

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARACAÖREN I (ISPARTA-BURDUR) BARAJ GÖLÜ'NDEKİ
SU, SEDİMENT VE SAZAN (*Cyprinus carpio* L.,1758)
ÖRNEKLERİNDE BAZI AĞIR METAL BİRİKİMİNİN
İNCELENMESİ**

Muhammed ERDOĞAN

**Danışman
Doç. Dr. İsmail KIR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2014**

© 2014 [Muhammed ERDOĞAN]

TEZ ONAYI

Muhammed ERDOĞAN tarafından hazırlanan "Karacaören I (Isparta-Burdur) Baraj Gölü'ndeki Su, Sediment ve Sazan (*Cyprinus carpio* L.,1758) Örneklerinde Bazı Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyoloji Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Doç. Dr. İsmail KIR
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Ali GÖK
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Fahrettin KÜÇÜK
Süleyman Demirel Üniversitesi

Enstitü Müdürü

Prof.Dr.Ahmet ŞAHİNER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Muhammed ERDOĞAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. METARYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1. Araştırma Alanı	14
3.2. Su Örneklerinin Ağır Metal Analizine Hazırlanması.....	15
3.3. Sediment Örneklerinin Ağır Metal Analizine Hazırlanması	15
3.4. Balık Örneklerinin Ağır Metal Analizine Hazırlanması	15
3.5. İstatiksel Analizler.....	16
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	17
4.1. Suda Ölçülen pH ve Sıcaklık Değerleri	17
4.2. Suda ve Sedimentte Ölçülen Ağır Metaller.....	17
4.3. Sazan Dokularında Ölçülen Ağır Metaller	20
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	23
KAYNAKLAR	31
ÖZGEÇMİŞ	37

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KARACAÖREN (ISPARTA-BURDUR) I BARAJ GÖLÜ'NDEKİ SU, SEDİMENT VE SAZAN (*Cyprinus carpio* L.,1758) ÖRNEKLERİNDE BAZI AĞIR METAL BİRİKİMİNİN İNCELENMESİ

Muhammed ERDOĞAN

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İsmail KIR

15.06.2011-15.05.2012 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada; Karacaören I Baraj Gölü'nün su ve sedimenti ile gölde yaşayan sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'ların bazı dokularında ağır metal birikiminin incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma süresince; Karacaören I Baraj Gölü'nün değişik bölgelerinden mevsimlik olarak yakalanan 20 adet sazan örneği incelenmiştir. Örneklerin ağır metal analizi ICP-OES cihazı ile yapılmıştır.

Karacaören I Baraj Gölü suyunun pH değeri 7,54-8,29 arasında ölçülmüştür. Suda yapılan ağır metal analizleri sonucunda incelenen tüm metaller Yaz mevsiminde, Hg, Cd, Co ve Mn hiçbir mevsimde tespit edilememiştir. Cu, Zn ve Pb sadece İlkbahar mevsiminde, Fe, Al, Cr, Ni ve B farklı mevsimlerde tespit edilmiştir. Suda en fazla bulunan metalin Fe olduğu belirlenmiştir. Sedimentte yapılan ağır metal analizinde Fe, Cu, Al, Zn, Pb, Ni, Co ve Mn tüm mevsimlerde, Cd Yaz mevsiminde, Cr Yaz ve Sonbahar mevsimlerinde belirlenirken, en fazla biriken metalin Fe olduğu görülmüştür. Hg ve B tüm mevsimlerde analiz sınırının altında çıkmıştır. Sazanın farklı dokularında yapılan ağır metal analizleri sonucunda en fazla biriken metalin Zn olduğu tespit edilmiştir. Zn her mevsimde bütün dokularda belirlenirken, Cu ve Co sadece yaz mevsiminde karaciğer dokusunda birikmiştir. B metali tüm mevsimlerde hiçbir dokuda belirlenmemiştir. Diğer metaller ise farklı mevsim ve farklı dokularda tespit edilmiştir. Metallerin, karaciğer ve solungaçta, kas dokusuna göre daha fazla biriktiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karacaören I Baraj Gölü, *Cyprinus carpio*, su, sediment, ağır metal, su kirliliği

2014, 37 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE ANALYSIS OF SOME HEAVY METAL ACCUMULATIONS IN WATER, SEDIMENT AND CARP (*Cyprinus carpio* L., 1758) SAMPLES IN KARACAOREN (ISPARTA-BURDUR) I DAM LAKE

Muhammed ERDOĞAN

Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Biology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İsmail KIR

This study was carried out between 15.06.2011 - 15.05.2012, and it aimed to investigate of the accumulation of heavy metals in water and sediment of Karacaören I Dam Lake and some tissues of carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) which inhabit at the lake.

During the study; 20 carps which captured from different regions of Karacaören I Dam Lake with seasonal periods were examined. Heavy metal analysis of samples were made by ICP-OES.

Karacaören I Dam Lake water pH value was measured between 7,54-8,29. As a result of the analyses, Hg, Cd, Co and Mn were not found in any season. Also there was no any heavy metals detected on Summer amongst analysed metals. Cu, Zn and Pb were found only Spring, Fe, Al, Cr, Ni and B were found in different seasons. Maximum presented metal in water was Fe. As a result of heavy metal analysis of sediment, Fe, Cu, Al, Zn, Pb, Ni, Co and Mn were detected in all seasons, while Cd was only on Summer, Cr was on Summer and Fall. Also Fe was the most accumulated metal in sediment. Hg and B were found under the limit of detection in all seasons. As a result of heavy metal analysis of different carps tissues, the most accumulated metal was found Zn which determined in all tissues in every seasons. Cu and Co were detected only in the liver tissues on summer. There was no B found in any tissue in any seasons. Other metals were detected in different seasons and in different tissues. Also we found that metals were accumulated in gills and liver, more than muscle tissue.

Keywords: Karacaören I Dam Lake, *Cyprinus carpio*, water, sediment, heavy metal, water pollution

2014, 37 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Doç. Dr. İsmail KIR'a teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmaları esnasında bilgi ve birikimlerinden faydalandığım Kimya Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Esengül KIR'a teşekkür ederim.

Balık örneklerinin temininde yardımcı olan balıkçı Şaban GÜZEL, arazi ve laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Hülya ARKAN ve İshak SAMANCI'ya, istatistiksel değerlendirmeler sırasındaki yardımları için Yrd. Doç. Dr. Özgür KOŞKAN'a ve ICP-OES'de ağır metal analizlerinin yapılmasında emeği geçen okutman Hüseyin TUNÇMEN'e teşekkür ederim.

2854-YL-11 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Muhammed ERDOĞAN
ISPARTA, 2014

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1.1. Karacaören I Baraj Gölü	14

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Sucul ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerleri	3
Çizelge 1.2. Balık dokularında ağır metallerin kabul edilebilir değerleri.....	3
Çizelge 4.1.1. Karacaören I Baraj Gölü suyunda ölçülen pH ve sıcaklık değerleri.....	17
Çizelge 4.2.1. Karacaören I Baraj Gölü su ve sedimentindeki Fe, Cu, Al, Hg, Cd, Zn, Pb, Cr, Ni, Co, Mn ve B miktarları ($\mu\text{g/L}$, $\mu\text{g/g}$)	18
Çizelge 4.2.2. Su örneklerinde yapılan ağır metal ölçümlerinin Kruskal-Wallis Test sonuçları.....	19
Çizelge 4.2.3. Sediment örneklerinde yapılan ağır metal ölçümlerinin Kruskal-Wallis Test sonuçları	20
Çizelge 4.3.1. Sazanın kas, karaciğer ve solungacındaki Fe, Cu, Al, Hg, Cd, Zn, Pb, Cr, Ni, Co, Mn ve B miktarları ($\mu\text{g/g}$).	21
Çizelge 4.3.2. Sazan örneklerinde yapılan ağır metal ölçümlerinin mevsimsel olarak Kruskal-Wallis test sonuçları	22
Çizelge 4.3.3. Sazan örneklerinde yapılan ağır metal ölçümlerinin dokularda Kruskal-Wallis test sonuçları	22

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Al	Alimünyum
As	Arsenik
B	Bor
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
EC	European Commission
EPA	US Environmental Protection Agency
FAO	Food and Agriculture Organization
Fe	Demir
g	gram
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
HCl	Hidro Klorik Asit
HF	Hidrojen Florür
HNO ₃	Nitrik Asit
kg	kilogram
km ²	kilometre kare
L	litre
m	metre
Mg	Magnezyum
mg	miligram
ml	mililitre
Mn	Mangan
Ni	Nikel
nm	nanometre
Pb	Kurşun
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
TGK	Türk Gıda Koteksi
TKB	Tarım ve Köyişleri Bakanlığı
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
WHO	World Health Organization
Zn	Çinko
μ	mikron
μg	mikrogram
μl	mikrolitre

1. GİRİŞ

Çevre, doğa ve insan tarafından biçimlenen öğelerin bütünüdür. Çevre ve insan birbirini tamamlayan, karşılıklı etkileşim içinde olan kavramlardır. Fakat son yıllarda insan-doğa ilişkilerinin olumsuz yönde çeşitli boyutlara ulaştığı ve dengenin bozulduğu görülmektedir (Ağcasulu, 2007). Doğal dengeyi, insan ve hayvan sağlığını tehdit eden en önemli unsurların başında çevre sorunları gelmekte ve bu sorunlar her geçen gün gittikçe büyüyerek karşımıza çıkmaktadır (Erdoğrul ve Erbilir, 2007).

Sucul ekosistemler, dünya üzerindeki önemli ekosistemlerden olmasına rağmen pek çok atık için ideal deşarj yeri olarak kabul edilmekte, basit ve ucuz bir boşaltma seçeneği olarak görülmektedir (Arslan vd. 2011). Özellikle de sucul habitatların gittikçe kirlenmesi ve tükenmesi ekonomik, ekolojik ve sosyolojik bakımdan ciddi sorunların çıkmasına sebep olmaktadır. Bunlar genelde, besin maddesi üretiminin azalması, sucul ekosistemlerde ekolojik dengenin bozulması ve hastalıkların artması olarak sıralanabilmektedir (Köse ve Uysal, 2008).

Su kirliliği, insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan, kullanımını engelleyen ve ekonomik dengeleri bozan kalite değişimleridir. Su kirliliğinin diğer bir tanımı; su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, su ürünlerinde, su kalitesinde ve suyun diğer amaçlarla kullanılmasında engelleyici bozulmalar yaratacak madde ve enerji atıklarının boşaltılması şeklindedir. FAO ise su kirliliğini; canlı kaynaklara zararlı, insan sağlığı için tehlikeli, balıkçılık gibi çalışmalarını engelleyici ve su kalitesini zedeleyici etkiler yapabilecek maddelerin suya atılması şeklinde tanımlamıştır (Sönmez vd. 2008).

Su kirliliği fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere 3 kısımda toplanmaktadır. Suların fiziksel olarak kirlenmesi, dışarıdan herhangi bir maddenin su bünyesine girerek olumsuz değişiklik yapması şeklinde tanımlanabilir. Biyolojik kirlilik, su ekosistemindeki canlıların aktiviteleri sonucu oluşan bir kirlenmedir. Suda meydana gelen kirliliğin büyük bir çoğunluğunu kimyasal kirlenme oluşturur. Bu tip

kirlenmeye kaynaklık eden birçok sebep vardır. Özellikle son yıllarda endüstrileşmenin ve sanayinin gelişimi ile beraber tarımsal mücadelede pestisit ve kimyasal ilaç kullanımından kaynaklanan bu tip kirlenmelere sıkça rastlanılmaktadır. Sanayi artıkları, tarımsal ilaç atıkları ve endüstri, petrol, deri, deterjan atıkları su kimyasında özellikle balıklar ve su canlıları aleyhine önemli değişiklikler meydana getirerek ölümlerine sebep olmaktadır (Sönmez vd. 2008).

Ağır metal kirliliği; endüstriyel atıklar, pestisitler, maden yatakları gibi çeşitli kaynaklardan doğal ortama bulaşabilmeleri, çevre koşullarına dayanıklı olmaları ve besin zinciri yoluyla aktarılabilmesi nedeniyle kimyasal kirleticiler arasında ilk sıradadırlar (Çalışkan, 2005).

