

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KIRKGÖZ SU KAYNAKLARI VE ÇIRNIK KÖPRÜSÜ ARASINDA YAŞAYAN
Pseudophoxinus antalyae, BOGUTSKAYA, 1992’NİN MEVSİMSEL VÜCUT
BESİN YAPISI İLE BAZI AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Funda DİNDAŞ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT, 2019

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**KIRKGÖZ SU KAYNAKLARI VE ÇIRNIK KÖPRÜSÜ ARASINDA YAŞAYAN
Pseudophoxinus antalyae, BOGUTSKAYA, 1992’NİN MEVSİMSEL VÜCUT
BESİN YAPISI İLE BAZI AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Funda DİNDAŞ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİYOLOJİ
ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ŞUBAT, 2019
ANTALYA**

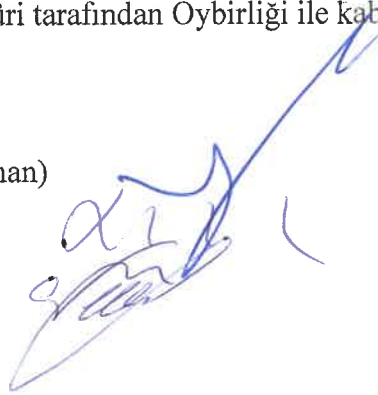
T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KIRKGÖZ SU KAYNAKLARI VE ÇIRNIK KÖPRÜSÜ ARASINDA YAŞAYAN
Pseudophoxinus antalyae, BOGUTSKAYA, 1992’NİN MEVSİMSEL VÜCUT
BESİN YAPISI İLE BAZI AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Funda DİNDAŞ
BİYOLOJİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 01/02/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Yılmaz EMRE (Danışman)
Prof.Dr. Kâzım UYSAL
Dr. Öğr. Üyesi Nehir KAYMAK



ÖZET

KIRKGÖZ SU KAYNAKLARI VE ÇIRNIK KÖPRÜSÜ ARASINDA YAŞAYAN *Pseudophoxinus antalyae*, BOGUTSKAYA, 1992’NİN MEVSİMSSEL VÜCUT BESİN YAPISI İLE BAZI AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ

Funda DİNDAŞ

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Yılmaz EMRE

Şubat 2019; 64 Sayfa

Araştırma, 2016-2017 yıllarında mevsimsel olarak Antalya ili Döşemealtı ilçesi sınırları içinde doğan, Kırgöz Kaynaklarında yaşayan ve endemik bir tür olan *Pseudophoxinus antalyae*, Bogutskaya 1992, (Çiçek balığı)’nda ağır metal ve vücut besin yapısını tespit etmek amacı ile gerçekleştirilmiştir. Lara’ya kadar 30 km.’nin üzerindeki bir akış güzergahını yerleşim yerleri ve en önemlisi Antalya Organize Sanayii Bölgesi Arıtma Suyu Deşarjını alarak Akdeniz’e dökülmektedir. Bu nedenle söz konusu yerleşim yerleri ve özellikle arıtma deşarj suyunun sebep olduğu muhtemel metal kirliliğini tespit etmek için anılan türde mevsimsel olarak Kırgöz Kaynağı, Kepez Yükleme Göleti (OSB arıtma suyunun deşarjını alan istasyon) ve Çırnık Köprüsü istasyonlarından balık örneklemeleri yapılmıştır. *Pseudophoxinus antalyae* Bogutskaya,1992(Çiçek balığı)’nın her mevsim vücut besin yapısı; nem %67.92-%78.49, kuru madde %21.51-%32.08, kül %8.07-%18.67, protein %49.56-%74.94, yağ %38.79-%7.20 olarak belirlenmiştir. Balıkların kas dokularında Kadmiyum (Cd) 1.48-4.24 µg/g, Kobalt (Co) 0.73-3.12 µg/g, Krom (Cr) 0.90-8.14 µg/g, Bakır (Cu) 1.21-4.22 µg/g, Mangan (Mn) 3.94-32.39 µg/g, Nikel (Ni) 0.24-0.78 µg/g, Kurşun (Pb) 20.03-58.15 µg/g ve Çinko (Zn) 223.07-464.39 µg/g olarak minimum-maksimum düzeyleri saptanmıştır. Cr, Zn, Pb, Cd, Mn değerleri yapılan diğer balık çalışmaları ve belirlenen sınır değerlere göre yüksek bulunmuştur. Diğer yandan vücut bileşenleri mevsimsel olarak istasyonlara göre değerlendirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELE: Kırgöz Kaynağı, Kas dokusu, Metal birikimi, *P.antalyae*

JÜRİ: Prof.Dr. Yılmaz EMRE

Prof.Dr. Kazım UYSAL

Dr. Öğr. Üyesi Nehir KAYMAK

ABSTRACT

DETERMINATION OF SESONAL BODY NUTRIENT STRUCTURE AND HEAVY METAL LEVELS OF *Pseudophoxinus antalyae* BOGUTSKAYA, 1992 (FLOWER FISH) LIVING BETWEEN KIRKGOZ WATER SOURCE AND ÇIRNIK BRIDGE

Funda DİNDAS

MSc, Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Yılmaz EMRE

February 2019; 64 Pages

The study was carried out in order to determine the heavy metal and body nutrient structure of *Pseudophoxinus antalyae* Bogutskaya, 1992, (Flower fish) which is an endemic species living in Kırkgöz Resources, which was born within the boundaries of Döşemealtı district of Antalya province seasonally in the years of 2016-2017. Kırkgöz Source falls to the Mediterranean Sea by taking a flow route over 30 km from Döşemealtı to Lara, the settlements and the most importantly, Antalya Organized Industrial Zone Water Treatment Discharge. For this reason, in order to determine the possible metal pollution caused by the settlements and especially the treatment discharge water, fish samples were taken from the Kırkgöz Source, the Kepez Loading Pond (the station that discharges the OSB treatment water) and Çırnık Bridge stations seasonally. The body nutrient structure of *Pseudophoxinus antalyae* Bogutskaya, 1992 (Flower Fish) has been determined as in all seasons; moisture %67.92-%78.49, dry matter %21.51-%32.08, ash %8.07-%18.67, protein %49.56-%74.94, fat %38.79-%7.20 olarak belirlenmiştir. Minimum and maximum levels of muscle tissues of fish were determined as Kadmium (Cd) 1.48-4.24 µg /g, Cobalt (Co) 0.73-3.12 ug/g, Chromium (Cr) 0.90-8.14 µg/g, Copper (Cu) 1.21-4.22 µg/g, Manganese (Mn) 3.94-32.39 µg/g, Nickel (Ni) 0.24-0.78 µg/g, Lead (Pb) 20.03-58.15 µg/g and Zinc (Zn) 223.07-464.39 µg/ g. The values of Cr, Zn, Pb, Cd, Mn determined higher than other fish studies and limit values. On the other hand, body components were seasonally evaluated according to stations.

KEYWORDS: Kırkgöz Source, Muscle Tissue, Metal Loading, *P.antalyae*.

COMMITTEE: Prof.Dr. Yılmaz EMRE

Prof.Dr. Kazım UYSAL

Dr. Öğr. Üyesi Nehir KAYMAK

ÖNSÖZ

Bu çalışma sonunda elde edilen araştırma bulguları yüksek lisans tezinin hazırlanmasında kullanılmasının yanı sıra daha sonra ulusal ve uluslararası hakemli dergilerde makale haline getirilecektir. Literatürdeki eksiklik kapatılarak bu konuda yapılacak diğer çalışmalara bilimsel destek oluşturacaktır.

Tez çalışmamda yanımda olan ve benden yardımlarını esirgemeyen tez danışman hocam Prof. Dr. Yılmaz EMRE' ye, her zaman yanımda olan ve benden desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma ve aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum 'Kırgöz Su Kaynakları ve Çınık Köprüsü Arasında Yaşayan *Pseudophoxinus antalyae*, Bogutskaya, 1992'nin Mevsimsel Vücut Besin Yapısı ile Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi' adlı bu çalışmanın belirlenen akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

01/02/2019

Funda Dindaş

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
AKADEMİK BEYAN	ivii
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
2.1. Kırkgöz Su Kaynağının Özellikleri.....	3
2.2. <i>Pseudophoxinus antalyae</i> , Bogutskaya, 1992(Çiçek Balığı) Taksonomik Bilgiler.....	4
2.2.1 Çiçek balığı (<i>Pseudophoxinus antalyae</i>) genel bilgiler	4
2.3. Antalya Organize Sanayi Bölgesi.....	6
2.3.1. Arbiogaz atıksu arıtma ve solar kurutma tesisi.....	6
2.3.2. Su akış yönü.....	7
2.4. Ağır Metallerin Özellikleri.....	8
2.4.1. Bakır (Cu).....	8
2.4.2. Kadmiyum (Cd).....	8
2.4.3. Kurşun (Pb).....	9
2.4.4. Nikel (Ni).....	9
2.4.5. Kobalt (Co).....	10
2.4.6. Krom (Cr)	10
2.4.7. Çinko (Zn).....	10
2.4.8. Mangan (Mn).....	11
2.5. Balıklarda Ağır Metal Alım ve Birikimi.....	11
2.6. Ağır Metalin İnsanlara Etkisi.....	12
2.7. Balıklarda Ağır Metal Birikimleri İle İlgili Yapılan Diğer Çalışmalar.....	13
3. MATERYAL VE METOT.....	16
3.1. İstatistiki Verilerin Analizi.....	17
4. BULGULAR	19
4.1 Çiçek Balığının Vücut Bileşimleri.....	19
4.2 Çiçek Balığının Kas Dokusundaki Ağır Metal Düzeyleri.....	27

4.2.1 Ağır metal tayini.....	27
4.2.1.1 Kadmiyum (Cd).....	27
4.2.1.2 Kobalt (Co).....	28
4.2.1.3 Krom (Cr).....	29
4.2.1.4 Bakır (Cu).....	30
4.2.1.5 Mangan (Mn).....	31
4.2.1.6 Nikel(Ni).....	32
4.2.1.7 Kurşun (Pb).....	33
4.2.1.8 Çinko (Zn).....	34
5. TARTIŞMA.....	36
6. SONUÇLAR.....	41
7. KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Al:	Alüminyum
As:	Arsenik
B:	Bor
Cd:	Kadmiyum
cm:	Santimetre
cm ³ :	Santimetreküp
Co:	Kobalt
Cr:	Krom
Cu:	Bakır
dk:	Dakika
Fe:	Demir
g:	gram
Hg:	Civa
K:	Potasyum
kg:	Kilogram
km:	Kilometre
m:	Metre
mg:	Miligram
mg/l:	Miligram/litre
mm:	Milimetre
m ³ /sn:	Metre küp/saniye
Mn:	Mangan
Mo:	Molibden
Ni:	Nikel
Pb:	Kurşun
ppm:	Milyonda bir birim
Se:	Selenyum
Ti:	Titanyum
Zn:	Çinko
%:	Yüzde
µg/g:	Microgram/gram

Kısaltmalar

AKM:	Askıda Katı Madde
AOSB:	Antalya Organize Sanayi Bölgesi
a.s:	Akrosentrik
BOI:	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
<i>C.carassius</i> :	<i>Carassius carassius</i>
<i>C.carpio</i> :	<i>Cyprinus carpio</i>
<i>C.gibelio</i> :	<i>Carassius gibelio</i>
D:	Doğu
DD:	Yetersiz Veri
<i>D.labrax</i> :	<i>Dicentrarchus labrax</i>
DNA:	Deoksiribo Nükleik Asit
EPA:	Çevre Koruma Ajansı
FAO:	Food and Agriculture Organisation
FeCl ₃ :	Demir Klorür
FeS ₂ :	Demir Sülfat
FS:	Fransız Sertlik
GTHB:	Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
HES:	Hidroelektrik Santrali
K:	Kuzey
KOI:	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
L.:	Linnaeus
m.s:	Metasentrik
Ort:	Ortalama
OSB:	Organize Sanayi Bölgesi
<i>P.anatolicus</i> :	<i>Pseudophoxinus anatolicus</i>
<i>P.antalyae</i> :	<i>Pseudophoxinus antalyae</i>
pH:	Power of Hydrogen
RNA:	Ribo Nükleik Asit
<i>S.glanis</i> :	<i>Silurus glanis</i>
<i>S.lucioperca</i> :	<i>Sander lucioperca</i>
s.m.s:	Submetasentrik
s.t.s:	Subtelosentrik
<i>S.trutta</i> :	<i>Salmo trutta</i>

TGK:	Türk Gıda Kodeksi
UNEP:	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
VU:	Hassas Tür
ZnS:	Çinko Sülfür

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kırkgöz Su Kaynağı (İkiz ve Küçük 2004).....	3
Şekil 2.2. <i>Pseudophoxinus antalyae</i> (Bogutskaya 1992).....	4
Şekil 2.3. a) Arbiogaz arıtma tesisi, b)Atık su toplama havuzu, c) Çamur kurutma havuzu, d) FeCl ₃ asit tankları.....	7
Şekil 3.1. Çalışma için kafesle avlanan balıklar.....	16
Şekil 3.2. Örnek Alınan İstasyonlar	16
Şekil 3.3. Ağır metal analiz aşamaları;a) Örneklere kimyasal ilavesi; b) Yakma tüplerinin mikrodalga fırına götürülmesi; c) Kullanılan mikrodalga fırın; d) Örneklerin 15 ml'ye tamamlanması; e) Metal analizleri; f)Veri analizleri.....	18
Şekil 4.1. Çiçek Balığının Vücut Bileşiminde % Nem Oranının İstasyonlardaki Mevsimsel Değişimi.....	20
Şekil 4.2. Çiçek Balığının Vücut Bileşiminde % Kuru Madde Oranının İstasyonlardaki Mevsimsel Değişimi.....	21
Şekil 4.3. Çiçek Balığının Vücut Bileşiminde % Kül Oranının İstasyonlardaki Mevsimsel Değişimi.....	21
Şekil 4.4. Çiçek Balığının Vücut Bileşiminde % Yağ Oranının İstasyonlardaki Mevsimsel Değişimi.....	22
Şekil 4.5. Çiçek Balığının Vücut Bileşiminde % Protein Oranının İstasyonlardaki Mevsimsel Değişimi.....	22
Şekil 4.6. Çiçek Balığının Vücut Bileşimi Toplam Oranının İstasyonlardaki Mevsimsel Değişimi.....	23
Şekil 4.7. Avlanan Balıkların Vücut Bileşimindeki % Nem Oranının İstasyonlara Göre Değişimi.....	23
Şekil 4.8. Avlanan Balıkların Vücut Bileşimindeki % Kuru Madde Oranının İstasyonlara Göre Değişimi.....	24
Şekil 4.9. Avlanan Balıkların Vücut Bileşimindeki % Kül Oranının İstasyonlara Göre Değişimi.....	24
Şekil 4.10. Avlanan Balıkların Vücut Bileşimindeki % Yağ Oranının İstasyonlara Göre Değişimi.....	25
Şekil 4.11. Avlanan Balıkların Vücut Bileşimindeki % Protein Oranının İstasyonlara Göre Değişimi.....	25
Şekil 4.12. Avlanan Balıkların Vücut Bileşimi Toplam Oranının İstasyonlara Göre Değişimi.....	26
Şekil 4.13. Örnekleme İstasyonlarının Mevsimler ve İstasyonlara Göre Cd Konsantrasyonları.....	28

Şekil 4.14. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre (Mevsimsel Ortalaması) Cd Konsantrasyonları.....	28
Şekil 4.15. Örnekleme İstasyonlarının Mevsimler Ve İstasyonlara Göre Co Konsantrasyonları.....	29
Şekil 4.16. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre (Mevsimlerin Ortalaması) Co Konsantrasyonları.....	29
Şekil 4.17. Örnekleme İstasyonlarının Mevsimler Ve İstasyonlara Göre Cr Konsantrasyonları.....	30
Şekil 4.18. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre (Mevsimlerin Ortalaması) Cr Konsantrasyonları.....	30
Şekil 4.19. Örnekleme İstasyonlarının Mevsimler ve İstasyonlara Göre Cu Konsantrasyonları.....	31
Şekil 4.20. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre (Mevsimlerin Ortalaması) Cu Konsantrasyonları.....	31
Şekil 4.21. Örnekleme İstasyonlarının Mevsimler ve İstasyonlara Göre Mn Konsantrasyonları.....	32
Şekil 4.22. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre (Mevsimlerin Ortalaması) Mn Konsantrasyonları.....	32
Şekil 4.23. Örnekleme İstasyonlarının Mevsimler ve İstasyonlara Göre Ni Konsantrasyonları.....	33
Şekil 4.24. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre (Mevsimlerin Ortalaması) Ni Konsantrasyonları.....	33
Şekil 4.25. Örnekleme İstasyonlarının Mevsimler ve İstasyonlara Göre Pb Konsantrasyonları.....	34
Şekil 4.26. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre (Mevsimlerin Ortalaması) Pb Konsantrasyonları.....	34
Şekil 4.27. Örnekleme İstasyonlarının Mevsimler Ve İstasyonlara Göre Zn Konsantrasyonları.....	35
Şekil 4.28. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre (Mevsimlerin Ortalaması) Zn Konsantrasyonları.....	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. <i>P.antalyae</i> Genel Özellikleri (Atalay 2005; Bogutskaya vd. 2007; Erk'akan vd. 2013)	5
Çizelge 2.2. Antalya OSB'de Faaliyet Gösteren Sektör ve Firmalar	6
Çizelge 3.1. Yakma işlemi Berghof MWS-2 Closed VesselMicrowave Digestion System Mikrodalga Fırın kullanılarak aşağıdaki tabloya göre yapılmıştır.....	17
Çizelge 4.1. Kış, İlkbahar, Yaz ve Sonbahar Mevsimlerine Ait Örnekleme İstasyonlarında Çiçek Balıklarının Yüzdelik Vücut Bileşim Oranları	19
Çizelge 4.2. Mevsimsel Örnekleme Alanında Çiçek Balığında Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonları	27
Çizelge 5.1. Türk Gıda Kodeksine ve Diğer Uluslararası Standartlara Göre Balık Kaslarındaki Ağır Metal Sınır Değerleri.....	41

1. GİRİŞ

Hızlı değişen ve gelişen dünyamızda birçok değişiklik meydana gelmiştir. Eski zamanlardan şimdiki zamana kadar meydana gelen bu değişikliklere sadece insanlar değil, diğer canlılarda uyum sağlamaya çalışmıştır. Bu canlılardan biri de balıklardır. Kullanılmış sular ve atıklar için alıcı ortam oluşturan su ortamı kirliliğin en fazla görüldüğü ortamlardır. Sucul ortamda kirliliğe maruz kalan canlılar arasında deniz ve tatlı su balıkları büyük canlı grubunu oluşturur. Bu canlılar; sanayi atıkları, evsel atıklar, kanalizasyon, çevre kirliliği, endüstriyel ve radyoaktif işlemler sonucu meydana gelen ölümcül derecede tehlikeli atıklara uyum sağlamaya çalışmaktadır.

Bu atıklar arasında yer alan ve balık vücudunda birikimi sonucunda tehlike oluşturan maddelerden biri de ağır metallerdir. Ağır metaller; pil yapımı, elektrik-elektronik sanayi, kimyasal çalışmalar, kuyumculuk, ilaç yapımı ve otomotiv sanayi gibi birçok alanda kullanılır. Kullanılan bu ağır metal atıklarının çevreye kontrolsüz bir şekilde bırakılması, özellikle suya karışması sonucunda suda, sedimentte ve balık vücudunda birikimler görülür.

Ağır metaller vücuda solunum veya sindirim yolu ile geçerler. İdrar onların vücuttan atılımını sağlayan en yaygın yoldur. Bağırsak mukozasından sindirim alanlarındaki boşluklara doğrudan salgılanırlar. Birçok metal normal hücre aktivitesi için gereklidir (Hughes 1996). Bununla birlikte bakır (Cu), çinko (Zn) gibi ağır metaller belirli limitlerin üzerinde, kurşun (Pb) ve kadmiyum (Cd) ise çok düşük düzeylerde bile vücuda alındığında farklı sağlık sorunlarına yol açmaktadır (Yazkan vd. 2002). Elzem ve elzem olmayan ağır metallerin konsantrasyonları vücutta enzimler yardımı ile düzenlenmektedir. Ancak bu düzenlemelerin yapılamadığı bazı türlerde oldukça yüksek metal seviyelerine rastlanmaktadır (Bryan 1976).

Pek çok stres etkeni, balıkların vücudunda “Genel Adaptasyon Sendromu” olarak adlandırılan stres yanıtlara sebep olabilir. Ağır metaller su canlılarında hücresel ve moleküler düzeyde yapısal işlev bozukluklarına ve DNA kırılmaları frekanslarında artışa sebep olmaktadır (Kalay ve Karataş 1999; Levesque vd. 2002). Bazı özelleşmiş türlerde meydana gelen kötü mutasyonların, o türlerin hayatta kalması üzerinde daha büyük etkileri var. Yine de bu mutasyonların bir bedeli var. Zehirli yeni ortamlarına uyum sağlasalar da, bu durum o bölgede yaşayan türlerde çeşitliliğin azalması ve mutasyona uğramış türlerin de daha özelleşmiş türlere dönüşmesi anlamına gelir (Anonim 10).

Dünyadaki kirlenme düzeyi Global Environment Monitoring System (GEMS) aracılığı ile denetlenmekte ve izlenmektedir. Bu sistem Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve FAO tarafından işbirliği içerisinde sürdürülmektedir. Aynı sistem hava ve su kalitesiyle ilgili değerlendirme ve izlemeleri de sürdürmektedir. 1988 yılında Avustralya, Yeni Zelanda, Kuzey Amerika’nın tümü,, Avrupa’nın büyük bölümü Güney Amerika, Asya ve Afrika’nın birkaç ülkesi olmak üzere 35 ülke üye olarak katılmıştır (Güler ve Çobanoğlu 1994).

Ağır metal kirliliğinin bu derece risk taşıdığı, su ve sucul canlılarda metal kirliliğin dünya çapında araştırıldığı ve önemsendiği, ayrıca besin zinciri yoluyla insanlarda da birikime neden olması sebebiyle bu çalışma yapılmıştır. Çalışmamızda, Antalya Organize Sanayi Bölgesi ve Cırnık Köprüsü arasında yaşayan, Kırkgöz kaynağından başlayarak denize dökülünceye kadar olan bölgede, Antalya çevresi için endemik olan çiçek balığı türünün ‘*Pseudophoxinus antalyae*, Bogutskaya, 1992’ ağır

metal yönünden incelenmesi amaçlanmıştır. Cyprinidae ailesine ait, Pseudophoxinus cinsleri arasında yer alan bu türün Antalya için endemik olması, Kırkgöz Kaynağı'nda yaşaması ve bu kaynağın akış güzergahında birçok kirletici unsurların olması, daha önce bu tür ve diğer türler hakkında yapılan kirlilik çalışmalarının olmaması önem taşımaktadır.

