır metallerin balıklar tarafından bünyelerine alınması en fazla solungaçlar, vücut yüzeyi ve sindirim sistemi ile olmaktadır. Bunun nedeni ağır metal içeren solunum suyunun en geniş yüzey alanına sahip olan solungaç lamelleriyle etkileşmesidir. Değişik yollardan canlı bünyesine alınan ağır metaller her organ ve dokuda farklı düzeyde birikirler. Canlı bünyesinde çeşitli metabolik yollarla katıldıktan sonra vücut dışına atılabilen metallerden fizyolojik öneme sahip olanlar depolanır. Eğer bunlar toksik metallerden biri ise, enzimlerin yapısını bozabilmektedir [6].

Ağır metaller balık doku ve organlarında iz miktardan fazla birikim olması durumunda metabolik ve fizyolojik aktivitelerde bozukluklara yol açmasının yanı sıra toksik etki yaparak mortaliteye neden olmaktadır. Organizmada biriken metal konsantrasyonu besin zinciri vasıtasıyla insana kadar ulaşmakta ve insan sağlığını ciddi şekilde tehdit etmektedir. Akuatik ekosistemlerde yaşayan balıklarda en fazla rastlanan ağır metallerin başında Cd, Cu, Cr, Zn, Pb, Mn ve Fe gelmektedir. Bu ağır metallerin özellikleri aşağıda verilmiştir.

Bakır (Cu):

Cu hayvansal organizmalarda kemik oluşumu, omuriliğin miyelinleşmesi, hemoglobin ve metalloenzimlerin sentezinde işlev görmekte, sitokrom oksidaz gibi hücredeki redoks reaksiyonlarına katılan enzimlerin başlıca yapısal bileşenini oluşturur [7]. Balıklar tarafından Cu'nun alınması büyük oranda solungaçlar ve alınan besinlerle olur [8].

Balıklarda doku ve organlardaki Cu derişimi, metabolik ve fizyolojik olaylar için gereksinim duyulan düzeyi aşması, hücresel veya moleküler düzeyde yapısal ve işlevsel bozukluklara, sonuçta mortaliteye neden olmaktadır [9].

Balıkta bakırın en fazla depo edildiği organ karaciğerdir. Bakırın vücuttan atılması idrar ve dışkı yoluyla olur. Solungaç dokusundaki bakır birikimi karaciğere göre çok daha kısa sürede başlar. Karaciğerdeki bakır düzeyinin etkide kaldığı süreye

bağlı olarak arttığı, yüksek konsantrasyonlarda ise balıklarda belirli hemoostatik mekanizmaları uyarması sonucu hayvanlarda daha fazla miktarda bakırın biriktiği ve karaciğerin işlevini yapamadığı ve kısa sürede öldükleri bildirilmiştir [2].

Çinko (Zn):

Zn temel iz elementlerden biridir. Çevrede ve canlı organizmada yaygın bir şekilde bulunur. Canlıda normal büyüme ve gelişme için esansiyeldir, suda ve yemlerin içinde az miktarda da bulunması zorunludur [2]. Balıklar çinkoyu sudan ve besinlerden alırlar. Hayvanlarda çinkonun esansiyel fonksiyonu, çok sayıda metalloenzimin tamamlayıcı parçası olarak üstlendiği rol ve çinkoya bağımlı özel enzimlerin aktivitelerini düzenlemesiyle ilgilidir. Erişkin insanlarda günlük Zn ihtiyacı 15 mg kadardır. Zn en fazla böbrek, karaciğer dokularında birikir. Fazla alınması durumunda iştah ve bağışıklık sistemi aktivitesinde azalma, yaraların geç iyileşmesi, kolesterolün yükselmesi ve deride hassasiyet gibi olumsuzluklar görülür. Eksikliğinde ise hamile kadınlarda bebeklerin gelişimi yavaşlar, gençlerde büyüme olumsuz etkilenir ve bağışıklık sistemi zayıflar [2].

Kadmiyum (Cd):

Cd, doğada az bulunan ağır metallerdendir. Yumuşak ve saf halde bulunur. çinkonun bulunduğu her yerde olabilir. Cd, canlılar için gerekli elementler grubuna girmemektedir. Tatlı su ve yer altı sularında Cd'nin artması, zirai mücadele ve çimento sanayinde kullanılan Cd'li atık suların karışmasından kaynaklanmaktadır [10]. Cd besin zinciri yolu ile insana zararlı konsantrasyonlarda transfer olabildiğinden dolayı insan toksikolojisinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Suya karışan Cd'nin büyük bir kısmı sedimentte toplanır. Burada biriken Cd sedimentte yaşayan omurgasızların vücuduna geçer. Besin zinciri ile de balıklara ve insanlar kadar transfer olur [2]. Biyolojik sistemlerde Cd, Zn gibi davranır. Böylece, esansiyel iz elementlerin metabolizmasını fonksiyonel olarak yerine getiren proteinlere bağlanır ve balıkların karaciğer ve böbrek gibi aktif doku ve organlarında akümüle olur.

Cd, balıklarda böbrek, solungaç, karaciğer gibi doku ve organların yanı sıra etkide kalma süresinin uzaması ile kas dokusunda da önemli oranda birikir [11].

Kurşun (Pb):

Endüstriyel ve madencilik faktörleriyle ortama atıldığı gibi, kirlenme kaynağına ek olarak kireç taşı, kurşun yatağı ve galena'dan bazı durumlarda yağmurlarla Pb doğal sulara taşınır. Pb, balıkların besin zincirine katılarak vücutta birikebilir. Pb tuzları mide suyunda ve kanda oldukça çözünür haldedir. Absorbe olan Pb'nin atılımı çok yavaştır ve hayat boyu birikir. Absorbe olan Pb kana geçerek kısa zamanda dengeye ulaşır ve kan yoluyla çeşitli organlara dağılır. Pb, erkek ve dişi bireylerde üremeyi etkilemektedir. Balıklarda yapılan çalışmalarda Pb'nin gametotoksik olduğu da gösterilmiştir. İnorganik Pb'nin akut etkisi böbrek hasarı meydana getirir [8].

Mangan (Mn):

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

Toprakta minerallerden geçmiş Mn'ye rastlanır. Toprak ve tortul kütlelerdeki Mn atmosferik olayların etkisiyle çözünerek suya geçer. Yüzeysel sularda, özellikle göl ve baraj gibi rezervuarların dip çökeltisi çamurların içerisinde bulunur ve indirgeyici ortamda çamurdan suya geçer. Mn'nin suda bulunmasının zararı endüstri sularında hemen hemen Fe etkisinin aynısıdır. Bu da sularda bazı bakterilerin çoğalmasına yardım ettiği gibi, boruların tıkanmasına Fe'den fazla neden olur. Yiyeceklerde Mn 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 Mn eser elementtir. Ancak alınan Mn'nin %3'ü absorbe edilir.

Mn organizmalardaki enzimlerin yapısal bütünlüğü açısından gerekli bir elementtir. Eksikliği kemiklerde bükülmelere, kısırlığa ve boy kısalığına neden olur [12].

Demir (Fe):

Fe dünyada en çok bulunan elementlerden birisi olup yerkabuğunda %5 oranında bulunur. Tüm metaller içinde en çok kullanılandır ve tüm dünyada üretilen metallerin ağırlıkça %95'ini oluşturur.

Normal olarak çözülemeyen formda olmasına rağmen, doğal olarak gerçekleşen pek çok reaksiyonla, Fe'nin çözülebilir formları oluşabilir ve bunlar girdikleri suyu kirletirler. Bu yüzden aşırı Fe, yer altı sularında genel bir problemdir.

İnsan vücudu Fe'nin emilimini çok sıkı kontrol eden bir mekanizmaya sahipse de vücuttan atılmasına ilişkin fizyolojik bir yetisi yoktur. Alınan aşırı miktardaki Fe, sindirim sisteminin tüm bölgelerindeki hücrelere zarar verebilir ve kan dolaşım sistemine girebilir. Kan dolaşımına giren Fe kalp, karaciğer ve diğer organların hücrelerine de zarar vermeye başlar ve bu da uzun süreli organ hasarları veya aşırı dozdan ölümlere kadar gidebilir. İnsanlarda Fe zehirlenmesinin başlangıç değeri; vücut ağırlığının kilogramı başına alınacak 20 miligramdır [12].

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yurdumuzda ve dünyada ağır metal konusunda ve bunların akuatik ekosistemlere etkileri üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Özelliklerde bu araştırmalar sucul ekosistemlerde besin zincirinin son halkasını oluşturan balıklar üzerinedir.

Hodson [13], doğrudan ortamla ilişkili ve lameller yapıları nedeniyle geniş bir yüzeye sahip olan solungaçların metal alınımında en belirgin kaynağı oluşturduğunu belirtmiştir.

Melgar ve ark. [14], karaciğer ve böbrek gibi metabolik bakımdan aktif dokularda yüksek derişimlerde biriken ağır metaller taşıma kapasitesinin aşılması durumunda dolaşım sistemi aracılığıyla diğer dokulara taşınarak depolandığını bildirmiştir.

Shah ve Altındağ [15], yaptıkları çalışmada *Tinca tinca*'nın dokularındaki ağır metal birikiminin diğer türlere oranla yüksek düzeyde olduğunu, bunun anılan türün dipten beslenme alışkanlığından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Canlı ve ark. [16], Seyhan Nehri'nde yaptıkları çalışmada *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* ve *Chondrostoma regium*'un kas, karaciğer ve solungaç dokularında Cd, Pb, Cu, Cr ve Ni düzeylerini belirlemişlerdir. Karaciğer ve solungaç dokularında, kas dokusundan daha yüksek düzeylerde metal birikimi belirlenmiştir.

Lugowska ve Jezierska [17], doğal ortamlarda balıklardaki ağır metal toksisitesi sıcaklığa bağlı değişim gösterdiğini, *Cyprinus carpio*'da bakır ve kurşun etkilerinin su sıcaklığındaki artışa paralel olarak mortalite oranını arttırdığını saptamışlardır.

Uysal ve ark. [18], Gölmarmara Gölü'nde yasayan *Cyprinus carpio* (Sazan) ve *Anguilla anguilla* (Avrupa tatlı su yılan balığı)' da bazı ağır metal düzeyleri ile Gölcük Gölü'nde yasayan *Cyprinus carpio* ve *Silurus glanis* (Yayın balığı)' de bazı ağır metal düzeylerini araştırmış ve her iki gölde de yasayan *C. carpio*' ların daha fazla metal akümüle ettiğini saptamışlardır.

Çiçek ve Koparal [19], Porsuk baraj Gölü'nde yaşayan *Cyprinus carpio* ve *Barbus plebejus*'da Pb, Cr, ve Cd seviyelerini belirlemeye yönelik bir çalışma

yapmışlardır. Çalışma sonucunda yağ dokusundaki Cd seviyesinin, tehlike arz edecek kadar yüksek olmadığını belirtmişlerdir.

Kuşatan ve Cicik [11], *Clarias lazera*'nın 1, 7 ve 14 gün sürelerle Cd'nin 0,25 , 0,50 , 0,75 ve 1,00 mg/kg'lik derişimlerin etkisinde bırakılarak, karaciğer, kas, solungaç, böbrek ve dalak dokularındaki metal birikimlerini atomik absorbsiyon spektrofotometrik yöntemlerle belirlemiş, doku ve organlardaki Cd birikiminin etkide kalma süresi ve ortam derişimindeki artışa paralel olarak attığını saptamıştır. Cd birikimi bakımından incelenen doku ve organlar arasında Böbrek>Dalak>Solungaç>Karaciğer>Kas ilişkisini saptamışlardır.

Aksun [20], Karamık gölünde yaşayan *Esox lucius* (Turna balığı), *Alburnus orontis* (inci gümüş balığı), *Gambusia affinis* (Sivrisinek balığı) ile göl suyundaki ağır metal birikimini araştırmış ve üç yıl arayla yapılan ölçümlere göre geçen sürede göl suyu ve *Esox lucius* popülasyonlarında ağır metal kirliliğinin arttığı ve Mn, Fe ve Zn ağır metallerinin birikiminin besin zincirinin üst basamaklarına doğru giderek artış gösterdiği saptamıştır.

Hilmy ve ark. [21], ağır metallerin balık dokularındaki birikimi ile yaşamsal olaylar üzerine etkisi türe, türün gelişme evresine, beslenme şekline, büyüklüğe, metale, ortam derişimine ve etkide kalma süresine bağlı olarak değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Adham ve ark. [22], balıklarda ağır metal birikiminin dokulara bağlı değişim gösterdiğini, Nil ve Delta Göllerinden örneklenen *Clarias lazera* ile yaptıkları araştırmada karaciğer, kas ve serumunda Cu, Cr, Zn, Hg ve Fe düzeylerini inceleyerek en yüksek düzeyin karaciğerde olduğunu belirlemişlerdir.

Tekin-Özan ve Kır [23], Beyşehir Gölü'nde yaşayan *Cyprinus carpio*'ların karaciğer, solungaç ve kas dokularındaki ağır metal birikimlerinin mevsimsel değişimlerini incelemiş olup, yaz ve kış aylarındaki konsantrasyonların, ilkbahar ve son bahara göre daha yüksek seviyelerde olduğunu ve metal derişimlerinin karaciğer>solungaç>kas şeklinde dağılım gösterdiğini ve metal seviyelerinin tehlikeli düzeylere ulaşabileceğini bildirmişlerdir.

Öztürk ve Bat [24], Altınkaya Baraj Gölü'nde (Samsun) yasayan *C.carpio* türünün çeşitli doku ve organlarında biriken ağır metal düzeylerini araştırmışlardır.

Karadede ve Ünlü [25], Atatürk Barajı'nın su, sediment ve bazı balık örneklerinde (*Acanthobrama marmid, Chalcalburnus mossulensis, Chondrostoma regium, Carasobarbus luteus, Capoetta trutta* ve *Cyprinus carpio*) ağır metal düzeylerini araştırmışlar ve sonuçta Atatürk Barajı'nda ağır metal kirliliğinin çok önemli boyutlarda olmadığını belirtmişlerdir.

Karaytuğ [26], *Cyprinus carpio*'nun 1, 3, 15 ve 30 gün sürelerle Cd'nin 0,1 , 0,2 , 0,4 ve 0,8 mg/L'lik ortam derişimlerinin etkisi altında bırakılarak yürüttüğü deneyde dokulardaki birikimin, böbrek>solungaç>karaciğer>dalak>kas>beyin ilişkisini saptamıştır.

Çalta ve Canpolat [27], bir çalışmada Hazar Gölü'nden yakaladıkları 200 adet *Capoeta capoeta umbla* 'nın kas, solungaç, deri, karaciğer, gonad ve böbreğinde; balıkların yakalandığı bölgeden alınan su örneklerinde bazı ağır metallerin (Cu, Fe, Mn, Zn, Cd, Cr, Co ve Pb) birikim düzeylerini araştırmışlardır. Analiz sonuçlarına göre Co, Cr, Cd ve Pb hem su örneklerinde hem de balığın doku ve organlarında birikim tespit edememişlerdir. Tespit ettikleri Cu, Fe, Mn ve Zn en yüksek karaciğerde, en düşük ise kas dokusunda bulunmuştur.

Göksu ve ark. [28], Seyhan Baraj Gölü'ndeki *Cyprinus carpio* ve *Sander lucioperca*'larla yaptığı çalışmada metal birikiminin iki türde de, Fe>Zn>Cd şeklinde olduğunu, Fe ve Cd'nin kabul edilebilir düzeylerden yüksek, Zn'nin düşük olduğunu saptamış, Fe ve Zn'nin en yüksek derişimlerinin Ocak-Şubat-Mart döneminde olduğunu bildirmiştir.

Vinodhini ve Narayanan [29], *Cyprinus carpio* ile yaptıkları deneyde, solungaçta Cd>Pb>Ni>Cr, karaciğerde Pb>Cd>Ni>Cr şeklinde biriktiğini saptamışlardır.

Karadede [8], Atatürk Baraj Gölü'nde yakalanan *Mastacembelus simack* türü üzerinde ağır metal birikimi ile ilgili yaptıkları çalışmada, Cu, Fe ve Zn'nin incelenen doku ve organlardaki birikim sıralamasının gonad, karaciğer, kas, solungaç ve böbrek şeklinde olduğunu belirtmişlerdir.

Mendil ve ark. [30], Tokattaki bazı göllerdeki *Cyprinus carpio*, *Leiciscus cephalus*, *Capoeta tinca*, *Silurus glanis*, *Capoeta capoeta*, *Atherina bayeri*, *Carassius gibelio* türlerinde ağır metal düzeylerini araştırmışlardır.

Yapılan literatür taramaları sonucunda şu ana kadar Altınyazı Baraj Gölü'nde yaşayan balıklarla ilgili olarak herhangi bir araştırma bulunmamasına rağmen, bu baraj sulamanın yanı sıra Edirne bölgesinde tatlı su balıkçılığı açısından da büyük öneme sahiptir. Barajda balıkçılık Altınyazı Su Ürünleri Kooperatifi tarafından işletilmekte ve yıllık ortalama 5-6 ton balık avlanmaktadır. Ayrıca olta balıkçılığı da yaygın olarak yapılmaktadır. Avlanan balıklar arasında ekonomik öneme sahip Cyprinidae familyasına ait bireyler yaygın olarak bulunmaktadır.

Bu araştırma bugüne kadar herhangi bir araştırmanın yapılmadığı Altınyazı Baraj Gölü'nden avlanan balık türlerinden *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758), *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'larda Cd, Cu, Cr, Zn, Pb, Mn ve Fe'nin birikim düzeylerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

3. GENEL BİLGİLER

Filum : Chordata

Subfilum : Vertebrata

Klasis : Actinopterygii

Ordo : Cypriniformes

Familya : Cyprinidae

Genus : *Cyprinus*

Species : *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758

Ana vatanı Avrupa ve Asya'nın ılıman bölgeleri olan bu balık, Türkiye'nin birçok bölgesinde doğal göllerde, göletlerde, özellikle dibi çamurlu etrafı bol bitkili yavaş akan derin akarsularda yaygın olarak bulunur. Oksijen azlığına karşı dayanıklıdır. Sıcak ve çok düşük oksijen içeren sularda bile rahatlıkla yaşarlar. Vücutları yanlardan yassılaşmış ve büyük cycloid pullarla kaplıdır. Yanal çizgide 26-30 pul bulunur. Farinks dişleri üç sıralı olup, genellikle 1.1.3. - 3.1.1. şeklindedir [31]. Dudakları iyi gelişmiş ve etlidir. Üst dudaklarında 2 uzun, 2 kısa bıyık vardır. Yüzgeç formülleri; D III-IV 18-20, A III 5-6, P 10, V 9 ışınlıdır. Kuyruk yüzgeçleri çatallıdır [32]. Renk, genellikle sırt tarafta siyah, yan taraflarda kirli sarı, karın bölgesinde ise gri-beyazdır. Pulları üzerinde çok fazla mukus maddesi bulunur. Omnivor zemin balıklarıdır. Başlıca besinleri su pireleri, Chironomidler, kurtlar ve çeşitli küçük mollusklar, bitkisel daneler ve alglerdir. Boyları 1 metre, ağırlıkları 30 kg'a kadar olabilmektedir. 3-4 'üncü yaşlarında eşeysel olgunluğa erişirler. Yumurta bırakma zamanları Nisan-Haziran ayları arasıdır. Yumurtalarını zemini çayırla kaplı, sakin ve sığ alanlara bırakırlar [33].



