

**FARKLI BARAJ GÖLLERİNDEKİ
BALIKLARIN AĞIR METAL BİRİKİMLERİ
ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ahmet Turan İSANÇ**

**DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Sait BULUT**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
Ocak 2010**

T.C
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI BARAJ GÖLLERİNDEKİ BALIKLARIN AĞIR METAL
BİRİKİMLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

Ahmet Turan İSANÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Sait BULUT

AFYONKARAHİSAR
2010

ONAY SAYFASI

Yrd. Doç. Dr. Sait BULUT danışmanlığında

Ahmet Turan İSANÇ tarafından hazırlanan

“Farklı Baraj Göllerindeki Balıkların Ağır Metal Birikimleri Üzerine Araştırmalar” başlıklı bu çalışma lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca

28 / 01 / 2010

tarihinde aşağıdaki jüri tarafından

Biyoloji Anabilim Dalında

Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği/ oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

28 / 01 / 2010

Ünvanı, Adı, SOYADI

İmza

Jüri Başkanı : Doç. Dr. M. Oğuz ÖZTÜRK

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Sait BULUT
(Danışman)

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Veli GÖK

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun

..... tarih ve

.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Rıdvan ÜNAL

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI BARAJ GÖLLERİNDEKİ BALIKLARIN AĞIR METAL BİRİKİMLERİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bu çalışmada, Ağustos 2007 ile Ağustos 2008 tarihleri arasında Kemer Baraj Gölü'nden *Silurus glanis* (L. 1758), ve *Anguilla anguilla* (L. 1758), Örenler Baraj Gölü'nden *Cyprinus carpio* (L. 1758) ve Seyitler Baraj Gölü'nden *Carassius gibelio* (Bloch,1782) türlerinden alınan numunelerde ICP-OES cihazı ile ağır metal (Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Ga, Se, Zn) ve mineral madde (Ba, Be, Ca, Li, Mg, Na, Sr) analizleri yapılmıştır.

Sonuçlara bakıldığında ortalama en yüksek ağır metal ve mineral madde içerikleri Al kış mevsiminde 12,80 µg/g, Ga ilkbaharda 1,27 µg/g olarak *C. carpio*'da belirlenmiştir. Ba kış mevsiminde 2,24 µg/g, Be, Cd ve Cu sonbahar mevsiminde sırasıyla 0,44 µg/g, 0,05 µg/g ve 0,54 µg/g olarak *C. gibelio*'da, Cr 16,55 µg/g, Fe 62,72 µg/g, Mg 407,84 µg/g, Na 716,84 µg/g olarak kış mevsiminde *S. glanis*'de saptanmıştır. Ca ile Zn yaz mevsiminde sırasıyla 707,99 µg/g, 42,44 µg/g, Li ve Se ilkbaharda 0,12 µg/g ve 2,24 µg/g, Sr sonbaharda 1,19 µg/g *A. anguilla*'da tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, incelenen balıkların kas dokusunda tespit edilen ağır metal konsantrasyonları EPA, FAO/WHO ve Bakanlığın belirlemiş olduğu limit değerlerle kıyaslanmıştır. Cd, Cr ve Zn bu limit değerlerin üzerine çıktığı, diğer ağır metal değerleri ise sınır değerlerin altında olduğu belirlenmiştir.

2010, 79 sayfa

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, Balık, Kemer Baraj Gölü, Örenler Baraj Gölü, Seyitler Baraj Gölü

ABSTRACT

MSc

INVESTIGATIONS ON HEAVY METAL ACCUMULATIONS OF FISH IN DIFFERENT DAM LAKES

Afyon Kocatepe University
Graduate School of Natural and Applied Sciences

In this study, the heavy metals (Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Ga, Se, Zn) and mineral matters (Ba, Be, Ca, Li, Mg, Na, Sr) were analysed by ICP-OES in the samples taken from *Silurus glanis* (L. 1758), and *Anguilla anguilla* (L. 1758) from Kemer Dam Lake, *Cyprinus carpio* (L. 1758) from Örenler Dam Lake and *Carassius gibelio* (Bloch,1782) from Seyitler Dam Lake between August 2007 and August 2008.

As seen from the results, the highest heavy metal and mineral substances ingredients in *C. carpio* were determined as 12,80 µg/g in Al in Winter and µg/g in Ga 1,27 in Spring. Ba in Winter 2,24 µg/g, Be, Cd and Cu in Autumn respectively 0,44 µg/g, 0,05 µg/g and 0,54 µg/g in *C. gibelio*, Cr 16,55 µg/g, Fe 62,72 µg/g, Mg 407,84 µg/g, Na 716,84 µg/g in Winter in *S. glanis* were obtained. Ca and Zn in Summer respectively 707,99 µg/g, 42,44 µg/g, Li and Se in Spring 0,12 µg/g and 2,24 µg/g, Sr in Autumn 1,19 µg/g were found in *A. anguilla*.

As a result, heavy metal concentrations in muscle tissue of the fish species examined were compared with the limit values of being determined by EPA, FAO/WHO and the government. While Cd, Cr, and Zn were determined to be over the limit values, the other heavy metal values were determined to be under the limit values.

2010, 79 pages

Key Words: Heavy metal, Fish, Kemer Dam Lake, Örenler Dam Lake, Seyitler Dam Lake

TEŞEKKÜR

Bu tez alıŐması esnasında bilgisini ve desteğini benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Sait BULUT'a Őukranlarımı sunarım.

Ağır metallerin analilerinin yapılmasında yardımlarını eksik etmeyen Üniuersitemiz Fen Fakültesi Kimya Bölümü Öğretim Üyelerinden Sayın Doç. Dr. Mustafa CEMEK'e, tez çalıŐmalarında katkılarından dolayı Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Başkanı Prof. Dr. Muhsin KONUK'a ve Öğretim Üyelerinden Sayın Doç. Dr. M. Oğuz ÖZTÜRK'e, Yrd. Doç. Dr. Mehmet TEMEL'e teŐekkürü bir borç bilirim.

Yüksek Lisans sürecindeki her aşamada maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili EŐİME ve ÇOCUKLARIMA teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
RESİMLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Önceki Çalışmalar	3
3. MATERYAL METOT	14
3.1 Materyal	14
3.1.1 Materyalin Elde Edilmesi	14
3.1.2 <i>Silurus glanis</i> (Yayın Balığı)'nın Biyolojisi	18
3.1.3 <i>Anguilla anguilla</i> 'nın (Avrupa Yılan Balığı) Biyolojisi	19
3.1.4 <i>Cyprinus carpio</i> 'nun (Aynalı Sazan) Biyolojisi	21
3.1.5 <i>Carassius gibelio</i> 'nun (Havuz balığı) Biyolojisi	22
3.1.6 Balık Etlerinin Alınması ve Saklanması	23
3.2 Metot	24
3.3 İstatistiksel Değerlendirme	25
4. BULGULAR	26
4.1 Balık Türlerindeki Mineral Madde İçerikleri	26
4.1.1 Baryum (Ba)	26
4.1.2 Berilyum (Be)	27
4.1.3 Kalsiyum (Ca)	29
4.1.4 Lityum (Li)	30
4.1.5 Magnezyum (Mg)	32

4.1.6 Sodyum (Na)	33
4.2.7 Stronsiyum (Sr)	34
4.2 Balık Türlerindeki Ağır Metal İçerikleri	36
4.2.1 Alüminyum (Al)	36
4.2.2 Kadmiyum (Cd)	37
4.2.3 Krom (Cr)	39
4.2.4 Bakır (Cu)	40
4.2.5 Demir (Fe)	42
4.2.6 Galyum (Ga)	43
4.2.7 Selenyum (Se)	44
4.2.8 Çinko (Zn)	46
4.3 İstatistiksel Analizi Yapılamayan Elementler	47
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	48
5.1 Mineral Madde İçerikleri	48
5.2 Balık Türlerinde Ağır Metal Birikimleri	51
6. KAYNAKLAR	68
6.1 İnternet Kaynakları	79