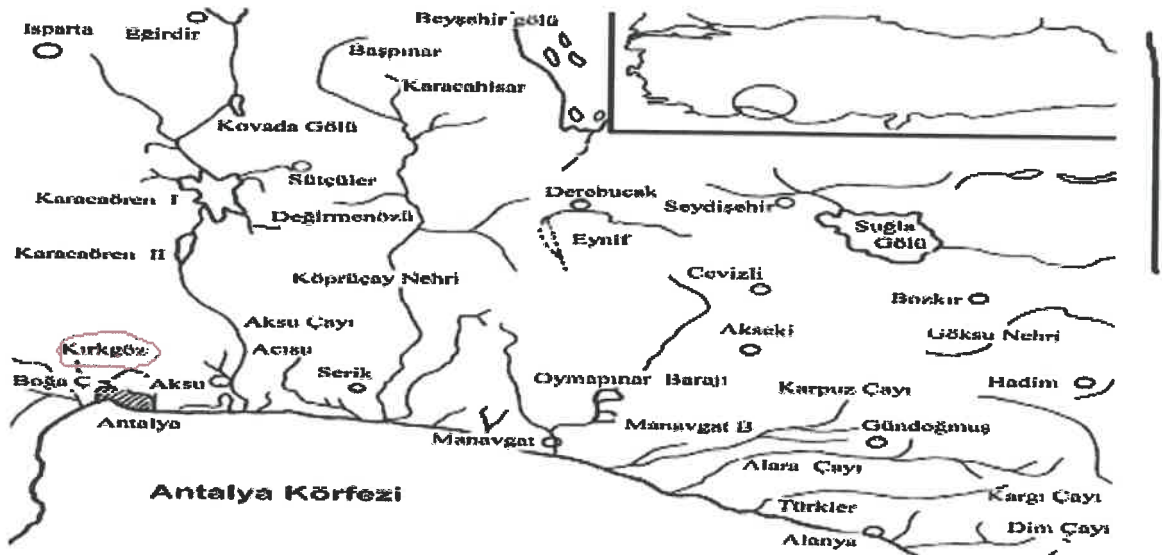
Araştırma kapsamında, Antalya'da 3 farklı lokaliteden alınan örneklerin ağır metal kirliliğine ne derecede maruz kaldığına bakılmıştır. Bu doğrultuda bakılan ağır metaller Cu, Co, Cr, Cd, Mn, Ni, Pb, Zn olarak 8 tanedir. Araştırma 4 mevsim olarak yapılmış, çıkan sonuçlar doğrultusunda birikim düzeyinin ne derecede olduğu ortaya konulmuştur. Bulunan sonuçlar bazı standart referansları ile karşılaştırılmıştır. Araştırma kapsamında ayrıca vücut besin bileşenlerine de bakılmış ve yapılan diğer balık çalışmalarıyla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bu veriler de ileride yapılacak yayın çalışmalarında metal birikimleri ile olan korelasyonları düzeyinde mukayesedilecek ve değerlendirmeye alınacaktır. Bakılan vücut bileşenleri değerleri % olarak alınmış ve tablolandırılmıştır. Bu bileşenler % nem, % kuru madde, % kül, % protein ve % yağ parametrelerini içermektedir.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Kırkgöz Su Kaynağının Özellikleri

Kırkgöz Kaynakları, Batı Toroslar Karst alanında Olukköprü ve Dumanlı Kaynakları ile birlikte Antalya Körfezine dökülen en önemli kaynakları oluşturur. Antalya'nın 30 km. kuzeyinde, Katran Dağı'nın doğusunda yaklaşık 1 km.'lik bir alan boyunca 300 m. yükseklikten çıkmaktadır. Beslenme alanı, Bey Dağlarını oluşturan mesozoyik yaşlı karstik kireçtaşları bölgesi ile batıda Korkuteli ve Kestel ovalarıdır. Bu kaynaklar yukarıda bahsedilen alan boyunca kireçtaşlarının kırık ve çatlaklarının yer aldığı bazı noktalardan değişik kısımlarda çıkarak; kaynak alanı önünde yer alan yaklaşık 70 dekarlık bir alanda bataklık meydana getirmektedir. Buradaki su derinliği 3 metredir. 10-15 gözden boşalan Kırkgöz kaynakları, 1961 yılına kadar kaynakların doğusunda yer alan Bıyıklı Düdenine dökülmekte iken, aynı yıl tamamlanan Bıyıklı Regülatörü ile Kepez HES ana kanalına verilmeye başlanılmıştır. Kepez HES, bu kanal güzergahı üzerinde Kepez HES II ve Kepez HES I olmak üzere iki hidroelektrik santralini işletmektedir. Regülatörden gelen su, elektrik üretimi dışında Döşemealtı Platosunun sulama, kullanma ve sanayi suyu ihtiyacını karşılamaktadır (Anonim 1; Denizman 1989).

Kepez I HES yükleme göletine mevsimlere göre 8.94-21.71 m³/sn arasında bir su akışı olmaktadır (Anonymous 1985; Denizman 1989). Su kalitesi açısından sıcaklık 14-17 °C, pH 6.9-8.03 ve sertlik 40-47.5 FS şeklindedir. Bu su kaynağında *P.antalyae*, Bogutskaya, 1992 dışında *Cobitis sp.* ve *Aphanius mento* ile çiftliklerden kaçarak faunaya katılan diğer bazı balık türleri vardır (Güçlü ve Küçük 2008).



Şekil 2.1. Kırkgöz Su Kaynağı (İkiz ve Küçük 2004)

2.2. *Pseudophoxinus antalyae*, Bogutskaya, 1992 (Çiçek Balığı) Taksonomik Bilgiler

Kemikli bir balık olan çiçek balığının sistematikteki yeri, aşağıdaki şekilde belirlenmiştir (Bogutskaya 1992).

Phylum: Chordata

Classis: Osteichthyes

Superordo: Ostariophysi

Ordo : Cypriniformes

Familia: Cyprinidae

Genus: *Pseudophoxinus*

Species: *Pseudophoxinus antalyae* (Bogutskaya 1992)

2.2.1. Çiçek balığı (*Pseudophoxinus antalyae*) genel bilgiler

Bogutskaya (1992) Anadolu *Pseudophoxinus* türlerinin revizyonunu yapmış, bu çalışmada baş kemik yapıları ve baş üzerindeki duyu kanalları esas alınarak değerlendirmeler sonucunda Ladiges (1960) tarafından tanımlanan üç cins olarak aynen korunmuş ve daha önce *Rutilus tricolor* olarak tanımlanan bireyler *Pseudophoxinus antalyae* olarak yeni bir tür şeklinde revize edilmiştir (Kuru 2014).



Şekil 2.2. *Pseudophoxinus antalyae* (Bogutskaya 1992)

Vücut yapısı; yanlardan basık ve yüksek yapıdadır. Diğer türlere göre baş yapısı daha kalın ve kısadır. Ağız uç konumludur ve dudak yapısı belirgindir. Diş yapısı ise uzun ve kuvvetlidir. Tüm diş uçları hafif çengelli yapıdadır. Burun ucu sivri yapılı, göz büyüklüğü ise normal ve yukarı konumlu olarak bulunur. Omurga sayısı; 16-17, kuyruk omurgası, 21-22 abdominal omurga olmak üzere toplamda 37-39 arasındadır. Pulların yapısı büyük, oval şekillidir. Yanal çizgide 38-53 arası delikli pul olmak üzere 60 kadar pul bulunur. Işıklar pulun ön kısmında 17-20, arka kısmında ise 10-14 arasında ve belirgin olarak bulunur. Balığın rengi sarı-gri karışımı olarak görülür. Karın yüzgeci

diğer yüzgeçlere göre kısadır ve sırt yüzgecinin önünden başlar. Sırt yüzgeci yükseklik olarak fazladır. Sırt ve anal yüzgeçler karın yüzgecinden farklı olarak içbükey şeklindedir, karın yüzgeci ise düzdür (Bogutskaya vd. 2007).

Cyprinid türlerinin birçoğunda olduğu gibi *P.antalyae*'nin de kromozom sayısı $2n=50$ olarak bulunmuştur. Bu kromozomlar sırasıyla 16 metasentrik, 14submetasentrik, 12 subtelosentrik ve 14 submetasentrik, 12 subtelosentrik ve 8 akrosentrik şeklindedir (Ergene vd. 2008). *P. antalyae* türünün boy ve ağırlığına bakıldığında; boyu 5.3-17.0 cm arasında, ağırlığı ise 1.6-94.5 g arasındadır (Erk'akan vd. 2013).

Çizelge 2.1. *P.antalyae* Genel Özellikleri (Atalay 2005; Bogutskaya vd. 2007; Erk'akan vd. 2013)

Boy (cm)	5.3-17.0				
Ağırlık(g)	1.6-94.5				
Baş Boyu (Ort./cm)	2.1				
Toplam Pul(Ort/adet)	60				
Solungaç Tarağı	9-12				
Yutak Dişi	5-5				
Ağız Genişliği(Ort./mm)	6.0				
Yanal Çizgi Pul Sayısı	38-53				
Toplam Omur Sayısı	37-39	16-17(Kuyruk)		21-22(Abdomen)	
Kromozom Sayısı(2n)	50	16 (m.s)	14(s.m.s)	12 (s.t.s)	8 (a.s)
Işın Sayısı	17-20(Ön Kısım)		10-14(Arka Kısım)		

Kırkgöz kaynakları ve Düden arasında yaklaşık 30 km uzunluğunda akan suda *P.antalyae* için olası tehditler; kirlilik ve habitat değişimi olarak 2 şekilde ele alınmıştır. Risk kategorisi VU-DD şeklindedir (Anonymous 2).

VU olarak kategorize edilen türler, nesli tükenmekte olan hassas türler arasında gösterilir. *P.antalyae*'nin neslinin tükenmesinde risk faktörlerinden biri de kirlilik olması nedeniyle, *Pseudophoxinus antalyae* üzerinde yaptığımız bu çalışma kirliliğin ne boyutlarda olduğunu görmemiz açısından büyük önem kazanmaktadır.

2.3. Antalya Organize Sanayi Bölgesi

Antalya Ticaret ve Sanayi odası öncülüğünde 09.06.1976'da kurulan Organize Sanayi Bölgesinde 8 sektör ve 200 firma bulunuyor. Bu sektörler;

Çizelge 2.2. Antalya OSB'de Faaliyet Gösteren Sektör ve Firmalar

Gıda Sektörü	29 Firma
Tekstil Sektörü	16 Firma
Mobilya-Ahşap Sektörü	18 Firma
Kağıt- Ambalaj Sektörü	8 Firma
Gübre-Tarım-Kimya Sektörü	23 Firma
Plastik-Polyester-Akrilik Sektörü	27 Firma
Makine-Metal-Enerji Sektörü	48 Firma
İnşaat- Yapı sektörü	31 Firma

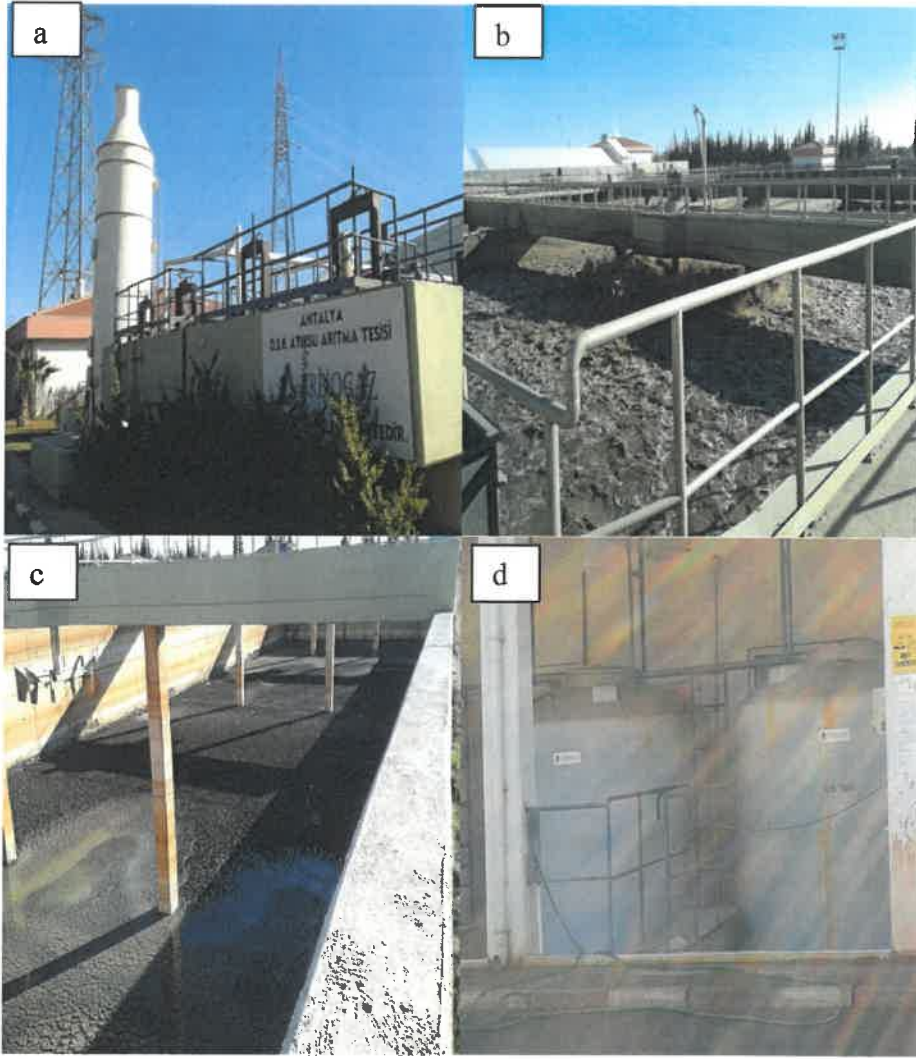
Bu bölgede kurulması ve işletilmesi yasak firmalar ise; ham petrol rafinerileri, kömür vb. işletmesi, sıvılaştırılmış petrol gazı dolum tesisleri, çimento ve beton santralleri, nükleer santraller, radyoaktif atık depolama ve işleme, nükleer yakıt üretimi, patlayıcı maddeler vb. gibidir.

2.3.1. Arbiogaz atıksu arıtma ve solar kurutma tesisi:

2002 yılında 10.000m³/gün kapasiteyle çalışmaya başlayan tesis 2007 itibariyle 20.000m³/gün kapasiteyle devam etmiştir. 2015 yılında bu yapılanmaya Solar Kurutma Tesisi de eklenmiştir. Tesis 7 gün 24 saat kesintisiz çalışmaktadır.

Kırkgöz Kaynağı'ndan gelen su organize sanayide kullanıldıktan sonra atık su olarak kanalizasyon sistemi ile arıtma tesisine gelmektedir. Arıtma tesisinde; FeCl₃ (asit ilavesi), katı madde ve çamur ayıklama gibi birçok işlemden geçmektedir. Arıtma tesisi içerisinde bulunan laboratuarda her gün atık su numuneleri ve arıtılmış su numuneleri kontrol edilmektedir. Kontrol edilen parametreler; BOI, AKM, KOI, ağır metaller, bakteri, yağ, siyanür, su sertliği, pH, yağ-gres gibi değerlerdir.

Tesis içerisindeki sular, su ürünleri kontrol yönetmeliğine göre %95-%98 verimlilik ile arıtılmaktadır. ASAT tarafından ayda 4 defa, haftada 1 olarak su analizi ve tesis kontrolü yapılmaktadır. Yapılan su analizinde bakılan maddeler; ağır metaller, yağ, AKM, KOI, fosfor, azot, bakteri vb. gibi parametrelerdir.



Şekil 2.3. a) Arbiogaz arıtma tesisi, b) Atık su toplama havuzu, c) Çamur kurutma havuzu, d) FeCl_3 asit tankları

2.3.2. Su akış yönü:



2.4. Ağır Metallerin Özellikleri

Ağır metaller, yoğunluğu 5 g/cm³'ten yüksek olan metallerdir. Geçiş metalleri, lantanitler, bazı yarı metaller ve aktinitler bu grupta yer alır. Yağmur ve iyon değişimi gibi sebeplerle toprağa karışan ağır metaller doğada birikim gösterir. Suda çözünebilen ağır metaller su ekosistemi için zararlıdır. Ağır metaller endüstri, maden ve evsel kaynaklı olarak suya ulaşır (Egemen 2000).

Ağır metal birikiminden olumsuz etkilenen sucul ekosistemin bir parçasını da balıklar oluşturur. Sucul ortama karışan; Cu, Cd, Cr, Fe, Co, Ni, Hg, Zn, Al, Pb, Mn dahil olmak üzere çok sayıda ağır metal, balıkları ve içinde bulunduğu su ortamını olumsuz etkiler. Bu kirleticiler balık vücudundaki doku ve organlara farklı şekillerde birikim ve etki yaparlar.

Derinin epitelyum tabakasını etkileyen kirleticiler, deri altı kaslar ve dokulara zarar verir, mukus hücrelerinde artış, epidermisin kabuklaşıp dökülmesi, nekroz doku ölümü, deri tabakalarının normal gelişmemesi, derideki yaraların geç iyileşmesi gibi lezyonlar ortaya çıkar (Lawrence and Hemingway 2003).

Kirleticilerin solungaçlara etkisi; solungaç epitelinde büyüme (hiperplazi), mukus hücrelerinde değişim, solungaç parazitlerine hassasiyette artış, kan damarlarında çeşitli değişimler, sinir ucu hasarları gibidir (Poleksic vd. 1994).

2.4.1. Bakır (Cu)

Bakır (Cu) olarak adlandırılan element 29 atom numarasına sahiptir. Periyodik tabloda 4. Periyotta bulunan bu element 11.grupta yer alır. Bakır elektrik iletkenliği ve ısı iletkenliğinin yüksek olması nedeniyle toplam kullanımının %50'sini elektrik santralleri, iletken malzeme yapımı gibi alanlar oluşturur. Bununla birlikte; bronz üretimi, boya, ulaşım malzemeleri yapımı, makine, inşaat sektörü, kimya, kuyumculuk ve makine sanayi gibi alanlarda da kullanılır. Kullanım ürünleri; tüvenan cevher (saf hali), konsantre, blister, rafine ve katot ürünler şeklindeki formlardır (Anonim 2).

Yüksek konsantrasyonları insanlarda beyin, karaciğer ve pankreasta birikerek Wilson Hastalığı'na neden olur (Özbolat ve Tuli 2016).

Bakırın düşük derişimlerinin uzun süreli etkisi balıkların metabolik bakımdan aktif, doku ve organlarında yüksek derişimlerde ise birikime neden olur (McGeer vd. 2000).

Ağır metallerin çoğu metabolizmada esas rol oynar, bu nedenle hemen atılmazlar. Örneğin; midye, ahtapot ve bazı kabukluların kanındaki bakır içeren hemosiyanin solunumda görev alır (Louma 1983; Rainbow 2002).

2.4.2. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum (Cd) elementinin atom numarası 48'dir ve periyodik tabloda 2B grubunda yer alır. Birçok alanda kullanılan, kaplama için kolay şekil alan maddedir. Kadmiyum kullanım alanlarından bazıları; çelik kaplama, pil yapımı, fotoğrafçılık, akü yapımı, televizyon vb., gibi elektronik yapımı, tıpta antiseptik olarak (kadmiyum sülfat), sigara yapımı gibidir (Anonim 3).

Kadmiyum; boya endüstrisi, plastik sanayi, florasan, nükleer reaktör, alaşım yapımı gibi alanlarda da kullanılır (Anonim 4). Yer altı sularına karışan ve içme suları ile sulama sularında kirlilik oluşturan Cd, bitkiler aracılığıyla besin zincirine geçer (Köleli ve Kantar 2005).

Ekosistemdeki en tehlikeli kirlletici ağır metal içerisinde yer alarak, canlılarda toksik etkiye neden olur. Besin zinciri ile tehlikeli boyutlara ulaşan kadmiyum kabuklu deniz ürünleri, midye, mantar vb. ürün tüketimi ile insan vücuduna geçer. Bunun dışında sigara kullanımı da insanların böbrekleri ve karaciğerinde birikerek toksik etki yapar ve ileri durumlarda itai itai hastalığına neden olur (Anonim 3).

2.4.3. Kurşun (Pb)

4A grubunda yer alan, 82 aton numarasına sahip olan kurşun, genellikle ZnS ve FeS₂ hallerinde bulunur. Kurşun tuzları, nitrat ve klorata oranla suda daha yavaş ve az miktarda çözünür (Anonim 5).

Kurşun akü imalatında önemli bir metaldir. Kurşun oksit boya yapımı, benzinde oktan ayarlayıcı, televizyon tüpü yapımı, elektronik gibi alanlarda sıkça kullanılır. Kurşun, radyasyonu en düşük seviyede geçirdiğinden, radyasyonda korunmada alanında sıklıkla kullanılmaktadır (Anonim 4).

Yiyeceklerin içerisine karışabilen başlıca toksik metaller arasında arsenik, kadmiyum, kurşun ve civa sayılabilir. Bunlar içerisinde en tehlikelisi ve insan sağlığı açısından en önemlisi yaygın bulunması ve önemli bir kirlenme riski taşıması nedeniyle kurşundur (Güler ve Çobanoğlu 1994).

Pb zehirlenmeleri kanda 80µg/dl üzeri kurşun bulunmasına bağlı olarak zeka geriliği, hafıza kaybı, karın ağrısı, saldırganlık, hematolojik anomaliler şeklinde görülür (Özbolat ve Tuli 2016).

Pb metal birikimlerine balıklarda Cyprinus carpio'da bakılmış ve kurşun en fazla böbreklerde, devamında sırasıyla solungaç, karaciğer ve kas dokusunda birikmiştir (Çoğun ve Kargın 2013).

2.4.4. Nikel (Ni)

Sembölü Ni olan bu element, periyodik tabloda 8B grubunda bulunur ve 28 atom numarasına sahiptir. Eldesi; sülfür filizi veya silikat filizi olarak 2 şekilde gerçekleşir. Hem saf halde hem de alaşım halinde kullanılan nikel, organik bileşiklere ve amonyak-karbon dioksit gibi gazlara karşı dayanıklıdır (Anonim 7).

Yüksek ısı, basınç ve korozyona karşı dayanıklı olduğundan dolayı jet motor yapımı ve uçak sanayinde çokça tercih edilmektedir. Bunun dışında çatal-bıçak takımı gibi mutfak eşyası yapımı, bazı hastane gereçlerinin yapımı, nikel alaşımları yapımı, para alaşımları yapımı ve kimya endüstrisi gibi birçok alanda kullanılır (Anonim 4).

Klor, kükürt, oksijen gibi birçok elementle bileşik oluşturan nikel, bu bileşik yapı ile suda kolay çözünbilme özelliğine sahiptir. Endüstride nikel işlenmesi ve zenginleştirilmesi işlemleri sonucu toprağa ve suya salınan nikel elementi bazı küçük kara canlıları ve balıkta birikim oranı düşük olmasına rağmen insanlarda kanserojen etkisi oluşturmaktadır (Anonymous 1).

2.4.5. Kobalt (Co)

Atom numarası 27 olan bu element; paslanmaz çelik üretimi, tıpta B12 vitamini yardımcı maddesi, boya snayi, cam sanayi, batarya yapımı gibi birçok alanda kullanılır. Kobalt; kanser tedavisi için de kullanılan bir element olmasına karşın, yüksek miktarda alınımı insanlarda körlük, sağırılık, kalp yetmezliği gibi birçok olumsuz etki yaratır (Anonim 8).

Suda çözünürlüğü olmayan kobalt oksit (Co_3O_4) solunum yolu ile alındığında vücut tarafından çok iyi emilmekte ve hücrelerde bir kaç günde çözünerek kana karışmaktadır. Suda çözünür kobalt bileşikleri ağız yolu ile alındığında % 75' i tekrar atılırken geriye kalan kobalt kan, karaciğer, akciğer, böbrek, testisler ve bağırsaklarda toplanmaktadır (Habashi 1997).

Kobalt balık yemlerinde iz miktarda bulunur. B12 vitamini yapısında bulunan kobalt, sazan balıklarının yemine ve suyuna kobalt klorid-kobalt nitrat formlarında ilave edildiğinde büyümenin hızlandığı ve hemoglobin seviyesinin arttığı görülmüştür (Akyurt 1994).