Şekil 3. 1. *Cyprinus carpio*'nun genel görünümü

Genus : *Carassius*

Species : *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)

Asya kökenli bir tür olan *Carassius carassius*, çeşitli yollarla Avrupa ülkelerine taşınan, omnivor karakterde bir tatlı su balığıdır. Yurdumuzda birçok baraj, göl ve gölete gerek ortamda bulunan karnivor balıklara yem olması gerekse de o bölgeyi balıklandırmak amacıyla atılmış, sahip olduğu yüksek üreme kapasitesi ile bazı göllerde baskın tür durumuna geçmiş istilacı bir balık türüdür. Havuz balığı olarak bilinen bu tür gerek vücut şekli, gerekse dorsal ve anal yüzgeçlerinin 3. basit ışınlarının testere şeklinde dişlenmiş olmasıyla *C. carpio* türüne benzerse de, ağzının bıyıksız, kuyruk yüzgeçlerinin daha az girintili ve farinks dişlerinin tek sıralı olmasıyla kolayca ayrılmaktadır [33]. Vücudu yanlardan yassılaşmış, yanal çizgide 28-36 pul bulunur. Farinks dişleri genellikle 4-4 şeklindedir. Boyları en fazla 40 cm., ağırlıkları 1 kg'a kadar olmaktadır [31].



Şekil 3. 2. *Carassius carassius*'un genel görünüşü

Genus : *Blicca*

Species : *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)

Bodur çapak, Ak çapak, Tahta balığı isimleriyle de bilinen tür Trakya bölgesi baraj, göl ve göletlerinde sıkça görülür. Vücudu yanlardan yassılaşmış, yanal çizgide 40-50 pul bulunur. Farinks dişleri iki sıralı olup, genellikle 2.5 ve 5.2 şeklindedir. Boyları en fazla 35 cm., ağırlıkları 1,2 kg. kadardır [31].



Şekil 3. 3. *Blicca bjoerkna*'nın genel görünümü

Ordo: Perciformes

Familya: Percidae

Genus : *Perca*

Species : *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758

Tatlı su levreği ismiyle bilinen tür Türkiye'de Batı Karadeniz ve Marmara Bölgesi'nin tatlı sularında bulunur. Eti lezzetli ve ekonomik değere sahip karnivor bir balık türüdür.

Boyları 50 cm., ağırlıkları 4 kg. kadar olabilmektedir. Vücut ktenoid pullarla örtülüdür. 2-3 yaşında eşeysel olgunluğa erişir. Mart-Nisan'da yumurtlar [31].



Şekil 3. 4. *Perca fluviatilis*'in genel görünümü

Genus : *Sander*

Species : *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)

Boyları 120 cm., ağırlıkları 12 kg kadar olabilmektedir. Pulları ktenoid tiptedir. Çeneler ve damak üzerinde kemik dişler bulunur [31].

Lezzetli ve ekonomik değeri yüksek bir türdür. Sudak balığı, uzun levrek, dişli levrek isimleriyle de bilinir.

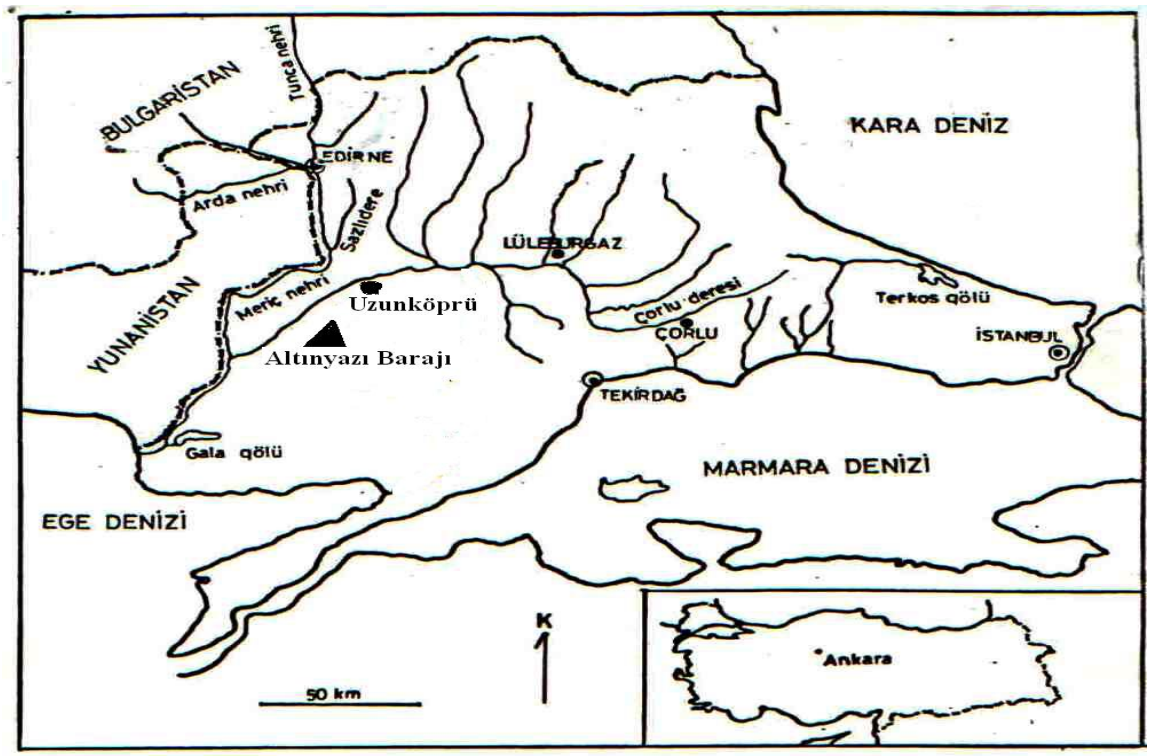


Şekil 3. 5. *Sander lucioperca*'nın genel görünümü.

4. MATERYAL VE METOD

4.1. Çalışma Yerinin Tanımı

Altınyazı Baraj Gölü Edirne ili Uzunköprü ilçesi Altınyazı kasabasının yaklaşık 1 km kuzeydoğusunda bulunmaktadır. Koordinatları 41^0 04,913' N, 26^0 35,275' E'dir (Şekil 4.1., Şekil 4.2.). Ergene Irmağı'nın kolu olan Basamaklar akarsuyu üzerinde sulama ve taşkın koruma amaçlı inşa edilen baraj 1970 yılından beri faaliyet göstermektedir. Kurak dönemlerde baraja Alıç Göleti'nden ve Meriç Nehri'nden de su basılmaktadır. Yüksekliği 23,5 m, normal su kotunda göl hacmi 34,68 hm^3, normal su kotunda alanı 5,34 km^2'dir. Baraj gölünün etrafında tarım arazileri yer almaktadır [34]. Barajda balıkçılık Altınyazı Su Ürünleri Kooperatifi tarafından işletilmekte ve yıllık ortalama 5-6 ton balık avlanmaktadır. Ayrıca olta balıkçılığı da yaygın olarak yapılmaktadır. Su içi bitkiler bakımından fakir olan baraj gölünde Cyprinidae familyasına ait *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758), *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758), *Scardinus erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) ve Percidae familyasına ait *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) olmak üzere 6 balık türü bulunmaktadır.



Şekil 4. 1. Altınyazı Baraj Gölü'nün Konumu



Şekil 4. 2. Altınyazı Baraj Gölü

4.2. Arazi Çalışmaları

Balık örnekleri Şubat 2011-Ocak 2012 tarihleri arasında, *Cyprinus carpio*'dan 4 adet, *Carassius carassius*'tan 5 adet, *Blicca bjoerkna*'dan 9 adet, *Perca fluviatilis*'ten 7 adet, *Sander lucioperca*'dan 13 adet balık gölde avlanan balıkçılardan temin edilmiştir. Yakalanan balık örneklerinde ağırlık, total boy, çatal boy, vücut yüksekliği ölçümleri yapılmış ve yaş tayinleri içinde her balık örneğinde, pul örnekleri sahada alınmıştır. Toplanan balık örnekleri daha sonra polietilen poşetlere konarak soğuk ortamda laboratuvara getirilmiştir. Su ve sediment örnekleri, Mart 2011, Haziran 2011 aylarında birer kez olmak üzere toplamda iki kez alınmıştır. Su örnekleri koyu renkli cam şişelerle alınıp, içinde hava kalmayacak şekilde ağzı kapatılarak soğuk ortamda laboratuvara getirilmiştir. Sediment örnekleri kepçe yardımıyla alınarak polietilen kaplar içine konulup soğuk ortamda laboratuvara getirilmiştir.

4.3. Laboratuvar Çalışmaları

Balık numuneleri öncelikle saf su ile yıkanıp tortulardan arındırılmış daha sonra kurutma kâğıdı ile kurulanmıştır. Balıklar disekte edilerek solungaç, kas, karaciğer dokularından 1'er g, böbrek dokularından 0,50 g alınarak önceden darası alınmış 25 mL'lik erlenlere aktarılıp tartılmış ve üzerlerine HNO_3:$HClO_4$ (Merck) eklenerek 120^0 C ayarlanmış hot plate üzerinde renklenme bitinceye kadar yaş yakma işlemi uygulanmıştır [35]. Yakılan dokular filtre kâğıdından süzülerek 15 mL'lik falcon tüplerine aktarılmış ve saf su ile 10 mL'ye tamamlanarak okumaya hazır hale getirilmiştir. Okumaya hazır hale getirilen materyaldeki Cd 228,8 nm, Cu 324,8 nm, Cr 357,9 nm, Zn 213,9, Pb 283,3, Mn 279,5, Fe 248,3 nm dalga boylarında PERKİN ELMER AAnalyst 800 marka Alevli Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede okunmuştur. Toplanan balık örneklerinin pullarından yaş tayinleri yapılmıştır.

Sediment örnekleri, tek istasyonda dipte 0-10 cm'lik tabakadan yapılmış, örnekler farklı göz açıklığına sahip elekler yardımıyla elenmiş ve elenen sediment örnekleri etüvde 102^0C'de 12 saat bekletilerek kurutulmuştur. Kuruyan örnekler etüvden çıkarılarak 1'er gram tartılarak erlenlere konulmuş ve üzerine HCl:HNO_3 (3:1) eklenerek ağzı kapalı biçimde 24 saat asitte bekletilmiştir. Daha sonra hot plate üzerinde 120^0 C'de renklenme bitinceye ve beyaz buhar çıkıncaya kadar ısıtılarak soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan örnekler filtre kâğıdından süzülerek 50 mL'ye bidistile su ile tamamlanmış ve ölçüme hazır hale getirilmiştir [36] [37].

Su örnekleri Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği'ne göre alınmış olup, koyu renkli şişelerde karanlık ortamda laboratuvara getirilmiştir. Filtre kâğıdından süzülen su örneğinden 10 mL alınarak erlene konmuş, üzerine 1 mL HCl eklenerek ortam asitlendirilmiştir. Böylece ortamda olabilecek mikroorganizmaların ve bakterilerin biyolojik aktiviteleri sona erdirilerek, metallerin başka formlara dönüşmesinin önüne geçilmektedir. Analize kadar örnekler $+4^0$C'de saklanmıştır [38]. Okumaya hazır hale getirilen su ve sediment örneklerindeki Cd 228,8 nm, Cu 324,8 nm, Cr 357,9 nm, Zn 213,9, Pb 283,3, Mn 279,5, Fe 248,3 nm dalga boylarında PERKİN ELMER AAnalyst 800 marka Alevli Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede okunmuştur.

5. BULGULAR

Bu çalışmada Altınyazı Baraj Gölü'nde yaşayan Cyprinidae familyasına ait *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Carrassius carassius* (Linnaeus, 1758), *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758), *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) ve Percidae familyasına ait *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 ve *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) olmak üzere 6 tür bulunmuştur. Bu türlerden en fazla miktarda yakalanan *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Carrassius carassius* (Linnaeus, 1758), *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758), *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 ve *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) türlerinin solungaç, böbrek, karaciğer ve kas dokularındaki ağır metal (Cd, Cr, Zn, Cu, Fe, Mn, Pb) birikimleri incelenmiştir. Yakalanan ve analize tabi tutulan türlerin morfometrik özellikleri de tespit edilmiştir. Ayrıca baraj gölü suyu ve sedimentinden Mart 2011, Haziran 2011 tarihlerinde alınan örneklerin ağır metal analizleri de yapılmıştır.

5.1. Balık Dokularında Ölçülen Ağır Metal Değerleri

5.1.1. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758

Baraj gölünden elde edilen 4 adet *Cyprinus carpio* incelenmiş olup, ölçülen morfometrik değerler Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5. 1. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun morfometrik özellikleri.

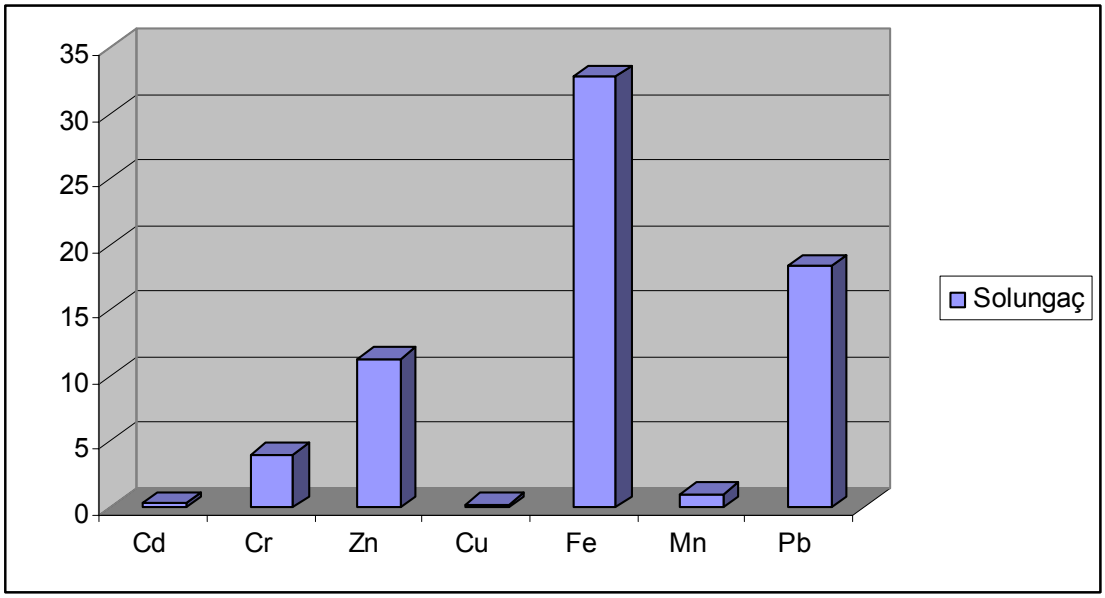
	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4
Total Boy (cm)	35,5	37	39,5	36
Çatal Boy (cm)	29	31	32,5	30
Vücut Yüksekliği (cm)	11	11,5	11	11
Ağırlık (g)	677,40	819,84	921,13	727,09
Yaş (yıl)	10+	10+	11+	10+

5.1.1.1. Solungaç

C. carpio'nun solungacında Cd 0,13-0,38, Cr 2,69-5,55, Zn 8,87-15,914, Cu 0-0,44, Fe 8,466-42,62, Mn 0,81-1,24, Pb 2,864-28,22 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.2). Solungaçta ortalama Cd 0,252, Cr 4,028, Zn 11,291, Cu 0,219, Fe 32,839, Mn 0,9921, Pb 18,423 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.1).

Tablo 5. 2. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun solungaç dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Ortalama X±SE
Cd	0,26	0,13	0,38	0,24	0,252±0,102
Cr	2,69	5,55	4,98	2,892	4,028±1,449
Zn	8,87	9,06	11,32	15,914	11,291±3,276
Cu	0	0,44	0,4	0,038	0,219±0,232
Fe	42,62	41,57	38,7	8,466	32,839±16,332
Mn	1,08	1,24	0,84	0,81	0,992±0,204
Pb	15,92	28,22	26,69	2,864	18,423±11,728



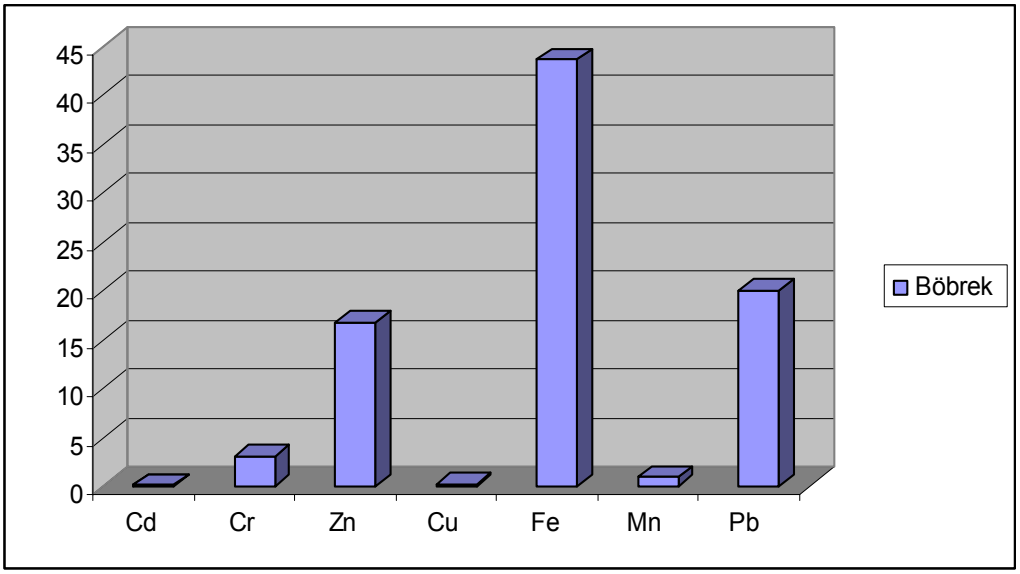
Şekil 5. 1. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun solungaç dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.1.2. Böbrek

C. carpio'nun böbrek dokusunda bulunan Cd 0-0,368, Cr 2,78-3,87, Zn 11,18-25,47, Cu 0-0,42, Fe 12,76-65,64, Mn 0,5-1,8, Pb 3,45-29,97 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.3). Böbrekte ortalama Cd 0,199, Cr 3,1, Zn 16,763, Cu 0,227, Fe 43,594, Mn 0,951, Pb 20,092 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.2).