Ağır metaller, doğal sularda eser miktarda bulunur. Ancak endüstriyel atıkların içme sularına karışması veya ağır metalle kirlenmiş partiküllerin atmosfere oradan toprak ve suya geçmesiyle sulardaki yoğunlukları artmaktadır (Türkoğlu, 2008). Bunların dışında taşıtlardan kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), bakır (Cu), krom (Cr), çinko (Zn) gibi ağır metaller atmosfere ve toprağa çeşitli şekillerde verilmektedir. Ulaştırma kaynaklı ağır metaller çevre kirliliğine neden olan en önemli etkenlerdendir ve bunların çok küçük yoğunlukları bile toksik etki yaratmaktadır. Ağır metallerin çevre ortamında yaygın bir şekilde birikmesi, tüm canlılar için giderek artan bir tehlike oluşturmaktadır (Uzun vd. 2014). Ağır metaller beslenme zinciri içerisinde üst seviyelere doğru birikme eğilimindedirler. Bu kirleticiler bazı toleranslı türler tarafından biriktirilerek giderek artan bir oranda besin zincirinin üst tabakalarına taşınarak canlılara ve özellikle insanlara zarar vermektedir (Türkoğlu, 2008). Ağır metaller beslenme zinciriyle, ya doğrudan planktonlarla ya da su ortamındaki diğer tüketici organizmalarla balıklara geçmektedir. Bu metallerin balıklardaki konsantrasyonu, balık türünün beslenme alışkanlığı ile ilgili olduğundan balığın dokuları ve organları arasında da farklılık gösterir. Biyolojik döngünün bir halkasını oluşturan ve önemli bir protein kaynağı olarak tüketilen balıklarda giderek artan ağır metal birikimi, hem balıklarda toksik etki yapmakta hem de insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Ağcasulu, 2007).

Tarım ve Köy işleri Bakanlığı'nın su ürünleri yönetmeliğine göre sucul ortamdaki ve balık dokularındaki ağır metallerin kabul edilebilir değerleri Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Sucul ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerleri (TKB, 2008)

Ağır metalin adı	Kabul edilebilir değer(mg/L)
Al	0,07
As	0,1
Cu	0,01
Be	0,015
B	3,0
Br	1,0
Hg	0,004
Zn	0,003
Fe	0,7
Ag	0,003
Cd	0,01
Co	1,0
Pb	0,1
Cr	0,1
Mn	1,0
Ni	0,3
Se	0,05
Sn	1,2

Çizelge 1.2. Balık dokularında ağır metallerin kabul edilebilir değerleri (TKB, 2008)

Ağır metalin adı	Kabul edilebilir değer(mg/kg)
Cd	0,05
Cu	20,0
Hg	0,5
Zn	50,0
As	1,0
Pb	0,3

Bu çalışmanın amacı, Karacaören I Baraj Gölü'nün su ve sedimenti ile gölde yaşayan sazannın (*C. carpio* L., 1758) kas, karaciğer ve solungaçlarındaki bazı ağır metal birikimlerinin araştırılması, elde edilen bulgulara göre alıcı ortamın (su ve sediment) ve sazannın çeşitli dokularındaki ağır metal birikiminin Türk Standartları Enstitüsü ve Dünya Sağlık Örgütü kriterleriyle karşılaştırılmasıdır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sucul ortamlardaki biriken ağır metallerin araştırılmasına yönelik Dünya’da ve Ülkemizde çok sayıda çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalardan; Canlı vd. (1998), yaptıkları araştırmada Seyhan Nehri (Adana)’nde belirledikleri 5 istasyondan yakalanan *C. carpio*, *Barbus capito* ve *Chondrostoma regium*’un kas, karaciğer ve solungaç dokularındaki Cd, Pb, Cu, Cr ve Ni düzeylerini araştırmışlardır. Karaciğer ve solungaç dokularının, kas dokusuna göre daha yüksek düzeyde metal biriktirdiğini belirlemişlerdir.

Özkurt (2000), Çatören ve Kunduzlar (Eskişehir) baraj göletlerinde sazanın (*C. carpio* L., 1758) dokularında B birikimini araştırmıştır. Çatören barajındaki balık dokularında birikimin en düşük kas, en yüksek karaciğerde, Kunduzlar barajında ise en düşük kas, en yüksek beyin dokusunda olduğunu tespit etmiştir.

Karadede ve Ünlü (2000), Atatürk Baraj Gölü (Fırat Nehri)’nde yaptıkları çalışmada, gölün sedimentinde Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn’yi tespit ederlerken Cd, Co, Hg, Mo ve Pb’nin AAS’nin analiz limitinin altında olduğunu belirtmişlerdir. En fazla biriken metalin Fe olduğunu bildirmişlerdir.

Çiçek vd. (2001), Porsuk Baraj Gölü (Eskişehir)’nde yaşayan *C. carpio* Linnaeus, 1758 (Sazan) ve *Barbus plebejus* Bonaparte, 1832 (Bıyıklıbalık)’de ve göl suyunda ağır metallere Pb, Cr ve Cd seviyelerini araştırmışlardır. Balık dokularında kurşun ve krom analiz limitinin altında, kadmiyum değerlerini ise balık ve yumuşakçalar için kabul edilebilir ağır metal değerlerinin üzerinde belirlemişlerdir.

Göksu vd. (2003), Seyhan Baraj Gölü (Adana)’ndeki balıklardan, Aynalı Sazan ve Sudak balıklarının kas dokularında Fe, Zn ve Cd birikimini tespit etmişlerdir. Örnekler, aylık periyotlar ile alınmış ve AAS ile analiz edilmiştir. Ağır metal birikimini sırasıyla; Fe > Zn > Cd şeklinde bulmuşlardır.

Özmen vd. (2004), Hazar Gölü (Elazığ)’nın su ve sedimentinde bazı ağır metal (Zn, Fe, Mn, Ni, Cu, Cr, Co ve Pb) birikimini incelemişlerdir. Suda Zn, Fe, Mn, Ni, Cu ve

Pb belirlenirken, sedimentte Pb metaline rastlayamamışlardır. Sedimentte en fazla Fe'nin, en az ise Pb'nin biriktiğini kaydetmişlerdir.

Duman (2005), Sapanca (Sakarya) ve Abant (Bolu) göllerinin su, sediment ve bazı sucul makrofitlerinde ağır metal birikiminin mevsimsel değişimini araştırmıştır. Sapanca Gölü'nden 9, Abant Gölü'nden 3 istasyon seçilmiş ve bu istasyonlardan su, sediment ve makrofit örnekleri (*Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Potamogeton lucens* ve *Nuphar lutea*) alınmıştır. Sapanca Gölü su ve sedimentinde ağır metal kirliliğinin trafik, fosseptik atık, tarımsal gübre ve zirai ilaçlardan, Abant Gölü su ve sedimentinde ise trafik ve fosseptik atık kaynaklı olduğunu bildirmiştir.

Özözen (2005), Demirköprü ve Avşar (Manisa) barajlarından yakalanan *C. carpio*, su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal yoğunluklarını incelemiştir. Örneklerin analiz sonuçlarına göre ağır metal düzeylerinin sıralanışı suda; Fe > Pb > Cu > Ni > Cr > Cd, sedimentte; Fe > Ni > Cu > Cr > Pb > Cd, Demirköprü barajındaki *C. carpio* örneklerinde, kasta; Fe > Cu > Ni > Cr > Pb > Cd, solungaçta Fe > Ni > Cu > Pb > Cr > Cd, karaciğerde; Fe > Cu > Ni > Pb > Cr > Cd şeklinde, Avşar barajındaki *C. carpio* örneklerinde ise kasta; Fe > Cu > Pb > Ni > Cr > Cd, solungaçta; Fe > Cu > Ni > Pb > Cr > Cd, karaciğerde; Fe > Cu > Ni > Pb > Cr > Cd şeklinde saptamıştır.

Çalışkan (2005), Asi Nehri (Hatay)'nde yaptığı çalışmada nehirden alınan su, sediment ve karabalık (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) örneklerinde Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonlarını bir yıl süreyle mevsimsel olarak araştırmıştır. Çalışma sonucunda metal birikimlerinin mevsimler arasında farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Genellikle en yüksek birikim su ve balık örneklerinde yaz mevsiminde, sedimentte ise kış mevsiminde olduğunu bulmuştur. Balık dokuları arasında birikim genellikle karaciğerde en yüksek olmasına karşın Cr ve Mn solungaçta, Zn ise en fazla deride tespit edilmiştir. En az Cd, Cu, Mn ve Pb birikimi deride Co, Cr, Fe, Ni ve Zn ise kasta bulunmuştur. Sedimentteki birikimin balık ve suya oranla daha yüksek olduğu görülürken, sadece Cd suda daha fazla bulunmuştur. Genellikle birikim su < balık < sediment olmasına karşın Cr ve Ni metalleri balık < su < sediment olarak belirlenmiştir. Su, sediment ve balık örneklerindeki ağır metaller kabul edilebilir sınırların altında olduğunu görmüştür.

Kır vd. (2006), Karataş Gölü (Burdur)'nde yaptıkları çalışmada gölde yaşayan *Scardinius erythrophthalmus* L., 1758'un kas, karaciğer ve solungaç dokularındaki Fe, Zn, Mn, Cr, Pb ve Cd konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Bu ağır metaller arasından Cr, Pb ve Cd miktarları analiz sınırının altında olduğunu belirlemişlerdir. Zn'nin kastaki ortalama seviyesi 5,70-17,31 mg/kg arasında değiştiğini, Fe ve Zn'nin karaciğerdeki seviyelerinin sırasıyla 76,37-150,94 mg/kg; 93,14-116,41 mg/kg arasında olduğunu ve solungaçtaki sıralamasının ise Fe; 64,58-108,13 mg/kg, Zn; 130,15-170,84 mg/kg, Mn; 6,52-18,12 mg/kg arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Dural ve Göksu (2006), Çamlık Lagünü (Adana)'nde seston, bentoz ve sediment örneklerinde ağır metallere Pb, Cu, Zn, Cd, Fe'nin birikim miktarlarını ve bunların mevsimsel değişimini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada elde ettikleri bulguları değerlendirdiklerinde ise en çok Zn ($2295,06 \mu\text{gg}^{-1}$) ve Cd ($17,06 \mu\text{gg}^{-1}$)'nin sestonda; Fe ($30441,70 \mu\text{gg}^{-1}$) ve Pb ($67,29 \mu\text{gg}^{-1}$)'nin sedimentte; Cu ($72,24 \mu\text{gg}^{-1}$)'nin ise bentozda biriktiğini görmüşlerdir.

Parlak vd. (2006), Gediz Deltası (İzmir)'ndan alınan sediment örneklerinde bazı ağır metalleri (As, Pb, Cd, Ni, Cu, Co ve Cr) analiz ederek kirliliğin etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma bulgularına göre, As, Cu, Cd, Co, Ni ve Pb'nin bir kirlilik riski taşımadığı sonucunu elde etmişlerdir.

Kır vd. (2007), Kovada Gölü (Isparta)'nün su ve sedimentindeki bazı ağır metallerin birikimini çalışmışlardır. Göl suyunda yaptıkları ağır metal analizinde Fe her mevsimde, Zn İlkbahar ve Kış, Al sadece Yaz ve Ni'yi sadece İlkbaharda bulmuşlardır. Mn Kış döneminde, Cd, Cr, Cu ve Pb tüm mevsimlerde ICP-OES'nin analiz sınırının altında bulmuşlardır. Suda en fazla bulunan metalin Fe olduğunu, tespit edilen metallerin yaz ve ilkbahar aylarında arttığını saptamışlardır. Kovada Gölü'nün sedimentinde Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni tüm mevsimlerde bulunurken Cd Yaz ve Sonbaharda analiz sınırının altında belirlemişlerdir. Sedimentte en fazla biriken metalin Al olduğunu bulmuşlardır. Metal birikiminin yaz aylarında en yüksek düzeye ulaştığını belirlemişlerdir.

Canbek vd. (2007), Porsuk Çayı (Eskişehir)'ndeki 11 istasyonda su ve bazı Cyprinidae türlerinin değişik dokularında ağır metal konsantrasyonlarını

incelemişlerdir. Suda bulunan metal değerleri Zn, 20-90 µg/l, Mn 19-65 µg/l, Fe 17,8-65,8 µg/l, Ni 0,09-9,6 µg/l, Pb 0,01-8,8 µg/l, Cd 0,18-3,69 µg/l, Cu 0,0067 ve Cr 0,025 µg/l'dir. Dört balık türünün dokusu için yapılan çalışmada ise karaciğer için; Zn (*Capoeta tinca*) > Fe (*Leuciscus cephalus*) > Ni (*C. tinca*) > Mn (*C. capoeta*) > Cu (*L. cephalus*) > Cd (*C. tinca*) > Pb (*C. capoeta*) > Cr (*C. capoeta*). Kas için; Zn (*L. cephalus*) > Fe (*L. cephalus*) > Mn (*C. tinca*) > Ni (*C. capoeta*) > Cr (*L. cephalus*) > Pb (*Barbus plebejus*) > Cu (*C. capoeta*) > Cd (*C. capoeta*) şeklinde olduğunu belirlemişlerdir.

Erdoğrul ve Erbilir (2007), Kahramanmaraş Sır Baraj Gölü'nde yaşayan çeşitli balık örneklerinde ağır metalleri araştırmışlardır. Yaptıkları bu çalışmada *C. carpio*'nun kas dokusundaki değerleri Fe > Mn > Pb şeklinde sıralamışlardır.

