

T.C.

TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KEBAN BARAJ GÖLÜ'NDE YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN GÖKKUŞAĞI
ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) KAS DOKUSUNDA METAL
BİRİKİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sumru ANIK ALP

Anabilim Dalı: Su Ürünleri

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Gülderen KURT KAYA

II.DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Mehmet VAROL

ARALIK – 2015

T.C.
TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KEBAN BARAJ GÖLÜ'NDE YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN GÖKKUŞAĞI
ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) KAS DOKUSUNDA METAL
BİRİKİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Sumru ANIK ALP
(131108112)

Anabilim Dalı: Su Ürünleri

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Gülderen KURT KAYA

II.DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Mehmet VAROL

ARALIK – 2015

T.C.
TUNCELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KEBAN BARAJ GÖLÜ'NDE YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN GÖKKUŞAĞI
ALABALIĞI (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) KAS DOKUSUNDA METAL
BİRİKİMLERİNİN BELİRLENMESİ

Sumru ANIK ALP
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 21/12/2015 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza:.....

İmza:.....

İmza:.....

Yrd. Doç. Dr. Gülderen
KURT KAYA
(T.Ü)

Doç. Dr. Özlem EMİR
ÇOBAN
(F.Ü)

Doç. Dr. Durali DANABAŞ
(T.Ü)

DANIŞMAN

ÜYE

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Abdullah DİKİCİ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu çalışma, Tunceli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: YLTUB015-07

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

ÖZET

Bu çalışmada, Keban Baraj Gölü'nde yetiştiriciliği yapılan gökkuşacağı alabalığının kas dokusunda bazı ağır metallerin (As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn) birikim düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla gökkuşacağı alabalıkları Kasım 2014-Nisan 2015 arasında 3 farklı istasyondan temin edilmiştir. Atomik absorpsiyon spektrometre ile yapılan analiz sonuçlarına göre, alabalık örneklerindeki ortalama As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonları sırasıyla $101,9\pm 27,2$ $\mu\text{g}/\text{kg}$, $0,82\pm 0,44$ $\mu\text{g}/\text{kg}$, $0,432\pm 0,18$ mg/kg , $0,808\pm 0,13$ mg/kg , $0,365\pm 0,09$ mg/kg , $6,16\pm 1,65$ mg/kg , $1,134\pm 0,34$ mg/kg , $1,101\pm 0,16$ mg/kg , $59,8\pm 8,63$ $\mu\text{g}/\text{kg}$ ve $4,353\pm 1,63$ mg/kg olarak belirlenmiştir. Elde edilen veriler, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen balıklarda ağır metaller için kabul edilebilir değerler ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, Keban Baraj Gölü'nde yetiştirilen alabalıkların, insanlar tarafından tüketilmesinin sağlık açısından herhangi bir risk oluşturmadığı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal düzeyleri, Keban Baraj Gölü, *Oncorhynchus mykiss*, Gökkuşacağı alabalığı

ABSTRACT

Investigation of Metal Concentrations in Muscle Tissues of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Cultured in the Keban Dam Lake

This study was carried out to determine some heavy metal (As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn) accumulation in muscle tissue of cultured rainbow trout in Keban Dam Lake. For this purpose, rainbow trout were obtained from three is used for heavy metal analysis. According to the results of analysis by atomic absorption spectrometry the average of trout example As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn, respectively $101,9 \pm 27,2$ $\mu\text{g/kg}$, $0,82 \pm 0,44$ $\mu\text{g/kg}$, $0,432 \pm 0,18$ mg/kg , $0,808 \pm 0,13$ mg/kg , $0,365 \pm 0,09$ mg/kg , $6,16 \pm 1,65$ mg/kg , $1,134 \pm 0,34$ mg/kg , $1,101 \pm 0,16$ mg/kg , $59,8 \pm 8,63$ $\mu\text{g/kg}$ and $4,353 \pm 1,63$. The data obtained from the World Health Organization (WHO), the Food and Agriculture Organization (FAO) and the fish was determined by comparison with the Turkish Food Codex acceptable values for heavy metals. As a result, the Keban Dam Lake trout are bred, it was found that any creation of health for human consumption.

Keywords: Heavy Metals, Keban Dam Lake, Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*).

TEŐEKKÖRLER

Bu alıőmanın her aőamasında yardım, öneri ve desteğini esirgmeden beni yönlendiren Danıőmanım Sayın Yrd. Do. Dr. Gülderen KURT KAYA'ya, hem laboratuvar hem de tez yazımı aőamalarında fikir ve yardımlarını esirgemeyen İkinci Danıőmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Memet VAROL'a, laboratuvar çalışmalarına yardımcı olan Sayın M. Raőit SÜNBÜL'e ve analiz çalıőmaları için laboratuvar imkanlarının kullanımına izin veren Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürü Sayın Hakan AKGÜN'e, hayatımın her aőamasında olduğu gibi, çalıőmamın baőından sonuna kadar maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma teşekkür eder saygılar sunarım.

Sumru ANIK ALP

TUNCELİ-2015

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLOLAR LİSTESİ	VIII
RESİMLER LİSTESİ	IX
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	X
1. GİRİŞ	1
1.1. Ağır Metaller	2
1.1.1. Arsenik (As)	3
1.1.2. Kadmiyum (Cd).....	3
1.1.3. Krom (Cr)	4
1.1.4. Kobalt (Co).....	5
1.1.5. Bakır (Cu).....	5
1.1.6. Demir (Fe)	5
1.1.7. Mangan (Mn).....	6
1.1.8. Nikel (Ni)	7
1.1.9. Kurşun (Pb)	8
1.1.10. Çinko (Zn)	8
1.2. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (AAS)	9
1.3. Mikrodalga Yöntemi	9
2. MATERYAL ve METOT	11
2.1. Çalışma Alanı	11
2.2. Materyal.....	11
2.3. Metot	14
2.4. İstatistiksel Analizler	15
3. BULGULAR	16
4. TARTIŞMA	27
5. SONUÇ	31
6. ÖNERİLER	32

KAYNAKLAR.....	33
ÖZGEÇMİŞ	36

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2. 1. Örnekleme istasyonlarını gösteren harita.....	12
Şekil 3. 1. <i>O. mykiss</i> 'in kas dokusundaki As konsantrasyonu ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	17
Şekil 3. 2. <i>O. mykiss</i> 'in kas dokusundaki Cd konsantrasyonu ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	18
Şekil 3. 3. <i>O. mykiss</i> 'in kas dokusundaki Co konsantrasyonu (mg/kg)	19
Şekil 3. 4. <i>O. mykiss</i> 'in kas dokusundaki Cr konsantrasyonu ($\mu\text{g}/\text{kg}$).....	20
Şekil 3. 5. <i>O. mykiss</i> 'in kas dokusundaki Cu konsantrasyonu (mg/kg)	21
Şekil 3. 6. <i>O. mykiss</i> 'in kas dokusundaki Fe konsantrasyonu (mg/kg)	22
Şekil 3. 7. <i>O. mykiss</i> 'in kas dokusundaki Mn konsantrasyonu (mg/kg)	23
Şekil 3. 8. <i>O. mykiss</i> 'in kas dokusundaki Ni konsantrasyonu (mg/kg)	24
Şekil 3. 9. <i>O. mykiss</i> 'in kas dokusundaki Pb konsantrasyonu (mg/kg).....	25
Şekil 3. 10. <i>O. mykiss</i> 'in kas dokusundaki Zn konsantrasyonu (mg/kg)	26

TABLULAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Mikrodalga yakma ünitesi prosedürü.	14
Tablo 2.2. Standart referans materyalin (TORT-3), sertifikalı referans değerleri ile bu çalışmada analiz edilen değerleri.	15
Tablo 3.1. İstasyonlara göre Ağır metal konsantrasyonlarının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri (As, Cd, ve Pb $\mu\text{g}/\text{kg}$ yaş ağırlık; diğer elementler mg/kg yaş ağırlık).....	16
Tablo 4.1. Ulusal ve uluslararası standartlara göre balık kaslarındaki ağır metallerin (mg/kg , yaş ağırlık) izin verilen maksimum limitleri	27
Tablo 4.2. Alabalık örneklerinin kas dokusunda birikim yapan metal düzeylerinden hesaplanan günlük ve haftalık alım değerleri ile tolere edilebilir değerlerin karşılaştırılması	30

RESİMLER LİSTESİ

Sayfa No

Resim 2.1. I. istasyondan bir görünüm	12
Resim 2.2. II. istasyondan bir görünüm	13
Resim 2.3. III. istasyondan bir görünüm.....	13

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

Simgeler

As	:Arsenik
Cd	:Kadmiyum
Co	:Kobalt
Cr	:Krom
Cu	:Bakır
Fe	:Demir
kg	:Kilogram
M	:Metre
mg	:Miligram
mL	:Mililitre
mg/L	:1 Litre Çözelti İçerisinde Çözünmüş Maddenin Miligram Cinsinden Miktarı
µg/L	:1 Litre Çözelti İçerisinde Çözünmüş Maddenin Mikrogram Cinsinden Miktarı
µg/g	:1 Gram Çözelti İçerisinde Çözünmüş Maddenin Mikrogram Cinsinden Miktarı
mm	:Milimetre
Mn	:Mangan
Ni	:Nikel
Pb	:Kurşun
Zn	:Çinko
°C	:Santigrat derece

Kısaltmalar

AAS	:Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi
FAO	:Gıda ve Ziraat örgütü
HDPE	:Yüksek Yoğunluklu Polietilen Kap
WHO	:Dünya Sağlık Örgütü

1. GİRİŞ

Çevre ve insan birbirini tamamlayan, birbirleriyle etkileşim içinde olan kavramlardır. Antropojenik aktivitelerin yüksek olduğu kentsel alanlardan ve endüstri kuruluşlarından ortama yayılan kirletici maddeler, çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Bu kirliliğin önemli sebeplerinden birini de ağır metaller meydana getirmektedir (Atsdr, 2006). Ağır metallerden Zn (çinko), Cu (bakır), Hg (Cıva), Cd (kadmiyum), Pb (kurşun), As (arsenik) ve benzeri metaller, kirleticilerin büyük bölümünden sorumlu, önemli bir gruptur. Toprak erozyonu ve volkanik olaylar gibi doğal afetler ile tarımsal, endüstriyel ve kentsel faaliyetler gibi insan kaynaklı aktivitelerin bir sonucu olarak ağır metallerin sucül ortamdaki düzeyleri artmaktadır. Bu sebeple de hidrolojik döngüdeki suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri olumsuz olarak etkilenebilmektedir (Almeida ve ark., 2001).