Tablo 5. 3. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun böbrek dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Ortalama X±SE
Cd	0	0,25	0,18	0,368	0,199±0,153
Cr	2,88	3,87	2,78	2,87	3,100±0,515
Zn	11,18	14,39	25,47	16,014	16,763±6,142
Cu	0	0,25	0,42	0,24	0,227±0,172
Fe	48,52	47,45	65,64	12,768	43,594±22,176
Mn	0,5	0,99	1,8	0,514	0,951±0,610
Pb	21,88	25,07	29,97	3,45	20,092±11,583



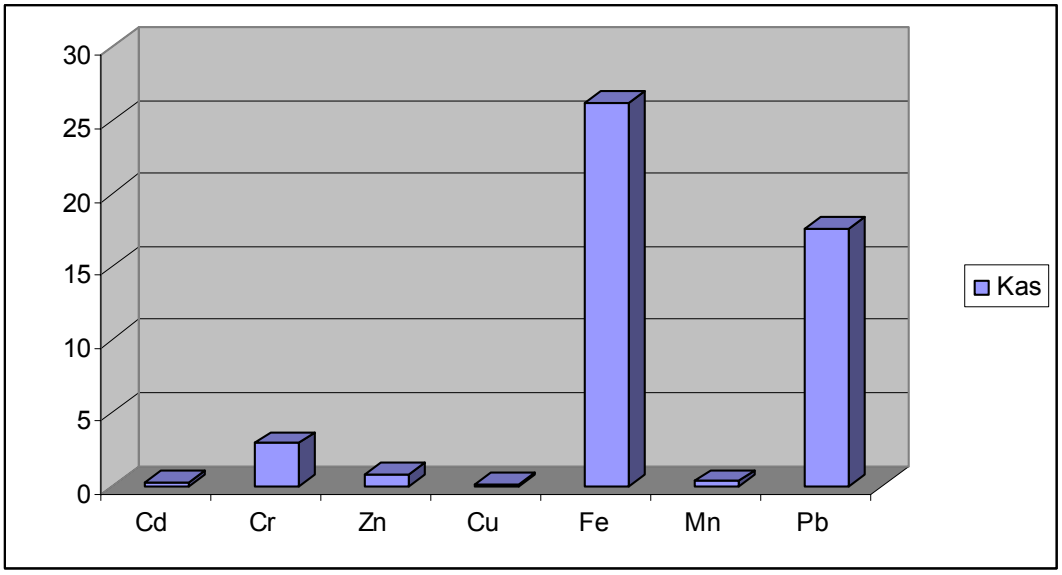
Şekil 5. 2. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun böbrek dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.1.3. Kas

C. carpio'nun kas dokusunda bulunan Cd 0,05-0,46, Cr 2,19-3,98, Zn 0,334-1,14, Cu 0-0,36, Fe 2,934-35,01, Mn 0-0,54, Pb 2,126-26,58 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.4). Kas'ta ortalama Cd 0,227, Cr 2,901, Zn 0,766, Cu 0,145, Fe 26,203, Mn 0,332, Pb 17,564 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.3).

Tablo 5. 4. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun kas dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Ortalama X±SE
Cd	0,05	0,18	0,22	0,46	0,227±0,171
Cr	2,19	3,98	2,7	2,736	2,901±0,761
Zn	1,14	0,71	0,88	0,334	0,766±0,337
Cu	0	0,18	0,36	0,042	0,145±0,162
Fe	35,01	34,24	32,63	2,934	26,203±15,544
Mn	0,38	0,41	0	0,54	0,332±0,232
Pb	18,09	23,46	26,58	2,126	17,564±10,872



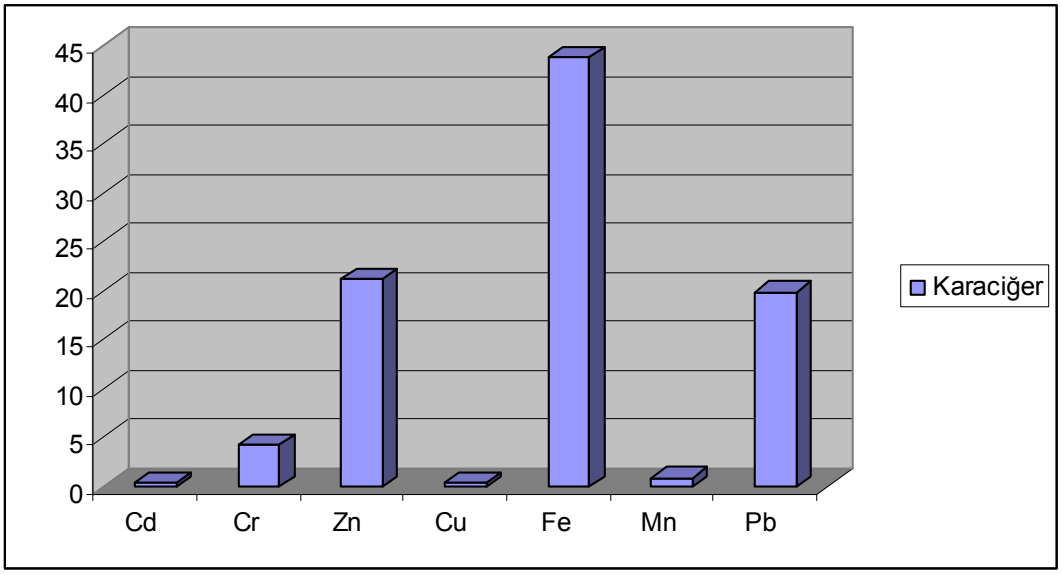
Şekil 5. 3**.** *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 kas dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg)

5.1.1.4. Karaciğer

C. carpio'nun karaciğer dokusunda bulunan Cd 0-0,76, Cr 2,548-6,06, Zn 1,922-59,02, Cu 0-0,5, Fe 16,976-59,64, Mn 0,38-1,55, Pb 3,036-29,27 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.5). Karaciğerde ortalama Cd 0,37, Cr 4,304, Zn 21,188, Cu 0,305, Fe 43,814, Mn 0,875, Pb 19,829 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.4).

Tablo 5. 5. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun karaciğer dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Ortalama X±SE
Cd	0	0,37	0,76	0,352	0,370±0,310
Cr	3,29	6,06	5,32	2,548	4,304±1,656
Zn	14,27	59,02	9,54	1,922	21,188±25,729
Cu	0	0,45	0,5	0,272	0,305±0,225
Fe	43,79	59,64	54,85	16,976	43,814±19,083
Mn	0,52	1,05	1,55	0,38	0,875±0,534
Pb	21,8	25,21	29,27	3,036	19,829±11,604



Şekil 5. 4. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun karaciğer dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

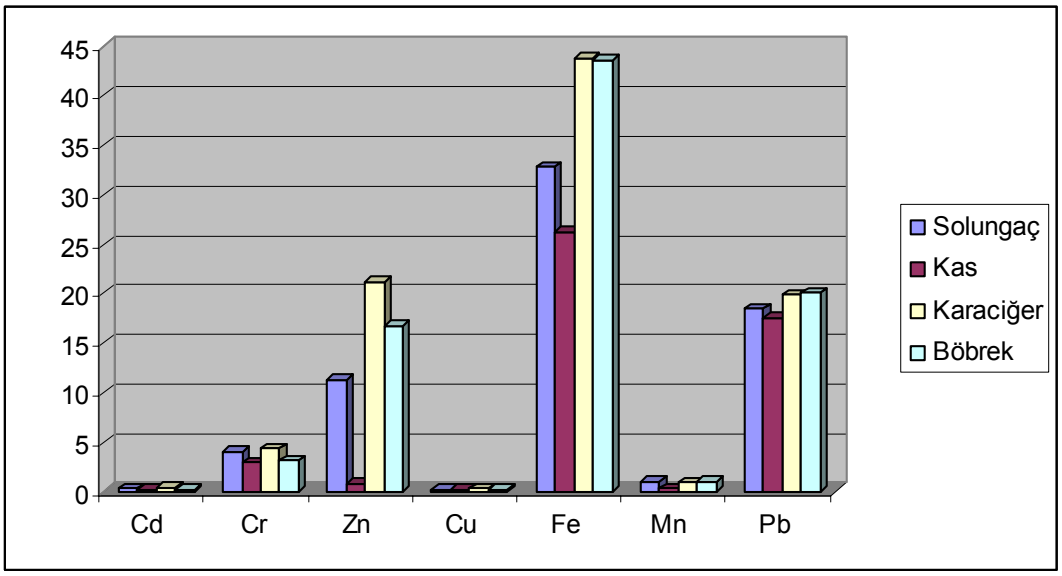
Cyprinus carpio' da ortalama ağır metal değerleri, Cd en fazla karaciğerde, en az böbrekte, Cr en fazla karaciğerde, en az kasta, Zn en fazla karaciğerde, en az kasta, Cu en fazla karaciğerde, en az kasta, Fe en fazla karaciğerde, en az kasta, Mn en fazla solungaçta, en az kasta, Pb en fazla böbrek, en az kasta bulunmuştur (Tablo 5.6, Tablo 5.7, Şekil 5.5).

Tablo 5. 6. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun dokularında bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

Ağır Metal	Solungaç X±SE	Kas X±SE	Karaciğer X±SE	Böbrek X±SE
Cd	0,252±0,102	0,227±0,171	0,370±0,310	0,199±0,153
Cr	4,028±1,449	2,901±0,761	4,304±1,656	3,100±0,515
Zn	11,291±3,276	0,766±0,337	21,188±25,729	16,763±6,142
Cu	0,219±0,232	0,145±0,162	0,305±0,225	0,227±0,172
Fe	32,839±16,332	26,203±15,544	43,814±19,083	43,594±22,176
Mn	0,992±0,204	0,332±0,232	0,875±0,534	0,951±0,610
Pb	18,423±11,728	17,564±10,872	19,829±11,604	20,092±11,583

Tablo 5. 7. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonlarının karşılaştırması.

Ağır Metal	
Cd	Karaciğer>Solungaç>Kas>Böbrek
Cr	Karaciğer>Solungaç>Böbrek>Kas
Zn	Karaciğer>Böbrek>Solungaç>Kas
Cu	Karaciğer>Böbrek>Solungaç>Kas
Fe	Karaciğer>Böbrek>Solungaç>Kas
Mn	Solungaç>Böbrek>Karaciğer>Kas
Pb	Böbrek>Karaciğer>Solungaç>Kas



Şekil 5. 5. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'nun dokularında bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.2. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)

Baraj gölü'nden elde edilen 5 adet *Carassius carassius* incelenmiş olup, ölçülen morfometrik değerler Tablo 5.8'de verilmiştir.

Tablo 5. 8. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un morfometrik özellikleri.

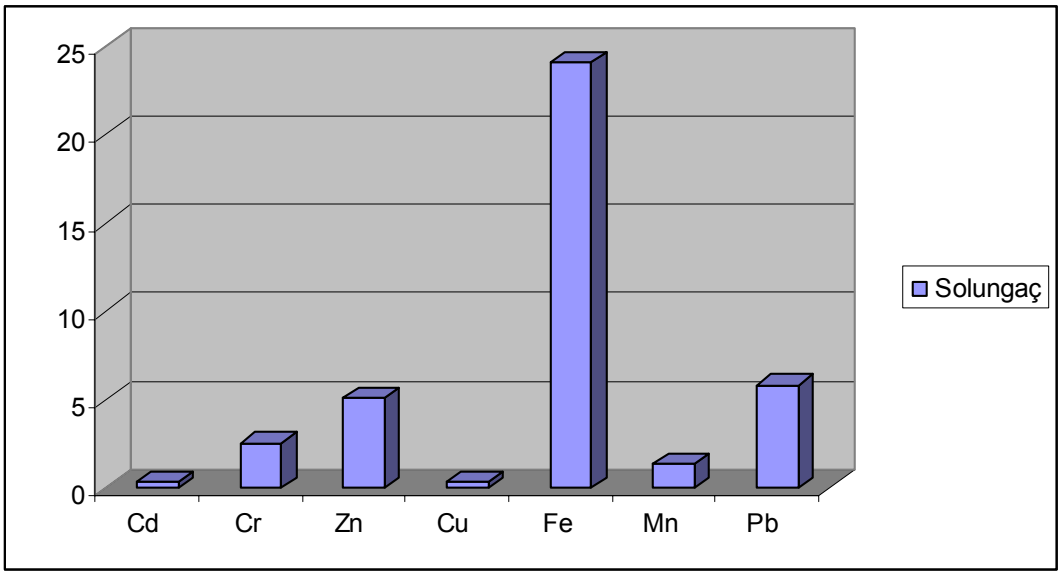
	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5
Total Boy (cm)	25,5	25,5	27,5	28	36
Çatal Boy (cm)	20,5	20	22,5	23	30
Vücut Yüksekliği (cm)	8,5	9,5	9,2	8	11
Ağırlık (g)	336,07	352,74	378,10	370,67	727,09
Yaş (yıl)	7+	7+	8+	8+	10+

5.1.2.1. Solungaç

Carassius carassius'un solungacında Cd 0,028-0,80, Cr 2,20-3,29, Zn 3,148-6,696, Cu 0-1,29, Fe 6,586-49,13, Mn 0,80-1,726, Pb 2,584-9,834 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.9). Solungaçta ortalama Cd 0,290, Cr 2,544, Zn 5,075, Cu 0,322, Fe 24,136, Mn 1,314, Pb 5,832 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.6).

Tablo 5. 9. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) 'un solungaç dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Ortalama X±SE
Cd	0,38	0,80	0,108	0,136	0,028	0,290±0,313
Cr	3,29	2,20	2,266	2,504	2,464	2,544±0,435
Zn	6,28	3,65	5,604	6,696	3,148	5,075±1,589
Cu	1,29	0	0,12	0,126	0,074	0,322±0,543
Fe	49,13	44,01	8,064	12,894	6,586	24,136±20,690
Mn	0,80	1,37	1,726	1,476	1,198	1,314±0,345
Pb	6,81	6,65	9,834	2,584	3,282	5,832±2,945



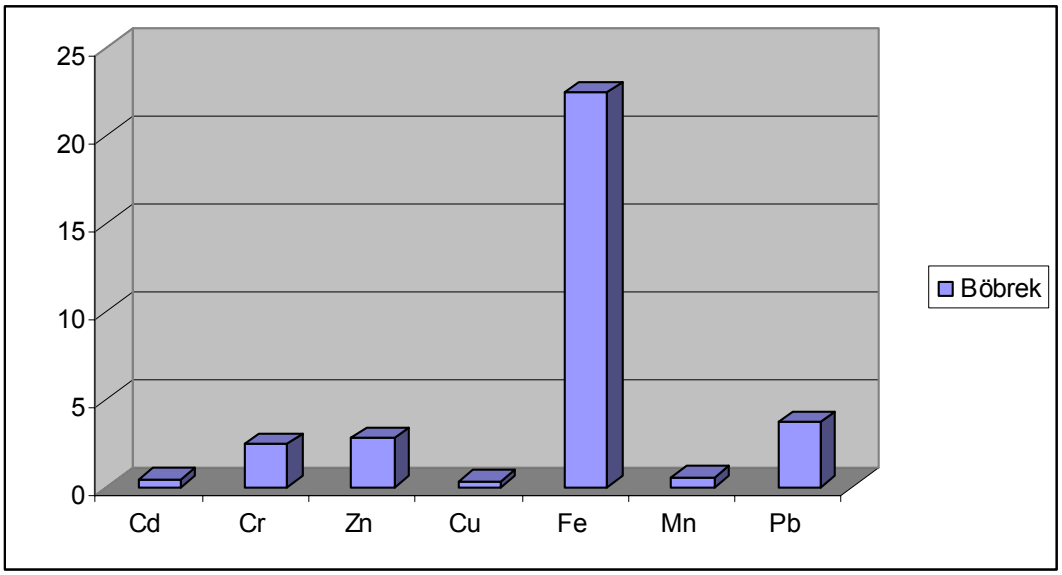
Şekil 5. 6. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un solungaç dokusunda ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.2.2 Böbrek

Carassius carassius'un böbrek dokusunda Cd 0,164-0,85, Cr 1,5-3,85, Zn 1,56-4,29, Cu 0-1,568, Fe 6,854-44,63, Mn 0,494-0,644, Pb 0-9,21 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.10). Böbrek dokusunda ortalama Cd 0,461, Cr 2,478, Zn 2,776, Cu 0,377, Fe 22,433, Mn 0,557, Pb 3,721 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.7).