ÖZGEÇMİŞ

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$\mu\text{g/g}$: mikrogram/gram
<i>A. anguilla</i>	: <i>Anguilla anguilla</i>
Al	: Alüminyum
Ba	: Baryum
Be	: Berilyum
<i>C. carpio</i>	: <i>Cyprinus carpio</i>
<i>C. gibelio</i>	: <i>Carassius gibelio</i>
Ca	: Kalsiyum
Cd	: Kadmiyum
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
EPA	: Environmental Protection Agency
Fe	: Demir
Ga	: Galyum
H_2O_2	: Hidrojenperoksit
HNO_3	: Nitrik asit
Li	: Lityum
Mg	: Magnezyum
Na	: Sodyum
<i>S. glanis</i>	: <i>Silurus glanis</i>
Se	: Selenyum
Sr	: Stronsiyum
Zn	: Çinko

RESİMLER DİZİNİ

<u>Resim</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Kemer baraj Gölü'ne ait genel bir görünüş	15
3.2 Örenler Baraj Gölü Haritası	16
3.3 Örenler Baraj Gölü'nden genel bir görünüş	16
3.4 Seyitler Baraj Gölü Haritası	17
3.5 Seyitler Baraj Gölü'nden genel bir görünüş	17
3.6 <i>Silurus glanis</i> 'in (Yayın Balığı) genel görünüşü	19
3.7 <i>A. anguilla</i> 'nın (Avrupa Yılan Balığı) genel görünüşü	20
3.8 <i>C. carpio</i> 'nun (Aynalı Sazan) genel görünüşü	21
3.9 <i>C. gibelio</i> 'nun (Havuz balığı) genel görünüşü	23
4.1 Balıkların kas dokusundaki Ba miktarlarının mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	27
4.2 Balıkların kas dokusundaki Be miktarlarının mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	29
4.3 Balıkların kas dokusundaki Ca içeriklerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	30
4.4 Balıkların kas dokusundaki Li miktarlarının mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	31
4.5 Balıkların kas dokusundaki Mg içeriklerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	33
4.6 Balıkların kas dokusundaki Na içeriklerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	34
4.7 Balıkların kas dokusundaki Sr miktarlarının mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	35
4.8 Balıkların kas dokusundaki Al birikimlerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	37
4.9 Balıkların kas dokusundaki Cd birikimlerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	38
4.10 Balıkların kas dokusundaki Cr birikimlerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	40
4.11 Balıkların kas dokusundaki Cu içeriklerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	41
4.12 Balıkların kas dokusundaki Fe miktarlarının mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	43
4.13 Balıkların kas dokusundaki Ga birikimlerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	44
4.14 Balıkların kas dokusundaki Se içeriklerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	45
4.15 Balıkların kas dokusundaki Zn miktarlarının mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)	47

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 ICP-OES özellikleri ve elementlerin belirlenmesi için analitik koşullar	24
4.1 Balıkların kas dokusundaki Ba miktarlarının mevsimsel değişimleri (µg/g)	27
4.2 Balıkların kas dokusundaki Be miktarlarının mevsimsel değişimleri (µg/g)	28
4.3 Balıkların kas dokusundaki Ca içeriklerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)	30
4.4 Balıkların kas dokusundaki Li miktarlarının mevsimsel değişimleri (µg/g)	31
4.5 Balıkların kas dokusundaki Mg içeriklerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)	32
4.6 Balıkların kas dokusundaki Na içeriklerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)	34
4.7 Balıkların kas dokusundaki Sr miktarlarının mevsimsel değişimleri (µg/g)	35
4.8 Balıkların kas dokusundaki Al birikimlerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)	37
4.9 Balıkların kas dokusundaki Cd birikimlerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)	38
4.10 Balıkların kas dokusundaki Cr birikimlerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)	39
4.11 Balıkların kas dokusundaki Cu içeriklerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)	41
4.12 Balıkların kas dokusundaki Fe miktarlarının mevsimsel değişimleri (µg/g)	42
4.13 Balıkların kas dokusundaki Ga birikimlerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)	44
4.14 Balıkların kas dokusundaki Se içeriklerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)	45
4.15 Balıkların kas dokusundaki Zn miktarlarının mevsimsel değişimleri (µg/g)	46

1. GİRİŞ

Dünden bugüne insanođlu dođal çevresini kirletmeye, deđiřtirmeye ve dođada var olan dengeleri bozmaya bařlamıřtır. İçinde yařadığımız yūzyılda ise dođal çevremiz dūzensiz ve denetimsiz geliřen endūstri, nūfusun hızla artması ve ařırı tūketim gibi faktōrlerle tahrip olmaktadır. Hayatın temel ōđeleri olan hava, su ve toprakta oluřan kirlilik ise insan hayatını ve geleceđini olumsuz yōnde etkilemektedir (Katalay ve ark. 2005, Kahveciođlu ve ark. 2003).

Kirletici maddelerin son durak olarak ōzellikle sucul ortamlara verilmesi ve açık sistemlerdeki etkileşim sonucu insanoğlunun yaşantısını olumsuz yōnde etkileyen kimyasal ve biyolojik değişmelere neden olması, dūnya üzerinde bu konuya karşı ilgi ve endişenin her geçen gūn hızla artmasına neden olmuştur. Bu da kirleticilerin canlılardaki biyobirikim miktarları ve etkileri konusunda çeşitli araştırmalar yapılmasına yol açmıştır (Gōksu ve ark. 2003).

Ağır metal kirliliği biyobirikime eğilimli olduğu için çevresel sorunlar içinde en tehlikeli olarak kabul edilmektedir. Önemli bir kimyasal kirlilik olarak kabul edilen ağır metal kirliliği, çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, atılmasının zor olması ve kolaylıkla besin zinciri yoluyla canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeni ile diğer kimyasal kirleticiler içinde ilk sırada yer almaktadırlar (Uzunoğlu 1999).

Fiziksel olarak normal şartlar altında Hg hariç katı olan, ısı ve elektriği ileten, levha ve tel haline gelebilen, metalik bir renk parlaklığına sahip olup, kimyasal olarak elektron vererek (+) değerlikli iyon haline geçebilen, asitlerde bulunan $[H]^+$ ile yer değiştirebilen, kendi aralarında bileşik oluşturamayıp ametallerle bileşik oluşturabilen ve yoğunlukları $5,0 \text{ g/cm}^3$ ‘den fazla olan metallere ağır metaller denmektedir (Baş ve Demet 1992, Hazer 1992, Jārup 2003).

Ağır metal toksisitesi bakımından insanların taşıdığı risk, ekonomik değeri yüksek olan ve en fazla tüketlenen sucul canlı türlerinin içerdiği metal derişimleri ölçülerek belirlenmeye çalışılmaktadır.

Ağır metallerin, balıklar tarafından ortamdan alınımı başlıca solungaçlar, besin, besinle birlikte alınan su ve deri aracılığı ile olmaktadır. Bunlardan en önemli olanı solungaçlardan absorbsiyondur. Ağır metallerin vücut yüzeyinden alınması ise oldukça azdır. Vücuda alınan metaller, taşıyıcı proteinlere bağlı bir şekilde kan yolu ile doku ve organlara taşınmakta ve dokulardaki metal bağlayıcı proteinler tarafından bağlanması sonucu yüksek derişimlere ulaşabilmektedir (Canlı ve Atlı 2003, Roch ve McCarter 1984, Heath 1987).

Bu nedenlerden dolayı bugüne kadar sularda, bu sularda yaşayan balık türlerinde ve bu balıkların çeşitli doku ve organlarında birçok çalışma yapılmıştır. Bu yapılan çalışmalarda metallerin ekolojik sisteme ve özellikle insanlara doğrudan ya da dolaylı etkileri gözlemlenmiş, bu özelliklere göre sınıflandırılmış veya kimyasal özellikleri yerine çevresel etkileri açısından belirgin olmalarına dikkat edilmiştir (Dalman ve ark. 2006).