Ağır metaller sudaki inorganik kirleticilerin en önemli kaynağını meydana getirir. Bunlar sucül ekosistemde canlılar tarafından alınıp, canlı dokularında birikip; besin zinciri yolu ile insana kadar ulaşabilmektedir. Ağır metaller sucül ekosistemlere çoğunlukla doğal yollardan girerler, sudaki etki düzeyleri genelde çok düşük düzeyde olmasına rağmen fazla alındığında insan sağlığı için tehlikeye neden olmaktadır. Fakat günümüzde hızlı nüfus artışı, tarımsal, endüstriyel ve evsel atıkların artması ağır metallerin döngüsünü çokça hızlandırmıştır.

Aslında birçok metal, insan vücudu açısından esansiyeldir ve vücuda alınması gereklidir. Mesela kanımızdaki alyuvarlarda bulunan hemoglobin proteininde var olan Fe^{+2} (demir) solunumumuzu devam ettirmemiz için gerekli olan oksijeni bağlar. Bu şekilde insan sağlığı açısından elzem olan çinko, bakır gibi birçok metal vardır. Bunun yanında, bu metallerin vücutta fazla olması bazı zararlara yol açabilmektedir (URL-1, 2015).

Besin zinciri ile insan vücudunda biriken metal iyonlarının vücuttan atılması için çok uzun yıllara ihtiyaç vardır. Bu metal iyonlarının vücutta birikimi toksik etkiye yol açmaktadır. Bu duruma örnek verecek olursak; Japonya'da Hg (civa) zehirlenmesi ile oluşan Minamata hastalığıdır. Minamata'da kurulan fabrikadan metil cıva içeren atıkların Minamata Körfezi'ne dökülmesi ile körfezde bulunan midye ve balıkların vücutlarında yüksek oranda Hg bulunduğu, körfezdeki midye ve balıklarla beslenen bölge halkında da

Hg zehirlenmesi sonucu felç ve ölümlerin görüldüğü rapor edilmiştir (Harada, 1995). Bu sebeple, biyolojik çevrimin bir halkasını oluşturan ve önemli bir protein kaynağı olarak tüketilmesi tercih edilen balıklarda giderek artan metal kirliliğinin etkilerinin araştırılması ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

1.1. Ağır Metaller

Ağır metal; organizmanın sağlıklı büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan ve miktarı organizmanın ağırlığının % 0,01'den az olan elemente denir. Özellikle endüstriyel atıklar ve bazı pestisitlerde bulunan; suları kirleten en önemli inorganik faktörler olan ağır metaller, deşarj edildikleri ortamda uzun süre kalabilmeleri, sucul ortam canlılarında toksik etkiler meydana getirdikleri ve besin zincirinde akümüle olarak insan sağlığını tehdit ettikleri sebebiyle büyük önem arz ederler. Ağır metaller, kentsel ve endüstriyel bölgelerde daha yoğun olmak üzere ya biota tarafından absorbe edilirler ya da sedimentte birikirler (Köse, 2007).

Son yıllarda su, sediment ve balık dokularında ağır metal birikimleri ile ilgili çalışmaların sayısında bir artış gözlenmektedir. Balıkların, sağlıklı ve dengeli beslenme için insan diyetindeki yeri göz önüne alındığında, sucul ortamlarda artan ağır metal kirliliklerinin balıklarda ne derecede birikim gösterdiğinin araştırılması, hem balık biyolojisi hem de insan sağlığı açısından oldukça önem arz etmektedir.

Balıklar ağır metalleri üç yoldan vücutlarına alırlar; vücut yüzeyinden (deri), solungaçlardan ve sindirim sisteminden. Balıklar, ağız yoluyla aldıkları sudaki oksijenin solungaçlarda bulunan kılcıl damarlardan geçmesi sırasında, suda çözünmüş yada askıda bulunan maddeleri de alırlar. Bu sırada sudaki ağır metaller de solungaçlardaki lameller tarafından vücuda alınır. Balıklarda meydana gelen en çok zehirlenmeler ağız yoluyla alınan toksik maddelerle olmaktadır. Sindirim kanalından emilen toksik madde, kan dolaşımı ile bütün vücuda yayılarak zehirlenmeye neden olabilir. Bu zehirlenme, zehrin şiddetine, türüne ve emilen madde konsantrasyonuna bağlı olarak değişim gösterir. Ağız yoluyla vücuda giren toksik maddelerin ince bağırsaklarda absorpsiyonları fazla olur. Deri genelde toksik maddelerle temas içindedir. Derinin ağır metallere karşı fazla geçirgen olmaması sebebiyle canlıların bu yolla zehirlenmeleri daha az görülmektedir.

Sucul ekosistemlerde yaşayan balıklarda en fazla rastlanan ağır metallerin başında As, , Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Cd, Cr, Co ve Zn gelmektedir. Bu ağır metallerin özellikleri aşağıda verilmiştir.

1.1.1. Arsenik (As)

Kanserojen etkisi olduğu bilinen arseniğin kronik etkilerinin tartışması uzun süredir devam etmektedir. Bu kronik etkiler kanser olmayan deri lezyonları, cilt kanseri ve iş nedeni ile meydana gelen hava yolu kanserlidir. Metal ayrıştırma, piller, kablolar, pestisitler, herbisitler, mil yatakları gibi kullanım yerleri vardır. Akut arsenik zehirlenmesinin gözlemlenen etkilerinden bir kısmı da bulantı-kusma, ishaldir. Aynı zamanda karaciğer ve böbrek hasarı, görme bozukluğu, deri pigmentinde artma, kas felçleri de meydana gelebilmektedir. Akut ve kronik zehirlenme mide yoluyla olursa tartışmasız ölüme neden olduğu belirtilmiştir (URL-2, 2015).

Arseniğe insan maruziyeti hem insana hem de doğaya bağlı nedenlerle gerçekleşmekte ve sürmektedir. Doğal nedenler; yeraltı suları ve volkanik faaliyetlerdir. Bunun yanında mesleki maruziyette oluşmaktadır. Kronik zehirlenmelerde ise semptomların başlangıcı 2-8 haftada başlar. Tipik bulgular deri-tırnak değişiklikleri, ayrıca arseniğe maruz kalanlarda bağırsaklarda ve karaciğer üzerinde yüksek derecede tahribata yol açtığı bilinmektedir (Güven ve ark., 2009).

1.1.2. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum, doğada az bulunan kimyasal özellikleri çinkoya benzeyen ağır metallere aittir. Yumuşak ve saf halde bulunur. Çinkonun bulunduğu her yerde olabilir. Kadmiyum, canlılar için gerekli elementler grubuna girmemektedir. Tatlı su ve yer altı sularında kadmiyumun artışı, zirai mücadele ve çimento sanayinde kullanılan kadmiyumlu atık suların karışması nedeni ile olmaktadır (Tuncay, 2007). Kadmiyum besin zinciri yolu ile insana zararlı konsantrasyonlarda transfer olabildiğinden dolayı insan toksikolojisinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Kadmiyum ve bileşikleri sularda genelde eser miktarda bulunup, suya karışan kadmiyumun büyük kısmı ise sedimentte toplanır. Burada toplanan kadmiyum sedimentte yaşayan omurgasızların vücuduna geçerek besin zinciri yolu ile de balıklara ve insanlara kadar transfer olur (Köse, 2007).

Kadmiyum, solunum ve sindirim yolları ile basit olarak absorblanan, vücutta birikim yapan ve zehirlilik etkisi yüksek bir metal olup biyolojik sistemlerde Zn, Cd gibi davranır. Böylece, esansiyel iz elementlerin metabolizmasını fonksiyonel olarak yerine getiren proteinelere bağlanır ve balıkların karaciğer ve böbrek gibi aktif doku ve organlarında akümüle olur. Kadmiyum, balıklarda solungaç, böbrek, karaciğer gibi doku ve organların yanı sıra, etkide kalma süresinin uzaması açısından ise kas dokusunda da önemli oranda birikim yapar (Kuşatan ve Cicik, 2004).

1.1.3. Krom (Cr)

İnsanlar, solunum yolu, yeme, içme, derinin kroma temasıyla maruz kalmaktadırlar. Havada solunum yoluyla suyla ve besinlerle vücuda alınırlar. Solunum yoluyla organizmaya alınan krom elementi ilk önce akciğerde birikir, burada depolanan krom zamanla ve yavaş yavaş dolaşım sistemine geçer ve vücuda dağılır. Böbreklerden süzülen krom elementi idrar yoluyla organizmadan atılır. Krom miktarı hava ile suda genellikle düşüktür. Çoğu insan için birçok meyvede, sebze, mayada ette ve diğer kuru gıdalarda doğal olarak bulunur (Radjaei, 2006).

Krom elementinin yol açtığı sağlık problemleri şunlardır:

- Ölüm
- Akciğer kanseri
- Böbrek ve karaciğer hasarları
- Zayıflamış bağışıklık sistemi
- Solunum problemleri
- Genetik materyalde değişiklik
- Mide sorunları ve ülser
- Deri dökülmeleri

1.1.4. Kobalt (Co)

Arsenik, demir, çinko, mangan, gümüş, nikel ve bakır cevherlerinde eser olarak bulunan kobalt bu cevherlerden bir yan ürün olarak elde edilir. Kobalt tuzlarına deri teması yada kobaltın havada toz halinin solunması sonucunda kobalt zehirlenmesi gerçekleşir. Toz halinde alınan kobalt elementi akciğerlerde çözünerek idrara ve kana. Kobalt elementi, koyun ve sığır gibi geviş getiren hayvanların beslenmesinde ve insandaki alyuvarların olgunlaşmasında ihtiyaç duyulan B12 vitamininde yer alır. Kobalt kaynaklı deri tahrişi ve hastalıklar çok nadir görülürken, ağız yoluyla alınması sindirim ve hematolojik bozukluklara neden olur (Dökmeci, 1988).

1.1.5. Bakır (Cu)

Bakır elementi, hayvansal organizmalarda omuriliğin miyelinleşmesi, kemik oluşumu, bitkilerin yaşaması ve klorofil oluşumu, hemoglobin ve metalloenzimlerin sentezinde görev almakta, sitokrom oksidaz gibi hücredeki redoks reaksiyonlarına katılan enzimlerin başlıca yapısal bileşenini meydana getirir. Balıklar tarafından Cu'nun alınması büyük oranda solungaçlar ve alınan besinler aracılığı ile gerçekleşir (Karadede, 1997). Balıklarda doku ve organlardaki Cu derişimi, metabolik ve fizyolojik olaylar için gereksinim duyulan düzeyi aşması, moleküler yada hücresele düzeyde yapısal ve işlevsel bozukluklara yol açmaktadır. 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 görülmekte ve yüksek konsantrasyonunda ise denge mekanizmasını bozarak karaciğerin görev yapmadığı belirtilmiştir (Kargın ve Erdem, 1992).