Yılmaz ve Doğan (2007), Asi Nehri (Hatay)'ndeki çalışmalarında su ve balığın bazı dokularındaki ağır metal birikimini belirlemişlerdir. Sudaki ağır metalleri WHO, EC, EPA ve TSE'ye göre değerlendirmişlerdir ve bu kriterlere göre Cd, Cu, Ni ve Pb seviyelerini yüksek Fe, Zn ve Cr'nin ise uygun olduğunu saptamışlardır. Metallerin mevsimler arasında önemli farklılık gösterdiğini tespit ederken, balık kas, karaciğer ve solungaçlarında Cu, Fe, Ni ve Zn en yüksek değerde bulmuşlardır.

Tekin-Özan ve Kır (2007), Işıklı Gölü (Denizli)'nde yaşayan turna balığı (*Esox lucius* L., 1758)'nin karaciğerinde ve endoparazitindeki (*Raphidascaris acus* Bloch, 1779) bazı ağır metallerin (Fe, Zn, Cu, Mn ve Cr) seviyelerini araştırmışlardır. Cu, Mn ve Cr analiz sınırının altında çıkarken, karaciğerde Fe ve Zn tespit etmişlerdir.

Öztürk vd. (2008), Demirköprü Baraj Gölü (Manisa)'nın suyu, sedimenti ve sazanda ağır metal seviyelerini incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucunda, ağır metal seviyelerini suda Fe > Pb > Cu > Ni > Cr > Cd, sedimentte; Fe > Ni > Cu > Cr > Pb > Cd, sazanda; Fe > Cu > Ni > Cr > Pb > Cd, solungaçlarında; Fe > Ni > Cu > Pb > Cr > Cd, karaciğerinde; Fe > Cu > Ni > Pb > Cr > Cd şeklinde sıralamışlardır.

Fidan vd. (2008), Eber Gölü (Afyonkarahisar)'nde su ve *Carassius carassius*'un kas, karaciğer ve solungaçlarındaki ağır metal birikimini araştırmışlardır. Çalışma

sonucunda ağır metal birikiminin karaciğerde en fazla, kas dokusunda ise en düşük olduğunu bulmuşlardır.

Karataş ve Şeker (2008), Tokat Kaz Gölü'nde yaşayan sazan örneklerinin kas, solungaç ve gonadlarında ağır metal seviyelerini belirlemişlerdir. Yapmış oldukları bu çalışmanın sonunda insan ve balıklar açısından herhangi bir tehlikenin bulunmadığını bildirmişlerdir.

Tekin-Özan ve Kır (2008), Mart 2003 - Şubat 2005 tarihleri arasında Beyşehir Gölü'nden yakaladıkları sazan örneklerinin kas, karaciğer ve solungaç dokularında Fe, Cu, Zn, Mn, Cr, Pb ve Cd metallerinin seviyelerini araştırmışlardır. Bu ağır metallerin analizleri sonucunda Cr, Pb ve Cd analiz limitinin altında olduğunu tespit etmişlerdir. Dokular ve mevsimler arasında ağır metal konsantrasyonlarında önemli değişimler kaydetmişlerdir. En yüksek metal konsantrasyonu karaciğerde olduğunu belirlerken, bunu solungaç ve kasın takip ettiğini saptamışlardır. Sazan dokularında ağır metal birikiminin yaz ve kış mevsiminde arttığını, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ise azaldığını belirlemişlerdir.

Türkoğlu (2008), Van Gölü'nden alınan su, sediment ve inci kefalı (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) örneklerinde ağır metallere Cd, Cu, Zn ve Pb konsantrasyonlarını belirlemiştir. Araştırma sonucunda, ağır metal konsantrasyonunun sediment > balık > su olduğunu gözlemlerken balık dokuları arasında en fazla ağır metal birikimini karaciğerde, en düşük birikimi ise kasta tespit etmiştir. Su ve balık örneklerindeki Cd, Cu, Zn ve Pb değerlerinin kabul edilebilir sınırların altında bulmuştur.

Özden (2008), Enne (Kütahya) ve Porsuk (Eskişehir) Baraj Göllerinin sedimentinde ve *C. carpio*'nun farklı dokularında (Kas, deri, solungaç, karaciğer ve bağırsak) ağır metallerin birikim oranlarını araştırmıştır. Porsuk Baraj Gölü sedimentinde ağır metal birikiminin, Enne Baraj Gölü sedimentindeki ağır metal birikiminden daha yüksek olduğunu belirlemiştir.

Köse ve Uysal (2008), Enne Baraj Gölü (Kütahya)'ndeki eşeyssel olgunluğa erişmemiş pullu sazanların (*C. carpio*) kas, deri ve solungaçlarında ağır metal

birikimini incelemişlerdir. Kas dokusunun metal seviyeleri solungaçlardan önemli derecede düşük olduğunu belirlemişlerdir. Tespit edilen elementlerin dokularda birikim sırası ise; kas ve solungaçta $Ca > Mg > Zn > Fe > Cd$, deride $Ca > Mg > Fe > Zn > Cd$ olarak tespit etmişlerdir.

Alhas vd. (2009), Atatürk Baraj Gölü (Fırat Nehri)'nde yaşayan iki *Barbus* türünde bazı ağır metallerin konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Yapmış oldukları bu çalışmada balık türlerinin ağır metal konsantrasyonlarında önemli farklılıkların olduğunu bulmuşlardır. Karaciğer ve solungaçtaki ağır metal birikiminin kas dokusuna göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Akbulut vd. (2009), Kızılırmak Nehri'nde yaşayan üç balık türünün kas, solungaç dokuları ile gölün su ve sedimentinde ağır metal konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Suda bulunan metal sıralaması; $Br > Zn > Pb > Cr > Cu > Hg > Co$, sedimentte; $Cr > Zn > Pb > Cu > Co > Hg > Br$ şeklindeyken kas dokusunda; $Cu > Pb > Br > Cr > Hg > Co$ ve solungaç dokusunda $Zn > Pb > Cu > Cr > Br > Hg > Co$ şeklinde bulmuşlardır.

Öztürk vd. (2009), Avşar Baraj Gölü (Manisa)'nde su, sediment ve sazanın bazı dokularındaki ağır metal seviyelerini mevsimsel olarak incelemişlerdir. Su örneklerinde Fe değerinin referans kabul edilen değeri aştığını, sedimentte ise Fe'nin fazla biriktiğini bunu Ni, Cu, Cr, Pb ve Cd'nin takip ettiğini bulmuşlardır. Sazan örneklerinin bazı dokularındaki ağır metal seviyelerini ise kasta; $Fe > Cu > Pb > Ni > Cr > Cd$, solungaç ve karaciğerde; $Fe > Cu > Ni > Pb > Cr > Cd$ şeklinde sıralamışlardır.

Kandemir vd. (2010), Bafra Gölü (Samsun)'nde yaşayan sazanlarda ağır metal birikimini araştırmışlardır. Bu çalışmalarını sonucunda, Cd, Co, Ni, Cu, Fe, Se, Zn, Cr, Mn ve As Avrupa toplulukları ve türk gıda kodeksi limitinin altında belirlemişlerdir. Ancak Zn ve Cd'nin bazı dokularda diğer ağır metal düzeylerinden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Özdemir vd. (2010), Geyik Baraj Gölü (Muğla)'nün su, sediment ve gölde yaşayan *C. carpio* ve *C. carassius*'un bazı dokularında ağır metal konsantrasyonlarını

araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada su, sediment ve tüm balık dokularında ağır metal konsantrasyonlarını yüksek seviyede belirlemişlerdir. Su örneklerinde Cu kış mevsiminde, Fe yaz mevsiminde yüksek miktarda, Co ise tüm mevsimlerde düşük seviyede belirlenmiştir. Sediment örneklerinde Fe yaz ve kış mevsimlerinde en yüksek, Cd ve Pb yaz, Co ve Cu kış mevsiminde düşük seviyede ölçmüşlerdir. Balıkların kas dokusundaki ağır metal birikimin karaciğer ve solungaç dokusuna oranla daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Mol vd. (2010), Atatürk Baraj Gölü (Fırat Nehri) balıklarındaki iz element miktarlarının belirlemişlerdir. Farklı türlerin içerdiği iz elementlerin miktarı benzer ortamlarda yaşamalarına karşın farklılık göstermiştir. Analiz edilen iz elementlerin miktarları Zn 10,27-19,74; Cu 0,101-2,785; As 0,164-0,279 arasında. Hg tespit edilememiş-0,649; Pb tespit edilmemiş-0,236 (mg/kg) arasında değişmektedir. Balık örneklerinin Zn, Cu, Cd ve As miktarları bakımından tüketim açısından güvenilirdir. Hg ve Pb bazı örneklerde tespit edilememiş, bazı örneklerde de sınırı aştığını gözlemlemişlerdir.

Mert vd. (2010), Damsa Baraj Gölü (Ürgüp) suyunun bazı fiziko-kimyasal parametrelerini araştırmışlardır. Çalışmalarında baraj gölü suyunun SKKY'ye göre sıcaklık, pH, Mg, Ca ve Fe bakımından 1. sınıf olduğunu tespit etmişlerdir.

Arslan vd. (2011), Yedigöller (Kütahya) bölgesinde su ve sediment örneklerinde bazı metal seviyelerini belirlemişlerdir. Yapmış oldukları bu çalışmada 2 istasyondan toplanan su ve sediment örnekleri sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, Biyolojik oksijen ihtiyacı, alüminyum, kalsiyum, demir, potasyum, magnezyum, sodyum, fosfor, kükürt, silisyum, çinko, gümüş, bor, kadmiyum, krom, bakır, civa, mangan, nikel, kurşun ve selenyum bakımından incelemişlerdir. Araştırma sonucunda Yedigöller bölgesinde sediment örneklerinde incelenen tüm metal derişimlerinin, su örneklerine göre çok daha yüksek olduğu, göllerin fizikokimyasal parametreler açısından III., Se ve B metalleri açısından ise IV. kalite su sınıfında olduğunu belirlemişlerdir.

Kumari (2011), kanalizasyon sularına maruz kalan sazanlarda ağır metallerin toksitesini incelemiştir. Çalışmasında *C. carpio*'nun kas > böbrek > karaciğer dokularında kademeli olarak Zn birikimi artmış, Ni birikimi ise karaciğer > kas >

böbrek şeklinde artmıştır. Sonuçta Zn ve Ni balıklar için toksik olduğu, besin zinciri ile de insanlar için toksik olabileceğini bildirmiştir.

Öner ve Çelik (2011), Gediz Nehri (İzmir) aşağı Gediz Havzasından alınan su ve sediment örneklerinde bazı kirlilik parametrelerini incelemişlerdir. Yapmış oldukları bu çalışmada beş ayrı noktadan aldıkları su örneklerinde Pb 27,0 µg/L, Cr 48,9 µg/L, Cd 12,1 µg/L, Cu 90,2 µg/L, Ni 309,8 µg/L, Fe 914,1 µg/L ve Zn 208,3 µg/L olarak en yüksek değerlerinde bulmuşlardır.

Taş (2011), Gaga Gölü (Ordu)'nün su kalitesini incelemiştir. Yapmış olduğu çalışmada suyun analizi sonucunda SKKY ve içme ve kullanma suları standartlarıyla karşılaştırdığında genel olarak 1. kalitede olduğunu tespit etmiştir.

Kır ve Tumantozlu (2012), Karacaören II Baraj Gölü (Isaprt-Burdur)'ndeki su, sediment ve sazan örneklerinde bazı ağır metal birikimlerini incelemişlerdir. Çalışmada göl suyunun pH değerini 7,42 - 8,02 arasında ölçülmüş, su analizinde Cr, Cd ve Hg bütün mevsimlerde tayin sınırının altında, Fe, Zn, Al ve Sr her mevsimde belinirken suda en fazla biriken metalin Sr olduğunu belirtmişlerdir. Sedimente Fe, Zn, Mn, Al, Sr ve Cr tüm mevsimlerde belirlenirken en fazla biriken metalin Fe olduğunu tespit etmişlerdir. Sazanın farklı dokularında en fazla biriken metalin Fe olduğu, Fe ve Zn her mevsimde bütün dokularda, Cu sadece ilkbaharda karaciğerde ve Cr, Cd ve Hg tüm mevsimlerde hiçbir dokuda saptayamamışlardır.