Tablo 5. 10. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un böbrek dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Ortalama X±SE
Cd	0,62	0,85	0,352	0,32	0,164	0,461±0,772
Cr	3,85	1,5	2,25	2,232	2,562	2,478±0,860
Zn	2,61	1,56	4,29	3,476	1,944	2,776±1,115
Cu	0	0	1,568	0,22	0,098	0,377±0,671
Fe	41,79	44,63	8,694	6,854	10,248	22,433±19,021
Mn	0,54	0,61	0,644	0,5	0,494	0,557±0,066
Pb	0	9,21	2,798	3,346	3,254	3,721±3,361



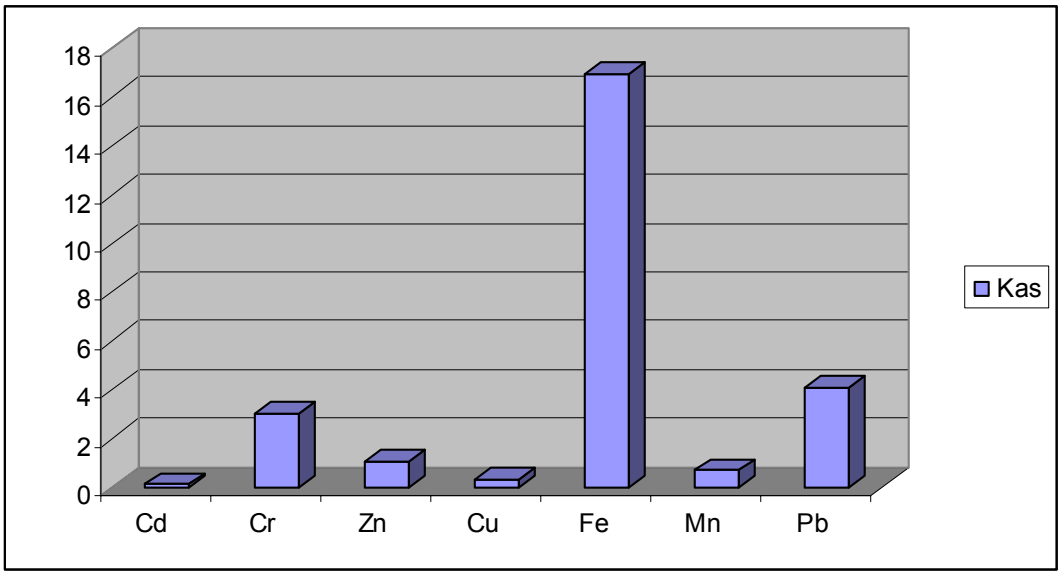
Şekil 5. 7. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un böbrek dokusunda ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.2.3. Kas

Carassius carassius'un kas dokusunda Cd 0-0,24, Cr 2,292-4,28, Zn 0,546-2,20, Cu 0-1,45, Fe 3,232-37,53, Mn 0,432-1,18, Pb 0,97-8,918 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.11). Kas dokusunda ortalama Cd 0,117, Cr 3,046, Zn 1,081, Cu 0,310, Fe 16,960, Mn 0,697, Pb 4,097 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.8).

Tablo 5. 11. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un kas dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Ortalama X±SE
Cd	0,24	0,17	0	0,092	0,084	0,117±0,091
Cr	3,62	4,28	2,292	2,406	2,636	3,046±0,865
Zn	2,20	0,95	0,564	1,146	0,546	1,081±0,675
Cu	1,45	0	0,012	0,046	0,046	0,310±0,637
Fe	37,53	36,81	3,42	3,808	3,232	16,960±18,452
Mn	0,86	1,18	0,568	0,448	0,432	0,697±0,319
Pb	0,97	4,08	8,918	3,292	3,228	4,097±2,933



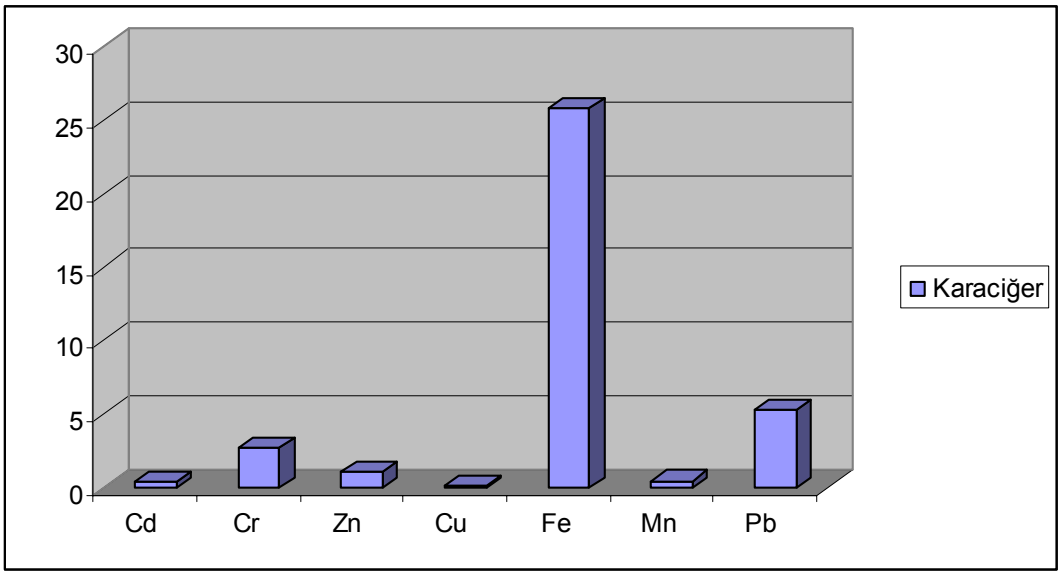
Şekil 5. 8. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un kas doksunda ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.2.4. Karaciğer

Carassius carassius'un karaciğer dokusunda Cd 0,112-1,29, Cr 2,144-3,47, Zn 0,352-2,02, Cu 0-0,226, Fe 7,458-54,01, Mn 0,42-0,53, Pb 2,644-9,544 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.12). Karaciğer dokusunda ortalama Cd 0,384, Cr 2,726, Zn 1,096, Cu 0,073, Fe 25,845, Mn 0,461, Pb 5,319 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.9).

Tablo 5. 12. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un karaciğer dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Ortalama X±SE
Cd	0,21	1,29	0,148	0,16	0,112	0,384±0,507
Cr	3,47	3,12	2,348	2,144	2,552	2,726±0,552
Zn	1,29	2,02	1,198	0,352	0,62	1,096±0,648
Cu	0	0	0,084	0,226	0,058	0,073±0,092
Fe	54,01	42,07	12,158	7,458	13,53	25,845±20,818
Mn	0,42	0,53	0,494	0,424	0,438	0,461±0,048
Pb	3,77	7,52	9,544	2,644	3,12	5,319±3,044



Şekil 5. 9. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un karaciğer doksunda ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

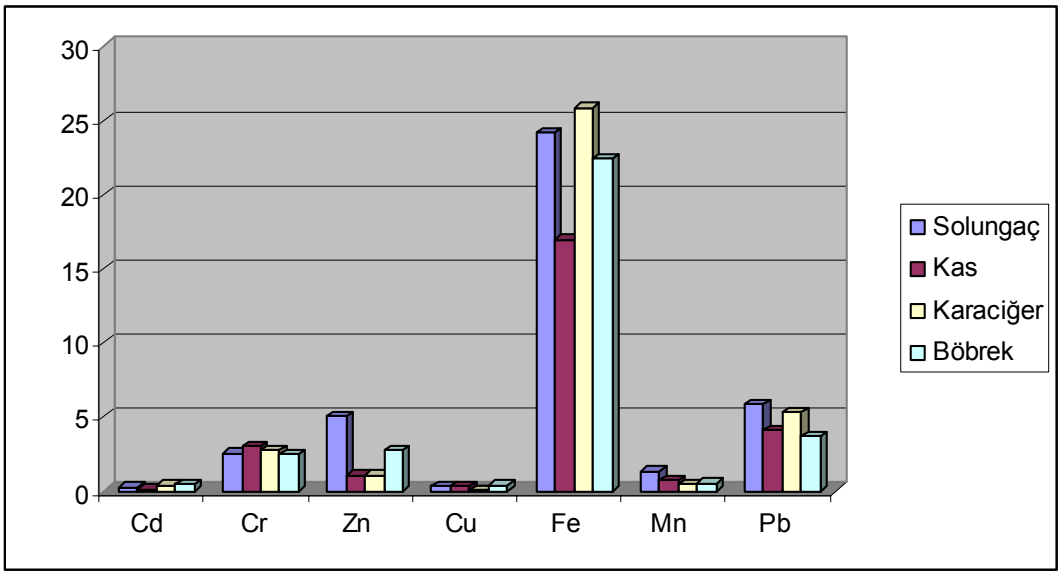
Carassius carassius'da ortalama ağır metal değerleri, Cd en fazla böbrekte, en az kasta, Cr en fazla kasta, en az böbrekte, Zn en fazla solungaçta, en az kasta, Cu en fazla böbrekte, en az karaciğerde, Fe en fazla karaciğerde, en az kasta, Mn en fazla solungaçta, en az karaciğerde, Pb en fazla solungaçta, en az böbrekte bulunmuştur (Tablo 5.13, Tablo 5.14, Şekil 5.10).

Tablo 5. 13. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonları (mg/kg).

Ağır Metal	Solungaç X±SE	Kas X±SE	Karaciğer X±SE	Böbrek X±SE
Cd	0,290±0,313	0,117±0,091	0,384±0,507	0,461±0,772
Cr	2,544±0,435	3,046±0,865	2,726±0,552	2,478±0,860
Zn	5,075±1,589	1,081±0,675	1,096±0,648	2,776±1,115
Cu	0,322±0,543	0,310±0,637	0,073±0,092	0,377±0,671
Fe	24,136±20,690	16,960±18,452	25,845±20,818	22,433±19,021
Mn	1,314±0,345	0,697±0,319	0,461±0,048	0,557±0,066
Pb	5,832±2,945	4,097±2,933	5,319±3,044	3,721±3,361

Tablo 5. 14. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonlarının karşılaştırması.

Ağır Metal	
Cd	Böbrek>Karaciğer>Solungaç>Kas
Cr	Kas>Karaciğer>Solungaç>Böbrek
Zn	Solungaç>Böbrek>Karaciğer>Kas
Cu	Böbrek>Solungaç>Kas>Karaciğer
Fe	Karaciğer>Solungaç>Böbrek>Kas
Mn	Solungaç>Kas>Böbrek>Karaciğer
Pb	Solungaç>Karaciğer>Kas>Böbrek



Şekil 5. 10. *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)'un dokularında bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.3. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)

Baraj gölü'nden elde edilen 9 adet *Blicca bjoerkna* incelenmiş olup, ölçülen morfometrik değerler Tablo 5.15'de verilmiştir.

Tablo 5. 15. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın morfometrik özellikleri.

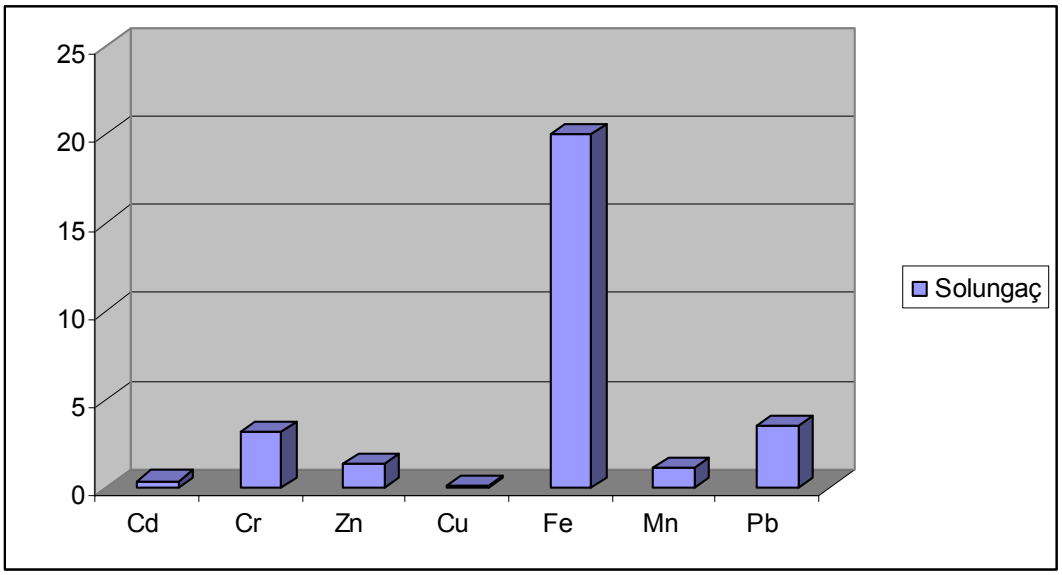
	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Örnek 8	Örnek 9
Total Boy (cm)	30	32	35,5	31	30,5	35,5	37	30	31,5
Çatal Boy (cm)	23	25	28,5	25,3	24,5	29,5	29	24,5	25
Vücut Yüksekliği (cm)	9,7	10	11,5	9,5	8,7	11	11,5	9,5	9,8
Ağırlık (g)	313,93	383,70	537,70	356,87	305,52	482,30	600,30	301,87	342,95
Yaş (yıl)	5+	6+	8+	6+	5+	7+	8+	5+	6+

5.1.3.1. Solungaç

Blicca bjoerkna'nın solungacında Cd 0,224-0,56, Cr 0-3,94, Zn 0,83-2,036, Cu 0-0,184, Fe 7,858-50,35, Mn 0,73-2,232, Pb 0,89-10,25 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.16). Solungaçta ortalama Cd 0,383, Cr 3,15, Zn 1,357, Cu 0,102, Fe 20,044, Mn 1,127, Pb 3,515 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.11).

Tablo 5. 16. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın solungaç dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Örnek 8	Örnek 9	Ortalama X±SE
Cd	0,34	0,32	0,536	0,34	0,56	0,304	0,224	0,432	0,396	0,383±0,109
Cr	2,76	0	3,356	3,782	3,498	3,39	3,73	3,894	3,94	3,15±1,235
Zn	1,32	0,83	1,196	2,036	1,388	1,204	1,496	1,332	1,412	1,357±0,318
Cu	0	0,06	0,148	0,038	0,184	0,156	0,102	0,078	0,152	0,102±0,062
Fe	50,35	42,46	23,2	8,958	7,976	11,842	19,192	8,566	7,858	20,044±15,998
Mn	1,67	1,02	2,232	0,91	0,668	0,73	1,28	0,672	0,964	1,127±0,524
Pb	5,14	10,25	4,438	0,89	2,652	2,188	1,64	1,76	2,684	3,515±2,862



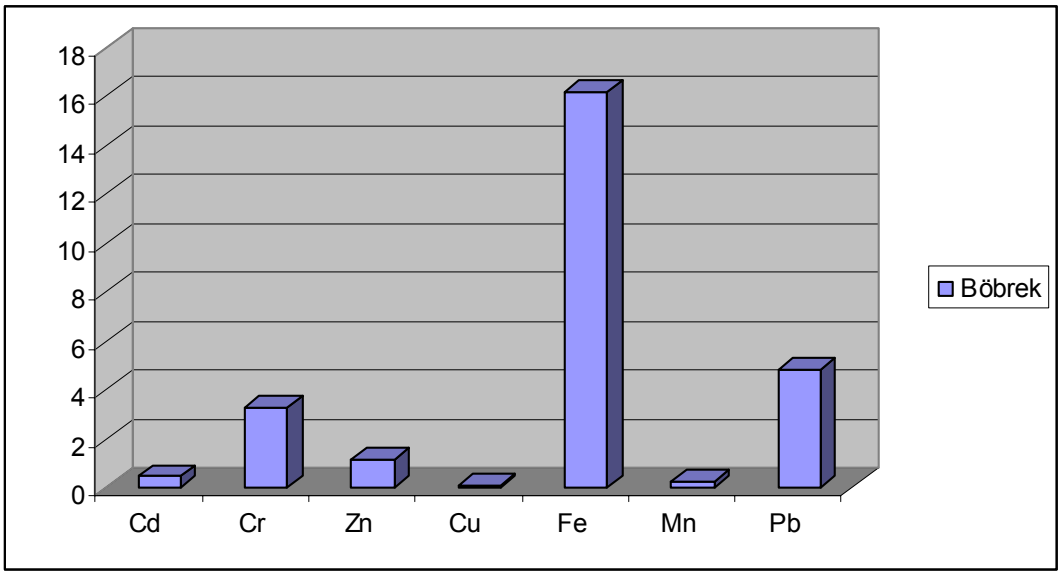
Şekil 5. 11. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın solungaç dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.3.2. Böbrek

Blicca bjoerkna'nın böbrek dokusunda Cd 0,1-0,88, Cr 0-4,34, Zn 0,6-1,768, Cu 0-0,152, Fe 6,652-44,05, Mn 0-1,12, Pb 0,906-14,95 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.17). Böbrek dokusunda ortalama Cd 0,473, Cr 3,275, Zn 1,151, Cu 0,086, Fe 16,189, Mn 0,241, Pb 4,84 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.12).

Tablo 5. 17. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758) 'nın böbrek dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Örnek 8	Örnek 9	Ortalama X±SE
Cd	0,1	0,47	0,672	0,372	0,88	0,36	0,5	0,2	0,704	0,473±0,248
Cr	0	4,34	3,332	3,498	3,552	3,618	3,794	3,564	3,784	3,275±1,26
Zn	0,89	0,6	1,768	1	1,456	0,852	1,336	1,112	1,346	1,151±0,359
Cu	0	0	0,09	0,152	0,118	0,108	0,082	0,1	0,124	0,086±0,052
Fe	44,05	39,61	10,25	6,652	7,032	8,246	13,026	8,748	8,094	16,189±14,700
Mn	1,12	0,59	0,462	0	0	0	0	0	0	0,241±0,401
Pb	10,71	14,95	4,434	0,906	1,916	2,662	2,604	2,38	3,004	4,84±4,743



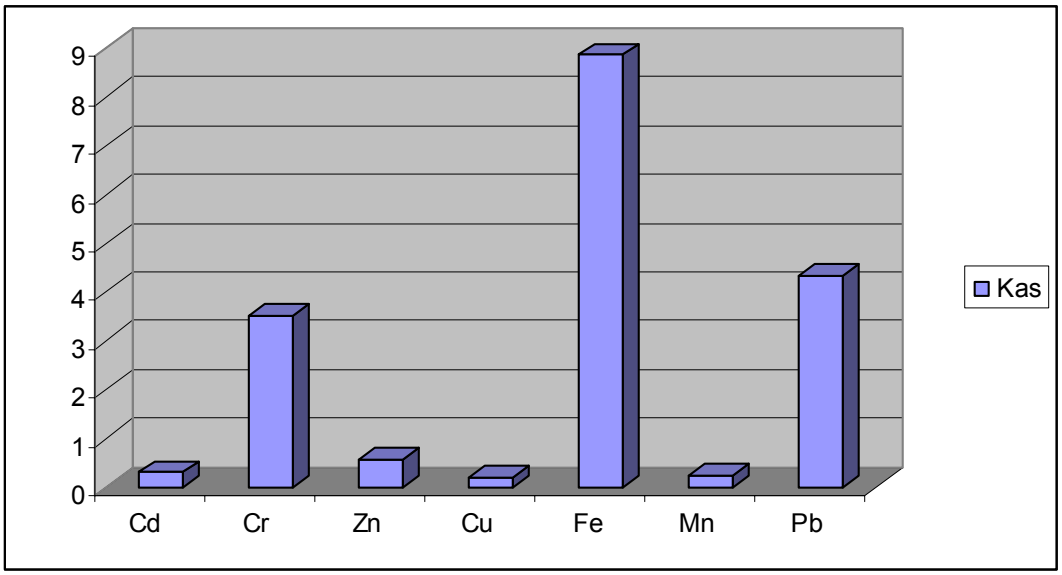
Şekil 5. 12. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın böbrek dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.3.3. Kas

Blicca bjoerkna'nın kas dokusunda Cd 0,112-0,372, Cr 2,11-4,058, Zn 0,314-1,08, Cu 0-1,06, Fe 0,758-36,3, Mn 0-0,97, Pb 1,99-10,31 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.18). Kas dokusunda ortalama Cd 0,298, Cr 3,511, Zn 0,582, Cu 0,2, Fe 8,859, Mn 0,254, Pb 4,335 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.13).