1.1.6. Demir (Fe)

Demir elementi dünyada en çok bulunan elementlerden birisi olup, yer kabuğunda %5 oranında bulunmaktadır. Bütün metaller içinde en çok kullanılan ve dünyada üretilen metallerin ağırlıkça %95'ini oluşturmaktadır. Normal olarak çözülemeyen formda olmasına karşın, doğal olarak gerçekleşen pek çok reaksiyonla, demirin çözülebilir formları oluşabilir ve bunlar girdikleri suyu kirletirler. İnsan vücudu Fe' nin emilimini çok

sıkı kontrol eden mekanizmaya sahipse olsa da vücuttan atılması maalesef mümkün değildir. Altı yaşın altında çocuklarda en çok görülen zehirlenme yoluyla ölüm nedeni, ferros sülfat ilaçlarının aşırı tüketilmesi olup aşırı miktardaki Fe, sindirim sistemindeki tüm hücrelere zarar verip ve kan dolaşım sistemine de girebilir. Kan dolaşımına giren Fe karaciğer, kalp ve diğer organların hücrelerine de zarar vermeye başlar ve bu da uzun süreli organ hasarlarına yada aşırı dozdan ölümlere yol açabilir. İnsanlarda demir zehirlenmesinin başlangıç değeri; vücut ağırlığının kilogramı başına alınacak 20 miligram olup kilogram başına 60 miligram demir, öldürücü dozdur (Uslu, 2007).

1.1.7. Mangan (Mn)

Mangan, karbonhidrat ve lipid metabolizmasında, doku ve kemik oluşumunda, üreme fonksiyonlarında önemli rol almaktadır. Mangan, yeryüzünde her yerde bulunabilen çok yaygın bir bileşen olup; pil üretiminde, kuru pillerde depolarizatör olarak, çelik ve demiryolu makaslarının ve kasaların yapımında, eczacılık çalışmalarında nicel analizlerde ve seramik sanayinde ayrıca kullanılmaktadır.

Mangan insanlar için büyüme, üreme, yaraların iyileşmesi, beyin fonksiyonları, tiroit ve böbrek üstü bezlerinin sağlığı ile şeker, insülin ve kolesterol metabolizmasında önemli rol oynayan bir eser mineraldir. Gıdalarla alınan yüksek oranlardaki mangan, sağlıklı gelişmiş çocuklar ve yetişkinlerde vücuttan bir şekilde atılabilmektedirler; ancak bebekler ve yeni büyüyen çocuklarda bu büyük bir sorundur; çünkü bu küçük çocuklarda manganı parçalayacak karaciğer henüz tam gelişmemiş ve büyümekte olan beyin ve sinir sistemi dokuları, yüksek konsantrasyonlarda mangandan en çok zarar gören dokulardır (Akgüç, 2007).

İnsan sağlığı açısından tavsiye edilen günlük alım miktarı vardır belirtilen kadar alınmazsa insan sağlığı bozular. İnsanlar tarafından Mn yüksek alımları, ıspanak, çay ve baharatlar gibi gıdalardan alınmaktadır. Mangan insan sağlığı açısından elzem bir element olduğundan, Mangan yokluğu da sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bu etkilerin bazılarını aşağıda sıralanmıştır:

- Kan pıhtılaşması
- Glikoz intoleransı
- Şişmanlık

- Deri sorunları
- Doğumsal bozukluklar
- Nörolojik semptomlar
- Düşük kolesterol seviyeleri
- Saç renginde değişiklik
- İskelet bozuklukları

Kronik Mn zehirlenmesi uzun süreli duman ve toz solunmasından kaynaklanıp etkileri solunum sistemi ve beyinde gözlenebilir. Hastalık nedeni ile merkezi sinir sistemi hasar gören başlıca bölge olup, bu hasar kalıcı sakatlık ile sonuçlanabilir. Belirtiler bitkinlik, güçsüzlük, uykusuzluk, duygusal bozukluk, tekrarlı bacak krampları, spastik yürüyüş ve felçtir. Mn bileşiklerinin tozu yada dumanına maruz kalan işçilerde zatürree ve diğer üst solunum yolu hastalıklarına sıklıkla rastlanmıştır (URL-3, 2015).

1.1.8. Nikel (Ni)

Yer kabuğunun belli başlı elementlerinden olan nikel, atmosfere nikel madeninin çıkarılması, zenginleştirilmesi yada kullanılması esnasında, bu işleri yapan endüstrilerce salınmakta olup, çoğunlukla doğada demirle beraber bulunmakla birlikte sülfürler, silikatlar ve arsenürler şeklinde bulunur. Nikel cevherinin başlıca kullanım alanları paslanmaz ve alaşım çeliği üretiminde, demirsiz alaşımlarda, elektro kaplamalardır. Nikelin uç ürünleri ise gemi, kara ve uçak gibi taşıtların korozyona maruz parçalarının üretiminde, elektrikli aletlerde, kimya sanayinde, petrol sanayinde, mücevherat, mutfak aletleri gibi metal ürünlerin yapımında kullanılır. İnsanlar nikel sigara içilmesiyle, solunum yoluyla, içme suyuyla, gıdaların tüketimiyle maruz kalabilirler.

Nikelle kirlenen toprak veya su, deriyle temas ederse de nikel maruz kalınabilir. Az miktarda Nikel alınması vücut için gereklidir; ancak aşırı dozda alınması insan sağlığını tehdit eder. Nikel doğal olarak gıda maddelerinde küçük miktarlarda bulunabilir. Çikolata ve katı yağlarda, yüksek oranda nikel bulunmaktadır. Kirli topraklardan elde edilen sebzeler çok tüketilirse sonuç olarak nikel alımı fazlalaşır. Bitkilerin nikeli topladığı bilinir ve bunun sonucu olarakta sebzelerden nikel alımı fazladır (Kars, 2007). Nikelin fazla

miktarda alınması, akciğerlerde tıkanma, solunum yetmezliği, astım, kronik bronşit ve kalp rahatsızlıkları, doğum hasarları gibi hastalıklara sebep olabilir.

1.1.9. Kurşun (Pb)

Endüstriyel ve madencilik faktörleriyle ortama atıldığı gibi, kirlenme kaynağına ek olarak kireç taşı, kurşun yatağı ve bazı durumlarda yağmurlarla kurşun doğal sulara taşınır. Kurşun, balıkların besin zincirine katılarak vücutta birikebilir. Kurşun tuzları mide suyunda ve kanda oldukça çözünür haldedir. Absorbe olan kurşunun atılımı çok yavaştır ve kurşun, insan ve hayvan iskeletinde birikim yapan zehirli bir elementtir hayat boyu birikir. Pb absorbe olarak kana geçip, kısa zamanda dengeye ulaşır ve kan yoluyla organlara dağılır. Kurşun genelde metabolitleri yardımı ile diş ve kemik gibi sert dokularda birikim yapabilir. Erkek ve dişi bireylerde üremeyi etkilemektedir. Kurşunun zehirliliğine karşı hassasiyet kişiden kişiye değişir. Çocuklar en hassas olanlarıdır. Balıklarda yapılan çalışmalarda Pb'nin gametotoksik olduğu da gösterilmiştir. İnorganik Pb'nin akut etkisi böbrek hasarı meydana getirir (Karadede, 1997).

1.1.10. Çinko (Zn)

Çinko, biyolojik olaylarda önemli rol oynar. Canlı organizmalarda ve çevrede yaygın şekilde bulunur. Canlı organizmalar için Zn gerekli bir iz elementi olup sağlıklı büyüme ve gelişme için esansiyeldir, yemlerin içinde ve suda az miktarda da bulunması gereklidir. 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. İçeriğinde çinko bulunan enzimler; karbonhidrat, lipid ve nükleik asit metabolizmasında, protein sentezinde önemli role sahiptir. Erişkin insanlarda günlük Zn ihtiyacı 15 mg kadardır. Zn en fazla böbrek, karaciğer dokularında birikir. Fazla alınması halinde iştah ve bağışıklık sistemi aktivitesinde azalma, kolesterolün yükselmesi, yaraların geç iyileşmesi ve deride hassasiyet gibi olumsuzluklar görülür. Eksikliğinde ise gençlerde büyüme olumsuz etkilenir ve bağışıklık sistemi zayıflar, hamilelerde bebeklerin gelişimi yavaşlar. Çinkonun azalışına bağlı olarak karaciğerdeki glikojen seviyesinde de artış görülmektedir (Köse, 2007).

1.2. Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (AAS)

AAS temel enerji düzeyinde ve gaz halinde bulunan atomların, UV ve görünür bölgedeki ışığı absorplaması ilkesine dayanır. Önemli ana kısımları; ışın kaynağı, atomlaştırıcı, dalga boyu seçici, dedektör, sinyal işlemci ve göstergedir. Tek dalga boylu ışın üreten primer ışın kaynakları, ışın kaynağı olarak kullanılır. En çok kullanılanlar oyuk katot lambalarıdır. Atomlaştırıcı, örneğin atomlaştırıldığı ve soğurmanın gerçekleştiği bölümdür. Cihazın bu kısmı önemlidir. Burada yapılan değişikliklerle birçok AAS teknikleri geliştirilmiştir. Çalışılan dalga boyunu diğer dalga boylarından ayıran kısım Monokromatör' dür. Prizmalar, mercekler, ve aynalar sisteminden oluşur. Detektör dalga boyundaki enerjiyi, elektrik sinyallerine çevirir. Dış ortama aktaran kısım ise sinyal işlemci ve göstergelerdir (Uluözlü, 2005).

AAS, iki ana bölüme ayrılabilir; çözeltide bulunan serbest atomların elde edilmesi ve oluşan bu atomların elektromanyetik ışını soğurmaları. Çözeltideki iyon yada moleküllerden temel haldeki element atomlarının oluşturması, atomlaştırıcıda gerçekleştirilir. Temel düzeyde bulunan atomların elektromanyetik ışını soğurmalarıyla atomlar, uyarılmış elektronik düzeye geçerler (Özkan, 2007). Buradaki soğurma miktarı temel düzeydeki atom sayısına bağlıdır. Günümüzde AAS ile bazı elementlerin (Fe, Co, Na, K, Mg, Cr (III), B, SrMn, , Ni, Cu, Zn, Cd, Hg, Sn, Mo, Ca, Al, Pb, As, Se) ppm ve ppb seviyesinde miktar tayini yapılabilmektedir.

1.3. Mikrodalga Yöntemi

Mikrodalga parçalaması hem kapalı hem de açık kaptaki yürütülebilir. Açık sistemlerde asit veya asit karışımı ile örnek beraber tüp içine alınır ve mikrodalga enerjisi gönderilerek ısıtma yapmak suretiyle çözünürleştirme yapılır. Kapalı sistemde ise asit veya asit karışımı ile örnek yüksek basınç altında teflon tüp içinde etkileştirilir ve mikrodalga enerjisi gönderilerek ısıtma yapmak suretiyle çözünürleştirme gerçekleştirilir; ancak kapalı kap, daha yüksek basınçlar ve sıcaklıklar elde edilebildiği için tercih sebebidir. Klasik olarak zor numunelerin mikrodalga da parçalanması bile beş ile on dakikada tamamlanırken, parçalama bir alev veya ısıtıcı tabla ile ısıtılarak yapılırsa aynı sonuç için birkaç saat gerekmektedir (Demirel, 2005).