Tokatlı vd. (2012), Felent Çayı'nın (Kütahya) biyotik ve abiyotik ögelerinde iz element seviyelerini ve su kalitesini değerlendirmişlerdir. Seçilen 3 istasyonda su, sediment ve gastropoda örneklerinde iz elementlerden Fe, Zn, As, B, Cd, Cr, Cu, Pb seviyeleri tespit edilip SKKY ve TKG'ye göre değerlendirilmiştir. Yapmış oldukları araştırma sonucunda su, sediment ve gastropoda örneklerinde tespit edilen Cd, As, Zn, Fe ve B değerlerinde artış gözlemlenmiştir ve SKKY'ye göre istasyonlar sırasıyla II., III. ve IV. Sınıf su kalitesine sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Sönmez vd. (2012), Karasu Irmağı (Erzincan)'nda ağır metal kirliliğinin tespiti ve su kalitesine göre sınıflandırılması çalışmasını yapmışlardır. Seçilen 5 istasyondan 12 ay boyunca alınan su örneklerini; Bakır (Cu), Çinko (Zn), Mangan (Mn), Kurşun

(Pb), Nikel (Ni), Kadmiyum (Cd) ve Demir (Fe) bakımından incelemiştir. Elde ettikleri ağır metal verilerine göre istasyonlar arasında tüm ağır metallerin değişimlerinde önemli derecede farklılıklar gözlemlemiştir ($p < 0,01$). Aylara göre ağır metallerin değişimleri incelendiğinde örnekleme noktalarından elde edilen verilerin istatistiki olarak önemli ölçüde değişmediğini tespit etmiştir ($p > 0,05$).

Bat vd. (2012), Türkiye’de, Karadeniz’in Sinop kıyılarında on farklı balık türünde ağır metal konsantrasyonlarını ölçmüşlerdir. Yaptıkları bu çalışmada *Trachurus mediterraneus*, *Sprattus sprattus sprattus*, *Mullus surmelatus*, *Sarda sarda*, *Mugil cephalus*, *Scorpaena porcus*, *Sparus aurata*, *Umbrina cirrosa*, *Spicara maena* ve *Solea solea* türlerinin sırt kas dokularındaki ağır metal konsantrasyonlarını belirleyerek türler arası önemli farklılıklar bulmuşlardır ($P < 0,05$).

Köse vd. (2012), Porsuk Çayı (Eskişehir)’nin su, sediment ve balık dokularında bor elementini değerlendirmişlerdir. Verilere göre Porsuk Çayı bor birikimi sırasıyla sediment > balık dokuları > su şeklindedir. Bu çalışmada tespit edilen yüksek bor konsantrasyonları yaz mevsiminde 9. istasyonda suda 2,37 mg/L, 3. istasyonda sedimentte 71,8 mg/kg ayrıca 9. istasyondan toplanan *Carassius gibelio*’nun solungaç dokusunda 24,8 mg/kg olarak kaydetmişlerdir.

Fındık ve Turan (2012), Beyler Rezarvuarı (Kastamonu)’nda yüzey sedimetlerindeki metal konsantrasyonlarını incelemiştir. Çalışma sonucunda Zn hariç istasyonlar arasında önemli ve istatistiksel fark bulunmamıştır. Sedimentte metal yoğunlukları büyüklüğü; Al > Fe > Mn > Zn > Cr > Cu > B > Ni > Pb > Cd olarak tespit etmişlerdir.

Minareci ve Öztürk (2012), Manisa ilinde bulunan Sevişler Baraj Gölü, Demirköprü Baraj Gölü, Avşar Baraj Gölü ve Gölarmara Gölü’nden aldıkları su örneklerinde bor konsantrasyonlarını belirlemiştir. Araştırma bulgularına göre, bor konsantrasyonu 0,008 – 3,066 mg/L arasında bulunmuştur. Bulgulara göre ortalama değerleri, “Çevre Mevzuatı, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri”yle karşılaştırılmıştır. Bor konsantrasyonları Sevişler Baraj Gölü, Demirköprü Baraj Gölü ve Gölarmara Gölü’nde inorganik kirlilik sınır değerlerinin altında, Avşar Baraj Gölü’nde ise

inorganik kirlilik sınır değerlerinin üzerinde bulunmuş ve bor parametresi açısından bu göl suyu IV. sınıf (çok kirlenmiş su) olarak belirlemişlerdir.

Özby vd. (2013), Berdan Çayı (Tarsus – Mersin) sedimentinde ağır metal düzeylerini araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre sedimentte ağır metal birikim düzeyleri sıralamasını $Fe > Al > Mn > Ni > Cr > Zn > Cu > Pb > Cd$ olarak bulmuştur.

Kırıcı vd. (2013), Murat Nehri'nde yakalanan *Capoeta trutta*'nın kas dokusunda bazı metallerin birikim yoğunluklarını incelemişlerdir. Bu çalışmalarında Murat Nehri'nden yakalanan 37 adet *Capoeta trutta*'nın kasında Cr ve Cd AAS'nin tayin sınırları altında belirlenirken, Mn, Cu, Ni, Zn ve Co'nun bütün dokularda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Elde edilen değerler, Tarım Bakanlığı ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirtilen kabul edilebilir değerler ile karşılaştırıldığında balık örneklerinin maksimum kabul edilebilir limitleri aşmadığını gözlemlemişlerdir. Balık dokularında bulunan metal değerleri kabul edilebilir metal değerlerinin altında bulunduğu için insan sağlığına zararlı olmadığını bildirmişlerdir.

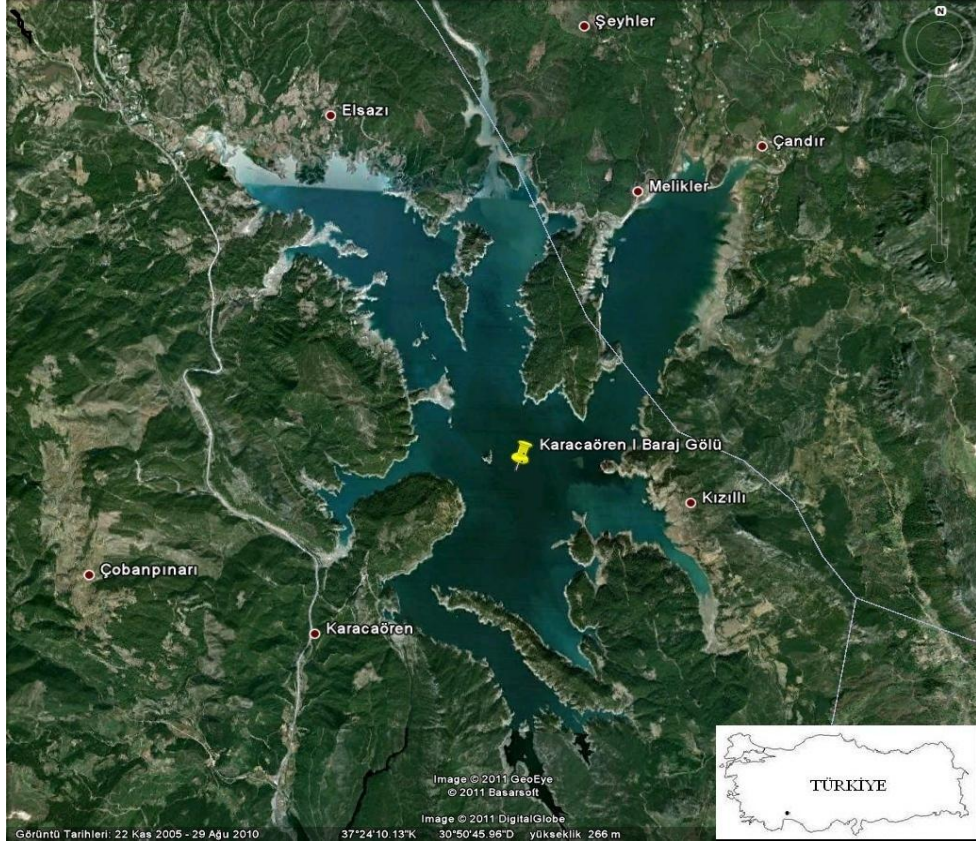
Çağlak ve Karanlı (2014), Beyşehir Gölü'ndeki Sudak (*Stizostedion lucioperca*, Linnaeus 1758) balığı kasında bazı ağır metallerin birikimini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada balık kasında Cd, Pb ve Zn sonuçlarının uluslararası standartlarca verilen tüketilebilir sınır değerlerinin üzerlerinde olduğu göstermişlerdir.

Yapılan literatür taraması sonucunda Karacaören I Baraj Gölü'nün su, sediment ve balıklarında ağır metal birikimi üzerine herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmamızın amacı Karacaören I Baraj Gölü'nün su, sediment ve sazan (*C. carpio* L., 1758) örneklerinde bazı ağır metal birikiminin incelenmesidir.

3. METARYAL ve YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanı

Karacaören I Baraj Gölü; Isparta ve Burdur il sınırları içerisindeki Aksu Çayı üzerinde, sulama, taşkın kontrolü ve elektrik enerjisi üretimi amacıyla 1977-1990 yılları arasında inşa edilmiştir (Şekil 3.1.1.). Koordinatları; 37° 36'K, 30° 82'D; deniz seviyesinden yüksekliği 270 m, göl alanı 45,50 km², en derin yeri ise 85 m'dir. Su kaynağını başta Göksu ve Aksu Çayı olmak üzere, Köy Çay, Kızıllı Deresi, Isparta Deresi, Balıklıtaş derelerinden gelen kar ve yağmur sularından oluşmaktadır (TKB, 1994). Su giderini ise sulama ve elektrik üretimi amacıyla kullanılan sular oluşturmaktadır. Çeşitli canlı türlerinin yaşaması, sulama ve enerji elde edilmesi, Antalya ili için su deposu konumunda olması açısından önem kazanmıştır. Ayrıca göl çevresinde pek çok turistik tesislerin bulunması, göl içerisinde çok sayıda kültür balıkçılığı kafeslerinin bulunması yöre halkına önemli bir gelir kaynağı durumundadır.



Şekil 3.1.1. Karacaören I Baraj Gölü

3.2. Su Örneklerinin Ağır Metal Analizine Hazırlanması

Karacaören I Baraj Gölü'nden mevsimlik olarak alınan su örnekleri 500 ml'lik renkli şişelere konulmuş ve üzerine 5 ml nitrik asit ilave edilerek ortam asitlendirilmiştir. Ortamda olabilecek mikroorganizmaların biyolojik aktiviteleri sona erdirilerek, metallerin başka formlara dönüşmesi engellenmiştir. Su örnekleri analiz yapılncaya kadar derin dondurucuda bekletilmiştir. Göl suyunun pH değeri arazi çalışması sırasında ölçülmüştür.

3.3. Sediment Örneklerinin Ağır Metal Analizine Hazırlanması

Analizi yapılacak olan sediment örnekleri gölün her noktasının özelliklerini temsil eden orta bölgenin dip kısmından ekman kepçesi ile alınmış ve steril renkli kaplar içerisine konulmuştur. Analizi yapılncaya kadar da derin dondurucuda tutulmuştur.

3.4. Balık Örneklerinin Ağır Metal Analizine Hazırlanması

Balık örneklerinin temini için 8x8, 12x12, 16x16 ve 22x22 göz açıklığına sahip ağlar kullanılmıştır. Bu ağlar birinci gün akşam üzeri atılıp ertesi gün sabah toplanmıştır. Her mevsim için yakalanan 5 adet sazan örneği soğuk zincir yöntemi ile özel kaplar içerisinde Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü laboratuvarına getirilmiştir.

Laboratuar ortamına getirilen balıkların boyları milimetrik metre yardımıyla, ağırlıkları ise hassas terazide ölçülerek her balık ile ilgili bilgiler kaydedilmiştir. Daha sonra balık örnekleri sterilize edilmiş pens, makas, bisturi yardımıyla önce solungaçları alınmış daha sonrada balıklar anüsten başlanarak kesilmiştir. Kesilen balıklardan karaciğer ve kas örnekleri alınmıştır. Alınan kas, karaciğer ve solungaç örnekleri analiz işlemi için derin dondurucuda bekletilmiştir.

Ölçüm için bütün dokulardan 0,5'er g ve sediment örneklerinden 0,2'şer g alınarak her biri mikrodalga çözünürleştirme tüplerine yerleştirilmiştir. Her bir tüpün üzerine de 5 ml HNO₃ ve 1 ml H₂O₂ sediment örnekleri için 2,5 ml HF, 3 ml HCl ve 2 ml HNO₃ ilave edilerek mikrodalga fırında (Milestone Ethos Plus 2000) çözünürleştirme

işlemi yapılmıştır. Bu işlemde sonra fırından çıkarılan tüpler oda sıcaklığında soğutulmuş ve tüplerdeki çözelti 25 ml'lik polipropilen balonjölere aktarılmıştır. Balonjöllerdeki çözelti miktarı saf su ile 25 ml'ye tamamlanmıştır (Engin vd. 2010). Örneklerin metal analizi Perkin Elmer marka 5300 DV model ICP-OES cihazında yapılmıştır. Her bir element için kullanılan dalga boyları şunlardır; Fe 238,204 nm, Cu 327,393 nm, Al 396,153 nm, Hg 253,652 nm, Cd 228,802 nm, Zn 206,200 nm, Pb 220,353 nm, Cr 267,716 nm, Ni 231,604 nm, Co 228,616 nm, Mn 257,610 nm, B 249,677 nm. Elementlerin dedeksiyon limitleri ise; Fe 0,0015 mg/L, Cu 0,0024 mg/L, Al 0,0014 mg/L, Hg 0,0100 mg/L, Cd 0,0010 mg/L, Zn 0,0012 mg/L, Pb 0,0017 mg/L, Cr 0,0009 mg/L, Ni 0,0010 mg/L, Co 0,0010 mg/L, Mn 0,0003 mg/L, B 0,0020 mg/L'dir.