Tablo 5. 18. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın kas dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Örnek 8	Örnek 9	Ortalama X±SE
Cd	0,37	0,29	0,372	0,356	0,332	0,26	0,232	0,112	0,364	0,298±0,086
Cr	3,34	2,11	3,218	3,796	3,576	3,774	3,776	4,058	3,956	3,511±0,591
Zn	1,08	0,62	0,538	0,826	0,326	0,314	0,402	0,512	0,624	0,582±0,246
Cu	0	1,06	0,076	0,162	0,172	0,052	0,114	0,032	0,132	0,2±0,327
Fe	36,3	35,34	2,036	1,436	1,24	0,974	0,834	0,82	0,758	8,859±15,292
Mn	0,85	0,97	0,47	0	0	0	0	0	0	0,254±0,403
Pb	9,71	10,31	3,982	1,99	2,334	2,018	2,93	3,002	2,744	4,335±3,276



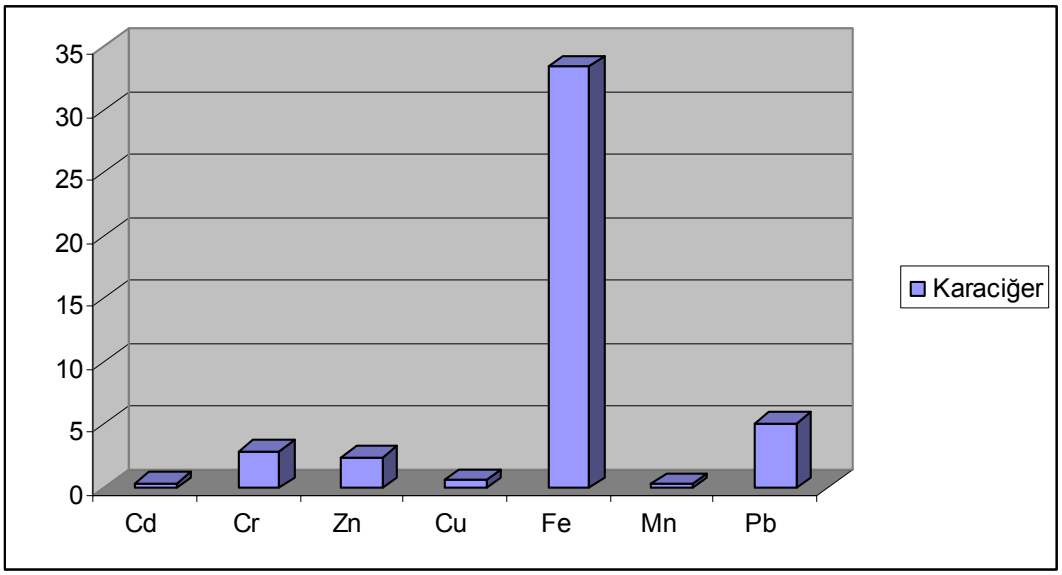
Şekil 5. 13. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın kas dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.3.4. Karaciğer

Blicca bjoerkna'nın karaciğer dokusunda Cd 0,21-0,428, Cr 0-3,878, Zn 1,716-3,75, Cu 0-1,38, Fe 9,366-86,05, Mn 0-1,59, Pb 2,136-14,94 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.19). Karaciğer dokusunda ortalama Cd 0,359, Cr 2,906, Zn 2,41, Cu 0,626, Fe 33,393, Mn 0,337, Pb 5,127 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.14).

Tablo 5. 19. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın karaciğer dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Örnek 8	Örnek 9	Ortalama X±SE
Cd	0,39	0,21	0,404	0,376	0,4	0,428	0,3	0,308	0,42	0,359±0,072
Cr	0	1,46	2,908	3,5	3,576	3,502	3,642	3,688	3,878	2,906±1,312
Zn	3,75	2,35	2,54	2,356	1,716	2,054	1,922	2,32	2,69	2,41±0,586
Cu	0	0,18	1,38	0,574	0,578	0,934	0,362	0,536	1,092	0,626±0,440
Fe	70,72	86,05	14,48	9,444	29,06	34,96	19,984	9,366	26,48	33,393±27,210
Mn	1,59	1,08	0,638	0	0	0	0	0	0,09	0,337±0,594
Pb	10,59	14,94	3,904	2,136	2,756	2,744	3,52	2,616	2,944	5,127±4,493



Şekil 5. 14. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın karaciğer dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

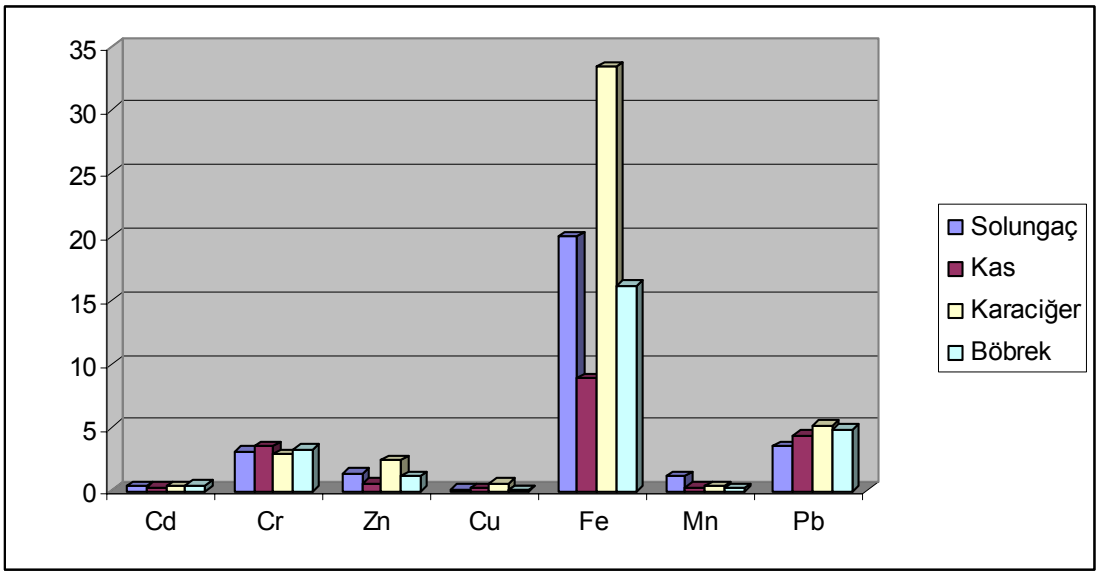
Blicca bjoerkna'da ortalama ağır metal değerleri, Cd en fazla böbrekte, en az kasta, Cr en fazla kasta, en az karaciğerde, Zn en fazla karaciğerde, en az kasta, Cu en fazla karaciğerde, en az böbrekte, Fe en fazla karaciğerde, en az kasta, Mn en fazla solungaçta, en az böbrekte, Pb en fazla karaciğerde, en az solungaçta bulunmuştur (Tablo 5.20, Tablo 5.21, Şekil 5.15).

Tablo 5. 20. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonları (mg/kg).

Ağır Metal	Solungaç X±SE	Kas X±SE	Karaciğer X±SE	Böbrek X±SE
Cd	0,383±0,109	0,298±0,086	0,359±0,072	0,473±0,248
Cr	3,15±1,235	3,511±0,591	2,906±1,312	3,275±1,26
Zn	1,357±0,318	0,582±0,246	2,41±0,586	1,151±0,359
Cu	0,102±0,062	0,2±0,327	0,626±0,44	0,086±0,052
Fe	20,044±15,998	8,859±15,292	33,393±27,21	16,189±14,7
Mn	1,127±0,524	0,254±0,403	0,337±0,594	0,241±0,401
Pb	3,515±2,862	4,335±3,276	5,127±4,493	4,84±4,743

Tablo 5. 21. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonlarının karşılaştırması.

Ağır Metal	
Cd	Böbrek>Solungaç>Karaciğer>Kas
Cr	Kas>Böbrek>Solungaç>Karaciğer
Zn	Karaciğer>Solungaç>Böbrek>Kas
Cu	Karaciğer>Kas>Solungaç>Böbrek
Fe	Karaciğer>Solungaç>Böbrek>Kas
Mn	Solungaç>Karaciğer>Kas>Böbrek
Pb	Karaciğer>Böbrek>Kas>Solungaç



Şekil 5. 15. *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)'nın dokularında bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.4. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758

Baraj gölünden elde edilen 7 adet *Perca fluviatilis* incelenmiş olup, ölçülen morfometrik değerler Tablo 5.22'de verilmiştir.

Tablo 5. 22. *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)'in morfometrik özellikleri.

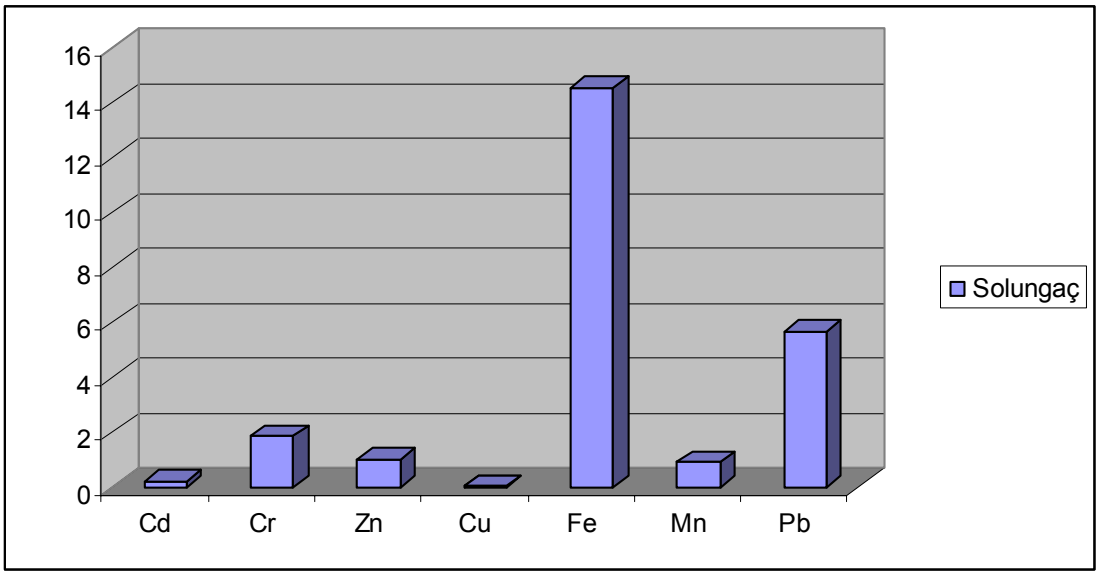
	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7
Total Boy (cm)	23,5	24,5	24,5	26	24,5	24,5	22
Çatal Boy (cm)	19,5	21	21	22	20,7	20,5	18,5
Vücut Yüksekliği (cm)	7	7	7,5	7,9	7,5	7,4	6,5
Ağırlık (g)	186,05	210,83	233,42	309,55	220,79	216,70	157,57
Yaş (yıl)	6	6	6	6	6	6	5

5.1.4.1. Solungaç

Perca fluviatilis'in solungacında Cd 0,06-0,488, Cr 0-3,446, Zn 0,22-1,432, Cu 0-0,206, Fe 7,998-42,97, Mn 0,22-1,478, Pb 4,142-7,84 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.23). Solungaçta ortalama Cd 0,236, Cr 1,851, Zn 1,030, Cu 0,059, Fe 14,531, Mn 0,908, Pb 5,690 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.16).

Tablo 5. 23. *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)'in solungaç dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Ortalama X±SE
Cd	0,06	0,38	0,296	0,16	0,128	0,14	0,488	0,236±0,155
Cr	0	1,71	1,838	2,224	1,78	1,964	3,446	1,851±1,012
Zn	0,22	0,574	1,03	1,42	1,422	1,432	1,116	1,030±0,472
Cu	0,11	0	0	0	0	0,206	0,098	0,059±0,081
Fe	42,97	7,998	9,37	9,998	10,636	9,11	11,638	14,531±12,593
Mn	0,64	0,22	0,968	1,478	1,04	1,232	0,782	0,908±0,410
Pb	5,34	4,974	5,346	6,104	6,09	7,84	4,142	5,690±1,162



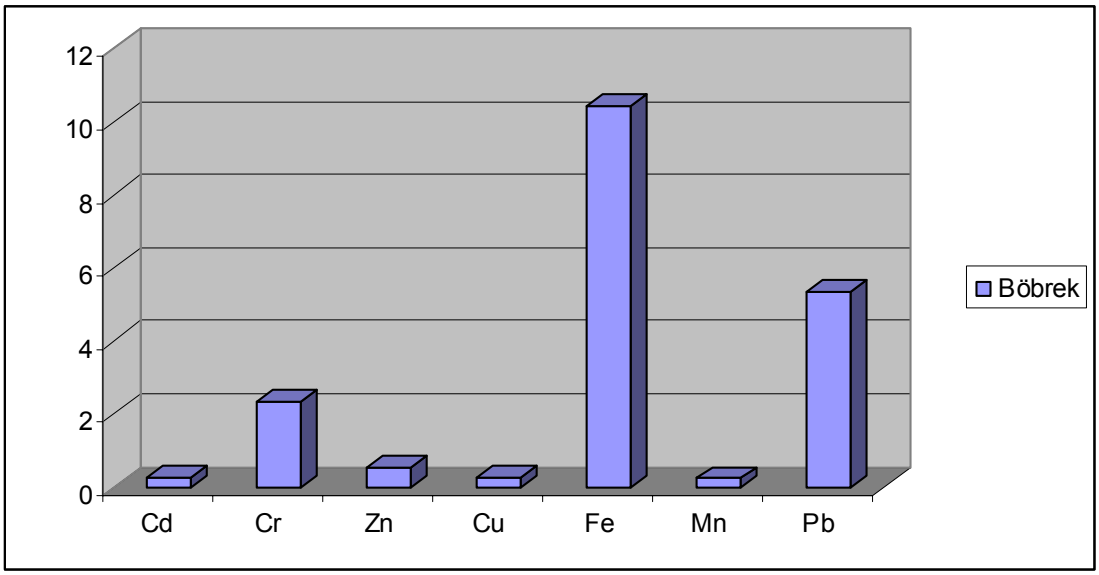
Şekil 5. 16. *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)*'in* solungaç dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.4.2. Böbrek

Perca fluviatilis'in böbrek dokusunda Cd 0,084-0,49, Cr 1,646-3,09, Zn 0,24-1,04, Cu 0-1,42, Fe 2,09-40,99, Mn 0-0,56, Pb 1,47-7,44 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.24). Böbrek dokusunda ortalama Cd 0,276, Cr 2,358, Zn 0,529, Cu 0,261, Fe 10,428, Mn 0,231, Pb 5,344 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.17).

Tablo 5. 24. *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758'in böbrek dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Ortalama X±SE
Cd	0,49	0,324	0,164	0,084	0,176	0,352	0,344	0,276±0,140
Cr	3,09	2,11	1,846	2,238	1,848	1,646	3,732	2,358±0,766
Zn	1,04	0,24	0,43	0,4	0,476	0,404	0,718	0,529±0,266
Cu	1,42	0	0	0	0,242	0,122	0,044	0,261±0,518
Fe	40,99	6,116	6,066	6,114	6,33	5,292	2,09	10,428±13,558
Mn	0,56	0,278	0,11	0,302	0,172	0,198	0	0,231±0,177
Pb	4,91	5,226	5,88	5,742	6,746	7,44	1,47	5,344±1,915



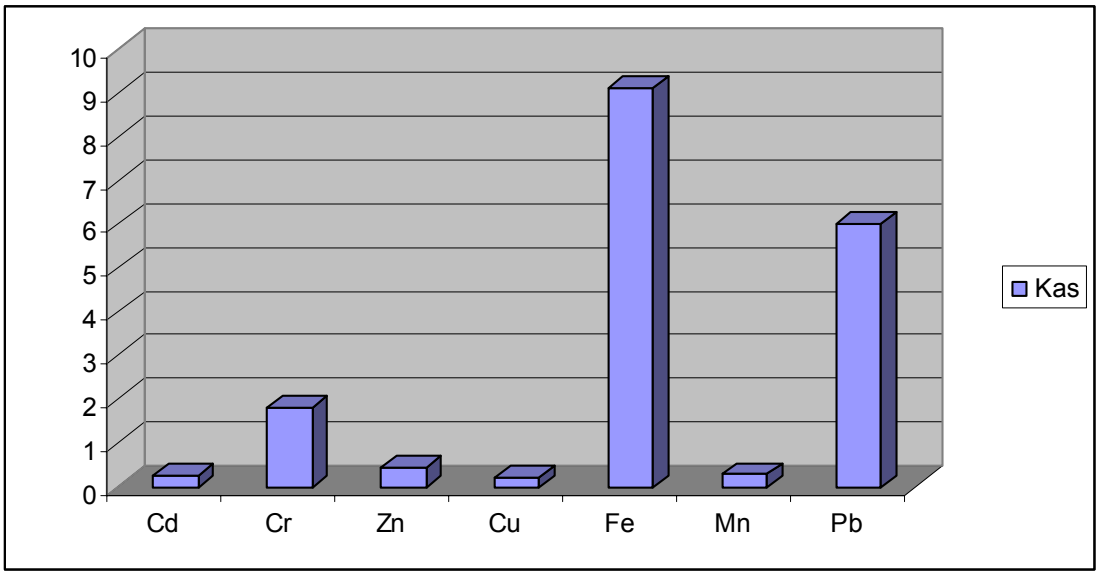
Şekil 5. 17. *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)*'in* böbrek dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.4.3. Kas

Perca fluviatilis'in kas dokusunda Cd 0,064-0,676, Cr 0-3,478, Zn 0,278-0,9, Cu 0-0,91, Fe 1,228-38,16, Mn 0,158-0,58, Pb 4,48-8,36 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.25). Kas dokusunda ortalama Cd 0,250, Cr 1,823, Zn 0,419, Cu 0,212, Fe 9,108, Mn 0,278, Pb 6,015 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.18).