Ülkemizin en büyük baraj göllerinden biri olan Keban Baraj Gölü, içsularda gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) üretiminde Türkiye’de ilk sırada yer almaktadır. Şu ana kadar Baraj Gölü’nde kafeslerde yetiştiriciliği yapılan alabalıklarda metal birikimi ile alakalı herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, Keban Baraj Gölü’nde yetiştiriciliği yapılan alabalıkların kas dokusunda ağır metal (Co, Cu, Fe, Mn, As, Cd, Cr, Ni, Pb ve Zn) birikiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve METOD

2.1. Çalışma Alanı

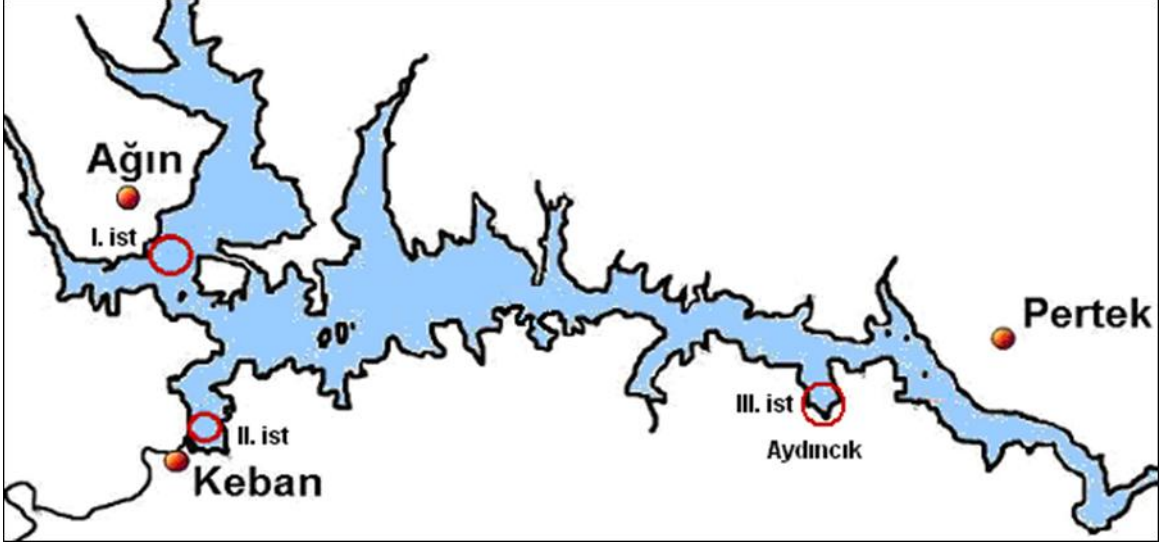
Keban Barajı, maksimum işletme kotunda (845 m) 68.731 hektarlık göl alanı ile Türkiye’de sayılı büyük baraj göllerindedir. Elazığ, Erzincan, Tunceli, Malatya ve Sivas il sınırları içerisinde yer almakta ve su ürünleri açısından önemli potansiyele sahiptir. Keban Baraj Gölü’nde faaliyette bulunan 116 adet ağ kafes işletmesinin mevcut kapasitesi 11.650 ton/yıl’dır. Bu işletmeler 35 hektarlık su alanında faaliyetlerini sürdürmektedir. Baraj gölünde ağ kafeslerde balık yetiştiriciliği yapılabilecek maksimum su alanı 49 hektar olarak hesaplanmıştır.

Balık örnekleri Keban Baraj Gölü’nün 3 farklı bölgesinde (istasyon) yer alan iki farklı alabalık çiftliğinden alınmıştır ve Şekil 2.1’de istasyonlar verilmiştir. I. istasyon Ağın Bölgesi’nde (Keban Baraj Gölü 1. Avlak Sahası), II. istasyon Keban Bölgesi’nde (Keban Baraj Gölü 3. Avlak Sahası), III. istasyon ise Aydınçık Bölgesi’nde (Keban Baraj Gölü 6. Avlak Sahası) yer almaktadır (Resim 2.1-2.3).

2.2. Materyal

Araştırma Kasım 2014 – Nisan – 2015 tarihleri arasında Keban Baraj Gölü’nde yetiştiriciliği yapılan *O. mykiss* ile yürütülmüştür. Keban Baraj Gölü’nde I. istasyondaki (Ağın 2. Bölge) tesislerden alınan alabalıkların ağırlıkları 205-457 gr, total boyları 25-33,5 cm ve çatal boyları 22-30,8 cm arasında değişmiştir. II. istasyondan (Keban 3. Bölge) alınan örneklerin ağırlıkları 149-330 gr, total boyları 24-27 cm ve çatal boyları 21-24,8 cm arasında değişirken, III. istasyondan (Keban 6. Bölge) alınan alabalıkların ağırlıkları 168-388 gr, total boyları 24-30,5 cm ve çatal boyları 22,3-28 cm arasında değişmiştir.

Çalışma süresince her istasyondan her ay 20 adet alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) örneği temin edilmiştir. İşletmelerden temin edilen örnekler temiz polietilen torbalara konularak, içerisinde buz aküleri bulunan taşınabilir soğutucu içerisine yerleştirilerek en kısa zamanda Elazığ Su Ürünleri Araştırma İstasyonu laboratuvarına ulaştırılmıştır. Laboratuvara getirilen örneklerin ağırlık ve boy ölçümleri yapıldıktan sonra örnekler etiketlenerek tekrar polietilen torbalara konularak analiz aşamasına kadar -20 °C’de muhafaza edilmiştir



Şekil 2.1. Örnekleme istasyonlarını gösteren harita.



Resim 2.1. I. istasyondan bir görünüm



Resim 2.2. II. istasyondan bir görünüm



Resim 2.3. III. istasyondan bir görünüm

2.3. Metot

Soğuk zincir ile Elazığ Su Ürünleri Araştırma İstasyonu laboratuvarına getirilen alabalık örneklerinin kas dokusunda 10 elementin konsantrasyonları (Fe, Mn, Ni, As, Cd, Co, Cr, Cu, Pb ve Zn) belirlenmiştir. Kas dokusu, alabalık örneklerinin operkulum ile dorsal yüzgeçleri arasındaki bölgeden alınarak homojenize edildikten sonra 1 gr tartılarak mikrodalga ünitesinin teflon tüplerine bırakılmıştır. Tüplerin içerisine 8 ml HNO₃ ve 2 ml H₂O₂ ilave edilerek Tablo 2.1'deki mikrodalga yakma prosedürü izlenmiştir.

Tablo 2.1. Mikrodalga yakma ünitesi prosedürü

Adım	1	2	3	4	5
Sıcaklık (°C)	100	140	160	180	0
Çıkış süresi (dk)	3	3	3	3	0
Bekleme süresi (dk)	3	3	1	20	5
Güç (%)	100	100	100	100	0
Basınç (bar)	-	-	-	-	-
Maksimum güç (watt)	800	1600	1600	1600	10

Mikrodalga programı sona erdikten sonra mikrodalga tüplerinin içeriği çeker ocak altında filtre kağıdından süzülerek 50 ml hacimli ve taksimatlı falkon tüplere aktarılmış ve ultra saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Ağır metal analizleri için her bir elemente ait kalibrasyon standartları hazırlandıktan sonra analize hazır hale getirilen örneklerin ağır metal düzeyleri alevli ve grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrometre (AAS) cihazı (Thermo Scientific ICE 3000 marka) kullanılarak ölçülmüştür. Arsenik, Cd ve Pb analizleri grafit fırınlı AAS ile yapılırken, Cu, Fe, Mn, Co, Cr, Ni ve Zn analizleri ise alevli AAS ile yapılmıştır.

Ayrıca bu tez çalışmasında standart referans madde olarak TORT-3 kullanılmış olup, sertifikalı referans değerler ile analiz sonucu bulunan değerler Tablo 2.2 'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Standart referans materyalin (TORT-3), sertifikalı referans değerleri ile bu çalışmada analiz edilen değerleri

Ağır Metal	Referans Değer (mg/kg)	Bulunan Değer (mg/kg)	Geri Kazanım (%)
As	59,5	57,8	97
Cd	42,3	43,6	103
Cr	1,95	2,12	109
Co	1,06	1,17	110
Cu	497	492	99
Fe	179	167	93
Mn	15,6	14,3	92
Ni	5,5	5,8	105
Pb	0,225	0,239	106
Zn	136	139	102

2.4. İstatistiksel Analizler

İstasyonlardan alınan gökkuşuğu alabalığı örneklerinde ölçülen metal konsantrasyonları arasındaki istatistiksel farklar tek yönlü varyans analizi (one way ANOVA) ile 0,05 önem düzeyinde değerlendirilmiştir. İstatistiksel hesaplamalar SPSS 17.0 istatistik programına göre yapılmıştır.

3. BULGULAR

Keban Baraj Gölü'nde belirlenen işletmelerden yetiştiricilik süresince (Kasım 2014-Nisan 2015) alınan toplam 360 adet alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) örneğinin kas dokusunda ağır metal birikimi (As, Cd, Cu, Fe, Mn, Co, Cr, , Ni, Pb ve Zn) incelenmiştir. Tablo 3.1'de çalışma süresince elde edilen ağır metal değerlerinin istasyonlara göre minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir.

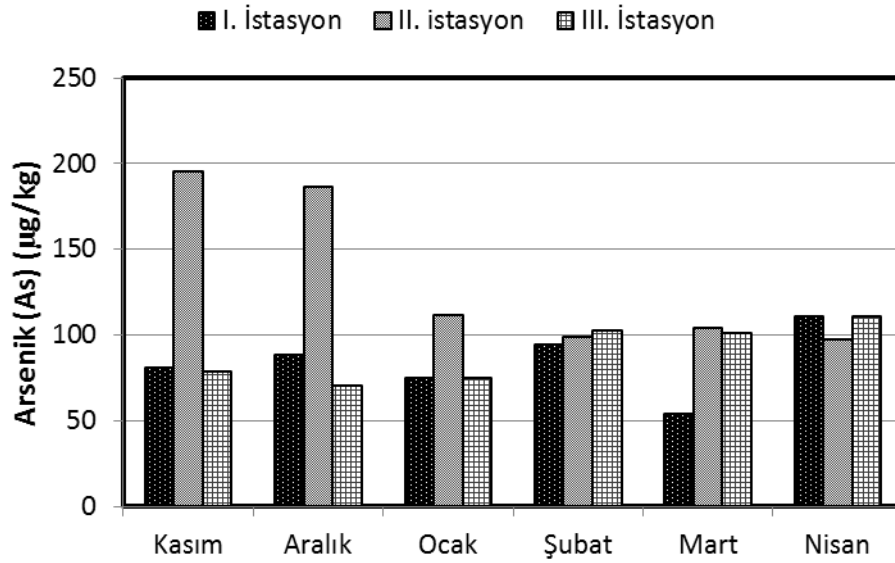
Tablo 3.1. İstasyonlara göre Ağır metal konsantrasyonlarının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri (As, Cd, ve Pb µg/kg yaş ağırlık; diğer elementler mg/kg yaş ağırlık)