Sonuçlar yaş ağırlık üzerinden $\mu\text{g/g}$ olarak verilmiş ve mevsimsel olarak değerlendirilmiştir.

3.5. İstatiksel Analizler

İstatiksel hesaplamaların yapılmasında SPSS 22 programı kullanılmıştır. Çalışmamızda üzerinde durulan özellikler bakımından elde edilen veriler parametrik testlerin ön şartlarını (varyansların homojenliği ve normal dağılıma uyum) sağlamadığı için mevsimlerin ve dokuların aralarındaki farklılıklar parametrik olmayan testlerden Kruskal-Wallis testi ile analiz edilmişlerdir.

Grupların rank ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Bonferroni-Dunn testi kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Suda Ölçülen pH ve Sıcaklık Değerleri

Araştırma süresince Karacaören I Baraj Gölü suyunda mevsimsel olarak ölçülen pH ve sıcaklık değerleri Çizelge 4.1.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1.1. Karacaören I Baraj Gölü suyunda ölçülen pH ve sıcaklık değerleri

Mevsim	pH	sıcaklık (°C)
Yaz-2011	8,29	24,8
Sonbahar-2011	8,02	19,7
Kış-2012	7,54	12,9
İlkbahar-2012	7,93	13,7

Sudaki pH değerleri 7,54 - 8,29 arasında ölçülmüştür. pH değerinin en yüksek olduğu mevsim Yaz, en düşük olduğu mevsim ise Kış’dır (Çizelge 4.1.1).

Sudaki sıcaklık değerleri 13,7 - 24,8⁰C arasında ölçülmüştür. Sıcaklık değerinin en yüksek olduğu mevsim Yaz, en düşük olduğu mevsim ise Kış’dır (Çizelge 4.1.1).

4.2. Suda ve Sedimentte Ölçülen Ağır Metaller

Karacaören I Baraj Gölü’nün suyu ve sedimentinde ölçülen ağır metallerin ortalama değerleri Çizelge 4.2.1’deki gibidir.

Suda yapılan ağır metal analizinde tüm metaller Yaz mevsiminde Hg, Cd, Co ve Mn tüm mevsimlerde, Cu, Zn ve Pb Yaz, Sonbahar ve Kış mevsimlerinde ICP-OES’nin analiz limitinin altında çıkmıştır (Çizelge 4.2.1).

Çizelge 4.2.1. Karacaören I Baraj Gölü su ve sedimentindeki Fe, Cu, Al, Hg, Cd, Zn, Pb, Cr, Ni, Co, Mn ve B miktarları (µg/L, µg/g)

MEVSİM	Numune	Fe	Cu	Al	Hg	Cd	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mn	B
Yaz-2011	Su	ALA*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Sediment	7217,50±10,50	19,50±0,16	2197,25±18,23	*	0,93±0,05	13,93±0,04	6,68±0,75	64,58±0,30	97,55±0,48	12,53±0,14	314,75±0,88	*
Sonbahar-2011	Su	0,076±0,0064	*	0,018±0,0080	*	*	*	*	0,014±0,0009	0,060±0,0071	*	*	0,031±0,0011
	Sediment	11275,10±100,64	19,61±0,14	1949,54±17,56	*	*	25,95±0,45	52,63±1,76	13,52±1,57	114,43±1,23	14,88±0,29	329,94±2,43	*
Kış-2012	Su	0,400±0,0041	*	0,214±0,0019	*	*	*	*	0,014±0,0001	0,051±0,0032	*	*	0,018±0,0004
	Sediment	12684,5±17,52	7,87±0,03	2665,12±17,66	*	*	31,73±0,33	301,01±0,84	*	129,07±0,48	15,20±0,14	308,02±3,35	*
İlkbahar-2012	Su	0,351±0,0119	0,042±0,002	0,310±0,009	*	*	0,024±0,002	0,108±0,026	0,014±0,0001	0,041±0,0181	*	*	0,026±0,0003
	Sediment	15584,6±257,09	81,50±0,86	5847,78±71,78	*	*	59,17±0,79	1,69±1,16	*	187,22±3,04	36,57±0,43	634,93±11,38	*

*ALA: Analiz Limitinin Altında (<0,01)

Çizelge 4.2.1’de görüldüğü gibi sudaki ağır metallere Fe en fazla Kış mevsiminde (0,400 µg/L), Cu İlkbahar mevsiminde (0,042 µg/L), Al İlkbahar mevsiminde (0,310 µg/L), Zn İlkbahar mevsiminde (0,024 µg/L), Pb İlkbahar mevsiminde (0,108 µg/L), Cr Sonbahar, Kış ve İlkbahar mevsimlerinde (0,014 µg/L), Ni Sonbahar mevsiminde (0,060 µg/L) ve B Sonbahar mevsiminde (0,031 µg/L) tespit edilmiştir.

Çalışmamızda suda elde edilen bulguların metal birikimi bakımından mevsimsel olarak kıyaslanması sonucunda Fe, Al, Cr, Ni ve B elementleri arasında istatistiksel bir farkın olmadığı ($p>0,05$) görülmüştür (Çizelge 4.2.2).

Çizelge 4.2.2. Su örneklerinde yapılan ağır metal ölçümlerinin Kruskal-Wallis Test sonuçları

Ağır metaller	Fe	Al	Cr	Ni	B
P Değeri					
P	0,544**	0,034**	0,140**	0,560**	0,543**

** : $p>0,05$

Sedimentte yapılan ağır metal analizinde Fe, Cu, Al, Zn, Pb, Ni, Co ve Mn tüm mevsimlerde, Cd Yaz mevsiminde, Cr Yaz ve Sonbahar mevsimlerinde tespit edilirken, Hg ve B tüm mevsimlerde ICP-OES’nin analiz limitinin altında çıkmıştır (Çizelge 4.2.1).

Çizelge 4,2,1’de görüldüğü gibi Fe en fazla İlkbahar mevsiminde (15584,6 µg/g), Cu İlkbahar mevsiminde (81,50 µg/g), Al İlkbahar mevsiminde (5847,78 µg/g), Cd Yaz mevsiminde (0,93 µg/g), Zn İlkbahar mevsiminde (59,17 µg/g), Pb Kış mevsiminde (301,01 µg/g), Cr yaz mevsiminde (64,58 µg/g), Ni İlkbahar mevsiminde (187,22 µg/g), Co İlkbahar mevsiminde (36,57 µg/g) ve Mn İlkbahar mevsiminde (634,93 µg/g) belirlenmiştir.

Çalışmamızda sedimentte elde edilen bulguların metal birikimi bakımından mevsimsel olarak kıyaslanması sonucunda Fe, Cu, Al, Zn, Pb, Ni, Co ve Mn elementleri arasında istatistiksel bir farkın olmadığı ($p>0,05$) görülmüştür (Çizelge 4.2.3).

Çizelge 4.2.3. Sediment örneklerinde yapılan ağır metal ölçümlerinin Kruskal-Wallis Test sonuçları

Ağır metal P ler Değeri	Fe	Cu	Al	Zn	Pb	Ni	Co	Mn
P	0,544**	0,034**	0,034**	0,560**	0,014**	0,543**	0,544**	0,543**

** : $p > 0,05$

4.3. Sazan Dokularında Ölçülen Ağır Metaller

20 adet sazan örneğinin kas, karaciğer ve solungaç dokularındaki ağır metallerin ortalama değerleri ve standart sapmaları Çizelge 4.3.1’de verilmiştir.

Zn her mevsimde bütün dokularda, Cu ve Co sadece yaz mevsiminde karaciğer dokusunda görülmüş, Hg sonbahar mevsiminde kas ve ilkbahar mevsiminde solungaç dokusunda bulunmuştur. B tüm mevsimlerde hiçbir dokuda saptanmamıştır. Diğer metaller ise farklı mevsim ve farklı dokularda tespit edilmiştir (Çizelge 4.3.1).

Çizelge 4.3.1’de görüldüğü gibi Fe en fazla Yaz mevsiminde karaciğerde (204,81 $\mu\text{g/g}$), Cu Yaz mevsiminde karaciğerde (0,61 $\mu\text{g/g}$), Al Kış mevsiminde solungaçta (113,62 $\mu\text{g/g}$), Hg Sonbahar mevsiminde kasda (42,86 $\mu\text{g/g}$), Cd Yaz mevsiminde karaciğerde (0,35 $\mu\text{g/g}$), Zn İlkbahar mevsiminde karaciğerde (231,63 $\mu\text{g/g}$), Pb Kış mevsiminde kasda (97,59 $\mu\text{g/g}$), Cr Kış mevsiminde solungaçta (3,81 $\mu\text{g/g}$), Ni Yaz mevsiminde karaciğerde (2,50 $\mu\text{g/g}$), Co Yaz mevsiminde karaciğerde (0,29 $\mu\text{g/g}$) ve Mn yaz mevsiminde solungaçta (7,03 $\mu\text{g/g}$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3.1. Sazanın kas, karaciğer ve solungacındaki Fe, Cu, Zn, Mn, Al, Sr, Cr, Pb, Cd ve Hg miktarları (µg/g)

MEVSİM	Dokular	Fe	Cu	Al	Hg	Cd	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mn	B
Yaz-2011	Kas	17,42±0,56	*	0,45±0,18	*	0,05±0,01	10,15±0,19	0,49±0,47	0,79±0,01	1,86±0,02	*	0,17±0,02	*
	Karaciğer	204,81±1,26	0,61±0,01	0,91±0,23	*	0,35±0,01	215,89±1,41	0,22±0,06	0,04±0,01	2,50±0,04	0,29±0,01	0,43±0,02	*
	Solungaç	37,33±0,41	*	2,19±0,23	*	0,01±0,01	135,89±1,32	0,04±0,01	0,23±0,04	0,65±0,02	*	7,03±0,14	*
Sonbahar-2011	Kas	ALA*	*	*	42,86±0,67	*	13,40±0,10	9,70±0,15	*	*	*	*	*
	Karaciğer	171,07±3,33	*	1,14±0,19	*	*	81,10±4,01	2,28±0,13	*	*	*	0,82±0,02	*
	Solungaç	47,90±3,09	*	18,84±1,01	*	*	169,29±3,65	4,08±0,04	*	*	*	2,70±0,08	*
Kış-2012	Kas	*	*	*	*	*	19,14±0,33	97,59±0,45	*	0,21±0,02	*	*	*
	Karaciğer	111,86±1,13	*	5,44±0,13	*	*	121,35±0,81	32,66±0,20	*	*	*	*	*
	Solungaç	39,13±3,21	*	113,62±2,21	*	*	133,87±3,82	*	3,81±0,01	*	*	4,49±0,21	*
İlkbahar-2012	Kas	*	*	12,53±0,11	*	*	15,53±0,15	10,56±0,18	0,49±0,01	*	*	*	*
	Karaciğer	97,32±1,18	*	5,36±0,13	*	*	231,63±2,40	14,21±0,05	*	*	*	1,13±0,03	*
	Solungaç	32,47±1,29	*	8,97±0,19	12,91±0,26	*	186,35±2,61	34,70±0,40	*	*	*	3,03±0,08	*

*ALA: Analiz Limitinin Altında (<0,01)

Çalışmamızda elde edilen bulguların mevsimler olarak kıyaslanması sonucunda, Fe, Al, Zn, Pb ve Mn elementleri arasında bir farkın olmadığı ($p>0,05$) görülmüştür (Çizelge 4.3.2).

Çizelge 4.3.2. Sazan örneklerinde yapılan ağır metal ölçümlerinin mevsimsel olarak Kruskal-Wallis Test sonuçları

Ağır metaller P Değeri	Fe	Al	Zn	Pb	Mn
P	0,728**	0,344**	0,144**	0,344**	0,728**

** : $p>0,05$

Sazan dokularında yapılan çalışmada kas, karaciğer ve solungaç dokularında Fe, Zn ve Mn bakımından istatistiksel farkın bulunduğu ($p<0,001$) ancak Al ve Pb içerme bakımından istatistiksel farkın olmadığı söylenebilir ($p>0,05$) (Çizelge 4.3.3).