Batı Anadolu'da bulunan Kemer Baraj Gölü (Aydın), Örenler Baraj Gölü (Afyonkarahisar) ve Seyitler Baraj Gölünde (Afyonkarahisar) yaşayan ve genel olarak ekonomik değeri yüksek olan *Silurus glanis* ve *Anguilla anguilla* (Kemer Baraj Gölü) *Cyprinus carpio* (Aynalı sazan) (Örenler Baraj Gölü) ve *Carassius gibelio* (Seyitler Baraj Gölü) ağır metaller yönünden etkilenip etkilenmedikleri bilinmemektedir. Bu nedenle bu baraj göllerinde yaşayan ve genel olarak ekonomik değeri yüksek olan balıklardaki ağır metal birikimlerinin karşılaştırılmalı olarak tespit edilmesi ve insan sağlığı açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Fidan ve ark. (2007), Eber Gölü'nden avlanan *Carassius carassius*'un kas, solungaç ve karaciğerinde yaptıkları çalışmada bazı ağır metallerin (Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Ni, Pb ve Zn) düzeylerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda *Carassius carassius*'un kas dokusunda bu ağır metalleri sırası ile Al 3.20-0.22, Cd 0.01-0.01, Co 0.02-0.00, Cr 0.10-0.05, Cu 0.75-0.33, Fe 6.98-2.44, Li 0.10-0.07, Mn 0.17-0.00, Ni 0.12-0.05, Pb 0.02-0.00, Zn 11.30-6.73 µg/g, solungaç dokusunda sırası ile Al 36.8-2.42, Cd 0.02-0.01, Co 0.09-0.02, Cr 0.49-0.18, Cu 0.78-0.47, Fe 48.05-35.17, Li 0.30-0.22, Mn 9.17-5.10, Ni 0.45-0.07, Pb 0.080.02, Zn 74.7058.61 µg/g karaciğerde sırası ile Al 13.66-1.44, Cd 0.09-0.03, Co 0.21-0.05, Cr 0.36-0.14, Cu 3.34-1.03, Fe 436.20-57.39, Li 0.57-0.15, Mn 2.56-0.00, Ni 1.05-0.08, Pb 1.30-0.00, Zn 24.27-9.57 µg/g arasında belirlemişlerdir. Sonuçlara göre ağır metaller daha çok karaciğerde en az miktarda kaslarda belirlemişlerdir. Çalışmada elde edilen ağır metal bulguları bakanlığın düzenlemeleri ile karşılaştırıldığında elde edilen bulguların kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu belirlemişlerdir. Diğer taraftan sucul organizmaların düzenli bir şekilde kontrol edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Yazkan ve ark. (2002), yapmış oldukları çalışmada Antalya Körfezinden 2000 yılı Ocak, Şubat ve Mart aylarında avlanan balık türlerinin (*Mullus barbatus*, *Mugil cephalus*, *Trachurus trachurus*, *Pagellus acarne*, *Dicentrarchus labrax*, *Sparus auratus*, *Sardinella aurita*, *Boops boops*, *Scomber japonicus*, *Solea solea*) kas ve karaciğer dokusunda Cu, Zn, ağır metaller arasında insan sağlığı açısından toksisitesi yüksek metallerden olan Pb ve Cd içeriklerini belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda balıkların kas dokusunda Cu 0,51-3,66 mg/kg, Zn 3,17-11,36 mg/kg, Pb 0,00-2,05 mg/kg, Cd 0,00-0,13 mg/kg, karaciğerlerinde ise Cu 0,83-4,44 mg/kg, Zn 3,97-15,14 mg/kg, Pb 0,00-2,25 mg/kg ve Cd 0,03-0,15 mg/kg arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar kas dokusunda tespit edilen sonuçların gıda kodeksinde belirlenen limitlere göre henüz bir tehlike oluşturmadığını, kadminyumun bu limite yaklaştığını belirtmişlerdir.

Göksu ve ark. (2003), Seyhan Baraj Gölü'ndeki balıklardan, Aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Sudak (*Stizostedion lucioperca* L., 1758)'ın yenilebilir kısımlarında, Fe, Zn ve Cd birikimini belirlemişlerdir. Ağır metal birikim sıralamasını, Fe>Zn>Cd şeklinde bulmuşlardır. Ortalama birikim değerlerini, Aynalı sazanda Fe 1,93, Zn 0,84, Cd 0,46 ve Sudakta Fe 1,85, Zn 0,54, Cd 0,49 µg/g (yaş ağırlık) olarak saptamışlardır.

Çelik ve Oehlenschläger (2004), Kuzeydoğu Atlantik'ten yakalanan bazı balık türlerinde Cu ve Zn seviyelerini tespit etmişlerdir. *Chelidonichthys gurnardus*, *Merlangius merlangus*, *Scomber scombrus*'un kas dokusunda sırasıyla Zn konsantrasyonları 3.5 mg/kg, 3.0 mg/kg, 4.1 mg/kg, Cu konsantrasyonları 0.32 mg/kg, 0.31 mg/kg, 0.84 mg/kg (yaş ağırlık) olup; bu bölgede incelenen bu türlerin esansiyel elementlerden Zn ve Cu açısından iyi birer besin kaynağı olduğunu bildirmişlerdir.

Dugo ve ark. (2006), Tyrrhenian ve Sicilya Denizi'nden yakalanan kültür levreklerindeki (*D. labrax*) ağır metal konsantrasyonlarının karaciğer dokusunda Cd 0.05-0.30 mg/kg, Cu 2.50-6.23 mg/kg, Pb 0.26-0.64 mg/kg, Se 0.67-1.50 mg/kg, Zn 4.31-6.90 mg/kg, kas dokusunda Cd 0.043-0.13 mg/kg Cu 0.88-6.23 mg/kg Pb 0.12-0.35 mg/kg, Se 0.19- 0.54 mg/kg, Zn 2.63-4.08 mg/kg olarak değiştiği ve bu değerlerin Avrupa Birliği limitlerinin dışına çıkmadığı tespit edilmiştir.

Türkmen ve ark. (2005), İskenderun Körfezi'ndeki 3 farklı istasyondan alınan ticari değere sahip balık türlerinden *Saurida undosquamis*, *Sparus aurata*, *Mullus barbatus*'un kas dokularındaki ağır metaller araştırılmış ve bu türlerin kas dokusundaki ortalama metal içerikleri sırasıyla Cd 1.310-0.831-1.341, Fe 4.175-9.682-13.166, Pb 3.474-1.808-2.314, Zn 3.025-4.078-4.873, Cu 1.318-2.201-1.239, Mn 1.361-2.151-1.266, Ni 6.531-1.359-2.537, Cr 1.654-2.719-1.309, Co 2.156-0.953-1.295, Al 0.831-2.228-0.919 mg/kg (kuru ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Araştırmada sonuç olarak araştırılan türlerin kaslarındaki konsantrasyonların insan tüketimi için izin verilen güvenlik sınırlarını aşmadığını ortaya konulmuştur.

Lugal ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada, Seyhan Baraj Gölündeki balıklardan, Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Sudak (*Stizostedion lucioperca* L., 1758)'ın yenilebilir kısımlarında, Fe, Zn ve Cd birikimini belirlemişlerdir. Ağır metal birikim sıralaması, Fe>Zn>Cd şeklinde bulunmuş, ortalama birikim değerleri, Aynalı Sazan'da Fe 1.93±0.36 µg/g, Zn 0.84±0.57 µg/g, Cd 0.46±0.10 µg/g ve Sudak'da Fe 1.85±0.20 µg/g, Zn 0.54±0.22 µg/g, Cd 0.49±0.09 µg/g (yaş ağırlık) olarak saptamışlardır.

Hamza-Chaffai ve ark. (1996), Tunus kıyılarından avladıkları farklı balıklardaki ağır metal içeriklerini incelemişlerdir. *L. aurata*'nın kas doku ve karaciğerinde sırasıyla Cd için 0.09-6.23 µg/g Cu için 5.70-276 µg/g ve Zn için 32-160 µg/g (kuru ağırlık) değerlerini saptamışlardır.

Yılmaz (2003), İskenderun Körfezi'nden yakalanan *M. cephalus* ve *T. mediterraneus*'un dokularındaki Fe, Cu, Ni, Cr, Pb ve Zn seviyelerinin incelemiş; bu türlerin deri ve gonadlarındaki metal birikiminin kas dokusundaki birikimden daha yüksek seviyede olduğunu tespit etmiştir. *M. cephalus* ve *T. mediterraneus*'un kas dokusunda sırasıyla Fe 7.028, 41.84; Cu 1.45, 1.29; Ni 1.22, 0.94; Cr 1.46, 1.28; Pb 7.45, 1.03 ve Zn 38.23, 19.55 µg/g (yaş ağırlık) olduğunu, bazı dokulardaki bazı metal konsantrasyonlarının insan tüketimi için kabul edilebilir seviyeleri aştığını belirtmiştir.