	I. istasyon				II. istasyon				III. istasyon			
	Min	Mak	Ort	SS	Min	Mak	Ort	SS	Min	Mak	Ort	SS
As	54,1	110,7	83,9	19,1	97,6	195,3	132,2	45,6	70,7	110,6	89,7	16,9
Cd	0,500	1,847	1,028	0,522	0,084	1,346	0,708	0,425	0,185	1,244	0,726	0,367
Co	0,121	0,692	0,424	0,217	0,313	0,697	0,463	0,171	0,265	0,677	0,409	0,140
Cr	0,663	0,961	0,835	0,107	0,701	0,942	0,877	0,088	0,458	0,910	0,713	0,182
Cu	0,214	0,575	0,378	0,116	0,259	0,480	0,357	0,079	0,305	0,519	0,360	0,082
Fe	3,521	7,740	5,246	1,456	4,599	7,227	6,121	1,054	4,929	10,516	7,113	2,448
Mn	0,674	1,497	1,035	0,353	0,687	1,419	1,032	0,335	0,684	1,576	1,335	0,332
Ni	0,872	1,397	1,089	0,207	0,924	1,331	1,034	0,152	0,955	1,272	1,179	0,116
Pb	44,7	61,3	53,7	5,3	53,1	95,2	67,9	15,8	52,4	65,0	57,9	4,8
Zn	1,625	5,946	3,923	1,543	1,729	6,648	4,244	2,050	2,314	5,890	4,893	1,289

Alabalık örneklerinin kas dokusunda birikim yapan ağır metallerin düzeyleri karşılaştırıldığında, Fe, Zn ve Mn elementlerinin üç istasyonda da en yüksek konsantrasyonlara sahip olduğu, Cd, Pb ve As elementlerinin ise en düşük konsantrasyonlara sahip olduğu belirlenmiştir. Keban Baraj Gölü'nden alınan alabalık örneklerinin kas dokusunda ağır metal birikimi büyükten küçüğe şu şekilde sıralanmıştır: Fe>Zn>Mn>Ni>Cr>Co>Cu>As>Pb>Cd.

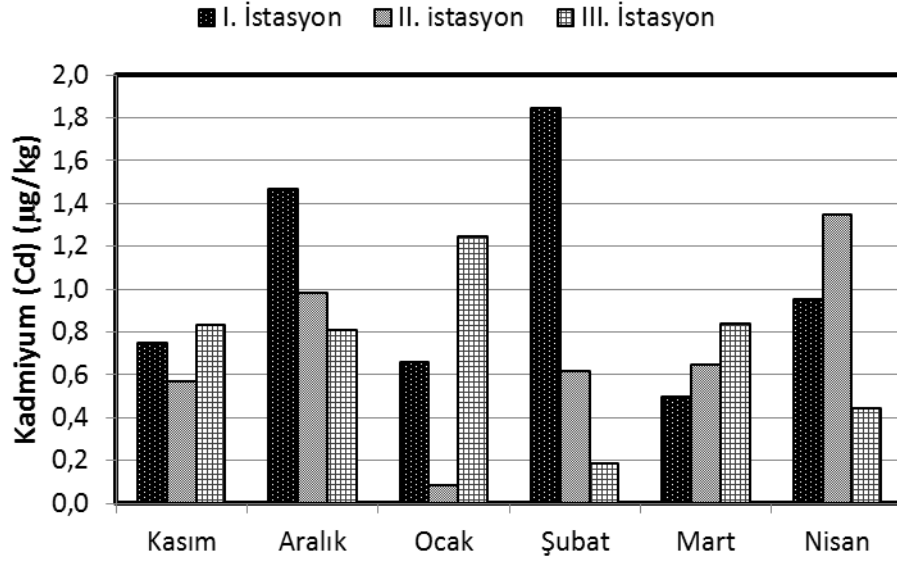
Tek yönlü varyans analizine (ANOVA) göre, alabalık örneklerinin kas dokusunda birikim yapan Ağır metallerden; As, Cr ve Pb elementlerinin istasyonlar arasında istatistiksel bakımdan önemli farklılıklar gösterdiği (P<0,05), Zn, Cu, Mn, Ni, Fe, Cd ve Co elementlerinin istasyonlarda aylar arasında farklılıklar gösterdiği saptanmıştır (P<0,05).

Çalışmada değişik üç istasyonda saptanan As düzeyleri Şekil 3.1’de verilmiştir. Araştırma süresince elde edilen verilere göre en yüksek As konsantrasyonu 195,3 µg/kg olarak Kasım ayında II. istasyondan alınan alabalık örneklerinde, en düşük As konsantrasyonu ise 54,1 µg/kg olarak Mart ayında I. istasyondan alınan alabalık örneklerinde tespit edilmiştir.



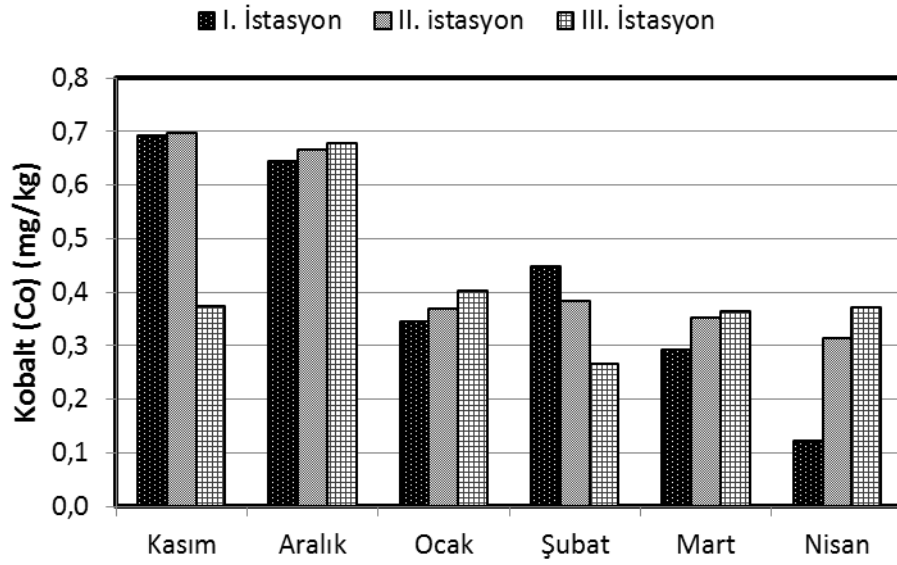
Şekil 3.1. *O. mykiss* ‘in kas dokusundaki As konsantrasyonu (µg/kg)

Araştırma süresince belirlenen Cd değerleri Şekil 3.2’de verilmiştir. Çalışma süresince en yüksek Cd konsantrasyonu 1,847 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak Şubat ayında I. istasyondan alınan alabalık örneklerinde, en düşük Cd konsantrasyonu ise 0,084 $\mu\text{g}/\text{kg}$ olarak Ocak ayında II. istasyondan alınan alabalık örneklerinde tespit edilmiştir.



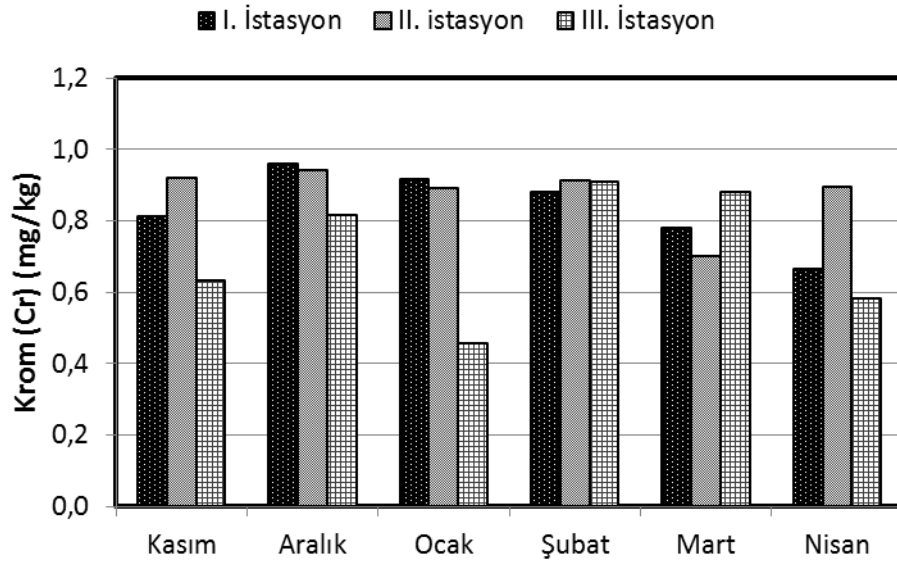
Şekil 3.2. *O. mykiss* ‘in kas dokusundaki Cd konsantrasyonu ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Keban Baraj Gölü'nde örneklenen *O. mykiss* 'in kas dokularındaki Co düzeyleri Şekil 3.3'te verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, en yüksek Co konsantrasyonu 0,697 mg/kg olarak Kasım ayında II. istasyondan alınan alabalık örneklerinde, en düşük Co konsantrasyonu ise 0,121 mg/kg olarak Nisan ayında I. istasyondan alınan alabalık örneklerinde tespit edilmiştir.



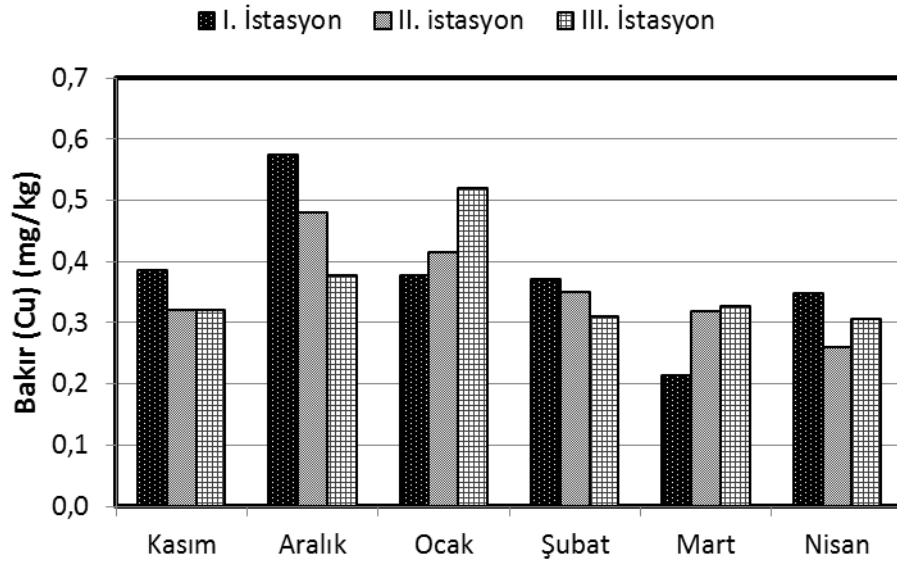
Şekil 3.3. *O. mykiss* 'in kas dokusundaki Co konsantrasyonu (mg/kg)

Çalışma süresince belirlenen Cr düzeyleri Şekil 3.4'te gösterilmiştir. Keban Baraj Gölü'ndeki alabalık işletmelerinden alınan örneklerin kas dokusundaki Cr konsantrasyonları 0,458 - 0,961 mg/kg arasında değişim göstermiştir. En yüksek Cr düzeyi Aralık ayında I. istasyondan alınan örneklerde, en düşük Cr düzeyi ise Ocak ayında III. istasyondan alınan örneklerde belirlenmiştir.