Tablo 5. 25. *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)'in kas dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Ortalama X±SE
Cd	0,15	0,312	0,192	0,096	0,064	0,26	0,676	0,250±0,207
Cr	0	1,684	2,268	1,982	1,548	1,802	3,478	1,823±1,031
Zn	0,9	0,366	0,278	0,404	0,318	0,394	0,278	0,419±0,217
Cu	0,91	0	0	0	0,25	0,21	0,116	0,212±0,324
Fe	38,16	5,108	4,998	4,842	4,81	4,61	1,228	9,108±12,883
Mn	0,58	0,192	0,158	0,282	0,258	0,3	0,176	0,278±0,143
Pb	8,16	4,932	5,222	5,556	5,396	8,36	4,48	6,015±1,573



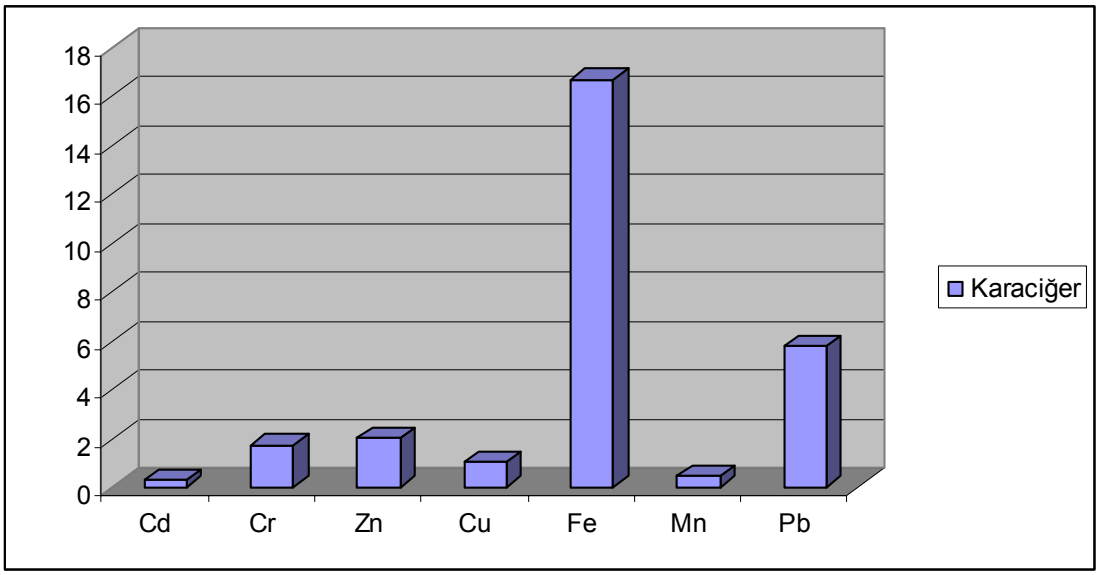
Şekil 5. 18. *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)'in kas dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.4.4. Karaciğer

Perca fluviatilis'in karaciğer dokusunda Cd 0,088-0,692, Cr 0-3,538, Zn 1,592-2,516, Cu 0,156-1,878, Fe 7,284-45,21, Mn 0-0,98, Pb 2,18-7,84 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.26). Karaciğer dokusunda ortalama Cd 0,289, Cr 1,734, Zn 2,010, Cu 1,048, Fe 16,684, Mn 0,476, Pb 5,780 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.19).

Tablo 5. 26. *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)'in karaciğer dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Ortalama X±SE
Cd	0,35	0,348	0,128	0,088	0,22	0,2	0,692	0,289±0,203
Cr	0	1,686	1,706	2,014	1,46	1,736	3,538	1,734±1,034
Zn	1,93	2,516	1,784	1,88	2,152	2,218	1,592	2,010±0,307
Cu	0,38	1,458	1,016	0,656	1,878	1,798	0,156	1,048±0,685
Fe	45,21	21,98	11,68	7,284	9,564	7,662	13,41	16,684±13,517
Mn	0,98	0,504	0,53	0,518	0,406	0,4	0	0,476±0,287
Pb	7,84	5,692	5,428	6,276	6,074	6,97	2,18	5,780±1,783



Şekil 5. 19. *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)'in karaciğer dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

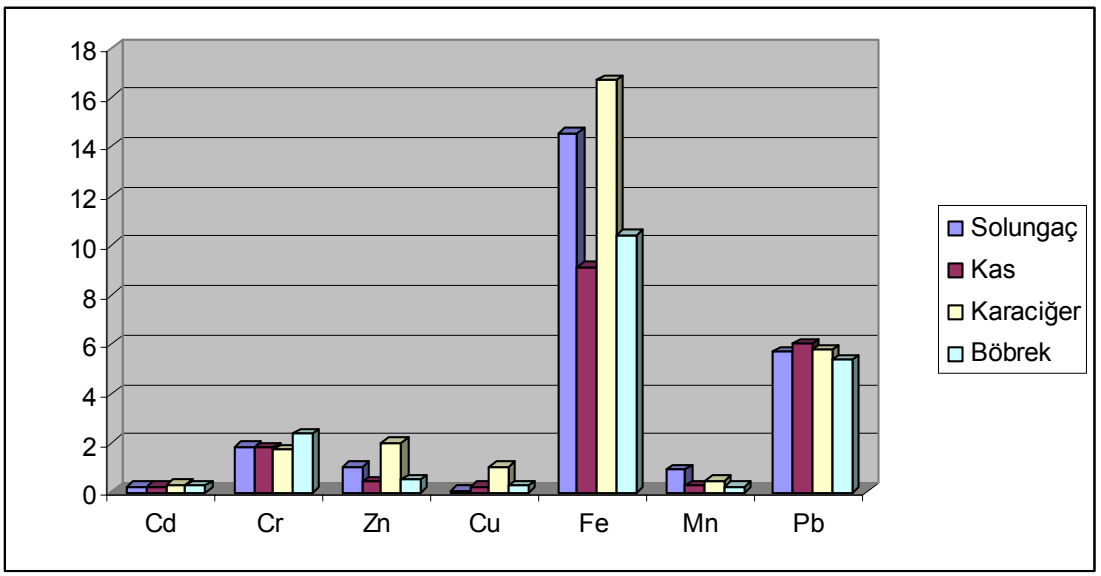
Perca fluviatilis'te Cd en fazla karaciğerde, en az solungaçta, Cr en fazla böbrekte, en az karaciğerde, Zn en fazla karaciğerde, en az kasta, Cu en fazla karaciğerde, en az solungaçta, Fe en fazla karaciğerde, en az kasta, Mn en fazla solungaçta, en az böbrekte, Pb en fazla kasta, en az böbrekte bulunmuştur (Tablo 5.27, Tablo 5.28, Şekil 5.20).

Tablo 5. 27. *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)'in farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonları (mg/kg).

Ağır Metal	Solungaç X±SE	Kas X±SE	Karaciğer X±SE	Böbrek X±SE
Cd	0,236±0,155	0,250±0,207	0,289±0,203	0,276±0,140
Cr	1,851±1,012	1,823±1,031	1,734±1,034	2,358±0,766
Zn	1,030±0,472	0,419±0,217	2,010±0,307	0,529±0,266
Cu	0,059±0,081	0,212±0,324	1,048±0,685	0,261±0,518
Fe	14,531±12,593	9,108±12,883	16,684±13,517	10,428±13,558
Mn	0,908±0,410	0,278±0,143	0,476±0,287	0,231±0,177
Pb	5,690±1,162	6,015±1,573	5,780±1,783	5,344±1,915

Tablo 5. 28. *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)'in farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonlarının karşılaştırması.

Ağır Metal	
Cd	Karaciğer>Böbrek>Kas>Solungaç
Cr	Böbrek>Solungaç>Kas>Karaciğer
Zn	Karaciğer>Solungaç>Böbrek>Kas
Cu	Karaciğer>Böbrek>Kas>Solungaç
Fe	Karaciğer>Solungaç>Böbrek>Kas
M	Solungaç>Karaciğer>Kas>Böbrek
Pb	Kas>Karaciğer>Solungaç>Böbrek



Şekil 5. 20. *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758)'in dokularında bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.5. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)

Baraj gölünden elde edilen 13 adet *Sander lucioperca* incelenmiş olup, ölçülen morfometrik değerler Tablo 5.29'de verilmiştir.

Tablo 5. 29. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın morfometrik özellikleri.

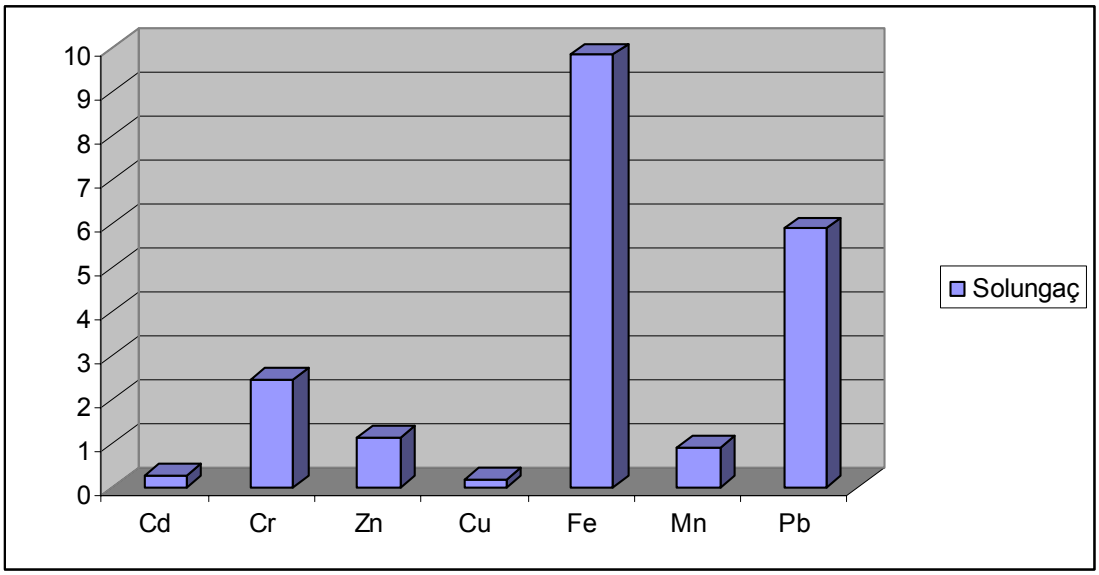
	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Örnek 8	Örnek 9	Örnek 10	Örnek 11	Örnek 12	Örnek 13
Total Boy (cm)	53	36,5	36	38,5	34	29	33,5	32,5	36,5	34,5	34	34	39,5
Çatal Boy (cm)	45	30	29,5	32	28	24,3	27,9	27,1	31,5	29	28,5	28,5	27
Vücut Yüksekliği (cm)	10,5	6,5	7,5	7	6,5	5,7	6,5	6,3	7,3	7	6	6	8
Ağırlık (g)	1367,258	403,525	402,575	494,335	354,274	211,913	309,123	288,283	401,404	349,744	313,533	342,794	579,555
Yaş (yıl)													

5.1.5.1. Solungaç

Sander lucioperca'nın solungacında Cd 0,12-0,728, Cr 1,416-3,948, Zn 0,688-1,608, Cu 0-0,75, Fe 4,232-38,06, Mn 0,506-1,87, Pb 0,33-21,87 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.30). Solungaçta ortalama Cd 0,288, Cr 2,453, Zn 1,131, Cu 0,186, Fe 9,833, Mn 0,904, Pb 5,881 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.21).

Tablo 5. 30. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın solungaç dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Örnek 8	Örnek 9	Örnek 10	Örnek 11	Örnek 12	Örnek 13	Ortalama X±SE
Cd	0,12	0,28	0,22	0,332	0,356	0,252	0,112	0,224	0,284	0,392	0,3	0,156	0,728	0,288±0,157
Cr	2,47	1,416	1,514	1,646	1,432	1,818	1,638	1,966	3,356	3,258	3,644	3,948	3,794	2,453±0,994
Zn	1,53	0,862	0,994	1,226	0,972	1,528	0,904	0,96	1,608	1,176	0,688	1,036	1,22	1,131±0,283
Cu	0,75	0,052	0,12	0,21	0,464	0,126	0,064	0,078	0,196	0,072	0	0,1	0,19	0,186±0,204
Fe	38,06	9,324	7,478	6,59	8,776	9,504	6,886	7,568	5,402	5,346	5,936	4,232	12,728	9,833±8,769
Mn	0,51	0,364	0,452	1,87	0,72	1,136	0,854	1,316	0,662	0,994	1,47	0,9	0,506	0,904±0,446
Pb	21,87	0,33	1,742	2,666	3,054	7,52	9,082	9,14	4,042	4,356	4,194	4,068	4,39	5,881±5,473



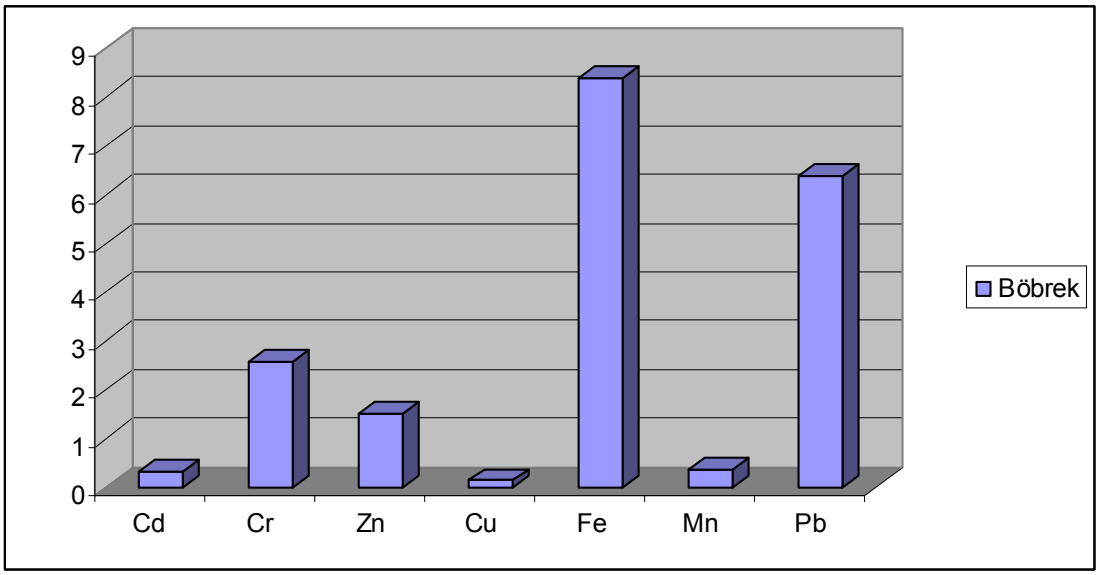
Şekil 5. 21. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın solungaç dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.5.2. Böbrek

Sander lucioperca'nın böbrek dokusunda Cd 0,04-0,876, Cr 1,194-5,33, Zn 0,69-2,84, Cu 0-0,53, Fe 2,894-44,72, Mn 0,04-1,108, Pb 1,482-23,13 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.31). Böbrek dokusunda ortalama Cd 0,312, Cr 2,581, Zn 1,504, Cu 0,134, Fe 8,396, Mn 0,362, Pb 6,372 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.22).

Tablo 5. 31. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın böbrek dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Örnek 8	Örnek 9	Örnek 10	Örnek 11	Örnek 12	Örnek 13	Ortalama X±SE
Cd	0,28	0,32	0,284	0,408	0,344	0,04	0,232	0,18	0,152	0,724	0,136	0,092	0,876	0,312±0,241
Cr	5,33	1,194	1,526	1,548	1,456	1,892	1,87	2,134	3,19	3,142	3,51	3,654	3,11	2,581±1,193
Zn	2,84	1,002	0,69	1,59	0,88	1,252	1,834	1,98	1,246	2,016	1,056	1,704	1,464	1,504±0,582
Cu	0,53	0,138	0,148	0,204	0	0,076	0,04	0,096	0,146	0	0,146	0,124	0,104	0,134±0,133
Fe	44,72	7,646	6,566	7,658	6,442	5,96	5,342	4,96	3,934	2,894	4,072	4,25	4,712	8,396±11,009
Mn	0,66	0,286	0,412	1,108	0,068	0,172	0,322	0,506	0,336	0,368	0,04	0,136	0,294	0,362±0,282
Pb	23,13	1,482	3,172	3,338	4,756	8,97	8,544	9,832	3,692	4,426	3,268	4,264	3,962	6,372±5,635



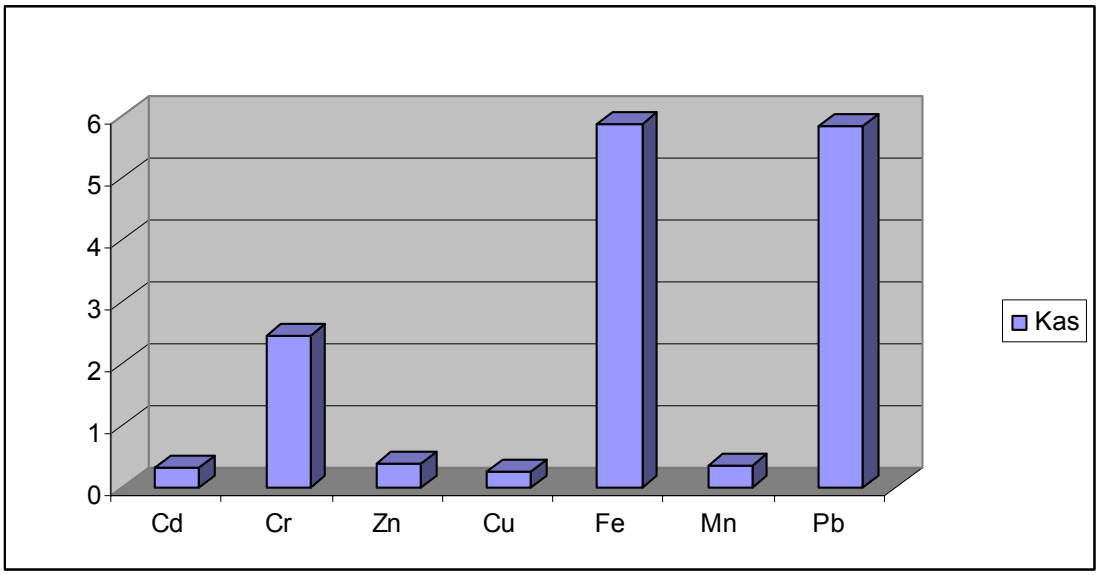
Şekil 5. 22. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın böbrek dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.5.3. Kas

Sander lucioperca'nın kas dokusunda Cd 0,128-0,48, Cr 1,136-4,39, Zn 0,146-1,54, Cu 0-1,12, Fe 1,202-34,21, Mn 0,14-0,77, Pb 1,68-18,32 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.32). Kas dokusunda ortalama Cd 0,314, Cr 2,453, Zn 0,385, Cu 0,257, Fe 5,873, Mn 0,342, Pb 5,841 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.23).