Martínez-Valverde ve ark. (2000), Akdeniz balıklarının kemikli ve kemiksiz durumda mineral içerikleri ve bunların besinsel önemini belirlemek amacıyla ticari bir tür olan *S. vulgaris vulgaris*, *M. merluccius*'un dokularındaki mineral madde seviyelerini araştırmışlardır. Kas dokudaki ortalama Na konsantrasyonunu bu türler için sırasıyla 160 mg/100g ve 143 mg/100g (y.a); Ca konsantrasyonunu 80.1 mg/100g ve 25.6 mg/100g; K konsantrasyonunu 286 mg/100g ve 320 mg/100g; Mg konsantrasyonunu ise 35.3 mg/100g ve 36.9 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca *M. merluccius* için Fe, Zn, Cu içeriğinin sırasıyla 0.51 mg/100g, 0.41 mg/100g, 0.07 mg/100g; *S. vulgaris vulgaris* için 0.80 mg/100g, 0.59 mg/100g, 0.07 mg/100g olduğunu bildirmişlerdir.

Amundsen ve ark. (1997), Norveç ve Rusya bölgesinde bulunan tatlı su kaynaklarından topladıkları farklı balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokularında Cd, Cu, Cr, Hg, Ni ve Zn içeriklerini belirlemişlerdir. Bu türlerde metal konsantrasyonlarının genellikle kas dokuda düşük seviyede, solungaç ve karaciğer dokularında yüksek seviyede birikim yaptığını bildirmişlerdir. Türlerin ortalama metal konsantrasyonları, kas için Cd; 0,01-0,81, Cr; 0,17-0,45, Cu; 1,6-12,3, Ni; 0,48-3,1 ve Zn; 17-63 mg /kg, karaciğer için Cd; 0,40-4,3, Cr; 0,19-0,46, Cu; 11-180, Ni; 0,58-9,0 ve Zn; 98-614 mg/kg, solungaç için Cd; 0,02-0,28, Cr; 0,64-2,0, Ni; 0,4-9,13 ve Zn 75-675 mg/kg (yaş ağırlık) olarak bulunmuşlardır. Genellikle metal konsantrasyonlarının en düşük kas dokusunda en yüksek solungaç ve karaciğer dokularında biriktiğini bildirmişlerdir. Farklı türler arasında metal seviyelerinde önemli farklılıklar olduğunu saptamışlardır.

Kargın (1996), tarafından yapılan araştırmada İskenderun Körfezi'nden avlanan *M. barbatus* ve *S. aurata*'nın kas ve karaciğer dokularındaki Zn, Fe, Pb, Cu, Cd'nin mevsimsel birikimi kas dokusunda Zn; 26.6-39.2, 20.8-32.2, Fe; 40.4-57.2, 30.7-43.2, Pb; 19.4-28.5, 14-24.6, Cu; 9.9-14.2, 5.8-10.7, Cd; 5.4-10.2, 4.1-7.6 µg/g, karaciğer dokusunda Zn; 520.5-557.8, 194.2-219.3, Fe; 452.6-520, 186-226.9, Pb; 50.7-74, 42-56.3, Cu; 229.5-256.4, 72.6-88.6 Cd; 15.9-28, 9.2-19.9 µg/g olarak tespit etmiştir. Karaciğerdeki metal birikimleri kas dokusuyla karşılaştırıldığında daha yüksek olduğu ve bütün metallerin *M. barbatus*'ta daha yüksek seviyelerde olduğu bildirilmiştir.

Martínez-Valverde ve ark. (2000), Akdeniz balıklarının kemikli ve kemiksiz durumda mineral içerikleri ve bunların besinsel önemini belirlemek amacıyla ticari bir tür olan *S. vulgaris vulgaris*, *M. merluccius*'un dokularındaki mineral madde seviyelerini araştırmışlardır. Kas dokudaki ortalama Na konsantrasyonunu bu türler için sırasıyla 160 mg/100g ve 143 mg/100g (y.a); Ca konsantrasyonunu 80.1 mg/100g ve 25.6 mg/100g; K konsantrasyonunu 286 mg/100g ve 320 mg/100g; Mg konsantrasyonunu ise 35.3 mg/100g ve 36.9 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca *M. merluccius* için Fe, Zn, Cu içeriğinin sırasıyla 0.51 mg/100g, 0.41 mg/100g, 0.07 mg/100g; *S. vulgaris vulgaris* için 0.80 mg/100g, 0.59 mg/100g, 0.07 mg/100g olduğunu bildirmişlerdir.

Roméo ve ark. (1999), Mauritania kıyılarından avlanan ve *Sardinella aurita*, *S. japonicus* ve *Trachurus trachurus*'un kas dokusundaki Cd içerikleri sırasıyla 0.02, 0.03, 0.04 µg/g, Cu içerikleri 2.8, 1.7, 1.6 µg/g, Zn içerikleri 23, 32, 42 µg/g kuru ağırlık olarak tespit etmişlerdir.

Henry ve ark. (2004), tarafından Kuzey denizindeki 4 balık türünün (*Pleuronectes platessa*, *Limanda limanda*, *Platichys fleus*, *Gadus morua*) kas dokusundaki Cd, Cu, Mn ve Pb içeriklerinin sırasıyla 0.003-0.03, 0.78-2.2, 0.41-2.7, 0.001-0.12 µg/g; karaciğer dokudaki metal içeriklerinin ise sırasıyla 0.05-0.52, 4.1-52.2, 1.7-11, 0.04-0.38 µg/g arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Orban ve ark. (2007), İtalya'daki 3 farklı gölden yıl boyunca (Aralık 2001 ve Şubat, Haziran, Eylül 2002 tarihlerinde) mevsimsel aralıklarla toplanan levreklerde (*Perca fluviatilis*) Na, K, Mg ve Ca içeriklerinin değişimlerini sırasıyla 25.1-33.2 mg/100g, 325-395 mg/100g, 21.8-27.1 mg/100g ve 46.3-85.4 mg/100g arasında tespit etmişlerdir.

Bordajandi ve ark. (2003), Turia nehri havzasındaki ağır metal kontaminasyonunu tespit etmek için *Salmo trutta*, *Anguilla anguilla*, *Barbus barbus* türlerinde Pb, Cd, Zn, Cu ve As konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Bu canlılarda en yüksek seviyedeki metalin Zn olduğunu ve özellikle *A. anguilla*'nın bu metali en yüksek oranda içerdiğini tespit etmişler ve sırasıyla Cu miktarını 0.446, 0.977, 0.793 µg/g; Zn'yi 3.969, 16.95, 3.596 µg/g; Cd'yi 0.0014, 0.0049, 0.0018 µg/g; Pb'yi 0.0273, 0.1018, 0.0620 µg/g; As'yi 0.0557, 0.2279, 0.0182 µg/g olarak saptamışlardır.

Maes ve ark. (2005), Belçika nehir havzasındaki 3 farklı istasyondan aldıkları Avrupa yılan balığının kas dokusunda Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, As, Se konsantrasyonlarını sırasıyla 93,6-173,6; 2,448-19,485; 37,6-52,78; 0,493-0,642; 3,88-26,31; 46,52-65,7; 174,36-361,5; 135-371,25; 329-1022,8 g/kg (Fe ve Cu µg/g) olarak bildirmişlerdir.

Ciminli (2005), yapmış olduğu araştırmada Hatay Bölgesi, Gölbaşı Gölü'nden alınan su, Karabalık *Clarias gariepinus*, Sarıbenli *Carasobarbus luteus* ve iki midye (*Unio terminalis elicatus*, *Potamida littoralis delesserti*) türünde ağır metal birikimlerini Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn mevsimsel örnekleme yapılarak incelemiştir. Karabalık (*C. gariepinus*) örneklerinde mevsim ve doku farkı gözetmeksizin ağır metal konsantrasyonlarını sırasıyla 0,00020, 0,00105, 0,04164, 0,4455, 6,52375, 0,94384, 0,02541, 0,03033 ve 1,77436 mg/kg yaş ağırlık olarak bulmuştur. Sarıbenli (*C. luteus*) örneklerinde mevsim ve doku farkı gözetmeksizin ağır metal konsantrasyonlarını sırasıyla, 0,0012, 0,00762, 0,0616, 0,2120, 9,3707, 1,7444, 0,0424, 0,0238 ve 1,0988 mg/kg yaş ağırlık olarak bulmuştur. Ağır metallerin en yüksek derişimlerini karabalığın karaciğerinde, en düşük değerini ise kas dokuda belirlemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; Gölbaşı Gölü'nden örneklenen organizmalarda ve suda ağır metal konsantrasyonları EPA'nın belirlemiş olduğu sınırların altında bulmuştur.