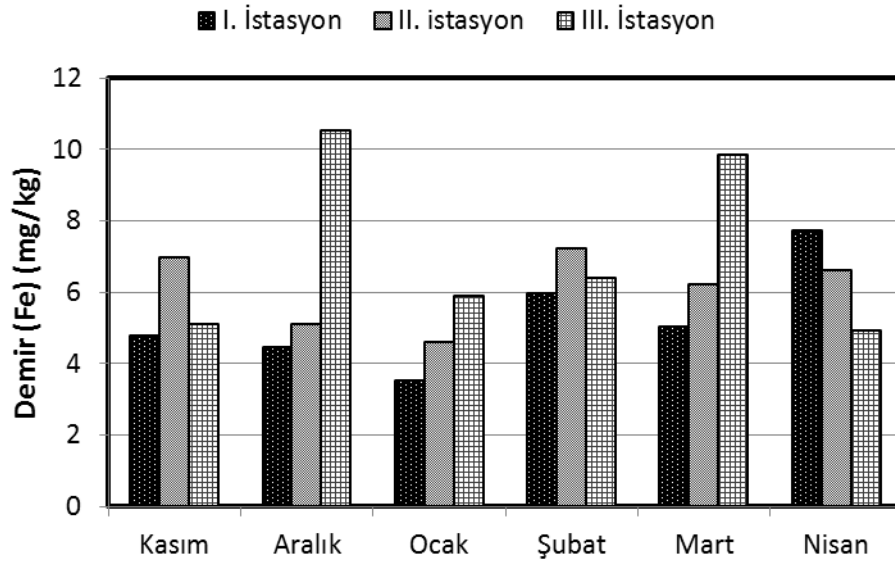
Şekil 3.4. *O. mykiss* 'in kas dokusundaki Cr konsantrasyonu (mg/kg)

Keban Baraj Gölü'nde farklı istasyonda yetiştiriciliği yapılan alabalık örneklerinde Cu seviyeleri Şekil 3.5'te verilmiştir. Çalışma süresince en yüksek Cu konsantrasyonu 0,575 mg/kg olarak Aralık ayında I. istasyondan alınan alabalık örneklerinde, en düşük Cu konsantrasyonu ise 0,214 mg/kg olarak Mart ayında I. istasyondan alınan alabalık örneklerinde tespit edilmiştir.



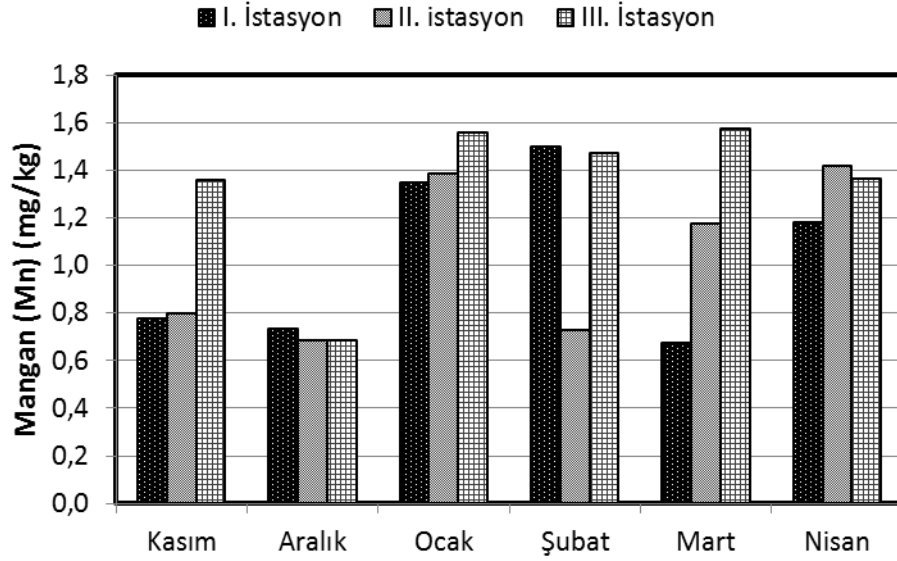
Şekil 3.5. *O. mykiss* 'in kas dokusundaki Cu konsantrasyonu (mg/kg)

Keban Baraj Gölü'nde alınan alabalık örneklerindeki Fe değerleri Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, en yüksek Fe konsantrasyonu 10,516 mg/kg olarak Aralık ayında III. istasyondan alınan alabalık örneklerinde, en düşük Fe konsantrasyonu ise 3,521 mg/kg olarak Ocak ayında I. istasyondan alınan alabalık örneklerinde tespit edilmiştir.



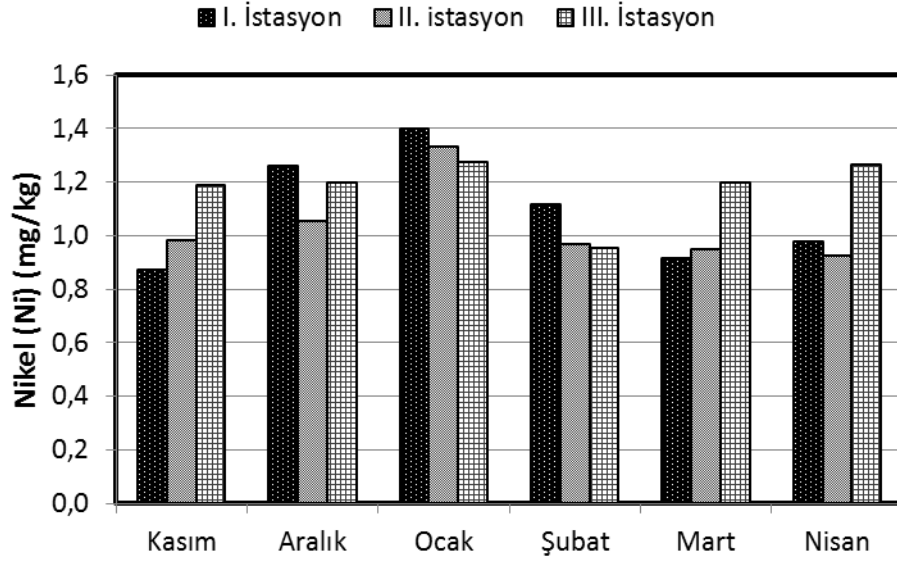
Şekil 3.6. *O. mykiss* 'in kas dokusundaki Fe konsantrasyonu (mg/kg)

Farklı istasyonlardan alınan örneklerde Mn verileri Şekil 3.7’de verilmiş olup, elde edilen verilere göre, en yüksek Mn konsantrasyonu 1,576 mg/kg Mart ayında III. istasyondan alınan örneklerde, en düşük Mn konsantrasyonu 0,674 mg/kg ise Mart ayında I. istasyondan alınan örneklerde belirlenmiştir.



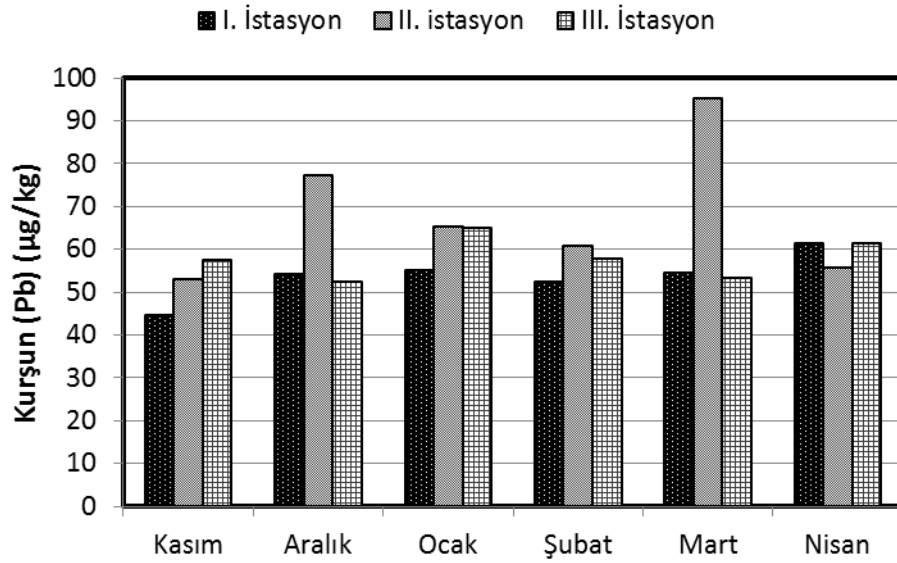
Şekil 3.7. *O. mykiss* ‘in kas dokusundaki Mn konsantrasyonu (mg/kg)

Çalışma süresince belirlenen Ni düzeyleri Şekil 3.8’de gösterilmiştir. Araştırma süresince en yüksek Ni konsantrasyonu 1,397 mg/kg olarak Ocak ayında I. istasyondan alınan alabalık örneklerinde, en düşük Ni konsantrasyonu ise 0,872 mg/kg olarak Kasım ayında I. istasyondan alınan alabalık örneklerinde tespit edilmiştir.



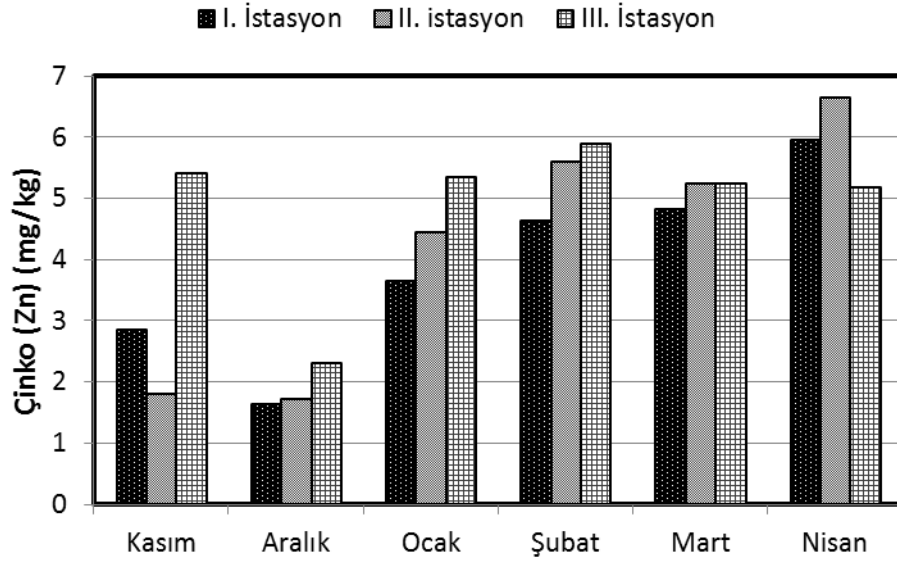
Şekil 3.8. *O. mykiss* 'in kas dokusundaki Ni konsantrasyonu (mg/kg)

Çalışmada farklı üç istasyonda saptanan Pb düzeyleri Şekil 3.9'da verilmiştir. Araştırma süresince elde edilen verilere göre en yüksek Pb konsantrasyonu 95,2 µg/kg olarak Mart ayında II. istasyondan alınan alabalık örneklerinde, en düşük Pb konsantrasyonu ise 54,1 µg/kg olarak Kasım ayında I. istasyondan alınan alabalık örneklerinde tespit edilmiştir.