2.4.6. Krom (Cr)

Krom; %95'i ferrokrom üretiminde kullanılan, periyodik tabloda 6B grubunda yer alan ve atom numarası 42 olan, parlak ve gümüş beyazı renkte bir elementtir. Kimya sanayi, otomotiv sanayi, mutfak ve banyo eşyaları yapımı gibi birçok alanda kullanılır. Metalürji sanayisinde ferrokrom, ferrosilikokrom, krom alaşımları gibi formlarda kullanılan, çelik yapımında yararlanılan önemli bir metaldir. Aynı zamanda silah, denizaltı, mermi, boya yapımı, deri tabaklama, su işleme, kimya gibi birçok alanda kullanılır. Al, Ti, Cu alaşımları yüksek ısıya dayanıklılığından dolayı türbin motor yapımında kullanılmaktadır. Türkiye krom ihracatı bakımından dünya ülkeleri arasında ikinci sırada yer alır. Krom suda kirlilik seviyesine ulaştığında sudaki canlılar için zehir etkisi yaratır. Bunun dışında, suyun temizlenmesini sağlayan mikroorganizmaların da ölümünü sağladığı için krom kirliliği son derece tehlikelidir (Anonim 6).

Sucul canlılardan olan penaeus semisulcatus (yeşil kaplan karidesi) üzerinde krom birikiminin incelenmesi sonucu sırasıyla kas, solungaç, hepatopankreas ve gonada birikimlerin gerçekleştiği görülmüştür (Yılmaz ve Yılmaz 2007).

2.4.7. Çinko (Zn)

Atom numarası 30 olan bu element, 2B grubunda yer alır. Mavimsi açık gri renkte olup; amonyak, siyanür ve halojenlerle kompleks bileşik oluşturur. Sert ve kırılğan yapıdadır. Civa ile birleşiminden sert yapılı amalgam oluşur. Amalgam günümüzde diş dolgularında sıklıkla kullanılır. Çinko oksit, organik formları ve silikat suda az çözünme veya hiç çözünmeme gösterirken; sülfat ve klorür tuzları suda çözünme özelliğindedir (Anonim 9).

Galvanizleme, yağlı boya yapımı, lastik, pil, ilaç, deodorant üretimi, kozmetik ürünler, çelik güçlendirme, gübre yapımı ve pirinç alaşımı ile otomotivde kullanılır. Denize ve alkaliye karşı direnci sayesinde çelik, demir, alüminyum kaplama gibi alanlarda

kullanılır. Günlük hayatta en sık kullanım alanı Ni-Cd pilleri, elektronik cihazlar, kozmetik ve uçak-gemi yapımıdır (Anonim 4).

Çinko, bakır ve kadmiyum tatlı su balıklarında klorid hücrelerini artırır. Düşük konsantrasyonlarında yem alımı ve düşmelerinden kaçış gibi durumlarda düşüş görülür (Lawrence and Hemingway 2003).

Nükleik asit sentezi için gerekli olan çinko, gökkuşağı alabalığında katarakt önleyici, diğer alabalıklarda katarakt artırıcı etki yapar. Fitaz ilave edilen hayvansal protein kaynaklarında ve kalsiyum yüksekliğinde çinkodan yarar oranı düşer (Akyurt 1994).

2.4.8. Mangan (Mn)

Mangan, dünyada en yaygın olarak kullanılan 4. metaldir. İnsanlar için gerekli bu metal yiyecekler yoluyla alınır. Günlük ortalama 2-9 mg/gün (70 kg bireyde) sindirim, üreme, kan şekeri düzenlemesi gibi birçok durumda gereklidir. Aynı zamanda boya, pestisit, cam üretimi, ahşap koruyucu ve deri tabaklama gibi alanlarda da yararlanılan manganın, eksikliğinde gelişim geriliği, kemiklerde zayıflama, infertilite görülürken; fazlalığında nörolojik sorunlar ve psikiyatrik problemler görülür (Kahraman 2007).

Mangan konsantrasyonunun suda 0,1 mg/l üzerinde olması tat değişikliği ve çamaşırlarda lekelenmeye neden olur. Potasyum bileşimi ile olan formu potasyum permanganat; 0,32-0,80 mg/l arasında balıklarda hareketsizlik, durgunluk, davranış bozuklukları ve ölüme neden olur (Aslantürk ve Çetinkaya 2014).

2.5. Balıklarda Ağır Metal Alım ve Birikimi

Denizlerimizde ve tatlı su kaynaklarımızda; endüstriyel atıklar, zirai kirleticiler gibi birçok unsur suya ağır metal bulaşmasını sağlamaktadır. Bu bulaşma suyun doğrudan kullanılarak insana zarar vermesinin yanı sıra, sucul canlılar için de tehlikelidir. Bu sucul canlılardan biri olan balıklar, yaşamlarının bir parçası olarak besinlerini sucul ortamdan karşılamaktadır. Aynı zamanda, balıklar için bir habitat görevi gören bu sucul ortam ile balıklar sürekli etkileşim halindedir. Bu etkileşim içerisinde alınan bazı mineraller, balık vücudu için gerekli olmakla birlikte fazla miktarda mineral toksik etki göstermekte ve vücuda olumsuz etki yapmaktadır.

Balıkların mineral ihtiyacı üzerine çalışma yapmak zordur. Çünkü balıklar bazı iyonları sudan absorbe eder. Solungaç ve deri yoluyla iyon değişimi olmakta, bu da balıkların mineral ihtiyacını belirlemeyi zorlaştırmaktadır (Akyurt 1994).

Balıklar sudaki ağır metali vücut yüzeyi, solungaç ve sindirim yoluyla alır. Organ ve dokularda ağır metallerin birikme düzeyleri farklıdır. Gerekli olan metaller kullanıldıktan sonra vücut dışına atılır. Toksik etki yaratan metaller ise enzim yapısını bozar.(Yazkan vd. 2002) .

Ağır metaller kendilerine benzerlik gösteren moleküllere bağlanma eğilimi gösterir. Sülfür ve azota benzediğinden, çoğunlukla sülfür ve azot yapılı proteinlere bağlanır ve bu proteinlerin metabolik aktivitelerini önlerler. Ağır metaller vücuttan

dışarı atılana kadar metabolik olarak kullanılır ve başlangıçta toksik etki göstermezler (Rainbow 2002).

Toksik etkinin başlangıcı metabolik açıdan uygun formlarda olan birikmiş metalin konsantrasyonuna bağlıdır. Vücuda girecek metalin giriş hızı, vücuttan atılma hızını geçtiğinde, metal metabolizma için toksik etki oluşturur. Akuatik omurgasızlardaki toplam metal konsantrasyonu, metalin daha önceden vücuda girmiş ve birikmiş olmasına bağlıdır (Rainbow 2002; Taylan ve Özkoç 2007).

Balıkların dokularında metal birikiminin sebepleri farklıdır. Örneğin; metal türü, balığın yaşı, beslenme şekilleri gibidir. Balıkların metabolik olarak oksijen ihtiyacının fazla olması, solungaçların metal bulunan ortam ile sürekli teması ile dokularda metal birikimi artar (Çoğun ve Kargın 2013).

2.6. Ağır Metalin İnsanlara Etkisi

Cu, Zn, Co, Mn gibi bazı ağır metaller aynı zamanda insan vücudu için gerekli minerallerdir. Eksikliğinde vücutta olumsuz etkiler görülmekle birlikte, birikimi ve fazla alımı sonucu da olumsuz etkiler görülmektedir. Özellikle karaciğerde birikimi ve toksisitesi ile vücuda çeşitli zararlar verebilen bu mineraller gerekli miktarlarda alındığında vücut için faydalıdır.

Vücut için gerekli en az 15 mineral vardır. Mineraller genellikle vitaminlerin çalışmasına yardımcı olurlar. Vücut mineralleri kendi kendine oluşturamaz. Bu nedenle yiyecekler vasıtasıyla dışarıdan alır. Örneğin; bakır karaciğerde depolanır ve vücut dokusunun yeniden oluşumu, C vitamini kullanımı, beyin sinirleri ve bağ dokularımızın korunması için önemlidir. Çinko ise, DNA-RNA sentezi, zihinsel ve bedensel iyileşme, vücut yenilenmesi, alkali dengesinin korunması, kan stabilizasyonu, üreme ve dolaşım sistemi gibi sistemlerin düzgün çalışması şeklinde etki eden önemli bir metaldir.(Kuru vd. 2014).

Vücut ağırlığının yaklaşık %4'ünü oluşturan, iskelet ve diş gibi yapılarda çokça bulunan minerallerden diğer ikisi de; B12 vitamini oluşumunda görev yapan kobalt ve hemoglobin sentezi, büyüme ve enzim aktivitesinde görevli manganezdır (Gürsoy ve Dane 2002).

Ağır metaller çevrede kalıcı olmaları, toksisite ve canlı dokularında birikme eğiliminde ve besin zincirinde gittikçe artan bir toksisite ile insana ulaşır (Egemen 2000). Midye, istiridye, mikro alg, deniz otları, yosunlar, istakoz, karides, polychaetes (deniz halkalı solucanları) gibi canlılar ağır metal biriktiren organizmalardır (Taylan ve Özkoç 2007).

Endüstrileşme ile paralel olarak su ortamlarına bulaşan ağır metaller önemli bir çevre kirliliğini de beraberinde getirmektedir. Ayrıca bu metaller akarsu denizlerde ve göllerde yaşayan ve gıda olarak tüketilen canlılarda akümüle olmakta ve besin zincirine katılarak insan sağlığını tehdit etmektedir (Demirkol ve Aktaş 2001).

Fe, Cu, Zn, Ni ve Se gibi ağır metallerde 1-10 ppm derişimden sonra toksik etki görülür, Hg, Cd, Pb gibi ağır metallerde ise 0,001-0,1 ppm derişimde bile toksik etki görülür (Jarup 2003).

2.7. Balıklarda Ağır Metal Birikimleri İle İlgili Yapılan Diğer Çalışmalar

Su ürünleri önemli ve stratejik bir gıda kaynağıdır. Bu gıda kaynağının, gerek popülasyonların güvenliği için ve gerekse insanların sağlığı açısından incelenmesi ve izlenmesi gerekmektedir. İşte bu nedenle diğer ülkelerde olduğu gibi gerek tatlı sularda ve gerekse denizel ortamlarda hem su, hem sediment ve hem de canlıların izlenmesi önemli bir uygulamadır. Bu kapsamda ülkemizde de birçok çalışma yapılmıştır:

Canlı vd. (1998) Seyhan nehrinden yakalanan *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* ve *Chondrostoma regium*'un kas, karaciğer ve solungaç dokularında Cd, Pb, Cu, Cr ve Ni düzeyleri saptanmıştır. Karaciğer ve solungaç dokuları kas dokusundan daha yüksek düzeylerde metal biriktirmiştir. Balıkların dokularındaki ortalama metal derisimleri ($\mu\text{g/g}$ k.a) şöyle bulunmuştur: Solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki Cd düzeyleri sırasıyla 1.26-6.10, 0.96-4.72 ve 0.51-1.67 arasında, Pb düzeyleri 9.41-44.75, 5.22-44.75, 5.22-37.15 ve 2.94-13.73 arasında, Cu düzeyleri 5.43-58.63, 5.91-201.1 ve 3.27-7.35 arasında, Cr düzeyleri 1.72-6.10, 0.23-5.35 ve 0.36-1.71 arasında değişim gösterirken, Ni için bu değişimler 6.83-28.03, 3.42-27.05 ve 1.62-13.35 arasında ölçülmüştür.

Yazkan ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada Antalya Körfezi'nde 2000 yılı Ocak, Şubat ve Mart aylarında avladıkları balık türlerinin (*Mullus barbatus*, *Mugil cephalus*, *Tracharus tracharus*, *Pagellus acarne*, *Dicentrarch labrax*, *Sparus auratus*, *Sardina aurita*, *Boops boops*, *Scomber japonicus* ve *Solea solea*) kas ve karaciğer dokularında Cu, Zn, Pb ve Cd içeriklerini belirlemişlerdir. Çalışmaları sonucunda; bakılan balıkların kas dokularında bakır (Cu) ve çinko (Zn)'nin sırasıyla $0.51-3.66 \text{ mg/kg}^{-1}$ ve $3.17-11.36 \text{ mg/kg}^{-1}$, karaciğerde ise $0.83-4.44 \text{ mg/kg}^{-1}$ ve $3.97-15.14 \text{ mg/kg}^{-1}$, balık örneklerinin kas dokularında kurşun (Pb) ve kadmiyum (Cd) sırasıyla $0.00-2.25 \text{ mg/kg}^{-1}$ ve $0.03-0.15 \text{ mg/kg}^{-1}$ değerleri arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Kalay vd. (2004) Mersin Körfezi'nden yakalanan *Sparus aurata* (L.1758) ve *Mullus barbatus* (L.1758) türü balıkların kas ve karaciğer dokularındaki kadmiyum (Cd) düzeylerini belirleyerek karşılaştırmışlardır. Her iki türde de kas dokusuna göre karaciğer dokusunun daha fazla kadmiyum içerdiği saptanmıştır. Çalışma sonucunda kas ve karaciğer dokularında belirlenen ortalama ve minimum-maksimum kadmiyum (Cd) düzeyleri ($\mu\text{g/g}$ k.a) sırasıyla *S. aurata* için $3,35 \pm 0,18$ (1,688-5,718) ve $5,22 \pm 0,35$ (2,457-10,324); *M. Barbatus* için ise $4,78 \pm 0,17$ (3,106-7,952) ve $5,27 \pm 0,29$ (2,531-10,746) olarak ölçülmüştür.

Akgün vd. (2007) yaptıkları çalışmada; Çeltikçe Çayı'nda (Sakarya Nehri) yaşayan *Leuciscus cephalus* L., 1758 bireylerinin karaciğer, kas ve solungaçlarında Zn, Cd, Pb ve Cu'nun birikim düzeyleri araştırmışlardır. Zn, Cd ve Pb'nin en fazla karaciğerde (98,5000 ppm, 4,5354 ppm ve 38,9649 ppm), Cu'nun ise kasta 6,0330 ppm olduğu tespit edilmiştir.

Uysal vd. (2008) Beymelek Lagünü'ndeki (Antalya) *Lithognathus mormyrus*, *Liza aurata*, *Chelon labrasus*, *Mugil cephalus*, *Sparus aurata* ve *Liza ramada* türlerinin kas, deri ve solungaç dokularındaki Cu, Zn, Mn, Fe, Mg, Ni, Cr, Co ve B birikimlerini araştırmışlardır. Ağır metal seviyeleri dokularda: Cu: 0.28–5.11, Zn: 4.27–339.76, Mn: 0.0–12.81, Fe: 3.25–117.73, Cr: 0.0–1.40, Co: 0.0–3.29 ve Mg: 168.73–659.16 mg/kg taze ağırlık olarak saptanmıştır. Öte yandan dokularda Ni ve B tespit edilmemiştir. Bu ölçümlere göre kas dokularında tespit edilen düzeyler Akdeniz'in diğer bölgelerinde

saptanan düzeylerden düşük olduğu gibi, yönetmeliklerdeki izin verilen sınırlarından daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Çağlar (2010) Konya- Suğla Gölü'nde yaptığı çalışmada avlanılan Sazan Balığı (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) ve Yağ Balığı (*Phoxinellus anatolicus* Hanks, 1924) ile su ve sediment örneklerinde ağır metal birikimini (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) mevsimsel olarak belirlemiştir. Su, sediment ve balık örneklerindeki ağır metal ölçüm değerleri kabul edilebilir sınırların altında saptanmıştır.

Selvi ve Kaya (2013) Çanakkale Atikhisar Baraj Gölünden yakalanan Turna Balığı (*Esox lucius* L.1758) balıklarının solungaç, karaciğer, böbrek ve kas dokularında Cd, Pb, Zn ve Cu düzeyler ölçülmüştür. Buna göre kas, solungaç, karaciğer ve böbrek dokularında Cd 0.079 $\mu\text{g/g}^{-1}$, 1.547 $\mu\text{g/g}^{-1}$, 1.136 $\mu\text{g/g}^{-1}$ ve 2.088 $\mu\text{g/g}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Pb metali kas dokusunda 0.183 $\mu\text{g/g}^{-1}$; Zn ise kas dokusunda 39.227 $\mu\text{g/g}^{-1}$ bulunmuştur. Buna karşın Cu metali kas dokusunda 9.231 $\mu\text{g/g}^{-1}$ olarak ölçülmüştür.

Tokatlı vd. (2016) yaptıkları metal çalışmasında, Gala Gölü ve Meriç Nehri'nden yakalanan *Cyprinus carpio*, *Silurus glanis*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Esox lucius*, *Carassius gibelio*, *Perca fluviatilis*, *Sander lucioperca*, *Squalius orpheus* balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokularında kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), arsenik (As), bor (B), krom (Cr), nikel (Ni), çinko (Zn) ve bakır (Cu) biyobirikimleri saptanmıştır. Buna göre Gala Gölü'ndeki *Cyprinus carpio*'nun kas dokusunda bulunan ortalama değerler: 0,507451 Cd, 38,39058 Cr, 3,036275 Cu, 2,946078 Ni, 0,477333 Pb, 37,61852 Zn, 13,64286 B (mg/kg) şeklinde bulunmuştur. *Silurus glanis*'de ise; 0,18 Cd, 22,54416, 1,360345 Cu, 1,323525 Ni, 0,388421 Pb, 23,07136 Zn, 12,08937 (mg/kg) saptanmıştır. *Scardinius erythrophthalmus* (L.1758) türünün kas dokusunda ise; 33,68889 Cr, 1,86666 Cu, 1,65556 Ni, 0,470952 Pb, 49,32778 Zn, ve 14,35556 B (mg/kg) düzeyinde saptanmıştır. *Esox lucius* olarak adlandırılan Turna balığında ise ortalama 20,45548 Cr, 3,10 Cu, 1,186667 Ni, 0,553333 Pb, 68,2619 Zn ve 29,46548 B (mg/kg) şeklinde ölçülmüştür. Bununla birlikte; çalışma alanı olarak Meriç Nehri'nde bakılan üç balık türünde de yine aynı metallerin ölçümleri yapılmıştır.

Teber (2013) Sıdıklı Küçükboğaz Baraj Gölü'nün su ve sedimenti ile gölde yaşayan kadiye balığının bazı dokularında ağır metal birikimini mevsimsel bazda incelemiştir. Yapılan analizler sonucunda Cu, Fe, Mn, Zn, Cr, Al $\mu\text{g/g}$ düzeyinde değerlendirilmiştir. Doku ve organlarında yapılan ağır metal analizleri sonucunda; tüm mevsimlerde Cu ve Fe karaciğerde tespit edilmiştir.

Yabancı vd.(2013) Bafa Gölü'nden elde edilen Levrek (*Dicentrarchus labrax*) Balıkları'nın solungaç, kas ve karaciğer dokuları ile göl suyu örneklerinde ağır metal (Al, Cr, Ni, Cu, As, Cd, Hg, Pb) varlığını mevsimsel dönemler şeklinde incelemişlerdir. Hesaplanan biyobirikim oranı sonuçlarına göre her üç dokuda da en çok Cu, Cd ve Pb birikimi, en az da Hg birikimi olduğu saptanmıştır. Ağır metallerin dokulardaki birikme sırası solungaç için $\text{Al} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{As} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{Hg} > \text{Cr}$, karaciğer için $\text{Al} > \text{Cu} > \text{As} > \text{Pb} = \text{Cr} > \text{Hg} > \text{Ni} > \text{Cd}$ ve kas doku için de $\text{Al} > \text{Cu} > \text{As} > \text{Pb} > \text{Hg} > \text{Cd} > \text{Cr} > \text{Ni}$ şeklinde olmuştur.

Kırıcı vd. (2013a) Murat Nehri (Bingöl, Genç)'nden yakalanan *Capoeta trutta*'nın kas dokularında mangan (Mn), bakır (Cu), krom (Cr), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), çinko (Zn) ve kobalt (Co)'nın birikim düzeyleri saptanmıştır. Ağır metal birikimi bakımından örnek alınan 8 ayın ortalaması sırasıyla $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{Mn} > \text{Ni} > \text{Co}$ olduğu görülmüştür.

Kırıcı vd. (2013b) yaptıkları çalışmada Murat Nehri'nden yakalanan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nin kas dokularında mangan (Mn), bakır (Cu), krom (Cr), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), çinko (Zn) ve kobalt (Co)'ın birikim düzeyleri saptanmıştır. Ortalama değerler göz önüne alındığında Mn, Cu, Ni, Zn ve Co bütün kas dokularda tespit edilmiştir.

Çağlak ve Karşı (2014) yaptıkları çalışmada, Beyşehir Gölü'nden avlanan Sudak Balığı'nın mevsimsel olarak bazı ağır metal konsantrasyonlarını tespit etmek amacıyla yapılan çalışma sonucunda, sudak kasındaki ağır metal içeriklerinin minimum ve maksimum değerleri; Cd, 0.008-0.047 mg/kg⁻¹; Co, 0.033-0.226 mg/kg⁻¹; Pb, 0.024-0.368 mg/kg⁻¹; Ni, 0.14-0.222 mg/kg⁻¹; Cr, 0.14-0.301 mg/kg⁻¹; Cu, 0.326-0.552 mg/kg⁻¹; Fe, 2.784-4.72 mg/kg⁻¹; Al, 5.449-8.859 mg/kg⁻¹; Zn, 15.85-26.497 mg/kg⁻¹; Mn, 0.215-0.311 mg/kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

Kaptan ve Özcan (2014) Eğirdir Gölü'nün suyunda, sedimentinde ve gölde yaşayan sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'ın kas, karaciğer ve solungaçlarındaki bazı ağır metallerin (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Se ve Zn) düzeylerinin belirlenmesini çalışmışlardır. Metallerin karaciğer dokusunda kas ve solungaca göre daha fazla birikim gösterdiği saptanmıştır.

Çetin vd. (2016) Altınyazı Baraj Gölü'nde (Edirne) yaşayan *Cyprinus carpio*, *Carassius carassius*, *Blicca bjoerkna*, *Perca fluviatilis*, *Sander lucioperca* türlerinin farklı dokularında (solungaç, kas, karaciğer, böbrek), baraj gölü suyu ve sedimentindeki ağır metal (Cd, Cr, Zn, Cu, Fe, Mn, Pb) birikimleri araştırılmıştır. *Cyprinus carpio*'nun kas dokusunda ortalama 0.337±0.171 Cd, 2.901±0.761 Cr, 0.766±0.337 Zn, 0.145±0.162 Cu, 26.203±15,544 Fe, 0.332±0,232 Mn ve 17.564±10,872 Pb (mg/ kg) düzeyinde ölçülmüştür. Buna karşın *Carassius carassius* türünün kas dokusunda ortalama değerleri; 0.117±0,091 Cd, 3.046±0.865 Cr, 1.081±0.675 Zn, 0.310±0.637 Cu, 16.960±18452 Fe, 0.697±0.319 Mn ve 4.097±2.933 Pb (mg/kg) ölçümleri saptanmıştır. Yine diğer türlerde de benzer ölçümler yapılmıştır.

Güldiren ve Tekin-Ozan (2018) Seyhan Baraj Gölü'nde yaşayan sazanın kas, karaciğer ve solungaçlarındaki bazı ağır metallerin (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Se ve Zn) seviyelerini mevsimsel olarak belirlemişlerdir. Metallerin en fazla karaciğerde ve solungaçta biriktiği, kasta ise en düşük seviyede olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre metallerin kış mevsiminde kas ve karaciğerde ve yaz mevsiminde ise solungaçta arttığı tespit edilmiştir.