Altındağ ve Yiğit (2005), Beyşehir gölünden topladıkları balık örneklerinde atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanarak Cd, Pb, Hg ve Cr birikimini araştırmışlardır. *Leuciscus cephalus*, *C. carpio*, *Lucioperca lucioperca* ve *Tinca tinca*'nın kas dokularında sırasıyla Cd 0.578, 0.543, 0.643, 0.598; Pb 0.348, 0.303, 0.678, 0.415; Hg 0.012, 0.022, 0.023, 0.028; Cr 0.245, 0.308, 0.260, 0.235 µg/g olarak tespit etmişler ve Beyşehir Gölü'ndeki balık türlerindeki ağır metal konsantrasyonlarının suyun metallerle direkt kontaminasyonu veya bölgenin jeokimyasal yapısı nedeniyle yüksek seviyelerde olduğunu ifade etmişlerdir.

Hornung ve Ramelow (1987), Doğu Akdeniz'de ekonomik önemi olan balıklardaki bazı önemli iz metaller araştırılmış ve *Upeneus moluccensis*'in kas dokusunda Zn 16.7-19.3 mg/kg, Cu 2.0-3.1 mg/kg, Cr 0.3-0.7 mg/kg, Cd 0.08 mg/kg; *Saurida undosquamis*'te Zn 15.8-16.5 mg/kg, Cu 1.4-1.5 mg/kg, Cr 0.4-0.8 mg/kg, Cd 0.03-0.08 mg/kg; *Chelidonichthys lucernus* için Zn 21.2 mg/kg, Cu 3.64 mg/kg, Cr 0.18 mg/kg, Cd 0.02 mg/kg; *T. mediterraneus* için Zn 12.2-31.6 mg/kg, Cu 0.30-6.24 mg/kg Cr 0.04-0.42 mg/kg, Cd 0.03-0.15 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Güner ve ark. (1998), Karadeniz'den 1995 sonbaharı ve 1996 ilkbaharı arasında avlanan ticari öneme sahip bazı balık türlerinde (*E. encrosicholus*, *S. sprattus sprattus*, *T. mediterraneus*, *M. merlangus euxinus*, *M. barbatus*, *B. belone*, *A. alosa*, *S. alcedo*, *S. sarda*) mineral içeriklerini (Zn, Fe, Cd, As, Hg, Pb, Ni, Cu) araştırmışlardır. Araştırma sonucunda mineral maddelerden Zn 0.33-2.11, Fe 0.25-1.58, Cd 0.31-3.59, As 0.08-1.87, Hg 0.6-9.02, Pb 4.40-14.23, Ni 0.020-0.052, Cu 0.10-0.49 mg 100g⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Araştırmacılar Cd, As, Hg, Pb ve Ni'nin bütün türlerde toksik seviyelerin altındaki miktarlarda bulunduğunu ve bu değerler önerilen değerlerle karşılaştırıldığında *E. encrosicholus*, *B. belone*, *S. sarda*'nın iyi bir Zn ve Fe kaynağı olarak kabul edilebileceğini bildirmişlerdir.

Karadede ve Ünlü (2000), Atatürk Baraj gölündeki balık türlerindeki Cu, Fe, Mn, Zn seviyelerinin farklı dokulara bağlı olarak değiştiği; ancak Cd, Co, Hg, Mo, Ni, Pb seviyelerinin tespit edilemediğini bildirilmiştir. Yapılan incelemeler sonunda *Chondrostoma regium*, *Acanthobrama marmid*, *Capoetta trutta*, *Chalcalburnus mossulensis*, *Barbus luteus*, *C. carpio*'nun kas dokularında Cu 0.81-2.41, Fe 3.64-20.70, Mn 0.13-1.44, Zn 5.32-17.96 ppm değerleri arasında iken; karaciğerde Cu 3.84-30.74, Fe 60.96-185.36, Mn 0.69-453, Zn 32.02-76.46 ppm olarak saptanmıştır. Sonuç olarak Atatürk Baraj Gölü'nde ciddi bir kirliliğin olmadığını, ancak önlemlerin alınmaması durumunda kirliliğin tehlikeli boyutlara ulaşabileceğini bildirmişlerdir.

Begum ve ark. (2005), Son yıllarda Pb kirliliğinin arttığı bildirilen Bangladeş'teki Dhanmondi gölünden indikatör olarak alınan 3 balık türünün (*T. nilotica*, *Cirrhina mrigala*, *Clarius batrachus*) kas dokusundaki ağır metal seviyeleri incelenmiş ve atomik absorpsiyon yöntemiyle tespit edilen metallerin konsantrasyonlarını ortalama olarak Ca 4999, Na 3183, Mg 2193, Fe 131, Zn 60.1, Mn 17.5, Cu 5.07, Pb 2.08, ve Ni 1.91 µg/g (kuru ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Avrupa birliğinin belirlemiş olduğu balık kas dokusunda bulunması gereken Pb içeriğinin bu sınırları aşmış olmasından dolayı araştırmacılar dikkatli olunması ve bu göldeki balıklarda rutin olarak ağır metal analizi yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Mormede ve Davies (2001), yaptıkları çalışmada. İskoçya'nın batısındaki Rockall Trough'dan alınan balık türlerinin (*Lophius piscatorius*, *Aphanopus carbo*, *Molva dypterygia*, *Micromesistius poutassou* ve *M. merluccius*) dokularındaki ağır metal seviyeleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre kas dokudaki konsantrasyonların As 1.25-8.63, Cd <0.002-0.034, Cu 0.12-0.29, Pb <0.002-0.009 mg/kg olarak değişim göstermiş olduğu; karaciğerdeki konsantrasyonların As 3.04-5.72, Cd 0.11-6.98, Cu 3.47-11.87, Pb <0.05 mg/kg olarak tespit edildiği bildirilmiştir. *M. merluccius*'un kas ve karaciğer dokusundaki As konsantrasyonu sırasıyla 1.37 ve 3.29, Cd 0.034-0.22, Cu 0.27 ve 6.50, Pb 0.008 ve <0.05 mg /kg (yaş ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar *A. carbo*'nun karaciğer dokusundaki metal seviyelerinin diğer balık türlerinden daha yüksek ve Avrupa Beslenme Standartları limit değerlerinin 2-30 kat üstünde olduğunu bildirmişlerdir.

Sunlu ve Egemen (1998), Homa Dalyanı ve Ege Denizi'nin farklı bölgelerinden toplanan *D. labrax*, *S. aurata*, *L. ramada* ve *A. anguilla*'nın kas ve karaciğer dokusunda Cd, Cu, Fe, Pb ve Zn düzeyleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda kas dokusunda Cd; 0.10-0.19, 0.10-0.16, 0.12-0.26, 0.11-0.31, Cu; 0.49-0.78, 0.32-0.59, 0.34-0.82, 5.19-9.48, Fe; 5.15-6.03, 5.47-6.49, 5.19-9.48, 5.82-9.12, Pb; 0.53-0.79, 0.49-0.64, 0.62-1.39, 0.86-1.42, Zn; 5.02-5.87, 5.31-6.35, 4.52-7.05, 6.01-8.89 µg/g, karaciğer dokusunda Cd; 0.90-1.72, 0.90-1.72, 0.92-2.62, 0.80-2.36, Cu; 1.12-2.04, 1.25-1.75, 1.20-3.28, 1.17-3.96, Fe; 94.18-151, 113-151.6, 144.48-362.7, 161.62-267, Pb; 1.80-2.50, 1.78-2.50, 1.95-4.70, 2.00-8.60, Zn; 29.01-33.38, 27.21-34.92, 29.84-48.17, 31.88-46.07 µg/g olarak tespit etmişlerdir.

Tahvonen ve ark. (2000), yaptıkları bir çalışmada araştırmacılar Baltık Denizi'nden avlanan *Clupea harengus membras*'ın kas dokusundaki Ca, K, Mg ve Na miktarlarını sırasıyla 544-1158 mg/kg, 2993-4742 mg/kg; 251-336 mg/kg, 454-802 mg/kg; Cu, Fe, Mn, Zn, Cd içeriklerini sırasıyla 0.86 mg/kg; 8.1 mg/kg; 0.47 mg/kg; 24 mg/kg; ve 3.2 mg/kg (yaş ağırlık) olarak tespit etmişlerdir.