Şekil 3.9. *O. mykiss* 'in kas dokusundaki Pb konsantrasyonu (µg/kg)

Keban Baraj Gölü'nde örneklenen *O. mykiss* 'in kas dokularındaki Zn düzeyleri Şekil 3.10'da verilmiştir. Elde edilen verilere göre, en yüksek Zn konsantrasyonu 6,648 mg/kg Nisan ayında II. istasyondaki alabalık işletmelerinden alınan örneklerde, en düşük Zn konsantrasyonu 1,625 mg/kg ise Aralık ayında I. istasyondaki alabalık işletmelerinden alınan örneklerde tespit edilmiştir.



Şekil 3.10. *O. mykiss* 'in kas dokusundaki Zn konsantrasyonu (mg/kg)

4. TARTIŞMA

Kasım 2014-Nisan 2015 tarihleri arasında Keban Baraj Gölü'nde üç farklı bölgede yer alan alabalık işletmelerinden alınan alabalık örneklerinin kas dokusunda birikim yapan 10 elementin düzeyleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda elde edilen metal değerlerinin, Gıda ve Tarım Örgütü/Dünya Sağlık Örgütü (FAO/WHO), Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Türk Gıda Kodeksi (TGK) tarafından balıklarda ağır metaller için belirlenen maksimum limitleri Tablo 4.1'de geçmediği belirlenmiştir.

Tablo 4.1. Ulusal ve uluslararası standartlara göre balık kaslarındaki ağır metallerin (mg/kg, yaş ağırlık) izin verilen maksimum limitleri

Metaller				
Cd	Cu	Pb	Zn	
0,05	30	0,5	30	FAO (1983)
0,5	30	0,5	40	FAO/WHO (1989)
0,05	-	0,3	-	TGK (2011)
0,00082	0,365	0,0598	4,353	Mevcut çalışma

Aksan ve Ergül (2013), Kocaeli ilinde bulunan balık hallerinde satılan gökkuşuğu alabalığının (*Oncorhynchus mykiss*) kas dokusunda bazı ağır metallerin düzeylerini izledikleri çalışmada, yapılan bu tez çalışmasında da ortaya koyulduğu gibi tespit edilen ağır metal düzeylerinin FAO ile Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen limitleri aşmadıklarını bildirmişlerdir.

Çelik ve ark. (2008), Atatürk Baraj Gölü'nden yakaladıkları gökkuşuğu alabalığı örneklerinin kas dokusunda ortalama Mn, Zn, Fe, Pb, As, Cd, Cu, Ni ve Co düzeylerinin sırasıyla 1,91 mg/kg, 5,45 mg/kg, 4,15 mg/kg, 0,65 mg/kg, 0,05 mg/kg, 0,01 mg/kg, 8,19 mg/kg, 0,12 mg/kg ve 20,82 mg/kg olduğunu belirlemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen verilere göre, Keban Baraj Gölü'ndeki alabalıkların kas dokusunda belirlenen Mn, Zn, Fe ve As değerleri, Çelik ve ark. (2008), tarafından bildirilen değerlere yakın, Cu, Cd, Pb ve Co değerleri oldukça düşük, Ni değerleri ise daha yüksek bulunmuştur.

Yabancı ve ark. (2014), İzmir'deki beş büyük marketten satın aldıkları alabalık örneklerinin ağır metal düzeylerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, örneklerin kas dokusundaki ortalama Cr, As, Cd ve Pb konsantrasyonlarının sırasıyla 0,25 mg/kg, 0,51 mg/kg, 0,03 mg/kg ve 0,08 mg/kg olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Cr, As, Cd ve Pb değerlerinin bu araştırmacılar tarafından rapor edilen değerlerden daha düşük olduğu saptanmıştır.

Ünal (2010), Yeşilırmak Nehri'nden mevsimsel olarak topladıkları alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) örneklerinin ağır metal düzeylerini belirlediği çalışmada, Fe, Zn, Cu, Pb, Ni ve Cd değerlerinin, bizim çalışmamızda elde edilen değerlerden yüksek olduğu, Mn değerlerinin ise birbirine yakın olduğu bulunmuştur.

Danabas ve Ural (2012), Keban Baraj Gölü'nün dört farklı bölgesinden yakaladıkları *Capoeta trutta* türünün kas dokusunda Cu, Zn, Cr ve Cd düzeylerini belirledikleri çalışmada, en yüksek Cu, Zn, Cr ve Cd değerlerini sırasıyla 6,12 mg/kg, 56,2 mg/kg, 7,66 mg/kg ve 1,16 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlar incelendiğinde, dört elemente ait değerlerin, Danabas ve Ural (2012), tarafından rapor edilen değerlerden daha düşük olduğu saptanmıştır. Ayrıca araştırmacılar, Zn ve Cd değerlerinin Türk Gıda Kodeksi'nde balıklarda ağır metaller için izin verilen maksimum değerlerden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Ural ve Danabas (2015) Keban Baraj Gölü'nün çeşitli bölgelerinden yakaladıkları *Capoeta trutta* türünün kas dokusunda ağır metallerin düzeylerini araştırmışlardır. Çalışma sonunda en yüksek Fe, Mn, Pb ve Ni konsantrasyonlarını sırasıyla 206,26 mg/kg, 11,24 mg/kg, 9,62 mg/kg ve 4,56 mg/kg olarak belirlediklerini ve bu elementlerin Gülüşkür ve Koçkale Bölgelerinden yakalanan balıklarda daha yüksek konsantrasyonlara sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada Keban Baraj Gölü'nde kafeslerde yetiştirilen alabalıklarda birikim yapan Fe, Mn, Pb ve Ni konsantrasyonlarının, aynı baraj gölünde yaşayan *Capoeta trutta* türünün kas dokusunda tespit edilen değerlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Canpolat ve Çalta (2001), Keban Baraj Gölü'nde yakaladıkları *Acanthobrama marmid* türünün kas dokusunda birikim yapan ağır metal konsantrasyonlarının Zn>Fe>Cu>Mn>Ni>Pb>Cd şeklinde sıralandıklarını ve kaslarda birikim yapan metal

düzeylerin, bu çalışmada da bulunduğu gibi WHO ve FAO tarafından belirlenen kabul edilebilir ağır metal değerlerinin altında olduğunu bildirmişlerdir.

Göksu ve ark. (2003) Seyhan Baraj Gölü'ndeki sudak (*Stizostedion lucioperca*) ve aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) türlerinin kas dokusunda Fe, Zn ve Cd düzeylerini belirlemişlerdir. Bu çalışmada elde edilen Fe ve Zn değerleri, Göksu ve ark. (2003) tarafından her iki tür için rapor edilen değerlerden daha yüksek iken, Cd değerlerinin ise oldukça düşük olduğu saptanmıştır.

Selvi ve Kaya (2013), Çanakkale Atikhisar Barajı'ndan yakaladıkları turna balığının (*Esox lucius*) kas dokusunda belirlemiş oldukları Cd, Pb, Zn ve Cu konsantrasyonlarının, bu çalışmada da bulunduğu gibi Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen kabul edilebilir değerlerin altında olduğunu bildirmişlerdir.

Kır ve Tumantozlu (2012), Karacaören-II Baraj Gölü'nden yakaladıkları sazan balığının (*Cyprinus carpio*) kas dokusunda, bu çalışmada bulunduğu gibi en fazla birikim yapan metalin Fe ve Zn olduğunu bildirmişlerdir.

Oymak ve ark. (2009), Atatürk Baraj Gölü'nden yakaladıkları *Tor grypus* türünün kas dokusunda ağır metallerin düzeylerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar Mn, Ni, Pb, Co, Cr, Cu, Fe, ve Zn elementlerinin ortalama değerlerinin sırasıyla 0,15 mg/kg, 0,22 mg/kg, 0,56 mg/kg, 10,94 mg/kg, 0,45 mg/kg, 0,16 mg/kg, 1,23 mg/kg ve 3,98 mg/kg olduğunu rapor etmişlerdir. Bizim tez çalışmasından elde edilen verilere göre, Keban Baraj Gölü'ndeki alabalıkların kas dokusunda belirlenen Co, Cr, Mn, Ni ve Zn değerleri, Oymak ve ark. (2009) tarafından bildirilen değerlerden biraz yüksek, Cu, Fe ve Pb değerleri ise daha düşük bulunmuştur. Ayrıca araştırmacılar, çalıştıkları tüm ağır metallerin bu tez çalışmasında da bulunduğu gibi FAO/WHO ve Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen kabul edilebilir ağır metal değerlerinin altında olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmada Keban Baraj Gölü'nde yetiştiriciliği yapılan alabalıkların kaslarında tespit edilen ağır metal konsantrasyonlarından yararlanılarak, insanlar tarafından günlük tüketilen balık miktarına bağlı olarak ağır metallerin tahmini günlük ve haftalık alım düzeyleri hesaplanmıştır. Ülkemizde kişi başına düşen ortalama günlük balık tüketimi 20 gr, haftalık 140 gr olarak bildirilmektedir. Ortalama 70 kg ağırlığında bir kişinin günde 20 gr balık tükettiği farz edilerek bulunan HGA (hesaplanan günlük alım) ve HHA (hesaplanan haftalık alım) değerleri Tablo 5'te verilmiştir. Hesaplamalarda ağır metallerin

balıklarda belirlenen en yüksek değerleri kullanılmıştır. HGA ve HHA değerleri aşağıdaki eşitliklerden yararlanılarak hesaplanmıştır:

HGA ($\mu\text{g}/70 \text{ kg vücut ağırlığı/gün}$) = en yüksek metal düzeyi ($\mu\text{g}/\text{kg}$) x balık tüketim miktarı ($\text{kg}/70 \text{ kg vücut ağırlığı/gün}$).