Çizelge 4.3.3. Sazan örneklerinde yapılan ağır metal ölçümlerinin dokularda Kruskal-Wallis Test sonuçları

Ağır metaller P Değeri	Fe	Al	Zn	Pb	Mn
P	0,000*	0,344*	0,000*	0,728**	0,000*

* : $p<0,001$

** : $p>0,05$

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

15.06.2011-15.05.2012 tarihleri arasında yapmış olduğumuz bu çalışmada, Akdeniz Bölgesinde yer alan Karacaören I (Isparta-Burdur) Baraj Gölü'nden alınan su, sediment ve 20 adet *C. carpio* örneklerinde toksik etkiye sahip Fe, Cu, Al, Hg, Cd, Zn, Pb, Cr, Ni, Co, Mn ve B gibi ağır metallerin yoğunlukları ve bunların mevsimlere göre değişimleri araştırılmıştır.

Karacaören I Baraj Gölü'nün suyunda yapılan analizler sonucunda Hg, Cd, Co ve Mn tüm mevsimlerde analiz sınırının altında kalmıştır. Cu, Zn ve Pb sadece İlkbahar döneminde tespit edilmiş, Fe, Al, Cr, Ni ve B Yaz mevsimi hariç tüm mevsimlerde belirlenmiştir. Çalışma süresince suyun pH değerleri 7,54-8,29 arasında ölçülmüştür. Bu pH aralığında metaller çözünür durumda olmadıkları için sudaki metaller ya çok az ya da hiç tespit edilememiştir.

Suda yapılan analizler sonucunda Fe (0,400 µg/L) Kış-2012'de, Al (0,310 µg/L) İlkbahar mevsiminde, Ni (0,060 µg/L) ve B (0,031 µg/L) Sonbahar mevsiminde, en yüksek oranda belirlenmiştir. Suda en fazla rastlanılan metallerin Fe, Al, Ni, B ve Cr olduğu saptanmıştır.

Kır ve Tumantozlu (2012), Karacaören II baraj gölünün suyunda Cr, Cd ve Hg'yi bütün mevsimlerde analiz sınırının altında olduğunu, en fazla biriken metalin de Sr olduğunu bildirmişlerdir. Sönmez vd. (2012), Karasu Irmağı'nın suyunda tespit ettikleri metaller en yüksekten düşüğe doğru Zn > Mn > Cu > Fe > Ni > Pb > Cd şeklinde belirlemişlerdir. Köse ve Uysal (2008), Enne Baraj Gölü suyunda Cr tespit edememişlerdir. Suda tespit ettikleri diğer metalleri ise düşük konsantrasyonlarda bulmuşlardır. B suda Mg ve Ca'dan sonra üçüncü derecede yüksek konsantrasyona sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Arslan vd. (2011), Yedigöller bölgesinde su örneklerinin analizinde göllerin Se ve B metalleri açısından 4. kalite su sınıfında olduğunu belirlemişlerdir. Özdemir vd. (2010), Geyik Baraj Gölü'nde su örneklerinde Cu kış mevsiminde, Fe yaz mevsiminde yüksek miktarda, Co ise tüm mevsimlerde düşük miktarda bulmuşlardır. Akbulut vd. (2009), Kızılırmak Nehri'nde suda metalleri Br > Zn > Pb > Cr > Cu > Hg > Co sıralamasıyla tespit etmişlerdir. Çalta vd. (2002), Hazar Gölü'nden alınan su numunesinde yaptıkları ağır

metal analizlerinde Cd, Cr, Co ve Pb ölçüm duyarlılığının altında olup hiçbir ayda tespit edememişlerdir. Sadece Cu, Fe, Mn ve Zn ağır metallerini tespit etmişler, aylık değişimlerinin olduğunu bulmuşlardır. Çalışkan (2005), Asi Nehri'ndeki suda yapmış olduğu araştırmada en fazla metal birikiminin Co, Cd ve Zn hariç yaz mevsiminde, Cd ve Co en fazla sonbaharda, Zn ise en fazla ilkbaharda olduğunu ölçmüştür. Al-Saadi vd. (2002), Habbaniya Gölü'nün suyunda en fazla biriken metalin Zn olduğunu belirterek bunu Cu, Pb, Ni, Mn ve Cd'nin takip ettiğini bildirmişlerdir. Cd, Co, Hg, Mo ve Pb'nin AAS'nin analiz limitinin altında olduğunu tespit etmişlerdir. Tekin-Özan vd. (2004), Kovada Gölünün suyunda Fe, Zn ve Mn elementlerini belirlemişler, Cu, Cr, Pb ve Cd'un AAS'nin analiz limitinin altında olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca en yüksek metal birikiminin yaz mevsiminde olduğunu tespit etmişlerdir. Tekin-Özan ve Kır (2008), Beyşehir Gölünün suyunda Fe, Zn, Mn ve Cu metallerini belirlemişlerdir. Cr, Pb ve Cd'un AAS'nin analiz limitinin altında olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca en yüksek metal birikiminin yaz aylarında, en düşük metal birikiminin ilkbahar aylarında olduğunu göstermişlerdir.

Çalışmamızda, sudaki ağır metal birikimi $Fe > Al > Ni > Pb > B > Cu > Cr > Zn$ şeklinde bulunmuştur. Genel olarak sudaki metal yoğunluğunun kış ve ilkbahar mevsimlerinde arttığı, sonbahar mevsiminde azaldığı belirlenirken yaz mevsiminde ise analiz limitinin altında çıkmıştır. Metal miktarlarının kış ve ilkbahar aylarında artmasının sebebi göllerdeki sirkülasyonun, göl çevresindeki tarımsal faaliyetlerin (ilaçlama, gübreleme ve sulama) artması ve çevreden gelen sularla olabilir. Sonbahar aylarında azalmasının sebebi ise buharlaşmanın az ve yağışın fazla olmasından kaynaklanabilir. Elde ettiğimiz bulgular ile yapılan diğer çalışmaların bulguları arasındaki farklılıklar çalışma alanının jeolojik özelliklerinden, çevre faktörlerinden, çalışma alanını besleyen su kaynaklarından ortaya çıkmış olabilir.

Sedimentte biriken ağır metallerin yoğunluğu dipte bulunan sediment parçacıklarının oranına, parçacıkların boyutuna ve sedimentte organik maddelerin bulunup bulunmamasına göre değişiklik gösterir. Sediment, göl suyunda bulunan ağır metalleri kendine doğru çekerek bünyesinde biriktirdiği için önemli bir birikim yeridir. Bu nedenle sucul ortamların metal kirliliğinin belirlenmesinde kullanılır (MacDonald vd. 2000).

Yapılan bu çalışmada Hg ve B hariç diğer tüm metaller sedimentte tespit edilmiştir. Sedimentte en fazla birikim gösteren metal Fe olmuştur. Bu çalışmada suda tespit edilemeyen Cd Yaz mevsiminde, Co ve Mn tüm mevsimlerde sedimentte rastlanılmıştır. Bu durum sediment partiküllerinin suda bulunan metalleri bünyesine çekmesi ile ve molekül ağırlığı yüksek metallerin dibe çökmesi ile ilgili olabilir. Sedimentte tespit edilen metallerin mevsimsel değişimlerine bakıldığında; Fe (15584,6 µg/g), Cu (81,50 µg/g), Al (5847,78 µg/g), Zn (59,17 µg/g), Ni (187,22 µg/g), Co (36,57 µg/g) ve Mn (634,93 µg/g) İlkbahar mevsiminde, Pb (301,01 µg/g)'nin Kış mevsiminde en yüksek değere ulaştığı tespit edilmiştir. Metallerin, sedimentte genel olarak ilkbahar mevsiminde artmasının nedeni; bu mevsimde göldeki su sirkülasyonunun göl yüzeyinde daha fazla olması, göle dereler vasıtasıyla gelen kar, yağmur sularının çoğalması, taşkınların ve tarımsal ilaçlamanın artması sonucu sudaki metal konsantrasyonunun artıp yoğunluğu fazla olanların sedimente geçmesinden kaynaklanabilir.

Bütün sediment örneklerinin ağır metal konsantrasyonları su ve balık dokularından oldukça yüksek çıkmıştır. Bu durum sedimentin denizler ve özellikle göllerde ağır metaller açısından depo görevi görmesine bağlanabilir. Kır ve Tumantozlu (2012), Karacaören II Baraj Gölü'nün su, balık ve sedimentinde yaptığı çalışmada en fazla birikimin sedimentte olduğunu tespit ederek çalışmamızı desteklemektedir. Yine yapılan birçok çalışmada en fazla ağır metal birikiminin sedimentte olduğu bildirilmiştir (Kır vd. 2007; Türkoğlu, 2008; Arslan vd. 2011; Köse vd. 2012; Özbay vd.2013).

Karadede ve Ünlü (2000), Atatürk Baraj Gölü'nün sedimentinde Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn'yi tespit etmişler, Cd, Co, Hg, Mo ve Pb'nin AAS'nin analiz limitinin altında olduğunu belirtmişlerdir. En fazla biriken metalin Fe olduğunu bildirmişlerdir. Al-Saadi vd. (2002), Habbaniya Gölü (Irak)'nün sedimentinde en fazla biriken metalin Mn olduğunu, bunu Ni, Zn, Pb, Cu ve Cd'nin takip ettiğini belirtmişlerdir. Pb, Cu ve Cd'yi en yüksek ilkbahar mevsiminde tespit etmişlerdir. Özmen vd. (2004), Hazar Gölü'nün sedimentinde en fazla Fe'nin, en az ise Pb'nin biriktiğini kaydetmişlerdir. Dural ve Göksu (2006), Çamlık lagününün sedimentinde en çok Pb'nin biriktiğini bildirmişlerdir, Öztürk vd. (2009), Avşar Baraj Gölü'nün sedimentinde Fe'nin fazla biriktiğini bunu Ni, Cu, Cr, Pb ve Cd'nin takip ettiğini bildirmişlerdir. Özdemir vd.

(2010), Geyik Baraj Gölü'ün sediment örneklerinde Fe en yüksek iken Cd, Pb, Co ve Cu en düşük olduğunu tespit etmişlerdir. Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan bu çalışmada Fe ve Al'dan sonra en çok biriken metalin Mn olduğu belirlenmiştir.

Aksoy (2005), Gediz Nehri'nin İzmir Körfezi'ne dökülme bölgesinde belirlenen istasyonlardaki sedimentde; Fe > Co > Mn > Pb > Zn > Ni > Cr > Cu > Cd olarak tespit etmiş, Özden (2008), Enne Baraj Gölü sedimentinde tespit ettiği ağır metal miktarlarını Fe > Mn > Zn > Ni > Pb > Cr > Cu > Cd > Se şeklinde sıralamıştır. Porsuk Baraj Gölü sedimentinde tespit ettiği ağır metaller için ise bu sıralama; Fe > Zn > Mn > Ni > Pb > Cr > Cu > Cd > Se > Ag şeklinde olduğunu bulmuştur, Öztürk vd. (2008), Demirköprü Baraj Gölü'nün sedimentinde; ağır metal konsantrasyonlarını en yüksekten endüğüye doğru Fe > Ni > Cu > Cr > Pb > Cd şeklinde sıralamışlardır, Akbulut vd. (2009), Kızılırmak Nehri'nin sedimentinde; Cr > Zn > Pb > Cu > Co > Hg > Br sıralamasıyla ağır metal birikimini tespit etmişlerdir. Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan bu çalışmada; Fe > Al > Mn > Ni > Pb > Zn > Cu > Co > Cr olarak tespit edilmiştir.

Kır vd. (2007), Kovada Gölü'nün sedimentinde Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, Al ve Ni tüm mevsimlerde belirlenirken, Cd Yaz ve Sonbahar'da ICP-OES'nin analiz limitinin altında bulmuşlardır. Sedimentte en fazla biriken metalin Al olduğunu belirlemişlerdir. Kır ve Tumantozlu (2012), Karacaören II Baraj Gölü'nün sedimentinde Fe, Zn, Mn, Al ve Sr tüm mevsimlerde belirlerken Pb'yi İlkbahar'da analiz limitinin altında belirlemişlerdir. Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan bu çalışmada ise sedimentte en fazla metal birikiminin İlkbahar mevsiminde olduğu görülmüştür.

Karacaören I Baraj Gölü'nde yaşayan sazanın bazı doku ve organlarında yapılan ağır metal analizleri sonucunda; Zn her mevsimde bütün doku ve organlarda, Cu ve Co sadece Yaz mevsiminde karaciğerde, Pb Kış mevsiminde solungaç hariç her mevsimde tüm doku ve organlarda tespit edilmiştir. Mn Yaz mevsiminde tüm doku ve organlarda, Sonbahar ve İlkbahar mevsiminde solungaç ve karaciğerde, Kış mevsiminde sadece solungaçta, Al Sonbahar ve Kış mevsiminde kasda belirlenememiştir. Cd Yaz mevsiminde tüm doku ve organlarda, Cr Yaz mevsiminde tüm doku ve organlarda, Kış mevsiminde sadece solungaç ve İlkbahar mevsiminde

kas dokusunda, Ni Yaz mevsiminde tüm doku ve organlarda, Kış mevsiminde kasda tespit edilmiştir. B tüm mevsimlerde hiçbir doku ve organda tespit edilememiştir.