Ersoy (2006), yaptığı çalışmada Kuzeydoğu Akdeniz (Adana/Karataş) bölgesinde avlanan ve o bölgede yaygın olarak tüketilen pelajik türlerden *Etrumeus teres*, *Scomber japonicus*, *Liza aurata*, *Trachurus mediterraneus* ve demersal türlerden *Sparus aurata*, *Merluccius merluccius*, *Chelidonichthys lucernus*, *Saurida undosquamis*, *Solea solea* ve *Upeneus molluccensis* filetolarındaki besin kompozisyonu, karaciğer ve kas dokusundaki Ca, K, Mg, Na minerallerini ve Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn ağır metal içeriklerini incelemiştir. Bütün balık türleri için mineral madde birikimlerini Ca 51.73-496.18, K 574.34-3374.28, Mg 85.19-237.52, Na 473.70-1573.03 mg/kg değerleri arasında değişim gösterdiğini ve ağır metal içerikleri kas dokusunda Cd 0.034-0.27, Cr 0.026-0.073, Cu 0.357-2.088, Fe 0.212-5.196, Mn 0.082-0.644, Ni 0.063-0.374, Pb 0.109-0.582, Zn 1.759-5.192 mg/kg olarak, karaciğer dokusunda Cd 0.046-0.777, Cr 0.031-0.115, Cu 1.192-65.946, Fe 11.593-453.283, Mn 0.6-1.855, Ni 0.087-0.765, Pb 0.115-0.891 ve Zn 8.092-213.522 mg/kg olarak tespit etmiştir. Araştırma sonucunda besin kompozisyonu, mineral madde ve ağır metal içeriklerinin türlere ve avlanma mevsimine bağlı olarak değişim gösterdiğini tespit etmiş, demersal türlerin dokularındaki metal seviyeleri pelajik türlerin dokularındaki değerlere oranla daha yüksek bulmuştur. Bu çalışmada kas dokusundaki metal düzeylerinin karaciğere oranla daha düşük değerlerde olduğu ve araştırma süresince tespit edilen değerlerin tüketilebilirlik sınırları dışına çıkmadığı gözlemlenmiştir.

Canlı ve Atlı (2003), Kuzeydoğu Akdeniz’de *Sparus auratus*, *Atherina hepsetus*, *Mugil cephalus*, *Trigla cuculus*, *Sardina pilchardus*, *Scomberesox saurus* türlerinin karaciğer ve kas dokularındaki ağır metal içeriklerini kas dokusunda Cd 0.37, 0.37, 0.66, 0.79, 0.55, 0.45, Cr 1.24, 2.21, 1.56, 2.42, 2.22, 1.70, Cu 2.84, 4.00, 4.41, 2.19, 4.17, 2.34, Fe 19.60, 78.40, 38.71, 30.68, 39.60, 29.82, Pb 5.54, 6.12, 5.32, 4.27, 5.57, 2.98, Zn 26.66, 24.34, 37.39, 24.89, 34.58, 16.48 µg/g, karaciğer dokusunda Cd 0.96, 1.17, 1.64, 4.50, 2.99, 1.72, Cr 1.66, 3.69, 4.58, 8.77, 17.16, 5.01, Cu 33.37, 54.17, 202.80, 26.09, 29.26, 18.18, Fe 256.50, 393.22, 370.43, 582.37, 225.47, 407.08, Pb 8.87, 41.24, 12.59, 23.01, 39.43, 17.54, Zn 76.47, 70.18, 110.03, 108.64, 73.22, 68.99 µg/g (kuru ağırlık) olarak belirlemişlerdir.

Kalay ve ark. (1999), yaptıkları araştırmada Kuzeydoğu Akdeniz’de 3 farklı istasyondan yakalanan balık türlerinden *M. cephalus*, *M. barbatus*, *Caranx crysos*’un kas ve karaciğerindeki bazı ağır metal konsantrasyonlarını Perkin Elmer AS 3100 flame Atomik Absorbsiyon fotometresi kullanarak tespit etmişlerdir. *M. barbatus*, *C. crysos* ve *M. cephalus*’un karaciğer ve kas dokusundaki ortalama konsantrasyonları kas dokusunda Cd: 0.86-1.07, 0.61-1.36, 1.29-3.61, Cr: 1.24-1.35, 1.10-2.07, 1.29-2.54, Cu: 3.92-5.12, 2.74-6.15, 242-302, Fe: 61.1-73.4, 36.4-66.8, 197-310, Ni: 2.25-4.25, 1.89-4.80, 4.68-8.55, Pb: 5.44-7.33, 4.43-7.50, 6.13-11.21, Zn: 23.5-30.9, 18.0-33.6, 40.8-57.3 µg/g karaciğer dokusunda Cd 0.84-5.93, 1.63-2.12, 1.03-1.43, Cr; 1.45-3.11, 1.22-2.38, 1.06-1.91, Cu: 9.46-28.05, 9.45-12.26, 2.26-5.88, Fe; 162-522, 135-258, 32.2-103.1, Ni; 1.70-11.23, 4.69-5.51, 2.88-6.07, Pb; 4.73-15.72, 6.10-9.28, 5.34-9.11, Zn; 27.3-76.2, 35.3-55.3, 16.1-25.8 µg/g (kuru ağırlık) olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar balık dokularındaki ağır metal konsantrasyonlarının başka sularda yapılan diğer çalışmalara göre oldukça yüksek olduğuna dikkati çekmişlerdir. Bu nedenle insan ve hayvan sağlığı için deniz ortamındaki kontaminasyonların önlenmesi için bazı tedbirler alınması gerektiğini öne sürmüşlerdir.

Canlı ve Kalay (1998), Seyhan Nehri’nde yaptıkları çalışmada 5 istasyondan avladıkları *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* ve *Chondrostoma regium*’un kas, karaciğer ve solungaç dokularında Cd, Pb, Cu, Cr ve Ni düzeylerini belirlemişlerdir. Dokulardaki ağır metal düzeyleri istasyonlar arasında genellikle önemli oranlarda değişim göstermiş olduğunu, özellikle hastane atıkları tarafından kontamine edildiği düşünölen bir istasyonda en yüksek düzeyde ölçölmüşür. Karaciğer ve solungaç dokularında kas dokusundan daha yüksek düzeylerde metal birikmiştir. Solungaç, karaciğer ve kas dokularındaki Cd düzeyleri sırasıyla; 1,26-6,10, 0,96-4,72 ve 0,51-1,67 µg/g arasında değişim gösterdiğini, Pb düzeyleri 9,41-44,75, 5,22-37,15 ve 2,94-13,73 µg/g arasında, Cu düzeyleri 5,43-58,63, 5,91-201,1 ve 3,27-7,35 µg/g arasında, Cr düzeyleri 1,72-6,10, 0,23-5,35 ve 0,36-1,71 µg/g arasında ve Ni düzeyleri ise 6,83-28,03, 3,42-27,05 ve bazı metal birikimlerinin bazı dokularda insan tüketimi için kabul edilebilir düzeyleri aştığı ve Seyhan Nehri’nde en az kontamine olan kısmın diğer istasyonlara nazaran Adana’nın evsel ve endüstriyel atıklarını daha az alan Seyhan Barajı olduğu bildirilmiştir.

Kirby ve ark. (2001), Avustralya'nın Macquarie Gölü'nde yaptıkları çalışmada sediment ve mullet'in (*Mugil cephalus*) kas dokusunda Se, Cd, Cu ve Zn konsantrasyonlarını ölçmüşlerdir. Sedimentte Se, Cd, Cu ve Zn konsantrasyonlarını sırasıyla 0,90-5,60; 0,62-2,1; 15-36 ve 108-152 $\mu\text{g g}^{-1}$ (kuru ağırlık); *Mugil cephalus*'un kas dokusunda ise sırasıyla 8,60; 0,05; 21,0 ve 27,0 $\mu\text{g g}^{-1}$ (kuru ağırlık) olarak tespit etmişlerdir. Tespit ettikleri sonuçları Clyde Nehri'nden avlanan balıkların dokularından daha yüksek olduğunu, ancak her iki istasyondan alınan balıkların diğer dokularındaki (kas, karaciğer, böbrek, gonad, mide ve kalp) çalışılan metal birikimlerinin benzer değerlerde olduğunu belirlemişlerdir.