HHA ($\mu\text{g}/70 \text{ kg vücut ağırlığı/hafta}$) = HGA ($\mu\text{g}/70 \text{ kg vücut ağırlığı/gün}$) x 7 (bir haftadaki gün sayısı)

Her bir elementin HGA ve HHA değerleri ile WHO tarafından belirlenen TGA (tolere edilebilir günlük alım) ve THA (tolere edilebilir haftalık alım) değerleri karşılaştırıldığında, bu çalışmada elde edilen alım değerlerinin tolere edilebilir değerlerin çok altında olduğu Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Alabalık örneklerinin kas dokusunda birikim yapan metal düzeylerinden hesaplanan günlük ve haftalık alım değerleri ile tolere edilebilir değerlerin karşılaştırılması

Element	Dünya Sağlık Örgütü			Mevcut Çalışma	
	THA	THA	TGA	HGA	HHA
As	-	-	-	3,91	27,34
Cd	7	490	70	0,037	0,259
Cr	-	-	-	19,22	134,54
Co	-	-	-	13,94	97,58
Cu	3500	245000	35000	11,50	80,50
Fe	5600	392000	56000	210,3	1472,2
Mn	980	68600	9800	31,52	220,64
Ni	35	2450	350	27,94	195,58
Pb	25	1750	250	1,90	13,33
Zn	7000	490000	70000	132,96	930,72

5. SONUÇ

Keban Baraj Gölü'nde kafeslerde yetiştiriciliği yapılan gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) örneklerinin kas dokusunda belirlen ağır metallerin birikim düzeylerinin, ulusal ve uluslararası standart değerlerin altında olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca bu çalışma ile alabalıkların kaslarında tespit edilen ağır metal konsantrasyonlarından yararlanılarak, insanlar tarafından günlük tüketilen balık miktarına bağlı olarak ağır metallerin tahmini günlük ve haftalık alım düzeyleri belirlenmiş ve WHO tarafından tavsiye edilen tolere edilebilir günlük ve haftalık alım düzeyleri ile karşılaştırılmıştır. Tahmini günlük ve haftalık alım düzeyleri, tolere edilebilir günlük ve haftalık alım düzeylerinin altında olduğu için Keban Baraj Gölü'nde yetiştiriciliği yapılan gökkuşığı alabalığının tüketilmesinin insan sağlığı açısından herhangi bir riske yol açmayacağı açıkça söylenebilir.

6. ÖNERİLER

Elde edilen verilere göre, çalışılan dönem süresince Keban Baraj Gölü'nde yetiştiriciliği yapılan gökkuşuğu alabalıklarında ciddi bir metal birikimi olmadığı belirlenmiştir. İlerleyen dönemlerde oluşabilecek kirliliğin engellenmesi için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bunların başında, metallerin en önemli kaynakları olan maden, sanayi ve evsel atıkların doğrudan sucul ortama karışmasını önlemek için etkin arıtma tesislerinin kurulması gerekmektedir. Ayrıca bu tez çalışmasına benzer çalışmaların periyodik olarak yapılarak sucul ekosistemlerde ağır metal kirliliğinin izlenmesi, hem sucul çevre hem de insan sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

Su ürünleri yetiştiriciliği yapılan çiftliklerde üretilen balıklar gıda tüketiminde önemli bir protein kaynağı olarak tercih edilmektedirler. Bu nedenle insan sağlığı açısından potansiyel risk oluşturup oluşturmadığının tespiti amacıyla, belirli aralıklarla buna benzer çalışmaların gıda güvenliği açısından yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ergül, H. A., Aksan, S.,** 2013. Evaluation of non-essential element and micronutrient concentrations in seafood from the Marmara and Black Seas. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 19(3), 312-330.
- Akgüç, N.,** 2007. Muğla İli'nde ağır metal kirliliğinin tespiti için *Pyracantha Coccinea* roem. (rosaceae)'nin biyomonitör olarak kullanılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 66s.
- Almeida, J., A., Novelli, E.L.B, Dalpaisilva, M., Alves, J.R.,** 2001. Environmental cadmium exposure and metabolic responses of the Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Environmental Pollution*. 114(2): 169- 175.
- Atsdr.,** 2006. Agency for toxic substances and disease registry, CERCLA priority list of hazardous substances. Available at: <http://www.atsdr.cdc.gov/cercla/05list.html>. Accessed October, 05, 2006.
- Canpolat, Ö., Çalta, M.,** 2001 Keban Baraj Gölü'nden (Elazığ) yakalanan *Acanthobrama marmid* (Heckel,1843)'de bazı ağır metal düzeylerinin belirlenmesi. *F.Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi*, 13.(2): 263-268.
- Celik, M., Goekce, M. A., Başusta, N., Kuecuekguelmez, A., Taşbozan, O., Tabakoğlu, Ş. S.,** 2008. Nutritional quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) caught from the Atatürk Dam Lake in Turkey. *Journal of Muscle Foods*, 19(1), 50-61.
- Danabas, D., Ural, M.,** 2012. Determination of metal (Cu, Zn, Se, Cr and Cd) levels in tissues of the cyprinid fish, Capoeta trutta (heckel, 1843) from different regions of Keban dam lake (euphrates-turkey). *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 89(3), 455-460.
- Demirel, Ş.,** 2005. Bazı gıda maddelerinde atomik absorpsiyon spektrometresi ile eser metal tayini. *Yüksek Lisans Tezi*, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Tokat, 59s.
- Dökmeci, İ.,** 1988. Toksikoloji. Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul.
- FAO.,** 1983. Compilation of Legal Limits for Hazardous Substance in Fish and Fishery Products. FAO Fishery Circular, No. 464; Food and Agricultural Organization. Rome.
- FAO/WHO.,** 1989. Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium. WHO Technical Report, Series No. 505.
- FAO/WHO.,** 2004. Summary of Evaluations Performed by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA 1956–2003), (First Through Sixty First Meetings). ILSI Press International Life Sciences Institute
- 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 *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi (E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences)* 20 (1-2): 69 – 74.
- Güven, A., Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Timur S.,** 2009. Metallerin çevresel etkileri-III http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi138/d138_6471.pdf,(Erişim tarihi:12.09.2009).
- Harada, M.,** 1995. Minamata disease: methylmercury poisoning in Japan caused by environmental pollution. *Critical reviews in toxicology*, 25(1), 1-24.
- Kars, A.,** 2007. Doğal örneklerdeki bazı eser metal iyonlarının birlikte çöktürme yöntemiyle zenginleştirilmesi ve AAS ile tayinleri. *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Analitik Kimya Anabilim Dalı, Kayseri, 70s.
- Kır, İ., Tumantozlu, H.,** 2012. Karacaören-II Baraj Gölü'ndeki su, sediment ve sazan (*Cyprinus carpio*) örneklerinde bazı ağır metal birikiminin incelenmesi. *Ekoloji*, 21(82), 65-70.
- Kargın, F., Erdem, C.,** 1992. Bakır- Çinko etkileşmesinde *Tilapia nilotica* 'nın karaciğer, solungaç ve kas dokularındaki, metal birikimi, *Doğa-Tr J. of Zoology* 16: 343-348.
- Karadede, H.,** 1997. 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, Diyarbakır, 68s.
- Köse, E.,** 2007. Enne Barajı'nda yaşayan balıklarda ağır metal birikiminin araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, 74s.
- Kuşatan, Z., Cicik, B.,** 2004. *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.
- Radjaei, A.,** 2006. Kuzey Marmara Denizi'ndeki karagöz istavrit balığında (*Trachurus trachurus* L., 1758) bazı ağır metal birikimleri. *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, İstanbul, 67s.
- Selvi, K., Kaya, H.,** 2013. Çanakkale Atikhisar Barajı'ndan yakalanan turna balığı (*Esox lucius* L, 1758) dokularında bazı metallerin belirlenmesi.
- TGK.,** 2011. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. 29 Aralık 2011 tarih ve 28157 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Oymak, S. A., Karadede-Akin, H., Dogan, N.,** 2009. Heavy metal in tissues of *Tor grypous* from Atatürk Dam Lake, Euphrates River-Turkey. *Biologia*, 64(1), 151-155.
- Özkan, T.,** 2007. Kahramanmaraş bölgesi'ndeki akarsu ve kaynak sularındaki demir, nikel, kobalt ve kromun birlikte çöktürme/ön zenginleştirme ve alev atomik absorpsiyon spektrometresiyle tayini. *Yüksek Lisans Tezi*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı*, Kahramanmaraş, 88s.
- Selvi, K., Kaya, H.,**2013. Çanakkale Atikhisar Barajı'ndan yakalanan turna balığı (*Esox lucius* L, 1758) dokularında bazı metallerin belirlenmesi/determination of certain metals in tissues of pike (*Esox lucius* L, 1758) Caught from Atikhisar Reservoir, Çanakkale. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 25(2).

- TGK.**, 2011. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. 29 Aralık 2011 tarih ve 28157 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Tuncay, Y.**, 2007. Kovada Gölü'nde yaşayan ıstakozlarda (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) ağır metal birikiminin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Isparta, 72s.
- Uluözlü, Ö.D.**, 2005. Tokat Yöresi bazı sulama göletlerinin suyunda ve balıklarında eser element tayini. *Yüksek Lisans Tezi*, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Tokat, 56s.
- URL-1.**, www.DENIZBILIMI.com\ Ağır metaller ve sağlığımıza etkileri.07 Haziran 2015.
- URL-2.**, www.jmo.org.tr/resimler/ekler/365c0e4bc0642c9_ek.pdf. 15 Mayıs 2015.
- URL-3.**, Food-info. <http://www.food-info.net/tr/metal/intro.htm> 15 Mayıs 2015.
- Ural, M., Danabas, D.**, 2015. some metal levels in gill, liver, kidney and muscle tissues of *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) in Keban Dam Lake (Euphrates-Turkey). *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 1(1).
- Uslu, H.**, 2007. Kars Çayı'nda avlanan siraz (*Capoeta capoeta capoeta*, Guldenstaedt,1772) balıklarında ve ortam sedimentinde bazı ağır metallerin derişim düzeylerinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, 66s.
- Ünal, Ö.F.**, 2010. Yeşilirmak Nehri'nden toplanan balık ve sediment örneklerinde eser element tayini, *Yüksek Lisans Tezi*, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Tokat,72s.
- Yabanlı,M., Yozukmaz,A., Alparıslan, Y., Acar, Ü.**, 2014. Evaluation of metals and selenium contents in the muscle tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) in Western Anatolia *,Journal of Food,Environment* 12(2):165-168-.2014.

ÖZGEÇMİŞ

26.02.1982 tarihinde Bursa ilinde doğdum. Liseyi Mustafakemalpaşa Yabancı Dil Ağırlıklı Program Uygulayan Lisede okudum. 2001 yılında başladığım lisans eğitimimi 2005 yılında K.T.Ü. Rize Su Ürünleri Fakültesinde tamamladım. 2013 yılında Tunceli Üniversitesi Su Ürünleri Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans çalışmalarına başladım.