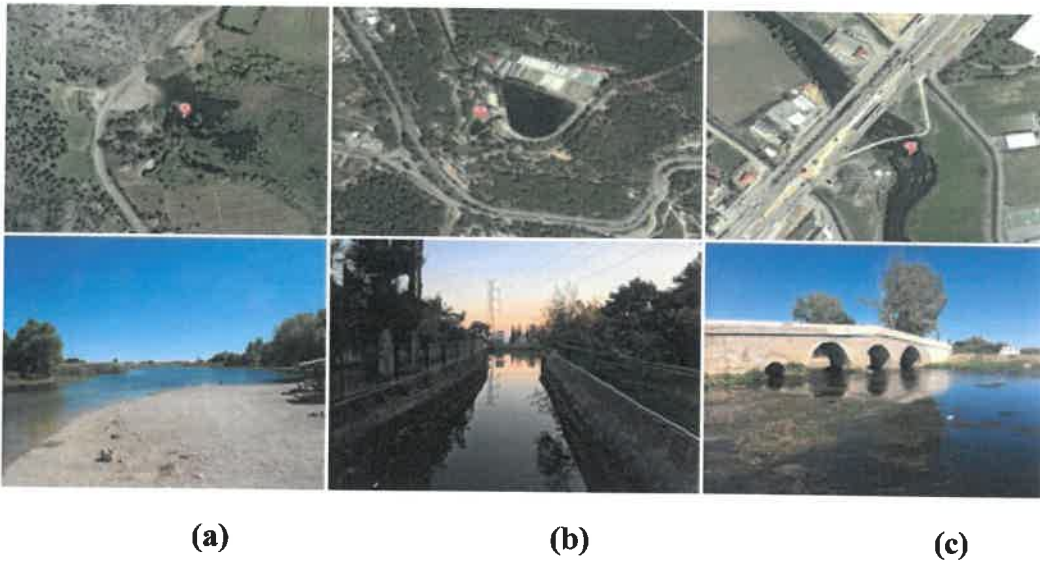
Sökmen vd. (2018) Karasu Nehri'den alınan su ve sediment örneklerinde, ayrıca nehirde yakalanan *Capoeta umbla* balıklarının karaciğer, solungaç ve kas dokularında bazı ağır metallerin; Alüminyum (Al), Arsenik (As), Krom (Cr), Bakır (Cu), Demir (Fe), Manganez (Mn), Nikel (Ni), Kurşun (Pb) ve Çinko (Zn) birikim düzeylerini belirlemişlerdir. Balık dokularında ise tüm metallerin birikimi tespit edilmiştir. Metallerin genel olarak karaciğer dokusunda diğer dokulara göre daha fazla birikim gösterdiği belirlenmiştir. Tüm dokularda en fazla birikim Fe metalinde ölçülmüşken, yine tüm dokularda en düşük birikim Pb metalinde görülmüştür. Kas dokusundaki ortalama değerler (mg/ kg): Al (94.800), As (0.483), Cr (2.012), Cu (0.711), Fe (172.556), Mn (10.969), Ni (2.890), Pb (0.172) ve Zn (24.066) şeklinde belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

Araştırmada materyal olarak Antalya yöresine endemik olan çiçek balığı (*Pseudophoxinus antalyae*, Bogutskaya 1992) kullanılmıştır. Balıklar; 4 mevsim, her istasyondan 10, 1 mevsimde toplamda 30 tane olacak şekilde, toplam 120 balık kafes kullanılarak yakalanmıştır (Şekil 3.1). Yakalanan balıkların bulunduğu lokasyonlardan ilki su çıkışının olduğu Kırkgöz mevkii (Enlem: 36° 57' 14" K, Boylam: 30° 37' 37" D) (Şekil 3.2a), ikincisi Antalya Organize Sanayi atıklarının döküldüğü yer olan Kepez Elektrik Santrali çıkış bölgesi (Enlem: 37° 06' 34" K, Boylam 30° 34' 51" D) (Şekil 3.2b) ve üçüncüsü Çırnık Köprüsü olarak belirlenmiştir (Enlem: 36° 54' 12" K, Boylam: 30° 46' 00" D) (Şekil 3.2c).



Şekil 3.1. Çalışma için kafesle avlanan balıklar



Şekil 3.2. Örnek alınan istasyonlar

Materyal olarak seçilen *Pseudophoxinus antalyae*, Bogutskaya, 1992'un vücut bileşimini belirlemek için kas dokularından örneklemeler yapılarak, % nem, % kuru madde, % kül, % yağ, % protein ve % vücut bileşimi toplamı % olarak belirlenmiştir (AOAC 2000).

Yakalanan farklı boy ve ağırlıktaki (5-15 cm boy/2-9 g ağırlık), 1-6 yaş arası balıkların incelemeye hazır hale getirilmesi için 600 mg/lt karanfil yağı kullanılmıştır. Yani balıklara anestezi uygulanmıştır. Boy ve ağırlıkları alınan balıklar, porselen bıçaklı bir mikser kullanılarak homojenize edilmiştir. Homojenize edilen balık örnekleri etüvde 105°C'de bir gece bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan örnekler hassas terazide kuru ağırlıkları alındıktan sonra yakma işlemi için 0,5 gram yakma tüplerine alınarak üzerlerine 8 ml konsantre Nitrik asit (%65 lik) ve 2 ml Hidrojen Peroksit (%35) ilave edilip, mikrodalga fırında yakma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1.Yakma işlemi Berghof MWS-2 Closed Vessel Microwave Digestion System Mikrodalga Fırın kullanılarak aşağıdaki tabloya göre yapılmıştır

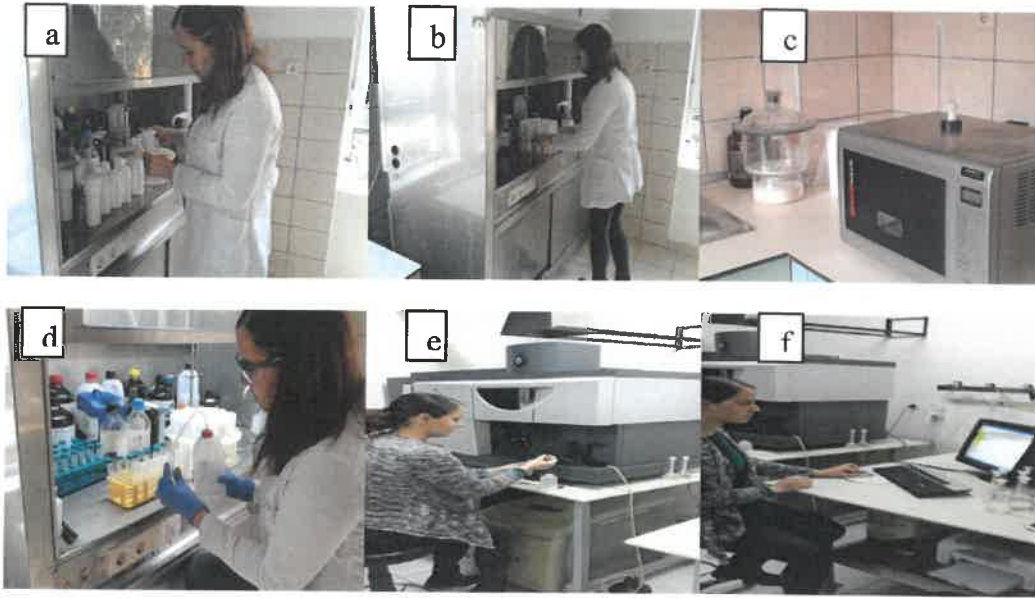
Basamak	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Güç (%)
1.	145	10	80
2.	160	10	80
3.	190	20	80

Yakma işlemi tamamlanan örnekler polietilen tüplere aktararak toplam hacimleri deiyonize su ile 15 ml'ye tamamlanmış ve metal analizine hazır hale getirilmiştir. Metal analizleri Varian 720-ES model ICP-OES cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.3a, 3.3b, 3.3c, 3.3d, 3.3e, 3.3f). Balıklarda; Kadmiyum, Kobalt, Bakır, Krom, Mangan, Nikel, Kurşun ve Çinko miktarları tayin edilmiştir (ASTM 1985).

3.1. İstatistiki Verilerin Analizi

Çiçek balığı vücut bileşimlerinin istasyonlara göre ve verilerin mevsimsel olarak farklılık gösterip göstermediği tek yönlü varyans (One-Way ANOVA) analizi yapılarak belirlenmiştir.

Kas dokusunda bakılan ağır metallerin konsantrasyonları arasında alansal ve mevsimsel farklılıkların olup olmadığı ise iki yönlü varyans (Two-Way ANOVA) ile analizi kullanılarak saptanmıştır. Her iki istatistiksel analizde de SPSS Statistics 23 programı kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Ağır metal analiz aşamaları; **a)** Örnekler kimyasal ilavesi; **b)** Yakma tüplerinin mikrodalga fırına götürülmesi; **c)** Kullanılan mikrodalga fırın; **d)** Örneklerin 15 ml'ye tamamlanması; **e)** Metal analizleri; **f)** Veri analizleri

4. BULGULAR

4.1. Çiçek Balığının Vücut Bileşimleri

Toplam 120 adet balık örneğinin vücutlarındaki Protein, Yağ, Kül, Kuru madde ve Nem miktarları analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda bulunan değerler Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Kış, İlkbahar, Yaz ve Sonbahar Mevsimlerine Ait Örnekleme İstasyonlarında Çiçek Balıklarının Vücut Bileşim Oranları

İstasyon	Mevsim	% Nem	% Kuru madde	% Kül	% Yağ	% Protein	Toplam
Kepez	İlkbahar	71,57	28,43	18,67	7,37	69,48	95,52
	Yaz	70,86	29,14	8,07	38,79	49,56	96,42
	Sonbahar	70,64	29,36	8,78	19,03	64,12	91,93
	Kış	71,98	28,02	11,10	13,18	70,31	94,59
Kırkgöz	İlkbahar	73,36	29,64	13,76	7,20	73,32	94,28
	Yaz	73,94	26,06	9,82	32,53	52,97	95,32
	Sonbahar	74,53	25,47	11,62	14,36	65,92	91,90
	Kış	78,49	21,51	13,14	10,08	74,94	98,16
Çırnık	İlkbahar	67,92	32,08	13,69	11,23	67,56	92,48
	Yaz	72,47	27,53	12,49	30,65	51,56	94,70
	Sonbahar	73,22	26,78	11,95	17,49	66,29	95,73
	Kış	75,65	24,35	13,26	13,04	69,33	95,63

Yapılan istatistiksel tek yön varyans analiz istatistik (ANOVA) sonucunda Çiçek Balığı’nın vücut bileşimlerine % olarak bakıldığında; nem ($F_{2,11}=2,878$, $p=0,108$), kuru madde ($F_{2,11}=1,331$, $p=0,312$), kül ($F_{2,11}=0,161$, $p=0,854$), yağ ($F_{2,11}=0,968$, $p=0,908$) ve protein ($F_{2,11}=0,165$, $p=0,850$) değerlerinin istasyonlar arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmamıştır. Çalışma süresince çiçek balığının tüm vücut nemi % 67,92 (Çırnık ilkbahar) ile 78,49 (Kırkgöz kış) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.1). Hem Kırkgöz hemde Çırnık istasyonlarında ilkbahardan Kış mevsimine doğru kademeli bir artış olduğu saptanmıştır (Şekil 4.1).

Çiçek balığı kuru madde miktarı bakımından % 21,51 (Kırkgöz kış) ile 32,08 (Çırnık ilkbahar) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.2). Kuru madde bakımından Kepez istasyonunda mevsimler arasında farklılık görülmesi de Kırkgöz ve Çırnık istasyonlarında ilkbahar mevsiminden kış mevsimine doğru kademeli bir azalma belirlenmiştir (Şekil 4.2).

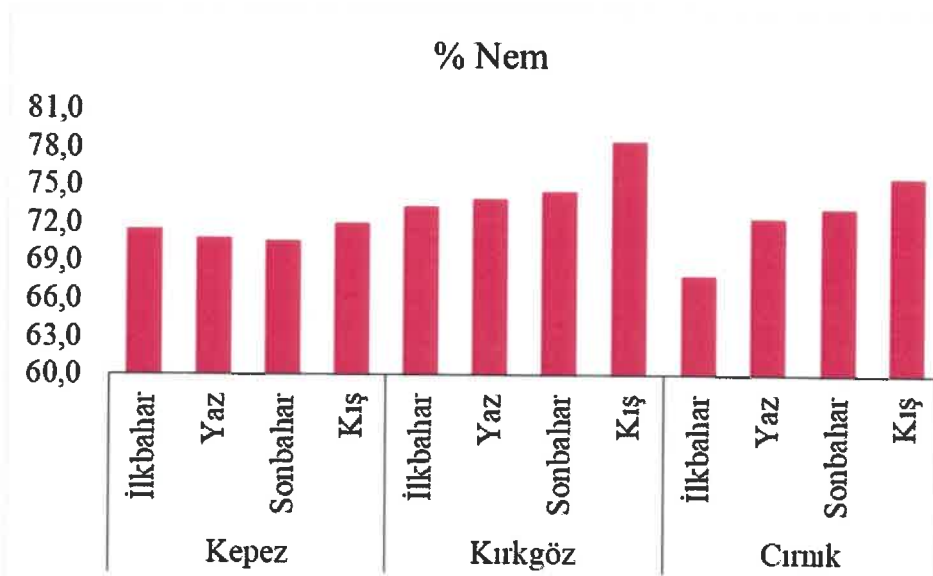
Kül yüzdesi bakımından Çiçek Balığı’nın % 8,07 (Kepez yaz) ile 18,67 (Kepez ilkbahar) arasında değişim gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.3). Özellikle bakıldığında;

Kepez ve Kırkgöz istasyonlarından yakalanan Çiçek balıklarının kül yüzdeleri yazları oldukça yüksek iken ilkbahar mevsiminde ani bir düşüş sonrasında kış mevsimine doğru kademeli bir artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 4.3).

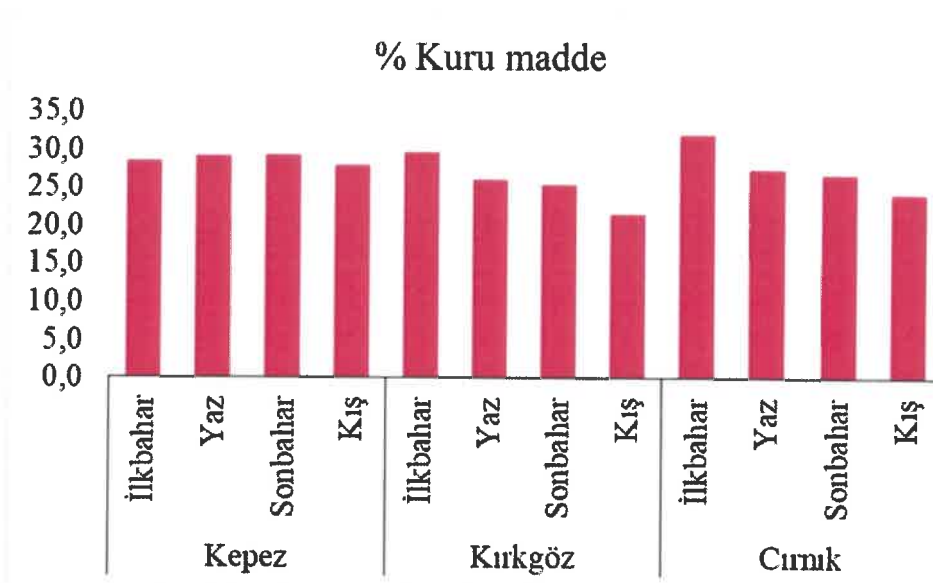
Çiçek balığının vücut yağ yüzdesi % 7,20 (Kırkgöz ilkbahar) ile 38,79 (Kepez yaz) arasında değişim göstermiş olup her üç istasyonda özellikle yaz mevsimlerinde oldukça yüksek yağ yüzdelerine rastlanmıştır (Şekil 4.4).

Çiçek balığının vücut % protein değerleri 49,56 (Kepez yaz) ile 74,94 (Kırkgöz kış) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.5). Yüzdelik protein değerlerinin her üç istasyondan yakalanan balıklarda yaz mevsiminden kış mevsimine doğru kademeli bir artış gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.5).

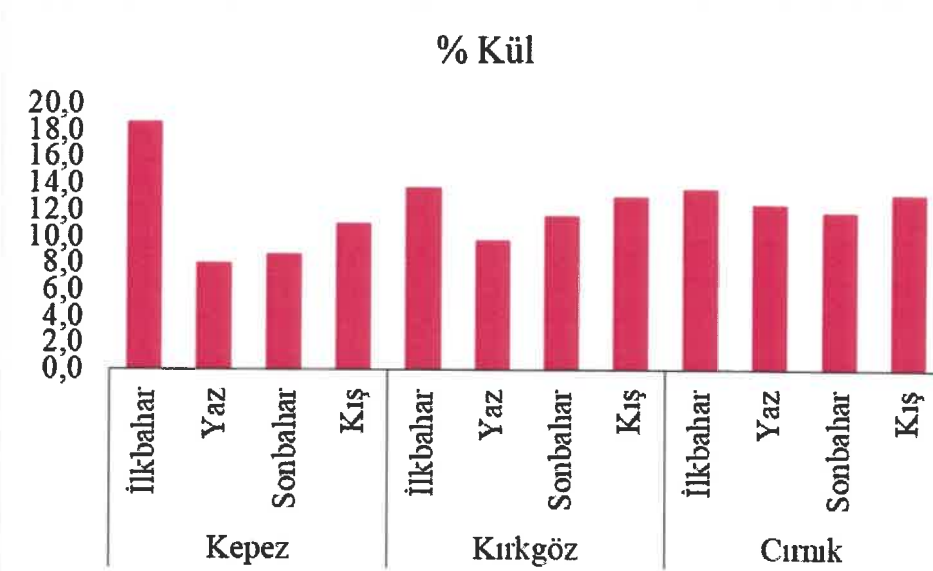
İstasyonlar göz ardı edildiğinde Çiçek balığının % nem ($F_{3,11}=1,650$, $p=0,254$), kuru madde ($F_{3,11}=2,898$, $p=0,102$) ve kül ($F_{3,11}=3,738$, $p=0,06$) değerlerinin mevsimler arasında önemli bir farklılık göstermediği belirlenmiştir. Aksine, yağ değerinin yaz mevsiminde diğer mevsimlere kıyasla önemli derecede yüksek olduğu ($F_{3,11}=47,359$, $p=0,000$), protein değerinin ise yaz mevsiminde diğer mevsimlere kıyasla oldukça düşük olduğu ($F_{3,11}=46,538$, $p=0,000$) belirlenmiştir. Ayrıca vücut bileşimi toplam oranının istasyonlardaki mevsimsel değişimleri Şekil 12’de verilmiştir.



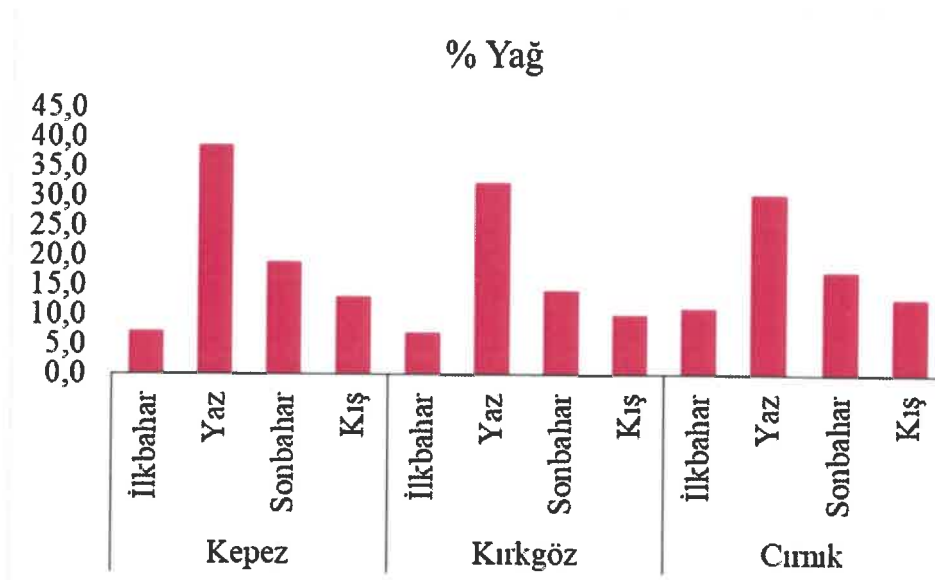
Şekil 4.1. Çiçek Balığının Vücut Bileşiminde % Nem Oranının İstasyonlardaki Mevsimsel Değişimi.



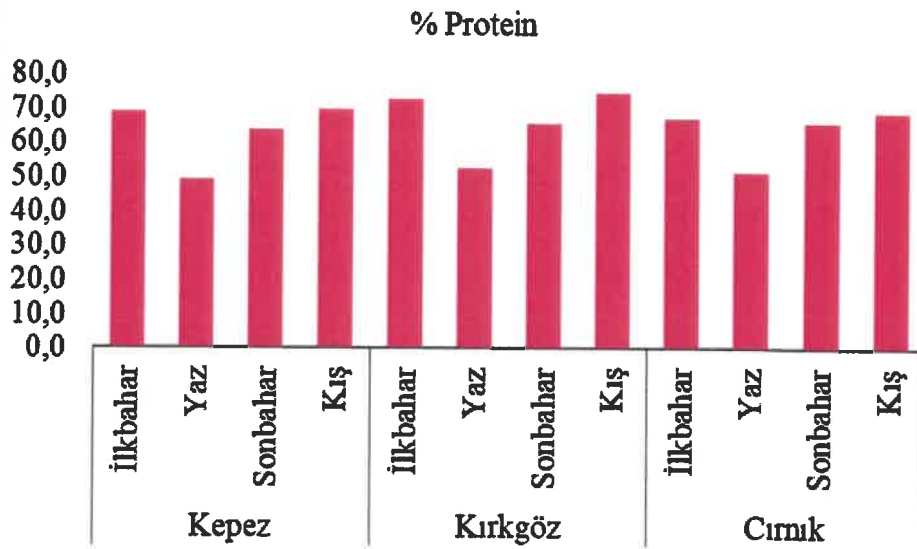
Şekil 4.2. Çiçek Balığının Vücut Bileşiminde % Kuru Madde Oranının İstasyonlardaki Mevsimsel Değişimi.



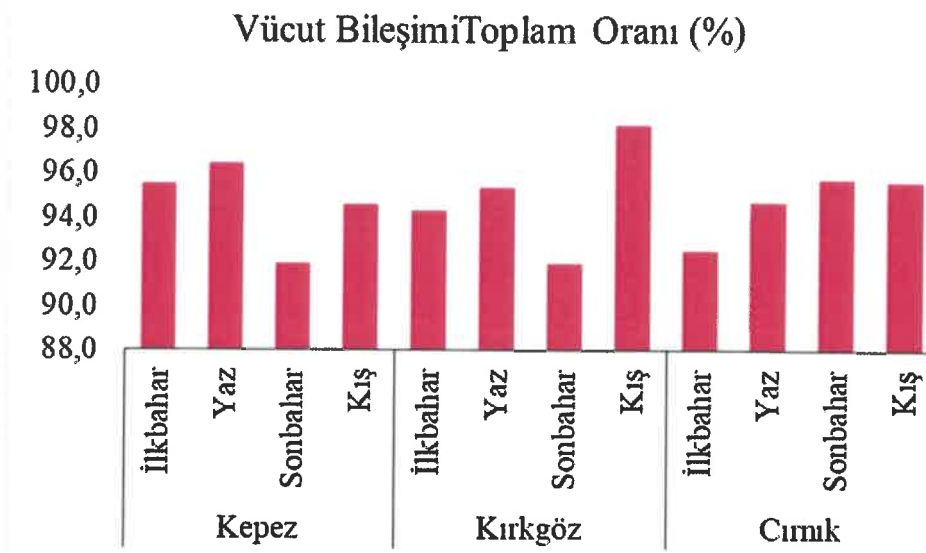
Şekil 4.3. Çiçek Balığının Vücut Bileşiminde % Kül Oranının İstasyonlardaki Mevsimsel Değişimi.