Usero ve ark. (2003), İspanya'nın Güney Atlantik kıyılarından yakalanan *L. aurata*'nın kas ve karaciğer dokusunda sırasıyla As için 0.83-1.68 ve 1.36-2.00 mg/kg, Mn için 1.23-4.61 ve 2.25-2.50 mg/kg, Zn için 30.6-81.8 ve 3.10-8.41 mg/kg, Fe için 185-397 ve 4.11-7.13 mg/kg, Cu için 13.7-164 ve 0.2-0.6 mg/kg, Ni için 0.13-0.39 ve 0.021-0.070 mg/kg, Cd için 0.14-0.51 ve 0.013-0.030 mg/kg, Pb için 0.25-0.48 ve 0.03-0.05 mg/kg, Cr için 0.011-0.029 ve 0.029-0.038 mg/kg arasında değerler tespit etmişlerdir. Kas dokusundaki metal seviyelerinin insan tüketimi için zorunlu sınırların altında bulunduğunu, ancak karaciğerdeki metal birikiminin kas dokusundakine oranla daha yüksek seviyelerde olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Materyalin Elde Edilmesi

Bu çalışmada, Ağustos 2007 ile Ağustos 2008 tarihleri arasında Kemer Baraj Gölü'nden Siluridae familyasına ait *Silurus glanis* (L. 1758) ve Anguillidae familyasına ait olan *Anguilla anguilla* (L. 1758), Örenler Baraj Gölü'nden Cyprinidae familyasına ait *Cyprinus carpio* (L. 1758) ile Seyitler Baraj Gölünden yine Cyprinidae familyasına ait *Carassius gibelio* (Bloch,1782) numuneleri kullanılmıştır. Balık numuneleri, her mevsim 6'şar adet olmak üzere toplam 96 adet balık örneği profesyonel balıkçıların yardımıyla fanyalı ağlar kullanılarak yakalanmıştır.

Kemer Barajı (Bozdoğan Barajı olarak da isimlendirilmektedir), Aydın ili Bozdoğan ilçesi sınırları içinde, Akçay üzerinde 1954-1958 yılları arasında inşa edilmiş ve sulama, taşkın kontrolü ve enerji üretimi amacıyla yapılmıştır. 25 Eylül 1958'de hizmete girmiştir. Beton ağırlık tipi olan barajın gövde hacmi 740.000 m³, akarsu yatağından yüksekliği 108,50 m'dir. Normal su kotunda göl hacmi 544,00 hm³, normal su kotunda gölalanı 14,75 km²'dir. 57.847 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermekte, hidroelektrik santrali (HES) 48 MW güç kapasitesi ile yılda 143 GWh elektrik enerjisi üretimi sağlamaktadır. HES'nde 3 adet 16 mw gücünde ünite mevcuttur. Resim 3.1'de Kemer Baraj Gölü Haritası görülmektedir (İnt. Kyn. 1).

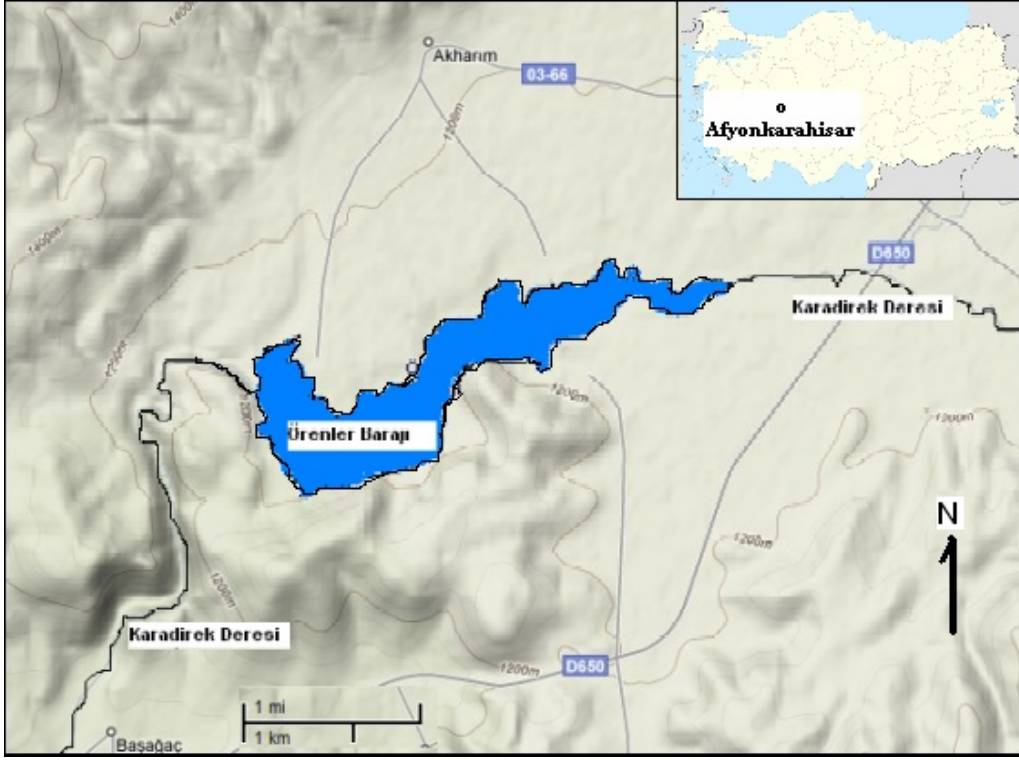
Örenler Baraj Gölü, Afyonkarahisar ili Sandıklı İlçesine bağlı Akharım Kasabası'nda Karadirek Çayı üzerine sulama ve taşkın koruma amaçlı kurulmuş, 38°36'20.98" Kuzey Paraleli ile 30°13'46.74" Doğu Meridyeni koordinatlarındadır. Baraj inşaatına 1987 yılında başlanmış ve 1993 yılında bitirilmiştir. Toprak dolgu gövdeye sahip barajın

dolgu hacmi 618.000 m³, akarsu yatağından yüksekliği 31,00 m, normal su kotunda göl hacmi 20,90 hm³, normal su kotunda göl alanı 3,25 km²'dir. Baraj 3.743 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir. (Resim 3.2). Örenler Baraj Gölü'nde *C. carpio* ve *Leuciscus cephalus* olmak üzere iki tatlı su balığı türü yaşamaktadır (İnt. Kyn. 2).