Yaz mevsiminde Fe (204,81µg/g), Cd (0,35µg/g) ve Ni (2,50µg/g) karaciğerde, Mn (7,03µg/g) solungaçta en yüksek oranda tespit edilmiştir. Sonbahar döneminde Hg (42,86µg/g) kas dokusunda en yüksek seviyede, Kış döneminde Al (113,62µg/g) ve Cr (3,81µg/g) solungaçta, Pb (97,56µg/g) kasda en yüksek düzeyde tespit edilmiştir. İlkbahar mevsiminde de Zn (231,63µg/g) karaciğerde en yüksek oranda belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada sazanın dokularında en fazla biriken metalin Zn olduğu tespit edilmiştir. Birçok çalışmada balıkların çeşitli doku ve organlarında ölçümler yapılmış ve en yüksek metal birikiminin karaciğer ve solungaç dokusunda olduğu, en düşük birikimin ise kas dokusunda olduğu görülmüştür. (Karadede ve Ünlü, 2000; Gümgüm vd. 2001; Ciminli, 2005 Özkurt, 2000; Alam vd. 2002; Cicik, 2003; Köse, 2007; Yılmaz ve Doğan, 2007; Fidan vd. 2008; Köse ve Uysal, 2008; Tekin-Özan ve Kır, 2008; Türkoğlu, 2008; Alhas vd. 2009; Akbulut vd. 2009; Öztürk vd. 2009; Kandemir vd. 2010; Kumari, 2011; Kır ve Tumantozlu, 2012; Köse vd. 2012; Kırıcı vd. 2013; Çağlak ve Karanlı, 2014). Karacaören I Baraj Gölü'nde elde ettiğimiz bulgularda metal birikiminin doku, organ ve metal çeşitliliğine göre değişiklik gösterdiği görülmektedir. Karaciğer ve solungaçta kas dokuya göre daha yüksek metal biriktiği görülmüştür.

Metallerin karaciğerde yüksek çıkmasının nedeni karaciğerin metabolik olarak aktif bir organ olmasıdır. Ayrıca diğer bazı besinlerde (yağ, karbonhidrat, vitamin vd.) olduğu gibi, toksik ve toksik olmayan metalleri de biriktirme kabiliyetine sahiptir. Bu özelliği nedeniyle vücuda zarar verecek birçok maddeyi tutma özelliği bulunmaktadır. Solungaçta yüksek çıkmasının sebebi ise su ve sediment ile doğrudan temas halinde olmasından kaynaklanabilir. Metallerin genel olarak kas dokusunda az tespit edilmesinin sebebi direk olarak aktif bir organ olmamasından kaynaklanabilir.

Canlı vd. (1998), Seyhan Nehri'nde yaptıkları çalışmada *C. carpio*'nun kas, karaciğer ve solungaç dokularında Cd, Pb, Cu, Cr ve Ni düzeylerinin karaciğer ve solungaç dokularında kas dokusundan daha yüksek düzeylerde biriktiğini

belirlemişlerdir. Özkurt (2000), Çatören ve Kunduzlar baraj göletlerinde sazanın (*C. carpio* L., 1758) dokularında B birikimini Çatören barajında en düşük kas, en yüksek karaciğer, Kunduzlar barajında ise en düşük kas, en yüksek beyin dokusunda olduğunu belirtmiştir.

Karadede ve Ünlü (2000)'nün, Atatürk Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada Cd, Hg, Ni ve Pb sazanın kas ve karaciğer dokularında tespit edememişlerdir. Çiçek vd. (2001), Porsuk Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada Sazan ve Bıyıklı balıklarda balıklarında ağır metallere Pb, Cr ve Cd seviyelerini incelemişlerdir. Balık dokularında kurşun ve krom ölçüm duyarlılığının altında olduğu için belirleyememişlerdir.

Tekin-Özan ve Kır (2007)'in Işıklı Gölü'nde yaptıkları çalışmada Turna balığı (*Esox lucius* L., 1758)'nin karaciğerinde Cu, Mn ve Cr analiz limitinin altında bulmuşlardır. Tekin-Özan ve Kır (2008), Beyşehir Gölü'nde yaptıkları çalışmada Cr, Pb ve Cd ağır metallere belirleyememişlerdir. Mol vd. (2010), Atatürk Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada göl balıklarında Hg ve Pb bazı örneklerde analiz limitinin altında olduğu için tespit edememişlerdir. Kır ve Tumantozlu (2012), 'nün Karacaören II Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada ise Cd, Pb, Cu ve Cr'yi genel olarak tüm dokularda analiz limitinin altında bulmuşlardır. Karacaören I Baraj Gölü'nde yaptığımız bu çalışmada ise Cu, Hg, Co ve B genel olarak tüm dokularda analiz limitinin altında tespit edilmiştir.

Çalışkan (2005), Asi Nehri'nden alınan su, sediment ve *Clarias gariepinus* Burchell, 1822 (karabalık) örneklerinde Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonlarının birikim sıralamasının genellikle sediment > balık şeklinde gözlendiğini belirtmiştir. Türkoğlu (2008)'nün, Van Gölü'nde yaptığı bir araştırmada ise bu sıralama sediment > balık > su şeklindedir. Bizim yaptığımız çalışmada da, genellikle sedimentte tespit edilen ağır metal oranları balık dokularındaki oranlardan daha fazla çıkmıştır.

Balıklardaki ağır metal birikiminin mevsimsel değişimini inceleyen çalışmalar oldukça azdır. Bu çalışmalardan; Çalta ve Canpolat (2002), Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta capoeta umbla*'nın bazı doku ve organlarındaki metal

konsantrasyonlarının ilkbahar ve yaz mevsimlerinde arttığını, sonbahar ve kış mevsimlerinde ise azaldığını, Tekin-Özan vd. (2004), Kovada Gölü'nde yaşayan *Stizostedion lucioperca*'nın karaciğer, solungaç ve kas dokularında Fe, Zn ve Mn miktarlarının ayrıca *Tinca tinca*'nın karaciğer, solungaç ve kas dokularındaki Cu, Fe, Zn ve Mn miktarlarının yaz mevsiminde artış gösterdiğini, Çalışkan (2005), Kır vd. (2007), balık dokularında yapmış oldukları çalışmalarda metal birikimlerinin mevsimler arasında farklılık gösterdiğini en yüksek birikimin yaz mevsiminde olduğunu tespit etmişlerdir. Yılmaz ve Doğan (2007), Asi nehrinde yaptıkları çalışmada metaller arasında mevsimlik olarak önemli farklılık olduğunu belirlemişlerdir. Tekin-Özan ve Kır (2008), Beyşehir Gölü'nde yaşayan sazanın dokularındaki ağır metal birikiminin yaz ve kış mevsiminde arttığını, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ise azaldığını belirlemişlerdir. Kır ve Tumantozlu (2012), Karacaören II Baraj Gölü'ndeki sazanın bazı doku ve organlarında Fe ve Zn her mevsimde, Cu'yu sadece ilkbaharda tespit ederlerken, Cr, Cd ve Hg'yi hiçbir mevsimde saptayamamışlardır. Köse vd. (2012), Porsuk Çayı'ndaki çalışmalarında yüksek B konsantrasyonu *Carassius gibelio*'da yaz mevsiminde kaydetmişlerdir. Karacaören I Baraj Gölü'nde yapılan bu çalışmada *Cyprinus carpio*'daki ağır metal birikimi mevsimsel olarak değerlendirildiğinde; Fe, Cd, Ni ve Mn yaz mevsiminde, Al, Pb ve Cr kış mevsiminde, Zn ise ilkbahar mevsiminde en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Elde ettiğimiz bulgular ile yapılan diğer çalışmaların bulguları arasındaki benzerlik ve farklılıklar balığın yaşadığı ortam şartlarından, beslenme alışkanlığından, sudaki ağır metal oranlarının farklılığından, göl ve çevresinin jeolojik yapısından kaynaklanmış olabilir.

Sonuç olarak; Karacaören I Baraj Gölü'nün alıcı ortamında (su ve sediment) tespit edilen ağır metal miktarları Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı (TKB, 2008)'nin ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO,1993)'nün verdiği sucul ortamda ağır metallerin kabul edilebilir değerleriyle karşılaştırıldığında suda hiçbir metalin kabul edilebilir değerleri aşmadığı, sedimentte Fe, Al ve Zn'nin tüm mevsimlerde, Cu'nun kış mevsimi hariç diğer mevsimlerde, Pb'nin ise kış mevsiminde kabul edilebilir değerleri aştığı görülmektedir.

Bu çalışmada, sazanın kas, karaciğer ve solungaç dokularında belirlenen ağır metal miktarları Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı (TKB, 2008)'nin ve Dünya Sağlık Örgütü

(WHO,1993)'nün verdiği sazan dokularında ağır metallerin kabul edilebilir değerlerinin altında çıktığından sazanların besin olarak tüketilmesinde herhangi bir tehlikenin olmadığı görölmektedir.

Isparta ve Burdur il sınırları içerisinde taşkın kontrolü ve enerji amaçlı kurulan Karacaören I Baraj Gölü; Aksu çayı, Kovada çayı ve Isparta deresi gibi akarsularla gelen sanayi - fabrika atıkları, evsel atıklar ve çevredeki tarım ilaçlarının karışması sonucu kirlenmektedir. Karacaören I Baraj Gölü'nün kirlenmesinin önlenmesi için, özellikle baraj gölü ve onu besleyen akarsular üzerinde bulunan ticari faaliyetlerin denetime tabi tutulması, tarımsal faaliyetlerde kullanılan zirai ilaç ve kimyevi gübrelerin göle sızmasının engellenmesi gerekmektedir. Ayrıca Karacaören I Baraj Gölü'nün suyu Antalya ili için içme suyu konumunda bulunması nedeniyle göl suyunun metal kirliliğini arttıracılabilecek değişik tehlikelere karşı tedbirlerin alınması, göl içerisindeki kafes balıkçılığı sayısının azaltılması, Devlet Su İşleri ve ilgili kurumlar tarafından düzenli kontrollerin yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ağcasulu, Ö., 2007. Sakarya Nehri Çeltikçe Çayı'nda Yaşayan *Capoeta tinca* (Heckel, 1843)'nın Dokularında Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54s, Ankara.
- Akbulut, A., Akbulut, N.E., 2009. The Study of Heavy Metal Pollution and Accumulation in Water, Sediment, and Fish Tissue in Kızılırmak River, Basin in Environmental Monitoring and Assessment, 521-526.
- Aksoy, G., 2005. Gediz Nehri Ağzındaki Su, Sediment ve Planktondaki Ağır Metal Düzeylerinin Ölçülmesi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 70s, Manisa.
- Alam, M.G.M., Tanaka, A., Allinson, G., Laurenson, L.J.B., Stagnitti, F., 2002. A Comparison of Trace Element Concentrations in Cultured and Wild Carp (*Cyprinus carpio*) of Lake Kasumigaura, Japan. Ecotoxicology and Environmental Safety, 53, 348-354.
- Alhas, E., Oymak, S.A., Karadede-Akın, H., 2009. Heavy Metal Concentrations in Two Barb, *Barbus xanthopterus* and *Barbus rajanorum mystaceus* from Atatürk Dam Lake, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 148, 11-18.
- Al-Saadi, H.A., Al-Lami, A.A., Hassan, F.A., Al-Dulyimi, A.A., 2002. Heavy Metals in Water, Suspended Particles, Sediments and Aquatics Plants of Habbaniya Lake, Iraq. International Journal of Environmental Studies, 59 (5), 589-598.
- Arslan, N., Tokatlı, C., Çiçek, A., Köse, K., 2011. Yedigöller (Kütahya) Bölgesinde Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Metal Seviyelerinin Belirlenmesi. Review of Hydrobiology, 4, 17-28.
- Bat, L., Sezgin, M., Üstün, F., Şahin, F., 2012. Türkiye'de Karadeniz'in Sinop Kıyılarındaki Farklı Balık Türünde Ağır Metal Konsantrasyonları. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 12, 371-376
- Canbek, M., Demir, T.M., Uyanoğlu, M., Bayramoğlu, G., Emiroğlu, Ö., Arslan, N., Koyuncu, O., 2007. Preliminary Assessment of Heavy Metals in Water and Some Cyprinidae Species from the Porsuk River. Journal of Applied Biological Sciences, 1 (3), 91-95.
- Canlı, M., Ay, Ö., Kalay, M., 1998. Levels of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu, Cr and Ni) in Tissue of *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* and *Chondrostoma regium* from the Seyhan River, Turkey. Turkish Journal of Zoology, 22, 149-157.
- Cicik, B., 2003. Bakır-Çinko Etkileşiminin Sazan (*Cyprinus carpio* L.)'nın Karaciğer, Solungaç ve Kas Dokularındaki Metal Birikimi Üzerine Etkileri. Ekoloji Çevre Dergisi, 12 (48), 32-36.