Şekil 4.4. Çiçek Balığının Vücut Bileşiminde % Yağ Oranının İstasyonlardaki Mevsimsel Değişimi.

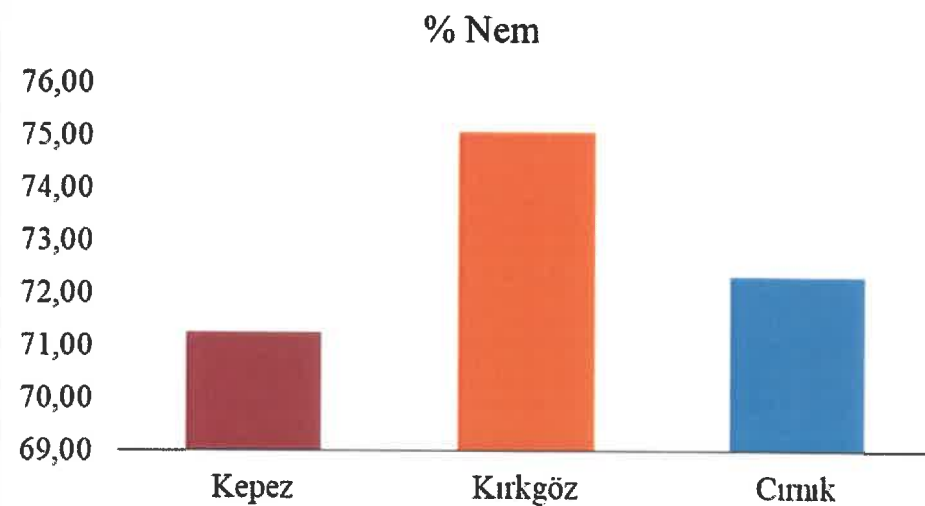


Şekil 4.5. Çiçek Balığının Vücut Bileşiminde % Protein Oranının İstasyonlardaki Mevsimsel Değişimi.

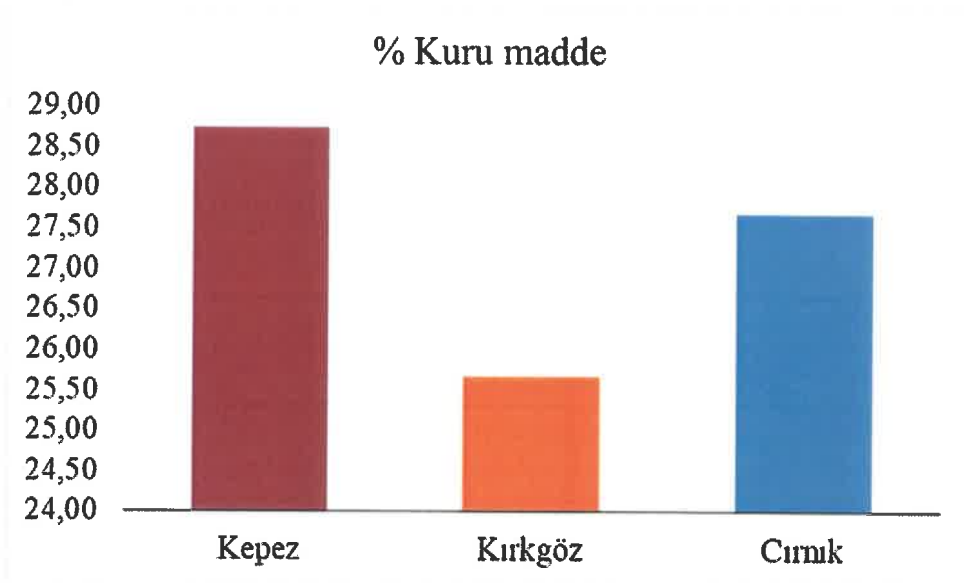


Şekil 4.6. Çiçek Balığının Vücut Bileşimi Toplam Oranının İstasyonlardaki Mevsimsel Değişimi.

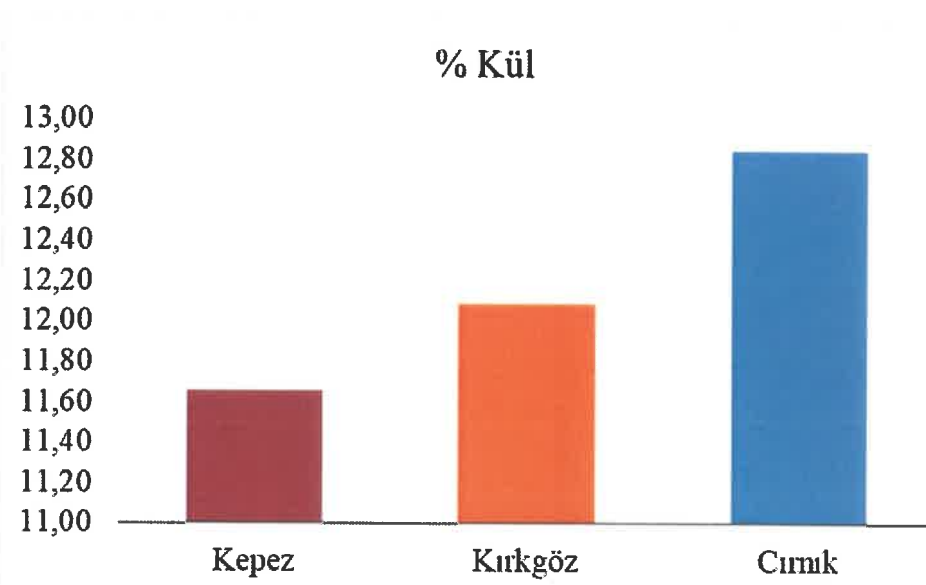
Pseudophoxinus antalyae, Bogutskaya, 1992'nin Kırkgöz İstasyonundaki bireylerinin vücut bileşimindeki %nem oranı diğer iki istasyondan daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.7). Buna karşın %kuru madde oranları ise Kepez> Çırnık> Kırkgöz şeklinde bulunmuştur (Şekil 4.8). Diğer yandan %kül oranı ise Çırnık> Kırkgöz> Kepez şeklinde belirlenmiştir (Şekil 4.9). Vücut bileşiminin % yağ oranına bakıldığında Kepez> Çırnık> Kırkgöz (Şekil 4.10) ve % protein oranı ise Kırkgöz> Çırnık> Kepez şeklinde tespit edilmiştir (Şekil 4.11). Tüm bunlara karşın vücut bileşimindeki vücut bileşimi toplam oranı ise Kırkgöz> Çırnık> Kepez şeklinde saptanmıştır (Şekil 4.12).



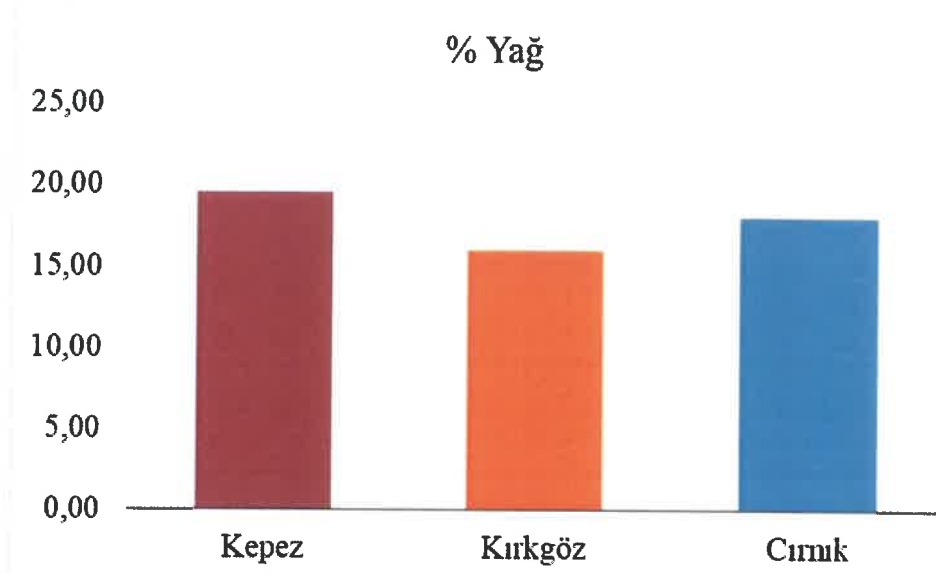
Şekil 4.7. Avlanan Balıkların Vücut Bileşimindeki % Nem Oranının İstasyonlara Göre Değişimi.



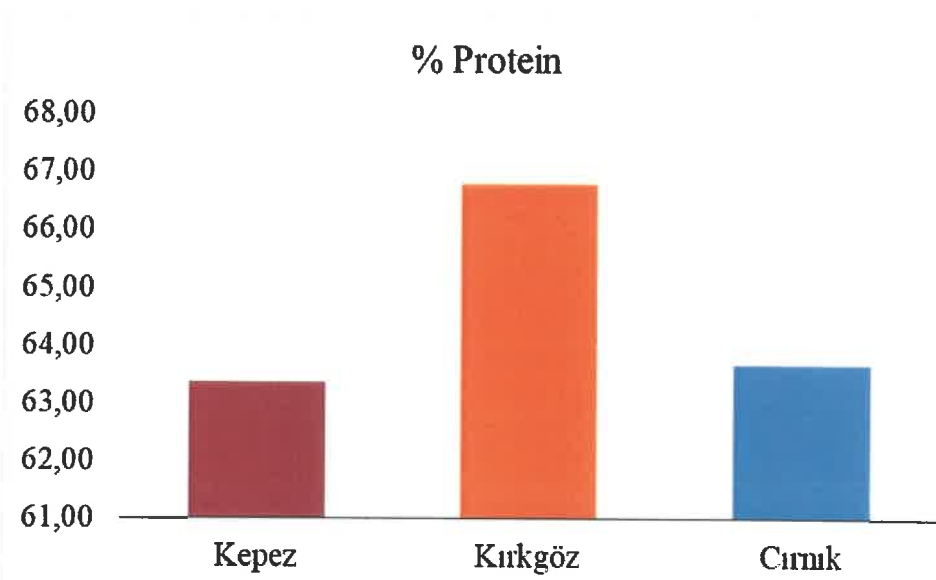
Şekil 4.8.Avlanan Balıkların Vücut Bileşimindeki % Kuru Madde Oranının İstasyonlara Göre Değişimi



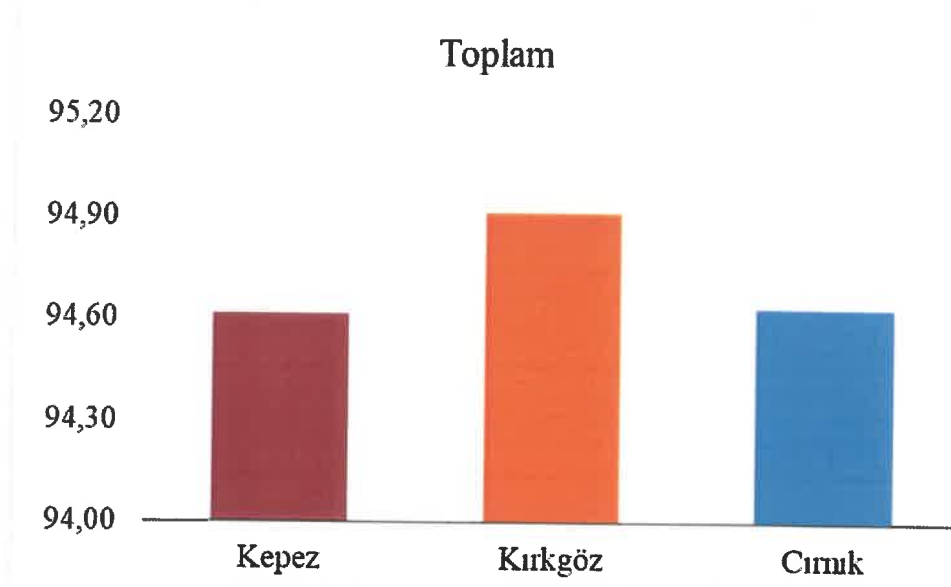
Şekil 4.9. Avlanan Balıkların Vücut Bileşimindeki % Kül Oranının İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.10. Avlanan Balıkların Vücut Bileşimindeki % Yağ Oranının İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.11. Avlanan Balıkların Vücut Bileşimindeki % Protein Oranının İstasyonlara Göre Değişimi



Şekil 4.12. Avlanan Balıkların Vücut Bileşimi Toplam Oranının İstasyonlara Göre Değişimi.

4.2. Çiçek Balığının Kas Dokusundaki Ağır Metal Düzeyleri

4.2.1. Ağır metal tayini

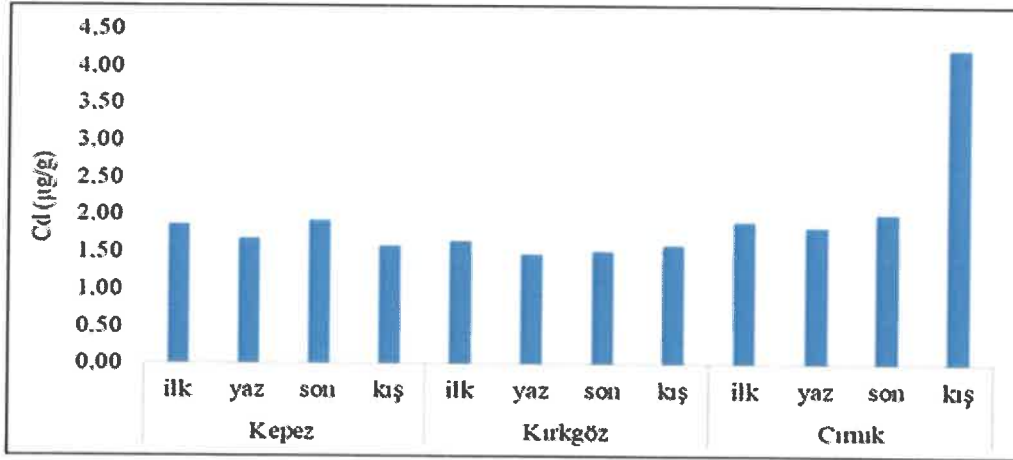
Kış, İlkbahar, Yaz ve Sonbahar mevsimlerinde sırasıyla Kırkgöz, Kepez ve Çırnık istasyonlarından yakalanan çiçek balığının kas doku örneklemelerinden temin edilen ağır metal konsantrasyonlarına ait sonuçlar Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Mevsimsel Örnekleme Alanında Çiçek Balığında Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonları (µg/g)

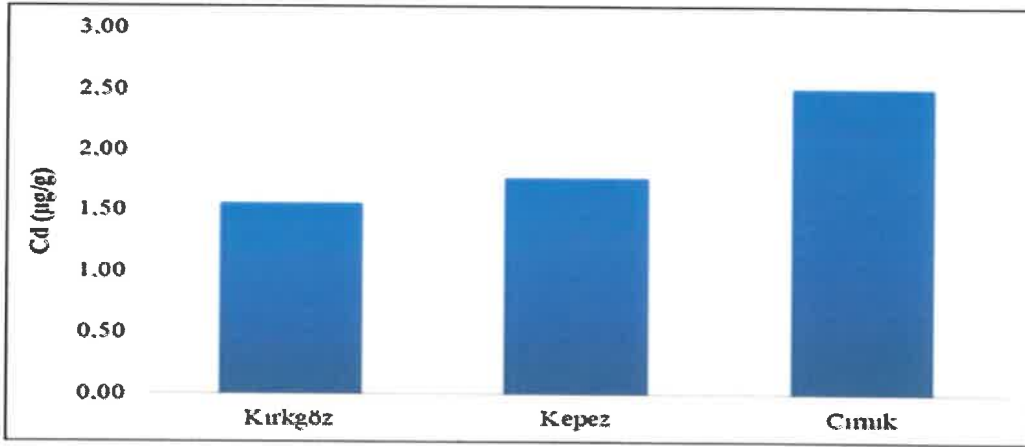
İSTASYON	MEVSİM	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
Kepez	İlkbahar	1,87	1,33	1,27	2,24	8,24	0,46	37,75	325,78
	Yaz	1,69	1,14	1,14	2,69	10,41	0,32	34,24	353,39
	Sonbahar	1,93	1,36	1,87	3,06	10,55	0,51	35,40	411,52
	Kış	1,59	1,14	1,29	3,34	7,20	0,34	33,82	377,23
	Ort.	1,77	1,24	1,39	2,83	9,10	0,41	35,31	366,98
Kırkgöz	İlkbahar	1,65	1,31	0,90	2,64	5,56	0,26	20,03	315,78
	Yaz	1,48	1,22	1,50	2,19	5,93	0,27	30,88	223,07
	Sonbahar	1,52	0,73	1,16	2,40	4,18	0,24	29,82	296,95
	Kış	1,61	1,29	1,04	1,21	3,94	0,26	25,25	298,34
	Ort.	1,56	1,14	1,15	2,11	4,90	0,26	26,50	283,54
Çırnık	İlkbahar	1,91	3,12	2,48	2,71	17,96	0,49	54,50	363,06
	Yaz	1,84	1,23	1,12	4,22	32,39	0,51	56,84	462,91
	Sonbahar	2,02	1,37	1,65	3,46	18,72	0,78	58,15	464,39
	Kış	4,24	1,91	8,14	4,21	17,55	0,71	46,94	414,60
	Ort.	2,50	1,91	3,35	3,65	21,66	0,62	54,11	426,24

4.2.1.1. Kadmiyum(Cd)

Çalışma süresince çiçek balığındaki Cd konsantrasyonu 4,24 µg/g (Çırnık kış) ile 1,48 µg/g (Kırkgöz yaz) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.13). Dört mevsimin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama kadmiyum konsantrasyonu Kırkgöz istasyonundan Çırnık istasyonuna doğru bir artış göstermiştir (Şekil 4.14). İstasyonların ortalama Cd konsantrasyonları istatistiksel olarak birbirinden farklılık göstermiştir. (F=79,93;P<0,001). Çırnık istasyonunda ortalama kadmiyum (Cd) konsantrasyonu (2,50 µg/g) diğer iki istasyona kıyasla (1,77 µg/g Kepez; 1,56 µg/g Kırkgöz) daha yüksek bir değerde olduğu belirlenmiştir. Kış mevsimine ait ortalama Cd konsantrasyonu (2,48 µg/g), ilkbahar, sonbahar ve yaz mevsimlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu değişim istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur (F=32,54; P<0,0001).



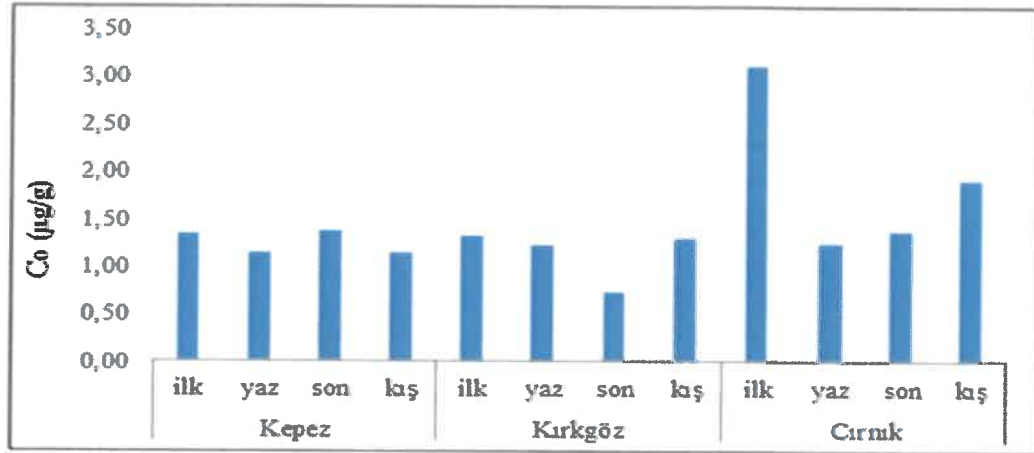
Şekil 4.13. Örnekleme İstasyonlarının Mevsimler ve İstasyonlara Göre Cd (Kadmiyum) Konsantrasyonları



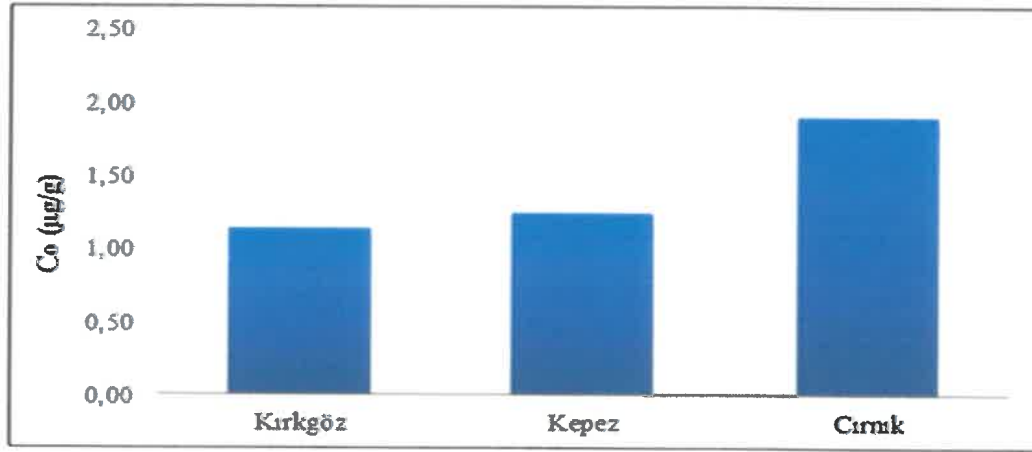
Şekil 4.14. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre Cd (Mevsimlerin Ortalaması) Konsantrasyonları.