Tablo 5. 32. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın kas dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Örnek 8	Örnek 9	Örnek 10	Örnek 11	Örnek 12	Örnek 13	Ortalama X±SE
Cd	0,34	0,24	0,24	0,296	0,38	0,128	0,128	0,228	0,316	0,456	0,48	0,236	0,62	0,314±0,141
Cr	4,39	1,136	1,462	1,844	1,336	1,468	1,936	1,76	3,266	3,17	3,364	3,38	3,384	2,453±1,062
Zn	1,54	0,216	0,428	0,452	0,386	0,356	0,364	0,196	0,146	0,272	0,232	0,242	0,182	0,385±0,360
Cu	1,12	1,118	0,152	0,174	0,098	0,074	0,05	0,064	0,148	0	0,08	0,106	0,16	0,257±0,385
Fe	34,21	5,692	5,374	5,364	5,386	4,148	3,928	3,624	2,434	2,014	1,696	1,288	1,202	5,873±8,672
Mn	0,77	0,278	0,354	0,398	0,374	0,23	0,246	0,55	0,388	0,214	0,242	0,14	0,27	0,342±0,166
Pb	18,32	1,68	2,328	3,152	4,55	8,056	8,624	9,256	3,48	3,794	4,642	4,008	4,048	5,841±4,438



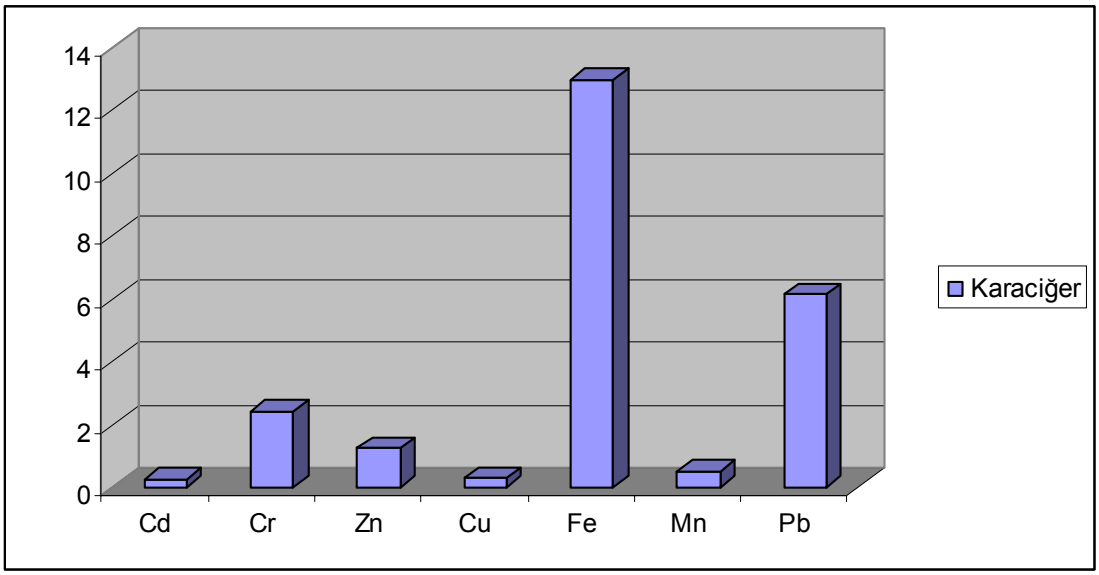
Şekil 5. 23. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın kas dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.1.5.4. Karaciğer

Sander lucioperca'nın karaciğer dokusunda Cd 0,12-0,756, Cr 1,156-3,89, Zn 0,924-2,27, Cu 0,064-0,69, Fe 5,734-51,81, Mn 0,202-1,914, Pb 1,538-21,29 mg/kg arasında bulunmuştur (Tablo 5.33). Karaciğer dokusunda ortalama Cd 0,274, Cr 2,408, Zn 1,256, Cu 0,303, Fe 12,968, Mn 0,525, Pb 6,127 mg/kg olarak bulunmuştur (Şekil 5.24).

Tablo 5.33. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın karaciğer dokusunda bulunan ağır metal değerleri (mg/kg).

	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3	Örnek 4	Örnek 5	Örnek 6	Örnek 7	Örnek 8	Örnek 9	Örnek 10	Örnek 11	Örnek 12	Örnek 13	Ortalama X±SE
Cd	0,29	0,296	0,308	0,34	0,316	0,176	0,128	0,152	0,224	0,172	0,12	0,288	0,756	0,274±0,164
Cr	2,35	1,156	1,42	1,67	1,808	1,594	2,102	1,996	2,968	3,328	3,89	3,202	3,822	2,408±0,929
Zn	2,27	1,302	1,224	1,476	0,96	0,954	1,36	1,268	1,006	1,426	0,924	1,046	1,122	1,256±0,357
Cu	0,69	0,272	0,212	0,368	0,176	0,29	0,236	0,53	0,178	0,064	0,276	0,43	0,226	0,303±0,166
Fe	51,81	9,628	8,336	12,348	13,534	8,174	12,84	11,954	5,734	9,276	9,02	8,634	7,308	12,968±11,896
Mn	0,51	0,518	0,506	1,914	0,252	0,33	0,342	0,64	0,602	0,432	0,202	0,216	0,372	0,525±0,440
Pb	21,29	1,756	1,538	2,28	5,66	9,134	9,272	9,534	3,228	4,446	3,972	4,218	3,33	6,127±5,346



Şekil 5. 24. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın karaciğer dokusunda bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

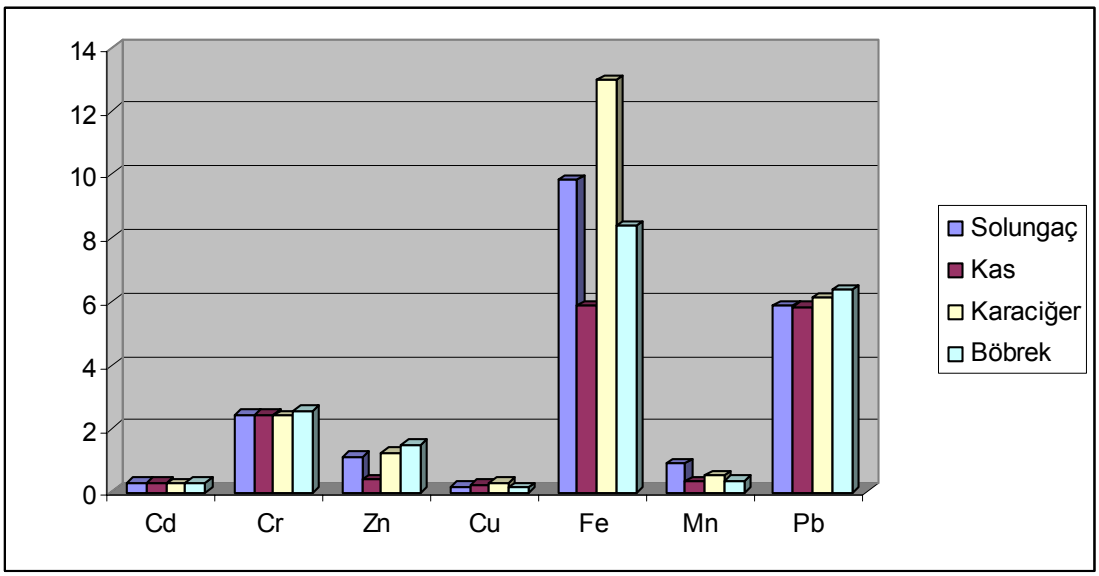
Sander lucioperca'da, Cd en fazla kasta, en az karaciğerde, Cr en fazla böbrekte, en az karaciğerde, Zn en fazla böbrekte, en az kasta, Cu en fazla karaciğerde, en az böbrekte, Fe en fazla karaciğerde, en az kasta, Mn en fazla solungaçta, en az kasta, Pb en fazla böbrekte, en az kasta bulunmuştur (Tablo 5.34, Tablo 5.35, Şekil 5.25).

Tablo 5.34. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonları (mg/kg).

Ağır Metal	Solungaç X±SE	Kas X±SE	Karaciğer X±SE	Böbrek X±SE
Cd	0,288±0,157	0,314±0,141	0,274±0,164	0,312±0,241
Cr	2,453±0,994	2,453±1,062	2,408±0,929	2,581±1,193
Zn	1,131±0,283	0,385±0,360	1,256±0,357	1,504±0,582
Cu	0,186±0,204	0,257±0,385	0,303±0,166	0,134±0,133
Fe	9,833±8,769	5,873±8,672	12,968±11,896	8,396±11,009
Mn	0,904±0,446	0,342±0,166	0,525±0,440	0,362±0,282
Pb	5,881±5,473	5,841±4,438	6,127±5,346	6,372±5,635

Tablo 5.35. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın farklı doku ve organlarında ölçülen metal konsantrasyonlarının karşılaştırması.

Ağır Metal	
Cd	Kas>Böbrek>Solungaç>Karaciğer
Cr	Böbrek>Solungaç=Kas>Karaciğer
Zn	Böbrek>Karaciğer>Solungaç>Kas
Cu	Karaciğer>Kas>Solungaç>Böbrek
Fe	Karaciğer>Solungaç>Böbrek>Kas
Mn	Solungaç>Karaciğer>Böbrek>Kas
Pb	Böbrek>Karaciğer>Solungaç>Kas



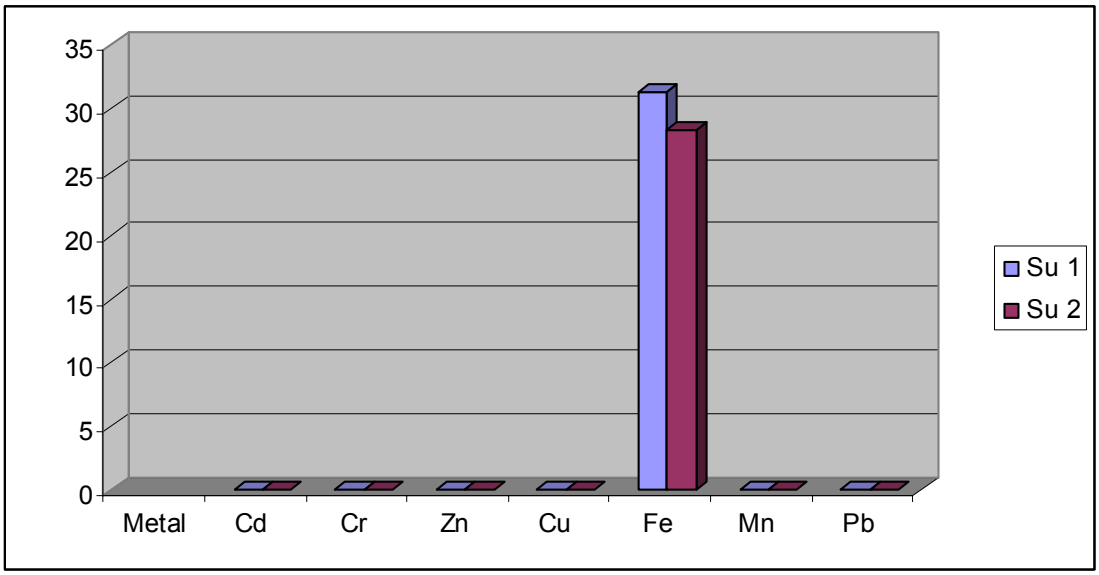
Şekil 5. 25. *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)'nın dokularında bulunan ortalama ağır metal değerleri (mg/kg).

5.2. Su ve sedimentte ölçülen ağır metal değerleri

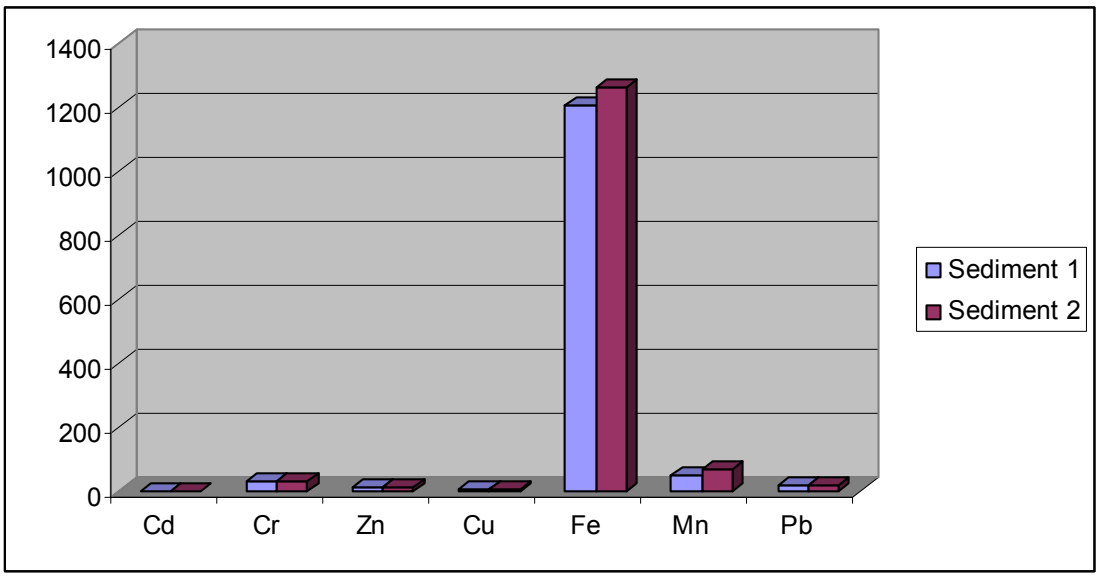
Baraj gölünde su ve sedimentteki ağır metal değerlerini belirlemek için Mart 2011- Haziran 2011 tarihlerinde alınan su ve sediment örneklerinin analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre suda Fe (ortalama 29,81±2,107 µg/L) haricinde ağır metal tespit edilememiştir. Analiz edilen sediment örneklerinde ise ortalama Cd 0,235, Cr 29,94, Zn 8,275, Cu 2,905, Fe 1237, Mn 57,59, Pb 13,705 mg/kg olarak bulunmuştur (Tablo 5.36, Şekil 5.26, Şekil 5.27).

Tablo 5. 36. Altınyazı Baraj Gölü'nden alınan su (µg/L) ve sediment (mg/kg) örneklerinde ölçülen ağır metal değerleri.

Ağır Metal	Su (Mart 2011)	Su (Haziran 2011)	ORTALAMA X ± SE	Sediment (Mart 2011)	Sediment (Haziran 2011)	ORTALAMA X ± SE
Cd	0	0	0	0,29	0,18	0,235±0,077
Cr	0	0	0	29,22	30,66	29,94±1,018
Zn	0	0	0	7,87	8,68	8,275±0,572
Cu	0	0	0	2,91	2,9	2,905±0,007
Fe	28,32	31,30	29,81±2,107	1209	1265	1237±39,597
Mn	0	0	0	45,92	69,26	57,59±16,503
Pb	0	0	0	13,81	13,6	13,705±0,148



Şekil 5. 26. Suda ölçülen ağır metal değerleri (µg/L).



Şekil 5. 27. Sedimentte ölçülen ağır metal değerleri (mg/kg).

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

6.1. Tartışma

Şubat 2011-Ocak 2012 tarihleri arasında yapılan çalışmada, Altınyazı Baraj Gölü'nde Cyprinidae familyasına ait *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758), *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758), *Scardinus erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) ve Percidae familyasına ait *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758, *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) olmak üzere 6 tür bulunmuştur. Bu türlerden *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758), *Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758), *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 ve *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) türlerinin solungaç, kas, karaciğer, böbrek dokularında, göl suyunda ve sedimentindeki ağır metal (Cd, Cr, Zn, Cu, Fe, Mn, Pb) birikimleri tespit edilmiştir.

Cyprinus carpio'nun solungaç dokusunda ağır metal değerleri Fe>Pb>Zn>Cr>Mn>Cd>Cu, böbrekte Fe>Pb>Zn>Cr>Mn>Cu>Cd, kasta Fe>Pb>Cr>Zn>Mn>Cd>Cu, karaciğerde Fe>Zn>Pb>Cr>Mn>Cd>Cu şeklinde bulunmuştur. *Cyprinus carpio*'nun dokularında ölçülen Cd ve Pb değerleri su ürünleri kabul edilebilir değerlerinin üzerinde bulunmuştur (Tablo 6.1.).

Göksu ve ark. (2003) Seyhan Baraj Gölü'nde yaptığı çalışmada *Cyprinus carpio*'nun kas dokusunda ağır metal birikiminin en fazla Fe, en az Cd olduğunu tespit etmişlerdir [28]. *Cyprinus carpio* ile yapılan bir başka çalışmada solungaçta Cd>Pb>Ni>Cr, karaciğerde Pb>Cd>Ni>Cr, böbrekte Pb>Cd>Cr>Ni, kasta Pb>Cr>Cd>Ni şeklinde bulunmuştur [29]. Her iki çalışmada da tespit edilen ağır metal değerlerinin kabul edilebilir limit değerlerinin üzerinde olduğu bildirilmiştir. Karacaören-2 Baraj Gölü'nde yapılan bir çalışmada *Cyprinus carpio*'nun kas, karaciğer ve solungaç dokularında Fe, Zn tüm dokularda tespit edilirken, Cd ve Cr hiçbir dokuda tespit edilmediği bildirilmiştir [43]. Bizim çalışmamızda da Fe tüm dokularda en fazla bulunan metal olurken, Cd ve Cr tüm dokularda daha az değerlerde tespit edilmiştir. Beyşehir Gölü'nde *C. carpio*'nun kas, karaciğer ve solungaç dokularında Fe ve Zn tespit edilirken, Cu yalnızca karaciğerde, Mn ise sadece solungaç dokusunda tespit edilmiştir [23]. Enne Baraj Gölü'nde yapılan bir çalışmada *Cyprinus carpio*'nun kas dokusunda Zn>Fe>Cd, solungaç dokusunda Zn>Fe>Cd olarak bulunmuştur [2].