- Ciminli, C.S., 2005. Gölbaşı Gölü'nde Su, Sediment ve Bazı Organizmalarda Ağır Metal Birikimi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 103s, Antakya.
- Çağlak, E., Karşlı, B., 2014. Beyşehir Gölü'ndeki Sudak (*Stizostedion lucioperca*, Linnaeus 1758) Balığı Kasında Bazı Ağır Metallerin Birikiminin Araştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi – Journal of Agricultural Sciences, 20, 203-214.
- Çalışkan, E., 2005. Ası Nehri'nde Su, Sediment ve Karabalık (*Clarias gariepinu* Burchell, 1822)'ta Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75s, Hatay.
- Çalta, M., Canpolat, Ö., 2002. 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.
- Çiçek, A., Koparal, A.S., 2001. Porsuk Baraj Gölü'nde Yaşayan *Cyprinus carpio* ve *Barbus plebejus*'da Kurşun, Krom ve Kadmiyum Seviyeleri. Anadolu Üniversitesi Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi, 10s.
- Duman, F., 2005. Sapanca ve Abant Gölü Su, Sediment ve Sucul Bitki Örneklerinde Ağır Metal Konsantrasyonlarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 253s, Ankara.
- Dural, M., Göksu, M.Z.L., 2006. Çamlık Lagünü (Karataş, Adana), Seston, Bentoz ve Sedimentinde Mevsimsel Ağır Metal Değişimi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23 (1), 65-69.
- Erdoğan, Ö., Erbilir, F., 2007. Heavy Metal and Trace Elements in Various Fish Samples from Sir Dam Lake, Kahramanmaraş, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 130, 373-379.
- Engin, M.S., Uyanık, A., Çay, S., İçbudak, H., (2010). Effect of the Adsorptive Character of Filter Papers on the Concentrations Determined in Studies Involving Heavy Metal Ions. Adsorption Science & Technology 28, 837-846.
- Fındık, Ö., Turan, M.A., 2012. Metal Concentrations in Surface Sediments of Beyler reservoir (Turkey). Bull Environ Contam Toxicol, 88, 193-197.
- Fidan, A.F., Ciğerci, İ.H., Konuk, M., Küçük Kurt, İ., Aslan, R., Dündar, Y., 2008. Determination of Some Heavy Metal Levels and Oxidative Status in *Carassius carassius* L., 1758 from Eber Lake. Environmental Monitoring and Assessment, 147, 35-41.
- Göksu, M.Z.L., Çevik, F., Fındık, Ö., Sarıhan, E., 2003. 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, 20 (1-2), 69 – 74.

- Gümgüm, B., Ünlü, E., Akba, O., Yıldız, A., Namlı, O., 2001. Copper and Zinc Contamination of the Tigris River (Turkey) and Its Wetlands. *Archiv Für Nat Landschaftsarchitektur*, 40, 233-239.
- Kandemir, S., Doğru, M., Orun, İ., Doğru, A., Atlas, L., Erdoğan, K., Orun, G., Polat, N., 2010. Determination of Heavy Metal Levels, Oxidative Status, Biochemical and Hematological Parameters in *Cyprinus carpio* L., 1758 from Bafra (Samsun) Fish Lakes. *Journal Of Animal and Veterinary Advances*, 9, 617-622.
- Karadede, H., Ünlü, E., 2000. Concentrations of Some Heavy Metals in Water, Sediment and Fish Species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Chemosphere*, 41, 1371-1376.
- Karataş, M., Şeker, Y., 2008. Heavy Metal Levels in Tissues of *Cyprinus carpio* from Kaz Lake in Tokat, Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 20 (4), 3310-3312.
- Kır, İ., Tekin-Özan, S., Barlas, M., 2006. Heavy Metal Concentrations in Organs of Rudd, *Scardinius erythrophthalmus* L., 1758 Populating Lake Karataş-Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 15 (1), 25-29.
- Kır, İ., Tekin-Özan, S., Tuncay, Y., 2007. Kovada Gölü'nün Su ve Sedimentindeki Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24 (1-2), 155-158.
- Kır, İ., Tumantozlu, H., 2012. Karacaören II Baraj Gölü'ndeki Su, Sediment ve Sazan (*Cyprinus carpio*) Örneklerinde Bazı Ağır Metal Birikimlerinin İncelenmesi. *Ekoloji Dergisi*, 82, 65-70.
- Kırıncı, M., Taysi, M.R., Bengü, A.Ş., İspir, Ü., 2013. Murat Nehri'nde Yakalanan *Capoeta Trutta* (Heckel, 1843)'nın Kas Dokusunda Bazı Metallerin Birikim Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1, 111-121.
- Köse, E., 2007. Enne Barajı'nda Yaşayan Balıklarda Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 70s, Kütahya.
- Köse, E., Uysal, K., 2008. Cinsi Olgunluğa Erişmemiş Pullu Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'ların Kas, Deri ve Solungaçlarındaki Ağır Metal Akümüasyon Oranlarının Karşılaştırılması. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17.
- Köse, E., Uysal, K., Tokatlı, C., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., Arslan, N., 2012. Assesment of Boron in Water Sediment and Fhish Tissues of Porsuk strean, Turkey. *Pakistan Journal Zooloji*, 44, 1446-1449.

- Kumari, B., 2011. Toxicity of the Heavy Metal in the Fish, *Cyprinus carpio* on Exposed to Municipal Sewage Water. International Journal of Current Research, 3, 1-3.
- MacDonald, D.D., Ingersoll, C.G., Berger, T.A., 2000. Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems. Archives of Environmental Contamination Toxicology, 39, 20-31.
- Mert, R., Bulut, S., Yıldırım, G., Yılmaz, M., Gül, A., 2010. Damsa Baraj Gölü (Ürgüp), Suyunun Bazı Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Araştırılması. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2, 285-302.
- Minareci, O., Öztürk, M., 2012. Manisa İli Baraj Göllerinde Bor Kirliliğinin Araştırılması. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 5, 25-29.
- Mol, S., Özden, Ö., Oymak, S.A., 2010. Trace Metal Contents in Fish Species from Atatürk Dam Lake (Euphrates, Turkey). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 10, 209-213.
- Öner, Ö., Çelik, A., 2011. Gediz Nehri Aşağı Gediz Havzası'ndan Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi. Ekoloji Dergisi, 78, 48-52.
- Özbay, Ö., Göksu, M.Z.L., Alp, M.T., Sungur, M.A., 2013. Berdan Çayı (Tarsus - Mersin) Sedimentinde Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. Ekoloji dergisi, 22, 68-74.
- Özdemir, N., Yılmaz, F., Tuna, A.L., Demirak, A., 2010. Heavy Metal Concentrations In Fish (*Cyprinus carpio* and *Carassius carassius*), Sediment, and Water Found in the Geyik Dam Lake, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 19, 798-804.
- Özden, Y., 2008. Enne ve Porsuk Barajı Sedimentine Bağlı Ağır Metallerin *Cyprinus Carpio*' nun Değişik Dokularına Biyoakümülyasyonunun Araştırılması. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54s, Kütahya.
- Özkurt, Ş., 2000. Çatören ve Kunduzlar (Kırka-Eskisehir) Baraj Göletlerindeki Sazanların (*Cyprinus carpio* L., 1758) Dokularında Bor Birikimi. Turkish Journal of Biology, 24, 663-676.
- Özmen, H., Külahçı, F., Çukurovalı, A., Doğru, M., 2004. Concentrations of Heavy Metal and Radioactivity in Surface Water and Sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). Chemosphere, 55, 401-408.
- Özözen, G., 2005. Demirköprü ve Avşar Barajlarından Alınan Balık, Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 74s, Manisa.

- Öztürk, M., Özözen, G., Minareci, O., Minareci, E., 2008. Determination of Heavy Metals in of Fishes, Water and Sediment from the Demirköprü Dam Lake. *Journal of Applied Biological Sciences*, 2 (3), 99-104.
- Öztürk, M., Özözen, G., Minareci, O., Minareci, E., 2009. Determination of Heavy Metals in Fish, Water and Sediments of Avşar Dam Lake. *Iran Journal Environmental Health Science Engineering*, 6 (2), 73-80.
- Parlak, H., Çakır, A., Boyacıoğlu, M., Arslan, Ö.Ç., 2006. Heavy Metal Deposition in Sediments from the Delta of the Gediz River (Western Turkey): A Preliminary Study. *Ege Universty Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 23 (3-4), 445-448.
- Sönmez, A.Y., Hisar, O., Karataş, M., Arslan, G., Aras, M.S., 2008. Sular Bilgisi. Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi, Nobel Basımevi, 64, 201. Ankara.
- Sönmez, A.Y., Hisar, O., Yanık, T., 2012. Karasu Irmağında Ağır Metal Kirliliğinin Tespiti ve Su Kalitesine Göre Sınıflandırılması. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43, 69-77.
- Taş, B., 2011. Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) Su Kalitesinin İncelenmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3, 43-61.
- Tekin-Özan, S., Kır, İ., Barlas, M., 2004. Kovada Gölü (Isparta) Suyunda ve Sudak Balığı (*Stizostedion lucioperca* L., 1758)'nda Bazı Ağır Metal Birikiminin Araştırılması. *I. Ulusal Limnoloji Çalıştayı*, İstanbul Üniversitesi, 16-19.
- Tekin-Özan, S., Kır, İ., 2007. Accumulation of Some Heavy Metals in *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779) and Its Host (*Esox lucius* L., 1758). *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 31 (4), 327-329.
- Tekin-Özan, S., Kır, İ., 2008. Seasonal Variations of Heavy Metals in Some Organs of Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) from Beyşehir Lake (Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 138, 201-206.
- TKB 3755, 1994. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Bazı Göllerde Ekolojik ve Etüt Çalışmaları. TKB, Ankara.
- TKB 1380, 2008. Su Ürünleri Yönetmeliği ve Su Ürünleri Kanunu. TKB, Ankara.
- Tokatlı, C., Köse, E., Çiçek, A., Arslan, N., Emiroğlu, Ö., 2012. Felent Çayı (Kütahya, Sakarya Nehir Havzası) Biyotik ve Abiyotik Ögelerinde İz Element Seviyelerinin Tespiti ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Biological Diverstiy and Conservation*, 5,73-80.
- Türkoğlu, M., 2008. Van Gölünden Alınan Su, Sediment ve İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) Örneklerinde Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 59s, Van.

- Uzun, A., Keleş, R., Bal, İ., 2014. Sapanca Gölü İçme Suyu Havzasında Otoyol ve Demiryolundan Kaynaklanan Kirliliğin Yağmur Suyu Sulak Alan Metoduyla Giderilmesi. Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi. 1, 09-15.
- WHO 21590, 1993. Guidelines for Drinking Water Quality. Recommendations, 1, 2nd ed. World Health Organization, Geneva.
- Yılmaz, A.B., Doğan, M., 2007. Heavy Metals in Water and in Tissues of Himri (*Carasobarbus luteus*) from Orontes (Asi) River. Environmental Monitoring and Assessment, 144, 437-444.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Muhammed ERDOĞAN
Doğum Yeri ve Yılı : Isparta, 1986
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : mhammed_erdogan768@hotmail.com

Taranmış
Fotoğraf
(3.5cm x 3cm)

Eğitim Durumu

Lise : Isparta Gazi Lisesi, 2004
Lisans : SDÜ, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü

Mesleki Deneyim

SDÜ Tıp Fakültesi Hastanesi Biyokimya Laboratuvarı 2012-.....

Yayınları

- Kır, İ., Tumantozlu, H., Kayrak, Ş., Erdoğan, M. 2011. Karacaören II Baraj Gölü'nde Yaşayan Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) Örneklerinde Bazı Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. 16. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 25-27 Ekim, Antalya.
- Kır, İ., Samancı, İ., Erdoğan, M., Gürbüz, M.F. 2012. Karacaören II Baraj Gölü'nde Yaşayan Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'ın Büyüme ve Parazit İlişkisinin İncelenmesi. Ekoloji-2012 Sempozyumu, 03-05 Mayıs, Kilis.
- Kır, İ., Samancı, İ., Erdoğan, M. 2012. Karacaören II Baraj Gölü (Burdur, Isparta)'nda Yaşayan Havuz Balığı (*Carassius carassius* L., 1758)'nın Büyüme ve Parazit İlişkisinin İncelenmesi. 5. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, 27-29 Ağustos, Isparta.
- Kır, İ., Erdoğan, M. 2013. Eğirdir Gölü'nün Su ve Sedimentinde Nitrit, Nitrat, Fosfat ve Flor Miktarları. Ekoloji-2013 Sempozyumu. 02-04 Mayıs, Tekirdağ.
- Kır, İ., Samancı, İ., Erdoğan, M. 2013. The Relationship Between Growth and Parasites in Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) Inhabiting Karacaören II Dam Lake. Pakistan Journal of Zooloji, 45(5): 1451-1453.