4.2.1.2. Kobalt(Co)

Çalışma süresince çiçek balığındaki kobalt (Co) konsantrasyonu 3,12 µg/g (Çınık ilkbahar) ile 0,73 µg/g (Kırkgöz sonbahar) arasında değişim göstermiştir (Şekil4.15) Dört mevsimin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama Co konsantrasyonu Kırkgöz istasyonundan Çınık istasyonuna doğru bir artış göstermiştir (Şekil 4.16) İstasyonların ortalama Co konsantrasyonları istatistiksel olarak birbirinden farklılık göstermiştir ($F=9,58$; $P<0,001$). Çınık istasyonunda ortalama Co konsantrasyonu (1,91 µg/g) diğer iki istasyona kıyasla (1,24 µg/g Kepez; 1,14 µg/g Kırkgöz) daha yüksek bir değerde olduğu belirlenmiştir. Kepez ile Kırkgöz istasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmemiştir ($p=0,849$). İlkbahar mevsimine ait ortalama Co konsantrasyonu (1,91 µg/g), sonbahar (1,15 µg/g) ve yaz (1,19 µg/g) mevsimlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



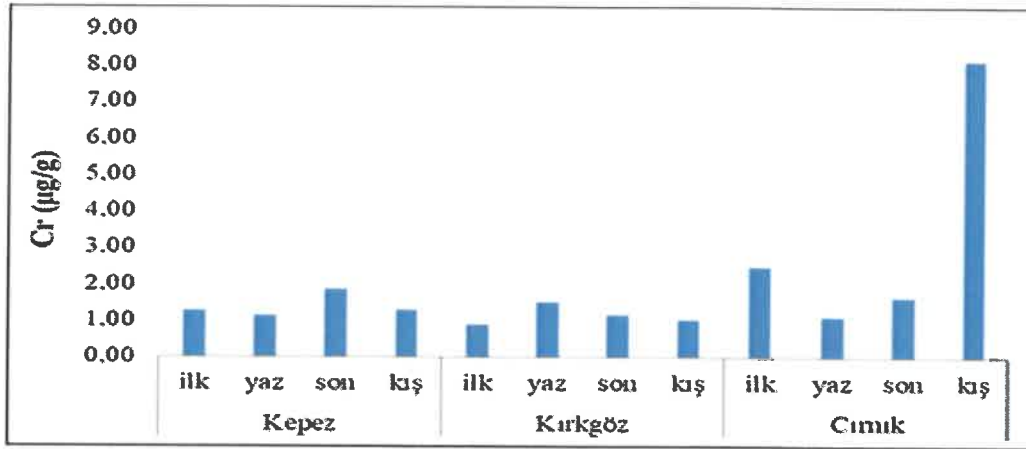
Şekil 4.15. Örneklem İstasyonlarının Mevsimler Ve İstasyonlara Göre Co Konsantrasyonları



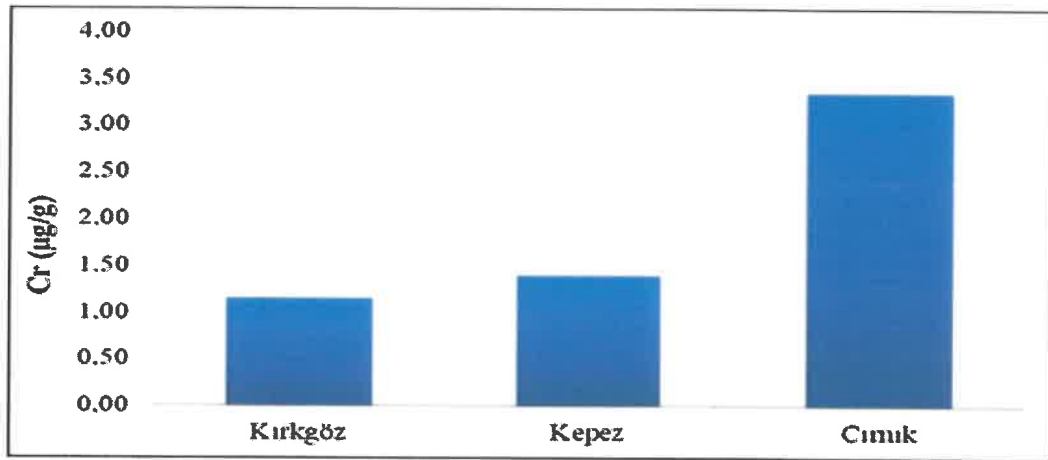
Şekil 4.16. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre Co (Mevsimlerin Ortalaması) Konsantrasyonları

4.2.1.3. Krom (Cr)

Çalışma süresince örneklenen balığın Cr konsantrasyonu 8,14 µg/g (Çırnık kış) ile 0,90 µg/g (Kırkgöz ilkbahar) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.17). Dört mevsimin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama krom (Cr) konsantrasyonu Kırkgöz istasyonundan Çırnık istasyonuna doğru bir artış göstermiştir (Şekil 4.18). Cr konsantrasyonuna istatistiksel olarak bakıldığında hem alansal ($F=445,037$; $P<0,0001$) hem de mevsimsel farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($F=242,116$; $P<0,0001$). Her üç istasyonun Cr konsantrasyonları arasında önemli derecede farklılık bulunmuştur. En yüksek Cr değeri Çırnık istasyonunda (3,35 µg/g) en düşük değer ise Kırkgöz istasyonunda (1,15 µg/g) ölçülmüştür. İlkbahar ve sonbahar mevsimleri arasında bir farklılık olmamasına ($P=0,999$) rağmen, kış mevsiminin değerlerinin (3,49 µg/g) diğer tüm istasyonlardan yüksek olduğu tespit edilmiştir.



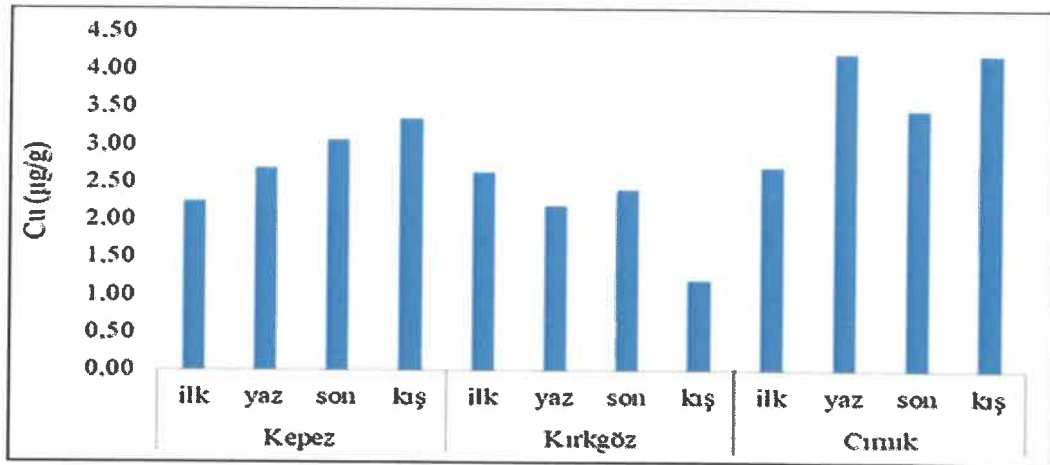
Şekil 4.17. Örnekleme İstasyonlarının Mevsimler Ve İstasyonlara Göre Cr (Krom) Konsantrasyonları



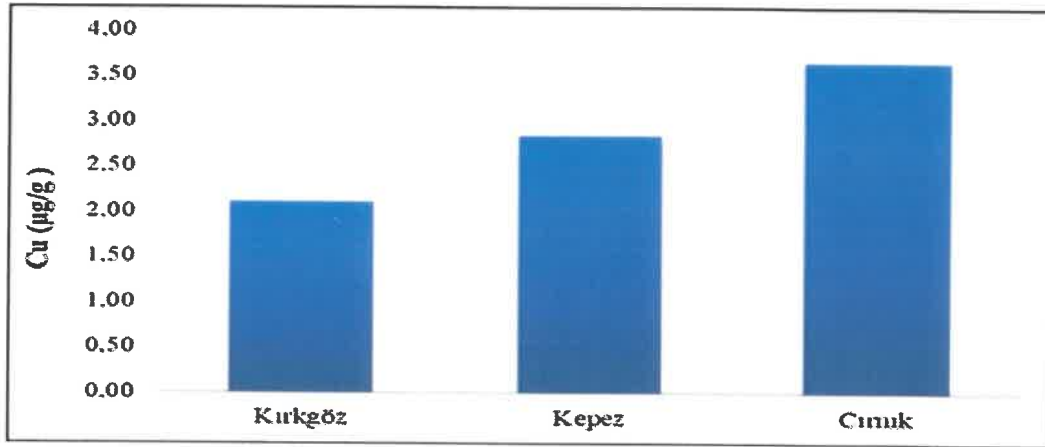
Şekil 4.18. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre (Mevsimlerin Ortalaması) Cr Konsantrasyonları

4.2.1.4. Bakır (Cu)

Çalışma süresince örneklenen balığın bakır (Cu) konsantrasyonu 4,22 µg/g (Çınık yaz) ile 1,21 µg/g (Kırkgöz kış) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.19). Dört mevsimin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama bakır (Cu) konsantrasyonu Kırkgöz istasyonundan Çınık istasyonuna doğru bir artış göstermiştir (Şekil 4.20) İstasyonların ortalama Cu konsantrasyonları istatistiksel olarak birbirinden farklılık göstermiştir ($F=17,55$; $P<0,0001$). Ortalama Cu konsantrasyonunun en yüksek Çınık istasyonunda (3,65 µg/g) en düşük ise Kırkgöz istasyonunda (2,10 µg/g) olduğu belirlenmiştir. Cu konsantrasyonu bakımından bakıldığında mevsimler arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($F=1,14$; $P=0,371$).



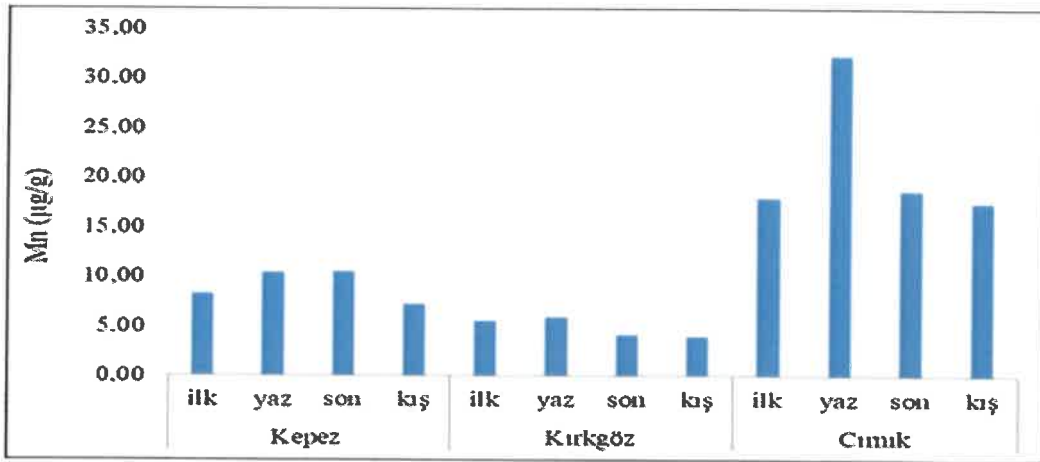
Şekil 4.19. Örnekleme İstasyonlarının Mevsimler Ve İstasyonlara Göre Cu (Bakır) Konsantrasyonları



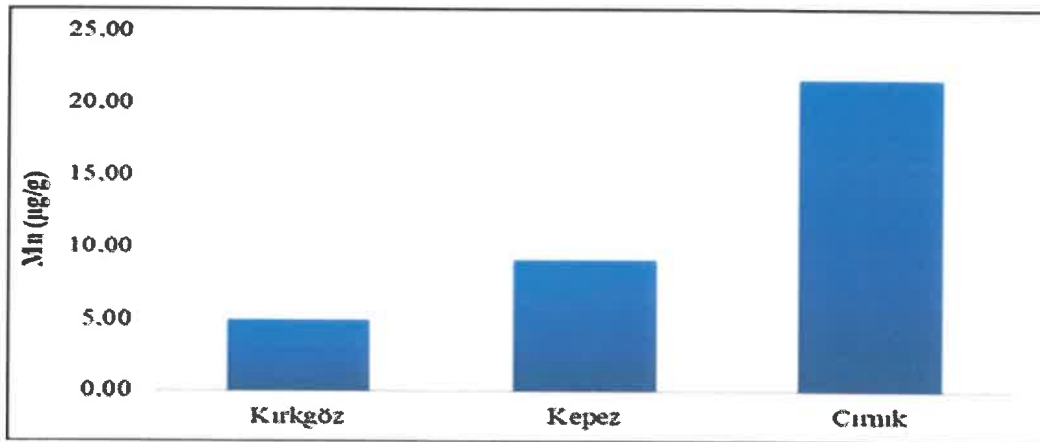
Şekil 4.20. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre (Mevsimlerin Ortalaması) Cu Konsantrasyonları

4.2.1.5. Mangan (Mn)

Çalışma süresince örneklenen balığın Mn konsantrasyonu 32,39 µg/g (Çınık, yaz) ile 3,94 µg/g (Kırkgöz, kış) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.21). Dört mevsimin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama mangan (Mn) konsantrasyonu Kırkgöz istasyonundan Çınık istasyonuna doğru önemli derece bir artış göstermiştir (Şekil 4.22). Mn konsantrasyonunun istatistiksel olarak hem alansal ($F=560,191$; $P<0,0001$) hem de mevsimsel farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($F=49,020$; $P<0,0001$). Her üç istasyonun Mn konsantrasyonları arasında önemli derecede farklılık bulunmuş olup, en yüksek Mn değeri Çınık istasyonunda (21,65 µg/g) en düşük ise Kırkgözler istasyonunda (4,89 µg/g) olarak ölçülmüştür. Yaz mevsiminde ise Mn konsantrasyonunun (16,24 µg/g) diğer tüm mevsimlerden daha yüksek değerde olduğu belirlenmiştir.



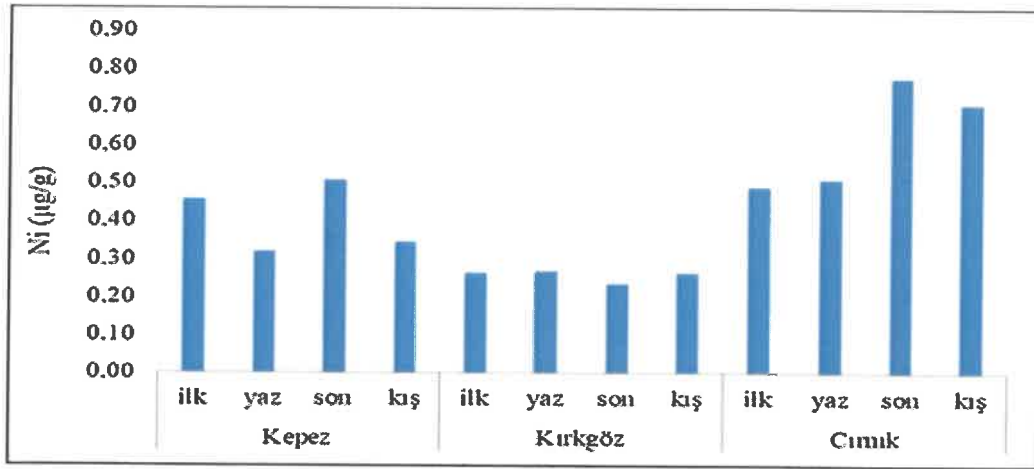
Şekil 4.21. Örneklem İstasyonlarının Mevsimler ve İstasyonlara Göre Mn (Mangan) Konsantrasyonları



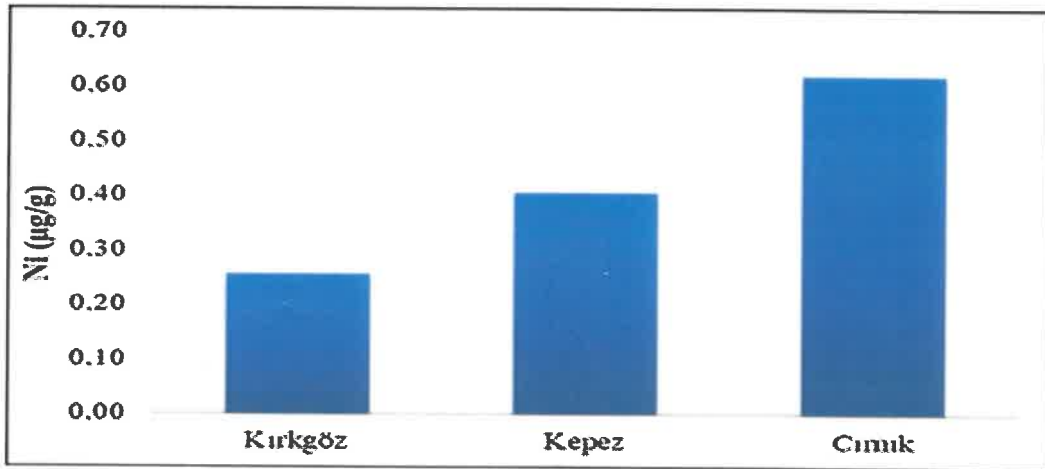
Şekil 4.22. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre Mn (Mevsimlerin Ortalaması) Konsantrasyonları.

4.2.1.6. Nikel (Ni)

Çalışma süresince örneklenen balığın nikel (Ni) konsantrasyonu 0,78 µg/g (Çınık, sonbahar) ile 0,24 µg/g (Kırkgöz sonbahar) arasında değişim gösterdiği görülmüştür (Şekil 4.23)Dört mevsimin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama Ni konsantrasyonun Kırkgöz istasyonundan Çınık istasyonuna doğru önemli derece bir artış olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.24). İstasyonların ortalama nikel (Ni) konsantrasyonları bakıldığında ise, istatistiksel olarak birbirinden farklılık gösterdiği görülmüştür ($F=140,971$; $P<0,0001$). Çınık istasyonunda ortalama Ni konsantrasyonu (0,62 µg/g) diğer iki istasyona kıyasla (0,41 µg/g Kepez; 0,26 µg/g Kırkgöz) daha yüksek bir değerde olduğu belirlenmiştir. Sonbahar mevsimine ait ortalama nikel (Ni) konsantrasyonunun (0,51 µg/g), ilkbahar (0,40 µg/g) ve yaz (0,36 µg/g) mevsimlerinden farklı olduğu belirlenmiştir ($F=11,36$; $P<0,0001$).



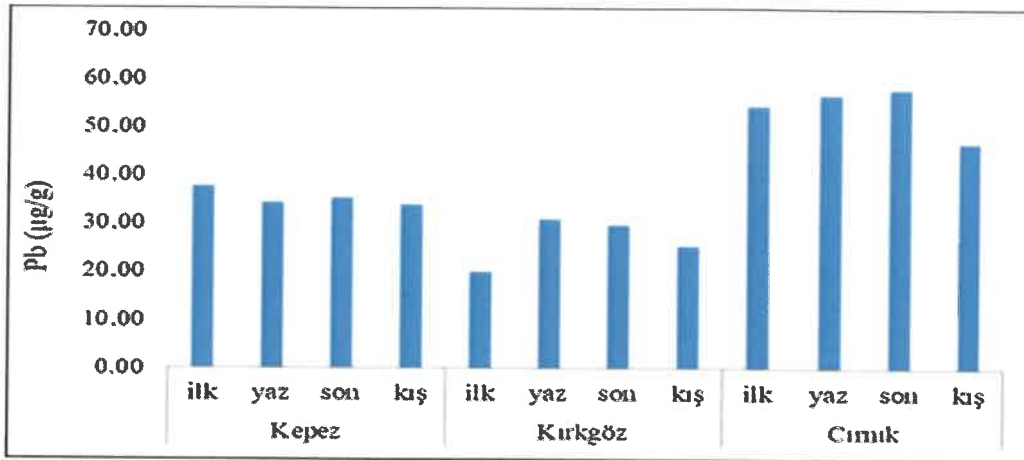
Şekil 4.23 Örnekleme İstasyonlarının Mevsimler ve İstasyonlara Göre Ni (Nikel) Konsantrasyonları



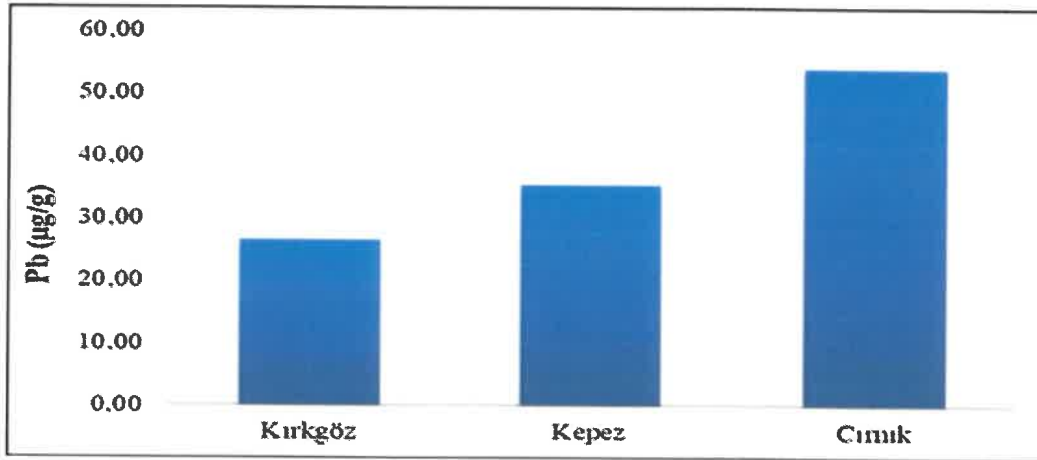
Şekil 4.24 Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre (Mevsimlerin Ortalaması) Ni Konsantrasyonları.

4.2.1.7. Kurşun (Pb)

Çalışma süresince örneklenen balığın Pb konsantrasyonu 58,15 µg/g (Çınık, sonbahar) ile 20,03 µg/g (Kırkgöz, ilkbahar) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.25). Dört mevsimin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama Pb konsantrasyonu Kırkgöz istasyonundan Çınık istasyonuna doğru önemli derece bir artış göstermiştir (Şekil 4.26). İstasyonların ortalama Pb konsantrasyonları istatistiksel olarak birbirinden farklılık göstermiştir ($F=108,329$; $P<0,0001$). Ortalama Pb konsantrasyonunun en yüksek Çınık istasyonunda (54,10 µg/g) en düşük ise Kırkgöz istasyonunda (26,49 µg/g) olduğu belirlenmiştir. Pb konsantrasyonu bakımından mevsimler arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($F=3,07$; $P=0,069$).



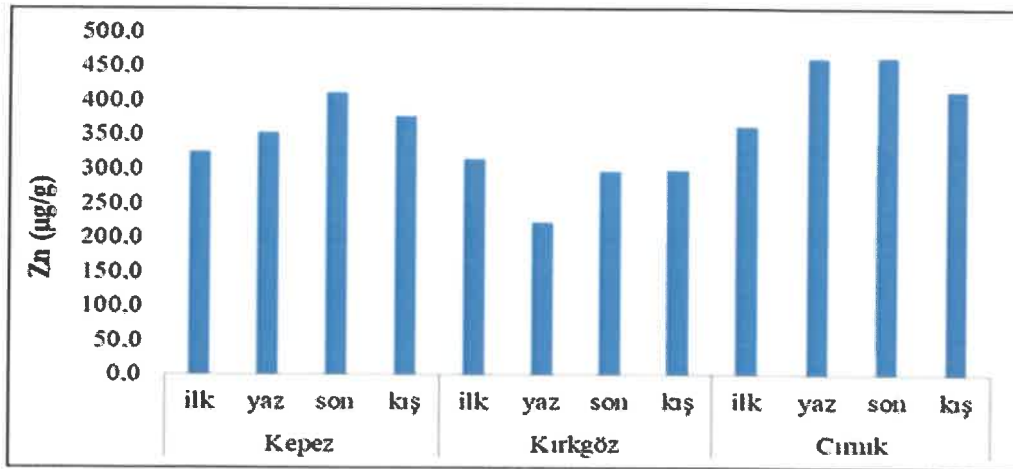
Şekil 4.25. Örneklem İstasyonlarının Mevsimler ve İstasyonlara Göre Pb (Kurşun) Konsantrasyonları



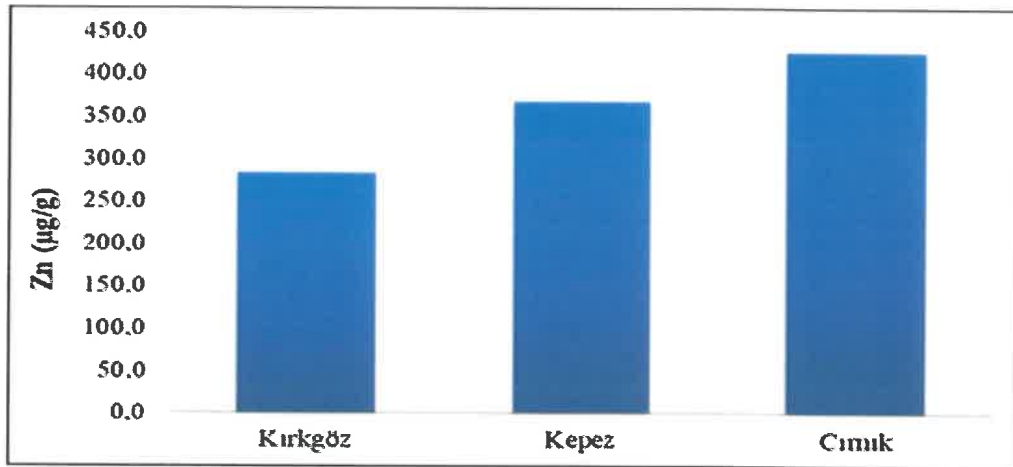
Şekil 4.26. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre Pb (Mevsimlerin Ortalaması) Konsantrasyonları.