İncelenen *Carassius carassius* örneklerinde ağır metal birikimi solungaçta Fe>Pb>Zn>Cr>Mn>Cu>Cd, böbrekte Fe>Pb>Zn>Cr>Mn>Cd>Cu, kasta Fe>Pb>Cr>Zn>Mn>Cu>Cd ve karaciğerde Fe>Pb>Cr>Zn>Mn>Cd>Cu olarak belirlenmiştir. Fe tüm dokularda en fazla bulunan metal olurken en az Cu karaciğer ve böbrek, Cd solungaç ve kas dokusunda tespit edilmiştir. *Carassius carassius*'un dokularında ölçülen Cd ve Pb değerleri su ürünleri kabul edilebilir değerlerinin üzerinde bulunmuştur (Tablo 6.1). Enne Baraj Gölü'nde yapılan çalışmada, *Carassius carassius*'un kas dokusunda Zn>Fe>Cu>Mn>Cr>Cd, solungaç dokusunda Zn>Fe>Mn>Cu>Cd, karaciğer dokusunda Fe>Zn>Cu>Mn>Cd olarak tespit edilmiştir [2].

Blicca bjoerkna'nın solungaç dokusunda Fe>Pb>Cr>Zn>Mn>Cd>Cu, böbrek dokusunda Fe>Pb>Cr>Zn>Cd>Mn>Cu, kas dokusunda Fe>Pb>Cr>Zn>Cd>Mn>Cu, karaciğer dokusunda Fe>Pb>Cr>Zn>Cu>Cd>Mn olarak ölçülmüştür. Dokularda en fazla biriken metal Fe olurken en az biriken metal solungaç, böbrek ve kas dokularında Cu, karaciğer dokusunda Mn olmuştur. *Blicca bjoerkna*'nın dokularında ölçülen Cd ve Pb değerleri su ürünleri kabul edilebilir değerlerinin üzerinde bulunmuştur (Tablo 6.1).

Perca fluviatilis'in solungaç dokusunda Fe>Pb>Cr>Zn>Mn>Cd>Cu, böbrek dokusunda Fe>Pb>Cr>Zn>Cd>Cu>Mn, kas dokusunda Fe>Pb>Cr>Zn>Mn>Cd>Cu, karaciğer dokusunda Fe>Pb>Zn>Cr>Cu>Mn>Cd olarak ölçülmüştür. Fe tüm dokularda en fazla biriken metal olurken, en az biriken metaller solungaç ve kas dokularında Cu, böbrek dokusunda Mn, karaciğer dokusunda Cd olmuştur. *Perca fluviatilis*'in dokularında ölçülen Cd ve Pb değerleri su ürünleri kabul edilebilir değerlerinin üzerinde bulunmuştur (Tablo 6.1).

Blicca bjoerkna ve *Perca fluviatilis* türleri ile ülkemizde ağır metalle ilgili herhangi bir araştırmaya rastlanmadığı için karşılaştırma yapılamamıştır.

Sander lucioperca'nın solungaç dokusunda Fe>Pb>Cr>Zn>Mn>Cd>Cu, böbrek dokusunda Fe>Pb>Cr>Zn>Mn>Cd>Cu, kas dokusunda Fe>Pb>Cr>Zn>Mn>Cd>Cu, karaciğer dokusunda Fe>Pb>Cr>Zn>Mn>Cu>Cd olarak ölçülmüştür. Fe tüm dokularda en fazla biriken metal olurken, en az biriken metaller solungaç, kas ve böbrek dokularında Cu, karaciğer dokusunda Cd olmuştur. *Sander lucioperca*'nın dokularında

ölçülen Cd ve Pb değerleri su ürünleri kabul edilebilir değerlerinin üzerinde bulunmuştur (Tablo 6.1). Seyhan Baraj Gölü'nde yapılan bir çalışmada *Sander lucioperca*'nın tüketilebilir et kısmında Fe>Zn>Cd olarak ölçülmüştür. Ortalama değerler Fe 1,85±0,20 mg/g, Zn 0,54±0,22 mg/g, Cd 0,49±0,09 mg/g (yaş ağırlık) olarak bulunmuştur [28]. Bu çalışmada ise Fe 5,873±8,672, Zn 0,385±0,360, Cd 0,314±0,141 mg/kg olarak bulunmuştur. Bulunan değerler benzerlik göstermektedir.

Baraj suyunda yapılan ölçümlerde Fe ortalama 29,81±2,107 µg/L olarak ölçülmüş olup, Cd, Cr, Zn, Cu, Mn, Pb ölçülememiştir. Suda tespit edilen Fe değeri Su kirliliği ve kontrolü yönetmeliğine göre baraj suyu 1. kalite su sınıfına girmektedir (Tablo 6.1).

Tablo 6.37. Balık dokularında ve sucul ortamda bazı ağır metallerin kabul edilebilir değerleri [39], [40], [41].

Ağır Metaller	Balıkta kabul edilebilir değerler (mg/kg)	Suda kabul edilebilir değerler (mg/L)
Cd	0,10	0,01
Cr	4,10	0,10
Zn	50,00	0,003
Cu	20,00	0,01
Fe	410,00	0,7
Mn	190,00	1,00
Pb	1,00	0,10

Sedimentte yapılan ölçümler sonucunda Fe>Mn>Cr>Pb>Zn>Cu>Cd olarak ölçülmüştür. Yapılan ölçümler sonucunda sedimentte ölçülen metal değerleri EPA'nın (Environmental Protection Agency) belirttiği en düşük etkili konsantrasyonlar seviyesinde bulunmuştur (Tablo 6.2).

Tablo 6.38. Sediment kalite yönergesi (mg/kg kuru ağırlık) [42].

Metaller	En Düşük Etkili Konsantrasyon	Yüksek Etkili Konsantrasyon
Cd	0,60	10
Cr	26	110
Zn	120	820
Cu	16	110
Fe	20000	40000
Mn	460	1100
Pb	31	250

Baraj gölü suyunda Fe dışında metal iyonlarına rastlanmamasına karşı, sedimentte ve balık dokularında metal iyonlarının bulunması suyun fizikokimyasal özellikleriyle de yakında ilişkilidir. Çalışma süresince baraj gölü suyunun pH'ı ortalama 8,15 olarak ölçülmüştür. Bu seviyedeki pH'da metallerin büyük bir kısmının suda çözünmeden sedimente geçerek biriktiği, buradan da herbivor ve omnivor türlerin sediment kaynaklı beslenmesi sonucu vücuda alınması, karnivor türlerin de birikim gösteren diğer türlerle beslenmesi sonucu vücuda alınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

6.2. Sonuç

Yapılan çalışma sonucunda baraj gölünde tespit edilen 6 balık türü, Trakya bölgesi iç sularında geniş bir dağılım göstermektedir [33]. Bu nedenle de iç su balıkçılığında önemli yer tutmaktadır. Trakya bölgesindeki baraj göllerinde daha önce balıklardaki ağır metaller üzerine bir çalışmaya rastlanmadığından çalışmamız bundan sonra bölgede yapılacak bu tür çalışmalara öncü olacaktır. Yapılan çalışmada ağır metal konsantrasyonu tüm dokularda türe, yaşa, boy ve ağırlığa göre farklılık göstermekle birlikte, dokulardaki birikim dokunun görev ve işlevlerine göre de farklılık göstermektedir.

Ölçümler sonucunda tespit edilen ağır metallerden Cd ve Pb değerleri su ürünleri kabul edilebilir değerlerinin üzerinde bulunmuştur. Bu sonuç gölde yaşayan balıklar ve tüketen insanlar açısından tehlike arz etmektedir. Bölgede bu tip araştırmaların devamı önerilmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Sağlam, N., Cihangir, N., ***Ağır Metallerin Biyolojik Süreçlerle Biyosorbsiyonu Çalışmaları***, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11, 157-161, 1995.

[2] Köse, E., ***Enne Barajı'nda Yaşayan Balıklarda Ağır Metal Birikiminin Araştırılması***, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, 70s., 2007.

[3] Dökmeci, A.H., ***Gala Gölü ve Gölü Besleyen Su Kaynaklarında Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması***, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı, 110 s., 2005.

[4] Dautremepuits, C., Betoulle, S., Vernet, G., ***Antioxidant Responses Modulated by Copper in Healthy and Parasitized Carp (C. carpio,* Linnaeus, 1758*) by Pthchobothrium sp. (Cestoda)***, Biochimica et Biophysica Acta, 1573, 4-8, 2002.

[5] Ersoy, B., ***Kuzeydoğu Akdeniz (Adana/Karataş) Bölgesinde Avlanma Mevsiminde Tüketilen Balıkların Besin Kompozisyonu ve Ağır Metal İçerikleri***, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı, 142 s., 2006.

[6] Kayhan, F.E., Muşlu, M.N., Koç, N.D., ***Bazı Ağır Metallerin Sucul Organizmalar Üzerinde Yarattığı Stres ve Biyolojik Yanıtlar***, Journal of Fisheries Sciences, 3(2): 153-162, 2009.

[7] Arslan, M., Karaytuğ, S., Cicik, B., ***Bakırın Clarias lazera* (Valenciennes, 1840)*'da Doku, Glikojen ve Serum Glukoz Düzeyi Üzerine Etkileri***, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, Vol:23, 23-27 s., 2006.

[8] Karadede, H., ***Atatürk Baraj Gölü'nde Su, Sediment ve Balık Türlerinde Ağır Metal Birikiminin Araştırılması***, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, 72 s., 1997.

[9] Cicik, B., Ay, Ö., Karayakar, F., ***Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)*'da Bakırın Kas ve Karaciğer Dokularındaki Birikiminin Total Protein Derişimi Üzerine Etkileri***, S.D.Ü. Eğridir Su Ürünleri Dergisi, Cilt:2, Sayı:12, 26-31 s., 2004.

[10] Tuncay, Y., ***Kovada Gölü'nde Yaşayan Istakozlarda (Astacus leptodactylus,* Eschscholtz, 1823*) Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi***, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Entitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, 51 s., 2007.

[11] Kuşatan, Z., Cicik, B*., Clarias lazera (*Valenciennes, 1840*)'da Kadmiyumun Solungaç, Karaciğer, Böbrek, Dalak ve Kas Dokularındaki Birikimi*, S.D.Ü. Eğridir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 2, 12, 59-66 s., 2004.

[12] Uslu, H., ***Kars Çayı'nda Avlanan Siraz (Capoeta capoeta capoeta,* Guldenstaedt, 1772*) Balıklarında ve Ortam Sedimentinde Bazı Ağır Metallerin Derişim Düzeylerinin İncelenmesi***, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, 48 s., 2007.

[13] Hodson, P.V., ***The Effects of Metal Metabolism on Uptake, Disposition and Toxicity in Fish***. Aquat Toxicol, 11, 3-18, 1988.

[14] Melgar, M.J., Perez, M., Garcia, M.A., Alonso, J., Miguez, B., ***The Toxic and Accumulative Effects of Short Term Exposure to Cadmium in Rainbow Trout (Oncorhyncus mykiss).*** Vet. Hum. Toxicol., 39(2), 79-83, 1997.

[15] Shah, S.L., Altındağ, A., ***Haemotological Parameters of Tench (Tinca tinca, L. 1758) on Acute and Chronic Exposures of Lethal and Sublethal Treatments of Cadmium.*** Fresenius Environmental Bulletin, 13, 1477-1480, 2004.

[16] Canlı, M., Ay, Ö., Kalay, M., ***Levels of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu, Cr, Ni) in Tissue of Cyprinus carpio, Barbus capito and Chondrostomata regium From The Seyhan River.*** Turkey. Turkish Journal of Zoology, 22: 149-157, 1998.

[17] Lugowska, K., Jezierska, B., ***Effects of Copper and Lead on Common Carp Embryos and Larvae at Two Temperatures.*** Folia Univ., Agric. Stetin (Piscria), 26, 29-38, 2000.

[18] Uysal, H., Tunçer, S., Yaramaz, Ö., ***Gölcük ve Gölmarmara Gölleri'nde Yaşayan C. carpio, S, glanis, A. anguilla'da Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması.*** 8. Ulusal Biyoloji Kongresi Tebliğleri, İzmir, Cilt:2, 444-453 s., 1986.

[19] Çiçek, A., Koparal, A.S., ***Porsuk Baraj Gölü'nde Yaşayan Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) *ve Barbus plebejus* (Bonaparte, 1832)*'de Kurşun, Krom***

ve Kadmiyum Seviyeleri. Anadolu Üniversitesi Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi, 10 s., 1999.

[20] Aksun, F.Y., ***Karamık Gölü'nde Yaşayan Turna Balıklarında (Esox lucius,* Linnaeus, 1758*) Ağır Metal Birikimi.*** 8. Ulusal Biyoloji Kongresi, İzmir, 2, 454-461 s., 1986.

[21] Hilmy, A.M., El Domiaty, N.A., Doobees, A.Y., Abdellatife, H.A., ***Some Physiological and Biochemical Indices of Zinc Toxicity in Two Freshwater Fishes, Clarias lazera and Tilapia zilli.*** Comp. Biochem. Physiol., 87C(2), 297-301 s., 1987.

[22] Adham, K.G., Hassan, L.F., Taha, N., Amin, T.H., ***Impact of Hazadous Exposure to Metals in the Nile and Delta Lakes on the Catfish Clarias lazera.*** Environmental Monitoring and Assessment, 54, 107-124, 1999.

[23] Tekin-Özan, S., Kır, İ., ***Seasonal Variations of Heavy Metals in the Some Organs of Carp (Cyprinus carpio L., 1758) From Beyşehir Lake (Turkey).*** Environmental Monitoring and Assessment, 138:201-206, 2008.

[24] Öztürk, M., Bat, L., ***Altınkaya Barajı'nda (Samsun) Yaşayan Cyprinus carpio (L., 1758) Türünün Çeşitli Organ ve Dokularındaki Bazı Ağır Metallerin Birikimi.*** 2. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildirileri,650-667 s., 1995.

[25] Karadede, H., Ünlü, E., ***Concentrations of Some Heavy Metals in Water, Sediment and Fish Species From The Atatürk Dam Lake (Euphrates)-Turkey.*** Chemosphere, 41, 1371-1376 p., 2000.

[26] Karaytuğ, S., ***Kadmiyumun Cyprinus carpio (L. 1758)'da Serum Parametrelerine Etkileri ve Doku Birikimi.*** Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, 50 s., 2004.

[27] Çalta, M., Canpolat, Ö., ***Hazar Gölü'nden Yakalanan Capoeta capoeta umbla (Heckel, 1843)'da Bazı Ağır Metal Miktarlarının Tespiti.*** Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(1), 225-230, 2002.

[28] Göksu, M.Z.L., Çevik, F., Fındık, Ö., Sarıhan, E., ***Seyhan Baraj Gölü'ndeki Aynalı Sazan (Cyprinus carpio* L., 1758*) ve Sudak (Stizostedion lucioperca* L., 1758*)'larda Fe, Zn, Cd Düzeylerinin Belirlenmesi.*** Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt:20, Sayı:1-2, 69-74 s., 2003.

[29] Vinodhini, R., Narayanan, M., ***Bioaccumulation of Heavy Metals in Organs of Fresh Water Fish Cyprinus carpio (Common Carp).*** Int. J. Environ. Sci. Tech., 5(2), 179-182, 2008.

[30] Mendil, D., Uluözlü, Ö.D., Hasdemir, E., Tüzen, M., Sarı, H., Suiçmez, M., ***Determination of Trace Metal Levels in Seven Fish Species in Lakes in Tokat, Turkey.*** Food Chemistry, Vol:90, Issues:1-2, 175-179 p., 2005.

[31] Kuru, M., ***Omurgalı Hayvanlar***, Palme Yayıncılık, Ankara, 2006.

[32] Demirsoy, A., ***Yaşamın Temel Kuralları, Omurgalılar/Amniyota, Cilt:3, Kısım:1.*** Meteksan Yayınları, Ankara, 1999.

[33] Geldiay, R., Balık, S., ***Türkiye Tatlı Su Balıkları.*** Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:46, (3. Baskı), Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, 1996.

[34] www.dsi.gov.tr/barajlar

[35***] Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms (Fourth Edition).*** EPA/600/4-90/027F, August 1993.

[36] UNEP, ***Determination of Total Cadmium, Zinc, Lead and Copper in Selected Marine Organisms by Flameless Atomic Absorption Spectrophotometry.*** Reference Methods for Marine Pollution Studies, No:11, Rev.:1, 1984

[37] Dural, M., Göksu, M.Z.L., ***Çamlık Lagünü (Karataş/Adana), Seston, Bentoz ve Sedimentinde Mevsimsel Ağır Metal Değişimi.*** Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt:23, Ek (1/1): 65-69, 2006.

[38] Uysal, H., Tunçer, S., ***İzmir Körfezi'nin Pollusyonlu Zemininde Yaşayan Arca amygdalum ve Carbula gibba Üzerinde Ağır Metallerin Akümülasyonları ve Dağılımları.*** E.U. Faculty of Science Journal Series B., Suppl., 542-548, 1983.

[39] Anonim, ***Su Ürünleri Kanunu ve Su Ürünleri Yönetmeliği***, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Ankara, 63-78 s., 2002.

[40] Özden, Y., ***Enne ve Porsuk Barajı Sedimentine Bağlı Ağır Metallerin Cyprinus carpio'nun Değişik Dokularına Biyoakümülasyonunun Araştırılması.*** Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, 42 s., 2008.

[41] http://www.epa.gov

[42] http://www.ene.gov.on.ca/envision/gp/B1-3.pdf

[43] Kır, İ., Tumantozlu, H., ***Karacaören-2 Baraj Gölü'ndeki Su, Sediment ve Sazan (Cyprinus carpio) Örneklerinde Bazı Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi.*** Ekoloji 21, 82, 65-70, 2012.

[44] ***Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği.*** 31/12/2004 tarih, 25687 sayılı Resmi Gazete.

ÖZGEÇMİŞ

25.06.1985 tarihinde Edirne'nin Uzunköprü ilçesinde doğdum. İlkokulu Ergene İlkokulunda, ortaokul ve liseyi Uzunköprü Muzaffer Atasay Anadolu Lisesinde tamamladım. 2004 yılında başladığım lisans eğitimimi 2009 yılında Mersin Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinde tamamladım. 2009 yılında Trakya Üniversitesi Biyoloji Bölümünde yüksek lisans çalışmalarıma başladım.