4.2.1.8. Çinko (Zn)

Çalışma süresince örneklenen balığın Zn konsantrasyonu 464,39 µg/g (Çınık, sonbahar) ile 223,07 µg/g (Kırkgöz, yaz) arasında değişim göstermiştir (Şekil 4.27). Dört mevsimin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama Zn konsantrasyonu Kırkgöz istasyonundan Çınık istasyonuna doğru önemli derecede bir artış göstermiştir (Şekil 4.28). Zn konsantrasyonunun istatistiksel olarak hem alansal ($F=86,84$; $P<0,0001$) hem de mevsimsel ($F=7,52$; $P<0,01$) farklılık gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek Zn konsantrasyonu Çınık istasyonunda (426,24 µg/g) en düşük ise Kırkgözler istasyonunda (283,53 µg/g) ölçülmüştür. Sonbahar mevsimine ait ortalama Zn konsantrasyonunun (390,95 µg/g), ilkbahar (334,87 µg/g) ve yaz (346,45 µg/g) mevsimlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.27. Örnekleme İstasyonlarının Mevsimler Ve İstasyonlara Göre Zn (Çinko) Konsantrasyonları



Şekil 4.28. Araştırma İstasyonlarından Örneklenen Balıkların İstasyonlara Göre Zn (Mevsimlerin Ortalaması) Konsantrasyonları

5. TARTIŞMA

Pseudophoxinus antalyae, Bogutskaya, 1992'nin vücut bileşenlerinin tesbiti iç üç ayrı İstasyondan avlanan balıkların mevsimsel değişimine yönelik yapılan çalışmada nem, kuru madde, kül, yağ ve protein değerlerinin % istasyonlar arasında önemli bir farklılık göstermediği görülmüştür.

Pseudophoxinus antalyae nem oranının, % 67.92 (Çırnık-İlkbahar) ile %78.49 (Kırkgöz-Kış) arasında değiştiği görülmüştür. Yani Kırkgöz istasyonundan Çırnık istasyonuna ilkbahardan kış mevsimine doğru kademeli bir artış olduğu tespit edilmiştir. Samsun vd. (2017) yaptıkları çalışmada Lüfer (*Pomatamus saltatrix*, L.1766) % su oranını % 67.20 olarak belirlemişlerdir. Erkoyuncu vd. (1994) ise, % 68.2 olarak rapor etmişlerdir. Kalay vd. (2008) bir kefal türü olan *Liza ramada*'da % 80.70-%82.92 şeklinde bildirmişlerdir. Öte yandan Duman vd. (2011) Munzur Çayı'ndan yakalanan *S. trutta macrostigma*'da ise ortalama olarak % 76.87 şeklinde saptanmıştır. Bu çerçevede gerek tatlı su ve gerekse deniz balıklarının % nem/su oranlarında önemli bir farklılığın olmadığı görülmüştür. *Pseudophoxinus antalyae*, Bogutskaya(1992)'daki bulunan değerlerin anılan sınırların içinde olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda kuru madde % 21.51 (Kırkgöz-Kış) ile % 32.08 (Çırnık-İlkbahar) arasında değişim göstermiştir. Kırkgöz ve Çırnık İstasyonlarında ilkbahar mevsiminden kış mevsimine doğru kademeli bir değişim olduğu belirlenmiştir. Kül oranı ise % 8.07 (Kepez-Yaz) ile % 18.67 (Kepez-İlkbahar) arasında değişim göstermiştir. Samsun vd., 2017, Lüfer balığı için yaptıkları çalışmada kuru maddeyi %32.80, kül oranını % 1.02; Samsun vd. (2006) Mezgıt balığı üzerine yaptıkları çalışmada ise kuru maddeyi dişilerde % 17.78, erkeklerde 18.05; kül oranları ise dişilerde %1.16, erkeklerde de 1.04 şeklinde bulmuşlardır. Öte yandan Bozkurt vd. (2006) ise *Alburnus orontis* balığında yaptıkları çalışmada anılan parametreler için % kuru madde için kışın 14.57 yazın 57.37b: % kül için kışın 6.37 ve yaz mevsiminde ise 4.62 değerlerini belirlemişlerdir. Çağlak ve Karşlı (2013) Sudak balığında yaptıkları çalışmada, ortalama kuru madde oranını 19.89, ortalama kül oranını ise 0.99 şeklinde tespit etmişlerdir.

Çiçek balığının vücut % protein değerleri 49,56 (Kepez-Yaz) ile 74,94 (Kırkgöz-Kış) arasında değişim göstermiştir. Yüzdelik protein değerlerinin her üç istasyondan yakalanan balıklarda yaz mevsiminden kış mevsimine doğru kademeli bir artış gösterdiği saptanmıştır. Samsun vd. (2006) Mezgıt Balığı'nda yaptıkları çalışmada dişilerde % protein değeri 14.58, erkeklerde 15.23; % yağ oranını ise dişilerde 1.31 ve erkeklerde ise 0.86 oranında ham protein değerini % belirlemişlerdir. Bozkurt vd. (2006) *Alburnus orontis*'e yönelik yaptıkları çalışmada ise, en yüksek ham protein değerini % 19.53 ile Yazın, %6.67 ile Kışın bulmuşlardır. Duman vd. (2011) Munzur Çayı'ndan yakaladıkları *Salmo trutta macrostigma*'nın vücut bileşenlerinden ham proteini % 18.45, ham yağı ise, % 2.65 oranında tespit etmişlerdir. Öte yandan Çağlak ve Karşlı vd. (2013) sudak balığı üzerine yaptıkları çalışmada ham proteini %18.65 ve ham yağı da % 2.04 düzeyinde saptamışlardır.

Kas dokusu kadmiyum (Cd) konsantrasyonu 4.24 µg/g (Çırnık-Kış) ile 1.48 µg/g (Kırkgöz-Yaz) arasında değişim göstermiştir. Araştırma süresince ortalama konsantrasyonları değerlendirildiğinde; Kırkgöz İstasyonundan Çırnık İstasyonuna doğru bir artışın olduğu görülmüştür. Canlı vd. (1998) Seyhan Nehri'nden yakalanan *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* ve *Chondrostoma regium*' un kas dokularında sırasıyla ortalama kadmiyumu 0.93, 1.07 ve 0.95 µg/g olarak bulmuşlardır. Buna karşın Göksu

vd. (2003) bu kez Seyhan Baraj Gölündeki Aynalı Sazan(*Cyprinus carpio*) ve Sudak(*Stizostedion lucioperca*)’larda yaptıkları çalışmada ise kas dokusundaki Cd düzeylerini belirlemişlerdir. Buna göre Aynalı Sazanlar’da $0.46(\mu\text{g/g}^{-1}$ yaş ağırlık), Sudakta ise, $0.49(\mu\text{g/g}^{-1}$ yaş ağırlık) olarak saptamışlardır. Tokatlı vd., (2016) Meriç Nehri deltasındaki bazı balıkların kas dokularındaki Cd düzeyini belirlemişlerdir. Buna göre Gala Gölündeki *Cyprinus carpio*’ da ortalama 0.51, *Silurus glanis*’de 0.18, Sudak (*Stizostedion lucioperca*)’da ise 0.6 şeklinde bulunmuş olup, diğer bazı balık türlerinde ise Cd’un tespit edilebilir sınırın altında olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada Meriç Nehirindeki *Cyprinus carpio*’da 0.92, *Silurus glanis*’de 0.32 ve *Stizostedion lucioperca*’ da ise 0.61 mg/kg şeklinde saptanmıştır. Yine Çetin vd. (2016), Altınyazı Baraj gölündeki (Edirne) *Cyprinus carpio*’ da ortalama 0.23, *Carassius carassius*’da 0.12, *Blicca bjoerkna*’da 0.29, *Perca fluviatilis*’de 0.25 ve Sander *lucioperca*’da ise 0.31 şeklinde saptanmıştır. Buna göre Cd’un kaslardaki birikimi mevsim koşullarına bakılmaksızın tüm bahsedilen bu çalışmalarda değerlendirilen balıklardaki birikim düzeylerinden yüksektir.

Diğer bir metal olan kobaltın (Co) kas dokusundaki birikimi ise, çalışma süresince $3,12 \mu\text{g/g}$ (Çırnık-İlkbahar) ile $0,73 \mu\text{g/g}$ (Kırkgöz-Sonbahar) arasında değişim göstermiştir. Dört mevsimin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama Co konsantrasyonu Kırkgöz istasyonundan Çırnık istasyonuna doğru bir artış göstermiştir. Kırıcı vd. (2013) Murat Nehri’ndeki *Capoeta trutta*’nın kas dokusunda minimum 0.001, maksimum 0.074 mg/kg şeklinde ölçmüştür. Yine Kırıcı vd. (2013) bu kez aynı Nehirdeki *Capoeta capoeta umbla*’nın kas dokularındaki Co konsantrasyon düzeyini minimum 0.000 olarak, maksimumu ise 0.335 düzeyinde saptamışlardır. Düşükcan vd. (2014) Karakaya Baraj Gölü’nde yaptıkları bir çalışmada *Luciobarbus xanthopterus*’daki Co konsantrasyon düzeyini araştırmışlardır. Ancak çok az düzeyde olduğundan belirleyememişlerdir. Buna karşın Çağlak ve Karanlı, (2014), Beyşehir Gölü’ndeki Sudak (*Stizostedion lucioperca*) balığının kas dokusunda Co düzeyini minimum 0.001, maksimum 0.074 mg/kg şeklinde ölçmüşlerdir.

Çalışma süresince örneklenen balıkların Cr konsantrasyonu $8,14 \mu\text{g/g}$ (Çırnık-Kış) ile $0,90 \mu\text{g/g}$ (Kırkgöz-ilkbahar) arasında değişim göstermiştir. Dört mevsimin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama konsantrasyonda Kırkgöz istasyonundan Çırnık istasyonuna doğru bir artış göstermiştir Çağlar vd. (2010) Suğla Gölündeki *C. carpio* ve *P. anaticus*’un kas dokularındaki krom (Cr) düzeylerini ölçmüşlerdir. *P. anaticus*’un kas dokusunda Cr düzeyi ölçüm sınırının altında bulunurken; *Cyprinus carpio*’da en fazla sonbaharda ($0.07 \mu\text{g/g}$), en az ise yaz ($0.03 \mu\text{g/g}$) olarak ölçülmüştür. Yabanlı vd., 2013 Bafa Gölü’ndeki Levrek(*D. labrax*)’ın kas dokusunda Cr düzeyini 0.03 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Yine Teber, (2013) Sıdıklı Küçükdoğan Baraj Gölünde avlanan Kadife balığı (*Tinca tinca*)’nın kas dokusundaki ortalama Cr konsantrasyonunu $0.564 \mu\text{g/g}$ belirlemiştir. Çağlak ve Karanlı (2014) Beyşehir Gölündeki Sudak balığı’nın(*Stizostedion lucioperca*) kas dokusunda 0.14(min) ve 0.301(mak) arasında ölçmüşlerdir. Eroğlu vd. (2017) ise Keban Baraj Gölündeki Dikenli Yılan balığı (*Mastacembelus mastacembulus*)’nın kas dokusundaki Cr düzeyini en düşük 0.0046 mg/kg ve en yüksek olarak ise 0.0069 mg/kg şeklinde ölçmüşlerdir. Sökmen vd. (2018) Karasu Nehri’ndeki *Capoeta umbla*’nın kas dokularındaki krom (Cr) birikimini ortalama olarak 2.012 mg/kg düzeyinde saptamışlardır. Öte yandan Güldiren ve Tekin-Ozan (2018) ise Seyhan Baraj Gölündeki *Cyprinus carpio* balığının kas dokusunda $0.01-4.06 \text{ mg/kg}$ olarak belirlenmiş ve ilkbahar mevsiminde Cr düzeyi

artmış, buna karşın yaz mevsiminde ise azalmıştır. Sonuçlardan görüldüğü üzere en yüksek Cr düzeyi *Pseudophoxinus antalyae*, balıklarında saptanmıştır.

Öte yandan diğer önemli bir metal olan bakır (Cu) konsantrasyonu araştırmamızda örneklenen balıkta 4,22 µg/g (Çırnık-Yaz) ile 1,21 µg/g(Kırkgöz-Kış) arasında değişim göstermiştir. Dört mevsim istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama Cu konsantrasyonu Kırkgöz istasyonundan Çırnık istasyonuna doğru bir artış göstermiştir. Akgün vd. (2007) Sakarya Nehri Çeltikçi Çayı'nda yaşayan *Leuciscus cephalus*'un kas dokularında Cu konsantrasyonu (min) 1.5243, (maks)38.530 ppm. olarak saptanmıştır. Çağlar (2010) Suğla Gölü'ndeki *Phoxinellus anaticus* ve *Cyprinus carpio*'nun kas dokularındaki Cu düzeyini 0.51-0.83 ve 0.30-0.36 µg/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yabancı vd. (2013) ise Bafa Gölü'ndeki Levrek (*D.labrax*) balığının kas dokusundaki Cu düzeyini 0.61 mg/Kg olarak tespit etmişlerdir. Yine Teber (2013) yılındaki çalışmasında Sıdklı Küçükboğaz Baraj Gölü'ndeki Kadife balığı'nın (*Tinca tinca*) kas dokusundaki Cu düzeyini ortalama olarak 0.0671 µg/ g saptamıştır. Öte yandan Kaptan ve Tekin-Ozan (2014) Eğirdir Gölü'ndeki Sazan (*Cyprinus carpio*) balığının kas dokusundaki Cu birikimini ortalama 14.21 mg/kg şeklinde saptamışlardır. Düşükcan vd. (2014) Karakaya Baraj Gölü'nde yakalanan *Luciobarbus xanthopterus*'un kas dokusundaki Cu konsantrasyonunu 0.86 mg/kg⁻¹ şeklinde bulmuşlardır. Yine Çağlak ve Karşlı, (2014) Beyşehir Gölü'ndeki Sudak (*Stizostedion lucioperca*) balığının kas dokusundaki Cu düzey 0.326 ile 0.552 mg/kg⁻¹ düzeyinde ölçmüşlerdir. Sökmen vd. (2018) ise Karasu Nehri'ndeki *Capoeta umbla*'nın kas dokusundaki ortalama Cu düzeyini 0.711 mg/kg olarak saptamışlardır. *Pseudophoxinus antalyae*'nın kas dokusundaki Cu düzeyi, Sakarya Nehri Çeltikçi Çayı'ndaki *Leuciscus cephalus* ve Eğirdir Gölü'ndeki *Cyprinus carpio* istisna edilirse, diğer çalışma sonuçlarından yüksek olduğu görülecektir.

Araştırmamızda örneklenen balığın Mn konsantrasyonu 32,39 µg/g (Çırnık-Yaz) ile 3,94 µg/g (Kırkgöz-Kış) arasında değişim göstermiştir. Dört mevsimin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama Mn konsantrasyonu Kırkgöz istasyonundan Çırnık istasyonuna doğru önemli derecede bir artış göstermiştir. Çağlar, 2010 Suğla Gölü'nde yaşayan *P.anaticus* 'da kas dokusundaki Mn birikimi 0.25 µg/g olarak en yüksek sonbaharda ölçmüştür. Buna karşın, *C.carpio* 'da ise, yine sonbaharda en yüksek 0.23µg/g olarak saptamıştır. Kırıcı vd. (2013) Murat Nehri'nden avlanan *Capoeta trutta* 'nın kas dokularında Mn düzeyini ortalama en düşük 0.028 Mayıs ayında, en yüksek ise Aralık ayında 0.449 mg/kg olarak ölçmüşlerdir. Teber, (2013) Karasu Nehri'nde yaşayan *Capoeta umbla* 'nın kas dokusundaki Mn düzeyini ortalama olarak 10.969 mg/kg şeklinde ölçmüştür. Kaptan ve Tekin-Ozan (2014) Eğirdir Gölü'ndeki Sazan (*C.carpio*) balığının kas dokusundaki Mn düzeyini minimum 0.01, maksimum 3.23 ve ortalama olarak da 0.96 mg/kg şeklinde belirlemişlerdir. Çağlak ve Karşlı, 2014 Beyşehir Gölü Sudak (*S.lucioperca*) balığı kas dokusundaki Mn düzeyini 0.215-0.311 mg/kg⁻¹ olarak saptamışlardır. Tüm bunlara karşın Sökmen vd. (2018) Karasu Nehri'nde yaşayan *Capoeta umbla* 'nın kas dokusundaki Mn düzeyini ortalama olarak 10.969 mg/kg şeklinde ölçülmüştür. Görüleceği üzere; İstasyon ve mevsimlere göre, genelde en yüksek konsantrasyon düzeyi çalışmamızda kayıt edilmiştir.

Dört mevsim boyunca örneklenen *Pseudophoxinus antalyae* balığının kas dokusundaki Ni konsantrasyonu 0,78 µg/g (Çırnık-Sonbahar) ile 0,24 µg/g (Kırkgöz-Sonbahar) arasında değişim göstermiştir. Dört mevsimin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama Ni konsantrasyonu Kırkgöz istasyonundan

Çırnık istasyonuna doğru önemli derecede bir artış göstermiştir. Yabanlı vd. (2013) Bafa Gölünden yakalanan Levrek (*D.labrax*) Balığı'nın kas dokusundaki Ni düzeyini 34.48 mg/kg olarak saptamışlardır. Kırıcı vd. (2013) Murat Nehri'nde avlanan *Capoeta trutta*'nın kas dokusundaki Ni düzeyi ortalama 0.033-0.325 mg/kg arasında ölçülmüştür. Çağlak ve Karşı, 2014 Beyşehir Gölü'nde yaşayan Sudak balığının (*Stizostedion lucioperca*) kas dokusundaki Ni düzeyini 0.14-0.222 mg/kg⁻¹ olarak saptamışlardır. Kaptan ve Tekin-Ozan (2014) yaptıkları bir çalışmada Eğirdir Gölü'nden avlanan *C.carpio*'un kas dokusundaki Ni düzeyi 0.12-7.7 mg/kg (ortalama 1.47 mg/kg) şeklinde ölçmüşlerdir. Tokatlı vd., 2016 Meriç Nehri deltasındaki bazı balıkların kas dokularındaki Ni düzeyini belirlemişlerdir. Buna göre Gala Gölü'nde *C.carpio*'da 2.946078, *S.glanis*'de 1.323525, *Scardinius erythrophthalmus*'da 1.655556, *E.lucius*'da 2.2, *C. gibelio*'da 0.586667, *Perca fluviatilis*'de 2.293333, *Stizostedion lucioperca*'da 1.826667 ve *Squalius orpheus*'da ise 1.28 mg/kg şeklinde belirlemişlerdir. Buna karşın Meriç Nehirindeki türlerin kas dokusunda biriken Ni metalinin düzeyleri ise; *C.carpio*'da 1.720355, *S.glanis*'de 1.769374 ve *S.lucioperca*'da ise 2.088469 düzeyinde tespit etmişlerdir. Güldiren ve Tekin-Ozan (2018) Seyhan Baraj Gölü'ndeki *C.carpio* balığının kas dokusundaki Ni birikimini 0.36-178.93 mg/kg olarak ölçmüşlerdir. Ni düzeyi kış mevsiminde artış, sonbahar'da ise azalış göstermiştir. Yine Sökmen vd. (2018) Karasu Nehri'ndeki *Capoeta umbla*'nın kas dokusunda Ni birikimi ortalama 2.890 mg/kg olarak ölçmüşlerdir. Bu verilere göre; çalışma materyalimizdeki Ni düzeyi genelde diğer çalışmalara göre düşük bulunmuştur.

Araştırma materyali olan balığın Pb konsantrasyonu 58,15 µg/g (Çırnık-Sonbahar) ile 20,03 µg/g (Kırkgöz-İlkbahar) arasında değişim göstermiştir. Dört mevsimin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama Pb konsantrasyonu Kırkgöz istasyonundan Çırnık istasyonuna doğru önemli derecede bir artış göstermiştir. Selvi ve Kaya, 2013 Atıkhisar Baraj Gölü'nden (Çanakkale) avlanan turna (*Esox lucius*) balığının kas dokusunda Pb'u düzeyini 0.183 µg/g⁻¹ ölçmüşlerdir. Tokatlı vd. (2016) Meriç Nehri deltasında bulunan Gala Gölü'nde yaşayan balıkların kas dokusundaki Pb düzeylerini *C.carpio*'da ortalama 0.477333, *S.glanis*'de 0.388421, *Scardinius erythrophthalmus*'da 0.470952, *Esox lucius*'da 0.518714, *C.gibelio*'da 0.564667, *Perca fluviatilis*'de 0.551095 ve *S.lucioperca*'da ise 0.703833 düzeyinde ölçmüşlerdir. Çetin vd., 2016 Altınyazı Baraj Gölü'ndeki Sazan balığının (*C.carpio*) kas dokusundaki Pb düzeyi 17.564. *C.carassius*'da 4.097, *B.bjoerkna*'da 4.335, *Perca fluviatilis*'de 6.015, *S.lucioperca*'da ise 5.841 mg/kg şeklinde saptanmıştır. Güldiren ve Tekin-Ozan, (2018) Seyhan Baraj Gölü'ndeki *C.carpio*'nun kas dokusundaki Pb düzeyi 0.01-1.70 mg/kg olarak belirlenmiştir. Kış mevsiminde birikimde artış, sonbahar'da ise düşüş olduğu belirlenmiştir. Sökmen vd. (2018) Karasu Nehri'nde yaşayan *Capoeta umbla*'nın kas dokusundaki Pb düzeyini ortalama olarak 0.172 mg/kg düzeyinde saptamışlar. Bu metal düzeyi de çalışmamız için kullanılan balıkta yüksek çıkmıştır.

Örneklenen *Pseudophoxinus antalyae*'nin Zn konsantrasyonu 464,39 µg/g (Çırnık-Sonbahar) ile 223,07 µg/g (Kırkgöz-Yaz) arasında değişim göstermiştir. Dört mevsimin istasyonlara göre ortalama konsantrasyonları incelendiğinde, ortalama Zn konsantrasyonu Kırkgöz istasyonundan Çırnık istasyonuna doğru önemli derecede bir artış göstermiştir. Selvi ve Kaya (2013) Çanakkale Atıkhisar Baraj Gölü'nde avlanan Turna balığı (*Esox lucius*)'nın kas dokularındaki Zn birikimini 39.227 µg/g⁻¹ olarak saptamışlardır. Tokatlı vd. (2016) Meriç Nehri deltasındaki çalışmada bazı balıkların kas dokularındaki Zn düzeyini belirlemişlerdir. Buna göre Gala Gölü'nde *C.carpio*'da

37.61852, *S.glanis*'de 23.07136, *Scardinius erythrophthalmus*'da 49.32778, *E.lucius*'da 30.23214, *C.gibelio*'da 88.10714, *Perca fluviatilis*'de 43.44643 olarak, *Stizostedion lucioperca*'da 32.42857 ve *Squalius orpheus*'da ise 37.41667 mg/kg şeklinde belirlemişlerdir. Buna karşın Meriç Nehri'ndeki türlerin kas dokusunda biriken Zn metalinin düzeyleri ise; *C.carpio*'da 45.73179, *S.glanis*'de 25.71335 ve *S.lucioperca*'da ise 25.51727 düzeyinde tespit etmişlerdir. Güldiren ve Tekin-Ozan (2018) Seyhan Baraj Gölü'ndeki *C.carpio* balığının kas dokusundaki Zn konsantrasyonunu 42.39-1129.36 mg/kg arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Yine Sökmen vd. (2018) Karasu Nehri'nde yaşayan *Capoeta umbla*'nın kas dokusundaki Zn düzeyini ortalama olarak 24.066 mg/kg düzeyinde saptamışlar. Bu metal düzeyi de çalışmamızda oldukça yüksek bulunmuştur.

6. SONUÇLAR

Çizelge 6'dan anlaşılabacağı gibi Kadmiyum (Cd) *P.antalyae*'nin kas dokusunda belirlenen düzeyler mevsimsel değerlere göre değişmekle beraber Türk Gıda Kodeksi, Dünya Sağlık Örgütü, Avrupa Birliği ve ABD Çevre Koruma Ajansının belirlediği limitlerin üzerinde bulunmuştur. Aynı şekilde tespit edilen Krom (Cr) düzeyi ABD Çevre Koruma Ajansı ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün belirlediği düzeylerin üzerinde saptanmıştır. Bir diğer önemli metal olan Bakır (Cu) ise, Türk Gıda Kodeksi, Çevre Koruma Ajansı (EPA) ve FAO'nun belirlediği limitlerin altında bulunmuştur. Ancak Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği limitin üzerine bazı istasyon ve mevsimlerde çıkmıştır. Yine çalışılan Mangan (Mn) metalinin bulunan değerleri Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği sınır değerlerinin oldukça üstünde çıkmıştır. Bunun yanında Kurşun (Pb) değerleri de gerek Türk Gıda Kodeksi ve gerekse Çevre Koruma Ajansı ile Avrupa Birliği (EC)'nin limitlerin oldukça üstünde çıkmıştır. Tüm bunlara karşın Çinko (Zn) değerleri ise, Türk Gıda Kodeksi, Çevre koruma Ajansı (EPA), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve FAO'nun sınır değerlerinin üzerinde tespit edilmiştir. Ancak bahsettiğimiz bulgularımız kuru ağırlık, standartların ise yaş ağırlık üzerinden belirlendiğini ifade etmek gerekiyor. Nihayetinde istasyonlardan örneklenen canlı materyaldeki metal birikim artışları, kaynaktan ileriki istasyonlara doğru gidişlerde bir artışın olduğu da bir gerçektir.

Çizelge 5.1. Türk Gıda Kodeksine ve Diğer Uluslararası Standartlara Göre Balık Kaslarındaki Ağır Metal Sınır Değerleri (TFC 2002)

REFE RANS LAR	AĞIR METALLER							
	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
<i>P.anta lyae</i> (µg/g)	1.48-4.24	0.73-3.12	0.90-8.14	1.21-4.22	3.94-32.39	0.24-0.78	20.03-58.15	223.07- 464.39
TFC (mg/k g ⁻¹)	0.05			20			0.30	50
EPA (mg kg ⁻¹)	1.4		4.1	54			1.0	410
WHO (mg/k g ⁻¹)	0.18		0.15	3	1.0			100
FAO (mg/k g ⁻¹)	0.2			10.0				150
EC (mg/k g ⁻¹)	0.05-0.3						0.3	

Belirlenen vücut bileşenlerinin diğer balık vücut bileşenlerinden çok farklı olmadığı görülmüştür. Bu vücut bileşenlerinin mevsimsel verileri ile anılan metallerin düzeyleri arasında mevcut olabilecek korelasyonların daha detaylı olarak başka çalışmalarla da saptanması gerekmektedir. Buna karşın, çok tüketilmemekle beraber, su akış güzergahında sportif avcılıkla avlanan bu türün kas dokularındaki metal birikim değerleri yüksek bulunmuştur. AOSB'nin arıtma tesisi atık suyunun suya verilmesi, zirai faaliyetlerde kullanılan gübre ve pestisitlerin etkileri ile diğer antropolojik faktörler nedeniyle bu sonucun oluştuğu düşünülmektedir. Bu nedenle; anılan su kaynağının su, sediment ve canlılar yönünden daha detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir. *Pseudophoxinus antalyae* ile yapılan benzer bir çalışma olmadığından dolayı, yapılan bu çalışma literatürdeki önemli bir eksiğin giderilmesine katkı sağlamaktadır.

7. KAYNAKLAR

- Akgün, M., Gül, A. ve Yılmaz, M. 2007. Sakarya Nehri Çeltikçe Çayı'nda Yaşayan *Leuciscus cephalus* L., 1758 Dokularında Ağır Metal Birikimi, GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 27, Sayı 2, 179-189
- Akyurt, İ. 1994. Balık Beslemede Mineraller. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Der. 25 (3), 445-453, 1994. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/34596>
- Anonim 1: Antalya Kırkgöz Kaynakları ve Traverten Platosu Karst Hidrolojik Etüd Raporu. D.S.İ Genel Müdürlüğü. Ankara, 1985.
- Anonim2: <http://www.nenedirvikipedi.com/biyoloji/mineral-nedir-minerallerin-insanvucudu-icin-onemi-4168.html> [Son erişim tarihi: 29.04.2018].
- Anonim3: <https://www.makaleler.com/'kadmium-nedir-ozellikleri-kullanimi-zararlari'> [Son erişim tarihi 11.05.2018].
- Anonim4: <http://www.mta.gov.tr/v3.0/'bilgi-merkezi/maden-kullanim-alanlari-nelerdir'> [Son erişim tarihi 01.05.2018].
- Anonim 5: <http://www.kimyakulubu.com/kursun-pb> [Son erişim tarihi 29.04.2018].
- Anonim6: <https://www.makaleler.com/'krom-nedirveozellikleri-nelerdir-nerelerde-kullanilir'> [Son erişim tarihi 11.05.2018]
- Anonim 7: <https://www.turkcebilgi.com/nikel> [Son erişim tarihi 01.05.2018].
- Anonim8: <https://www.makaleler.com/'kobalt-nedir-ozellikleri-nelerdir-nerelerde-kullanilir'> [Son erişim tarihi 29.04.2018]
- Anonim 9: <http://www.kimyakulubu.com/cinko-zn> [Son erişim tarihi 11.05.2018].
- Anonim10: <http://www.ebiyoloji.com/'haber/biyoloji/154-zehirli-atiklara-direnen-baliklar-ve-tehlikeler'> [Son erişim tarihi 02.01.2019].
- Anounymous1: ATSDR-Toxicological profile for nickel. U.S. Department of Healthand Human Services, Public Health Service Agency forToxic Substances and Disease Registry. August, 2005.
- Anounymous2: www.iucnredlist.org The IUCN Red list of Treatedened Species Categories & Criteria (version 3.1) [Son erişim tarihi 01.05.2018] .
- Aslantürk, A.,Çetinkaya,O.2014. Potasyum Permanganatın (KMnO₄) Lepistes (Poecilia reticulata, Peters, 1859) Üzerine Akut Toksisitesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 10 (1), 12-19.
- ASTM. 1985. Preparation Of Biological Samples For İnorganic Chemical Analysis 1, Annual Book Of ASTM Standards, D-19, Pp. 740- 747, 1985.
- Atalay, M.A. 2005. Pseudophoxinus (Pisces, Cyprinidae) Genusu'nun Anadolu'da Yayılışı ve Taksonomik Özelliklerinin Belirlenmesi [Taxonomic revision of the genus Pseudophoxinus (Pisces, Cyprinidae)]. (Doktora Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Belimleri Enstitüsü. Isparta.
- AOAC.2000. Offical Methods of Analysis of the Association Analytical Chemists International. 17 th Ed. Dr. William Horwitz Editor. Gaithersburg, Maryland

- Bogutskaya, N. G. 1992. A Revision of Species of The Genus Pseudopoxinus (Leuciscinae, Cyprinidae) From Asia Minor. MİH Hamburg Zool. Mus. Band. 89, pp. 261-290.
- Bogutskaya, N.G. Küçük, F. ve Atalay, M.A. 2007. A Description of Three New Species of the Genus Pseudophoxinus from Turkey (Teleostei: Cyprinidae: Leuciscinae). Zoosystematica Rossica, 15(2), 2006: 335-341.
- Bozkurt, Y., Bekcan, S. ve Çakıroğulları, GÇ. 2006. İnci Balığının (*Alburnus orontis*, Sanyage, 1882) Et Kompozisyonu ve Mevsimsel Değişimi,, AÜZF, Tarım Bilimleri Dergisi, 12(1), 70-73
- Bryan, G.W. 1976. Some Aspects of Heavy Metal Tolerance in Aquatic Organisms (A.P.M. Lockwood Editör). Effects of Pollutants on Aquatic Organisms, Cambridge University Press, London, pp.7-34
- Canlı, M., Ay, Ö. ve 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, Tr. J. of Zoo. 22 (1998), 149-157, TÜBİTAK.
- Commission Regulation (EC) 2006. Maximum Levels for Certain Contaminants in Foodstuffs. No:1881/ 2006.
- Çağlak, E. ve Karslı, B. 2013. Beyşehir Gölü Sudak (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) Balıklarının Mevsimsel Et Verimi ve Kimyasal Kompozisyonu. S.D.Ü. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 9(1), 1-8.
- Çağlak, E. ve Karslı, 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
- Çağlar, C. 2010. Suğla Gölünde Yaşayan (*Phoxinellus anatolicus* Hanko, 1924) ve *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758'n Karaciğer, Kas ve Solungaç Dokularında Ağır Metal Düzeyleri , Yük. Lisans Tezi, S.Ü Fen Bil. Ents. 79 Sayfa
- Çetin, E., Güher, H. ve Kaygusuz Ç.G. 2016. Altınyazı Baraj Gölü'nde (Edirne) Yaşayan Balık Türlerinde Ağır Metal Birikimlerinin İncelenmesi. Turkish Journal Of Aquatic Sciences 31 (1): 1-14.
- Çoğun, H.Y. ve Kargın, F. 2013. *Oreochromis niloticus* ve *Cyprinus carpio*'da Bakır ve Kurşun Etkisinde Kan Serum İyon Düzeyleri. Ekoloji Dergisi . 2013, Vol. 22 Issue 87, p51-57. 7p.
- Denizman, C. 1989. Kırkgöz Kaynakları ve Antalya Traverten Platosunun Hidrolojik Etüdü. H.Ü Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış). Ankara.
- Demirkol, O. ve Aktaş, N. 2001. Tekirdağ Açıklarından ve İzmit Körfezinden Avlanan İstavrit Balıklarında Ağır Metal Birikimi Üzerine Bir Araştırma. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2002. Cilt:8 Sayı:2 Sayfa:205-209
- Duman, M., Dartay, M. ve Yüksel, F. 2011. Munzur Çayı (Tunceli) Dağ Alabalıkları *Salmo trutta macrostigma* (Dumeril, 1858)'nin Et Verimi ve Kimyasal Kompozisyonu, Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi 23 (1), 41-45.

- Düşükcan, M., Eroğlu, M., Canpolat, Ö., Çoban, M.Z., Çalta, M. ve Şen, D. 2014. Distribution of Some Heavy Metals in Muscle Tissues of *Luciobarbus xanthopterus*, Turkish Journal of Science & Technology, Vol 9 (1), 37-46.
- Egemen, Ö. 2000. Çevre ve Su Kirliliği. Kitap, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayını No: 42, 120 sayfa, İzmir.
- Ergene, S., Karahan, A. ve Kuru, M. 2008. Cytogenetic Analysis of *Pseudophoxinus antalyae*, Boguskaya, 1992 (Pisces: Cyprinidae) from the Eastern Mediterranean River Basin. Turk J Zool 34 (2010) 111-117 TÜBİTAK doi:10.3906/zoo-0807-33.
- Erk'akan, F., İnnal, D. ve Özdemir, F. 2013. Length-Weight Relationships for Ten Endemic Fish Species of Anatolia. Journal of Applied Ichthyology, 29: 683-684. doi: 10.1111/jai.12140
- Erkoyuncu, İ., Erdem, M., Samsun, O., Özdamar, E. ve Kaya, Y. 1994. Karadeniz'de avlanan bazı balık türlerinin et verimi, kimyasal yapısı ve boy-ağırlık ilişkisinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, 8 (1-2), 181-191
- Eroğlu, M., Düşükcan, M., Canpolat, Ö., Çalta, M. ve Şen, D. 2017. Dikenli Yılan Balığı (*Mastacembelus mastacembelus* Banks & Solandor, 1794)'nın Kas Dokusunda Bazı Ağır Metal Miktarlarının Belirlenmesi, F.Ü. Sağ. Bil. Vet. Dergisi, 31 (3): 173-179.
- EPA. 1989. Assessing Human Health Risks from Chemically Contaminated Fish and Shellfish: A Guidance Manual. EPA-503/8-89-002, US Environmental Protection Agency. Office of Research and Development., Washington DC.
- FAO. 1983. Compilation of Legal Limits for Hazardous Substances in Fish and Fishery Products, FAO Fishery Circulars No:764, Fish and Agriculture Organization. Roma. Italy.
- Habashi, F. 1997. "Handbook of Extractive Metallurgy", Vol. 2, WILEY-VCH, Germany.
- Göksu, M. Z. L., Çevik, F., Fındık, Ö. ve Sarihan, E. 2003. Seyhan Baraj Gölü'ndeki Ay-nalı 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
- Güçlü, S.S., Küçük, F. 2008. Population Age, Sex Structure, Growth and Diet of *Aphanius* men to Heckel in: Russegger, 1843 (*Cyprinodontidae*: Teleostei), to Kırkgöz Spring, Antalya-Türkiye. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 8(2).
- Güldiren, O. ve Tekin-Ozan, S. 2018. Seyhan Baraj Gölü (Adana) 'nde Yaşayan Sazan (*Cyprinus Carpio* L., 1758)'ın Kas, Karaciğer ve Solungaçlarındaki Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9 (2): 157.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. 1994. Tehlikeli Atıklar. T.C Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Koordinatörlüğü, T.C Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi. No:30. Ankara.

- Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M. 1999. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ders Kitabı. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta, 366s.
- Gürsoy, R. ve Dane, Ş. 2002. Beslenme ve Besinsel Ergojenikler II: Vitaminler ve mineraller. Journal of Physical Education and Sport Sciences, 4(1).
- Hughes, W.W. 1996. Enviromental Toxicants (W.W. Hughes editör). Essentials of Enviromental Toxicology. The effects of Enviromentally Hazardous Substance on Human Health, Taylor & Francis Publicatio, Washington, pp.125-141
- Jarup, L. 2003. Hazards of Heavy Metal Contamination. Br Med Bull.;68:167-82.
- Kahraman, ÜC. 2007. Konya Garnizon Birliklerindeki Kuyu Sulan ile Şehir Şebeke Sularının Kalitesi ve Ağır Metaller Yönünden Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kalay, M., Karataş, S. 1999. Kadmiyumun *Tilapia nilotica*'da Kas, Beyin ve Kemik (Omurga Kemiği) Dokularındaki Birikimi. Turkish Journal of Zoology. 23: 985-991.
- Kalay, M., Koyuncu, C.E. ve Dönmez, A.E. 2004. Mersin Körfezi'nden Yakalanan *Sparus aurata* (L. 1758) ve *Mullus barbatus* (L. 1758)'un Kas ve Karaciger Dokularındaki Kadmiyum Düzeylerinin Karşılaştırılması, Ekoloji, 13,52, 23-27.
- Kalay, M., Sangün, M.K., Ayas, D. and Göçer, M. 2008. Chemical Composition and Some Trace Element Levels of *Thinlip Mullet*, Liza Ramada Caught From Mersin Gulf. Ekoloji, 17, 11-16.
- Kaptan, H.ve Tekin-Özan, S. 2014. Eğirdir Gölü'nün (Isparta) Suyunda, Sedimentinde Ve Gölde Yaşayan Sazan'ın (*Cyprinus carpio* L., 1758) Bazı Doku Ve Organlarındaki Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. SDU Journal of Science (E-Journal) 9 (2): 44-60.
- Kırcı, M., Taysı, MR., Bengü, AŞ. ve İspir, Ü. 2013. Murat Nehri'nde Yakalanan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'Nın Kas Dokusunda Bazı Metallerin Birikim Konsantrasyonlarının Belirlenmesi, EÜFBED - Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt-Sayı: 6-1 ,111-121.
- Kırcı, M., Taysı, MR., Bengü, AŞ. ve İspir, Ü. 2013. Murat Nehri'nden Yakalanan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'da Bazı Metal Düzeylerinin Belirlenmesi, Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 3(1): 85-90,
- Köleli, N. ve Kantar, Ç. 2005. Fosfat Kayası, Fosforik Asit ve Fosforlu Gübrelerdeki Toksik Ağır Metal (Cd, Pb, Ni, As) Konsantrasyonu. Ekoloji Dergisi, 14(55)
- Kuru, M., Yerli, S., Mangit, F., Ünlü, E. and Alp, A. 2014. Fish Biodiversity in İnland Waters of Turkey, Journal of Academic Documents for Fisheries and Aquaculture, 3: 93-120.
- Lawrence, A. J. and Hemingway K. L. 2003. Effects of Pollution on Fish. UK. P: 144-153
- Levesque, H.M., Moon, T.W., Campbell, P.C.G. and Hontela, A. 2002. Seasonal Variation in Carbohydrate and Lipid Metabolism of Yellow Perch (Perca

- flevescens) Chronically Exposed to Metals in the Field. *Aquatic Toxicology*, 60: 257-267.
- Luoma, S.N. 1983. "Bioavailability of Trace Metals to Aquatic Organisms-A Review", *The Science of the Total Environment*, Vol. 28, p.p.1-22
- Mcgeer, J.C., Szebedinszky, C., McDonald, D.G. and Wood, C.M. 2000. Effects of Chronic Sublethal Exposure To Water Borne Cu, Cd Or Zn İn Rainbow Trout 2: Tissue Specific Metal Accumulation, *Aquatic Toxicology*, Vol 50, Issue 3, September, Page 245-256.
- Özbolat, G. ve Tuli, A. 2016. Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 25(4), 502-521.
- Poleksic, V. and Mitrović- Tutundzic V. 1994. Fish gills as a monitor of sublethal and chronic effects of pollution. In: R. Müller and R. Lloyd, Editors, *Sublethal and Chronic Effects of Pollutants on Freshwater Fish*, Cambridge Univ. Press, Cambridge (1994), p. 339–352
- Rainbow, P.S. 2002. "Trace Metal Concentrations in Aquatic Invertebrates: Why and so What?", *Environmental Pollution*, Vol 120, pp.497-507.
- Samsun, S., Erdem, ME., ve Samsun, N. 2006. Mezgit (*Gadus merlangus euxinus*, Nordmann, 1840) Et verimi ve Kimyasal Kompozisyonunun Belirlenmesi, *FÜ fen ve Müh.Dergisi*, 18 (2), 165-170
- Samsun, S. 2017. Orta Karadeniz’de Avlanan Lüfer (*Pomatomus saltatrix* L. 1766) Balığının Et Verimi ve kimyasal Kompozisyonu, *SDÜ Eğirdir Su Ür. Fakültesi Dergisi* 13 (2) 110-118.
- Selvi, K., Kaya, H. 2013. Çanakkale Atikhisar Barajı’ndan Yakalanan Turna Balığı (*Esox lucius* L., 1758) Dokularında Bazı Metallerin Belirlenmesi, *Alınteri Dergisi*, 25 (B) – 2013 23-28 ISSN:1307-3311.
- Sökmen, T.Ö., Güneş, M. ve Kırıcı, M. 2018. Karasu Nehri’nden (Erzincan) Alınan Su, Sediment ve *Capoeta umbla* Dokularındaki Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5(4): 578–588.
- Taylan, Z. S. ve Özkoç, H. B. 2007. Potansiyel Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesinde Akvatik Organizmaların Biokullanılabilirliği. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 17-33.
- Teber, Ç. 2013. Sıdklı Küçükboğaz Baraj Gölü (Kırşehir)’nde Yaşayan Kadife Balığı (*Tinca tinca* L., 1758)’ Nda Ağır Metal Birikimi, *Yük.Lisans Tezi*, Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bil. Enst., 89 Sayfa
- TFC. 2002. Turkish Food Codex , Official Gazete, 23 Sept. 2202, No:2488.
- Tokatlı, C., Emiroğlu, Ö., Çiçek, A., Köse, E., Başkurt, S., Aksu, S., Uğurluoğlu, A., Şahin, M. ve Başatlı, Y. 2016. Meriç Nehri Deltası (Edirne) Balıklarında Toksik Metallerin Biyolojik Birikimlerinin Araştırılması. *Anadolu Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Dergisi C, Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji* 5 (1): 1-11.
- Uysal K., Emre Y., Yılmaz H., Dönmez M., Seçkin A. ve Bülbül M. 2011. Evaluation of Fatty-Acid Composition of Five Migratory Fish Species Captured From The

- Beymelek Lagoon (Turkey) at the End of the Feeding Period. Chemistry of Natural Compounds, Vol.46, No.6, 946-949.(2011).
- WHO. 1989. World Health Organization, Evaluation of Certain Food Additives and The Contaminants Mercury, Lead And Cadmium. WHO Tech. Report Series. No:505
- Yabanlı, M., Coşkun,Y., Öz ,B., Yozukmaz,A Sel,F. ve Öndeş, S. 2013. Bafa Gölü'nden Elde Edilen Levreklerde (*Dicentrarchus labrax*) ve Göl Suyunda Ağır Metal İçeriğinin Belirlenmesi ve Balık/Halk Sağlığı Açısından Durum Değerlendirmesi, Bornova Vet. Bil. Derg.,35 (49): 15-23,
- Yazkan, M., Özdemir, F. ve Gölükcü, M. 2002. Cu, Zn, Pb and Cd Content in Some Fish Species Caught in the Gulf of Antalya. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 26(6), 1309-1313.
- Yazkan M., Özdemir., F. ve Gölükcü, M. 2004. Cu, Zn, Pb and Cd contents in Some Molluscs and Crustacean in the Gulf of Antalya. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 28: 95-100.
- Yılmaz, A. B. and Yılmaz, L. 2007. Influences of Sex and Seasons On Levels of Heavy Metals İn Tissues Of Green Tiger Shrimp (*Penaeus Semisulcatus* De Hann, 1844). Food Chemistry, 101(4), 1664-1669

ÖZGEÇMİŞ

Funda DİNDAS

fundasudedindas@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2015-2019	Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antalya
Lisans	Akdeniz Üniversitesi
2011-2015	Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

2018-Devam Ediyor	Mercan Tıbbi Laboratuvar
	Laboratuvar, Biyolog, Çanakkale
2017-2018	Karacan Eğitim Kurumları
	Biyoloji Öğretmeni, Antalya