Resim 3.1 Kemer baraj Gölü'ne ait genel bir görünüş

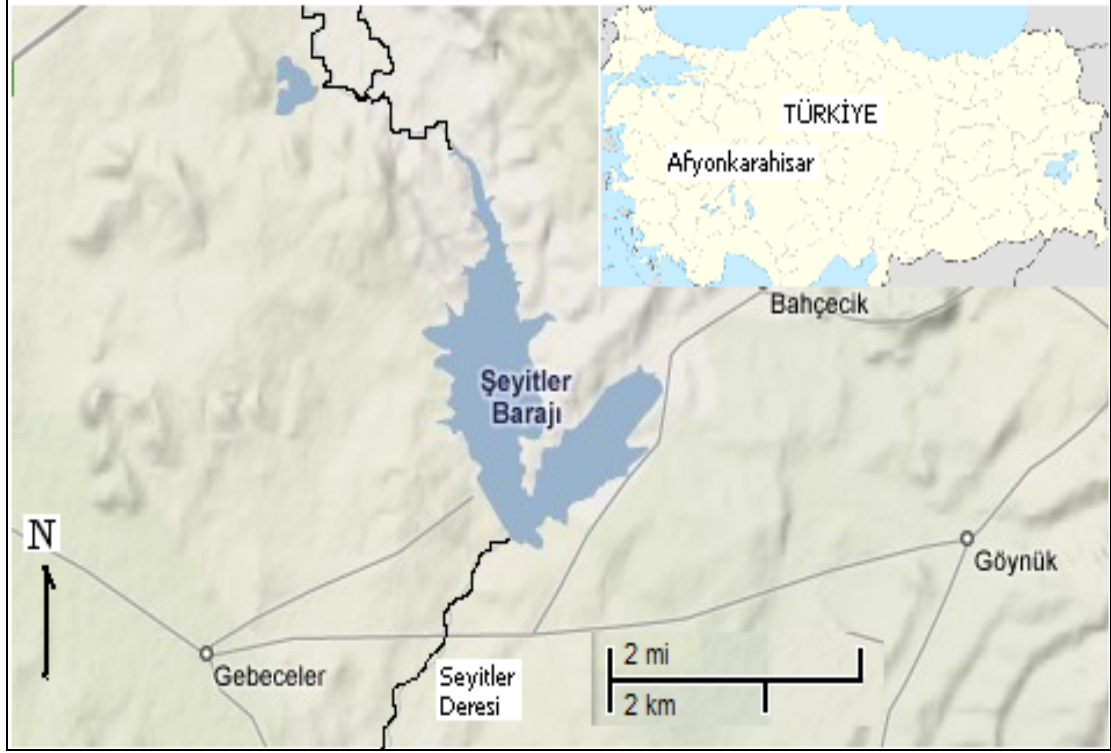
Seyitler Barajı, Afyonkarahisar'ın kuzeydoğusunda, Gebeceler Kasabası yakınındaki Seyitler Deresi üzerine 1960–1962 yılları arasında inşa edilmiştir. Seyitler Barajı, 38°47'30.57" Kuzey paraleli, 30°47'30.95" Doğu meridyeni koordinatlarındadır. Seyitler, Avşar ve İscehisar derelerinden beslenmektedir. Toprak dolgu tipi gövdeye sahip olan barajın hacmi 650.000 m³, akarsu yatağından yüksekliği 25,5 m, normal su kotunda göl hacmi 38 hm³, normal su kotunda göl alanı 4,5 km²'dir. Baraj 3.222 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir. Seyitler Baraj Gölü'nde 3 farklı familyaya ait *C. gibelio* (Bloch, 1782), *C. tinca* (Heckel, 1843), *C. carpio* (L, 1758), *Alburnus sp.*, *S. cephalus* (L. 1758), *C. simplicispina* (Hanko, 1925), *K. caucasia* (Kawrajsky, 1899) olmak üzere toplam 7 balık türünün yaşadığı tespit edilmiştir (Yeğen ve ark. 2009). Resim 3.4'de Seyitler Baraj Gölü Genel Topoğrafik Haritası, Resim 3.5'de ise Seyitler Barajı'na ait genel bir görünüş yer almaktadır.



Resim 3.2 Örenler Baraj Gölü Haritası



Resim 3.3 Örenler Baraj Gölü'nden genel bir görüntü



Resim 3.4 Seyitler Baraj Gölü Haritası



Resim 3.5 Seyitler Baraj Gölü'nden genel bir görünüş

3.1.2 *Silurus glanis* (Yayın Balığı)'nın Biyolojisi

Siluridae familyasından olan yayın balığı tatlı suların en çok ağırlığa ve boya ulaşabilen balığıdır. 100 kg ve 3 m'yi aşanları vardır. Vücudu çıplak olup, yumuşak ve viskoz karakterli bir deri ile örtülüdür. Baş ön kısmında yuvarlak, dorso - ventral olarak hafifçe yassılaştırmıştır. Bu nedenle, üstten bakıldığı zaman adeta bir kurbağa başını andırır. Çenelerde gayet iyi gelişmiş dişler bulunur. Ağız büyüktür ve etrafında 3 çift bıyık yer alır. Bıyıklardan iki çifti alt çenede, bir çifti ise, üst çenede bulunur. Alt çene üst çeneye nazaran biraz daha uzamıştır. Gözleri gayet küçüktür ve çapları baş boyunun ancak katı kadardır. Vücut anüsün bulunduğu bölgeden itibaren kuyruğa doğru gidildikçe yanlardan yassılaşır. Dorsal yüzgeç çok küçüktür ve başa çok yakın konumda bulunur. Anal ise, gayet uzun olup, ventrallerin hemen gerisinden başlar ve kuyruk yüzgecinin çok yakınına kadar uzanır. Kuyruk yüzgeci tek loplu ve serbest kenarı yuvarlaktır. Pektoral yüzgeçlerde, düzensiz dişler taşıyan çok kuvvetli birer diken radius bulunur. Preoperkül yoktur, solungaç kapağının üzerini deri kaplamıştır.

Bu tür, nisbeten tropikal bir form olduğundan, yumurta bırakmak için mutlaka su sıcaklığının 20 °C den yukarı olmasını bekler. Üreme zamanı Mayıs-Temmuz arasındadır. Cinsel olgunlaşma 4-5 yılda meydana gelir ve her bir dişi balık 500.000 kadar yumurta verebilir. Yumurtaları 3 mm. çapında ve sarı renklidir. Kuluçka süresi aşağı yukarı 8-10 gündür (Alp ve ark. 2004).

Diğer tatlı su balıklarından biraz farklı olarak üreme eş tutma şeklinde, erkek ve dişinin bir süre birlikte yaşaması, yumurtanın dökülmesi ve döllenmesi şeklinde olup, daha sonra erkek tarafından yumurtalar koruma altına alınması ile devam eder. Erkek 3-4 gün içinde yavrular yumurtadan çıkıncaya kadar nöbet bekler. Çiftleşme dönemi bitiminde tek olarak yaşar, sürü oluşturmaz. Turna balığı gibi belli bir bölgede yer edinir ve burayı (kuraklık, sel, kirlenme, rahatsız edilme gibi nedenlerle) mecbur kalmadıkça veya avlanmadıkça terk etmez (İnt. Kyn. 3).



Resim 3.6 *Silurus glanis*'in (Yayın Balığı) genel görünüşü

3.1.3 *Anguilla anguilla*'nın (Avrupa Yılan Balığı) Biyolojisi

Yılan balıkları gerçek bir balık türüdür. Diğer balıklar gibi galsamaları vardır. Erkekleri 35-50 cm, dişileri 45-100 cm. olabilen hem tatlı, hem de tuzlu sularda yayılış gösteren bir balıktır. Ömürlerinin büyük kısmını (6-20 yaşa kadar) tatlı sularda geçirirler. Yumurtlamak üzere tatlı suları terk ederek denize açılırlar. Üremelerini Meksika Körfezinde gerçekleştirirler.

Avrupa yılan balıklarının iskeletleri balıklara özeldir. Omur sayılarından tür ayırımı yapılmaktadır. Omur sayıları Avrupa yılan balığında ortalama olarak 115, Amerikan yılan balığında 107, Japon yılan balığında ise 116 adet olarak tespit edilmiştir. Sadece karın yüzgeçleri yoktur. Göğüs ve sırt yüzgeçlerine sahiptirler.

Pulları gelişmemiş ve pulsuz olarak kabul edilebilmekle birlikte vücutları üzerinde tek tük dağılmış pullara sahiptirler. Deri kalındır ve üzerinde fazla miktarda mukus

bulunur. Çenelerde ve vomer kemiğinde gayet ince tarak gibi dişler bulunur. Ayrıca karın yüzgeçlerinin yokluğu da yılan balıklarına özel bir durumdur. Yılan balıklarında diğer balıklarda olduğu gibi pektoral yüzgeçleri ve göğüs kemikleri de vardır. Alt çene, üst çeneden biraz daha uzundur. Baş solungaçların bulunduğu yarık ile son bulur. Solungaç kapağı oldukça küçüktür. Kuyruk bölgesi ise anüs ile başlar ve kuyruk sonuna kadar devam eder.

Aynı tür içinde olmakla beraber bölgelere göre renk ve baş şekli bakımından birbirinden biraz farklı olan yılan balıklarına sık sık rastlanır. Avrupa yılan balıklarında baş yapılarına göre de bazı farklılıklar bulunmaktadır. Renk ve baş yapısı gibi farklılıkların yem, yaşadıkları ortam, cinsiyet, cinsel olgunluğa ulaşma dönemi gibi birçok faktör tarafından etkilendiği saptanmıştır. Genel olarak üreme zamanına kadar kahverengimsi sarı, üreme zamanı gelince gümüşidir (İnt. Kyn. 4).



Resim 3.7 *A. anguilla*'nın (Avrupa Yılan Balığı) genel görünüşü (İnt. Kyn. 4)

3.1.4 *Cyprinus carpio*'nun (Aynalı Sazan) Biyolojisi

Aynalı sazan, yüksek sırtlı, tıknaz, vücudunun büyük kısmı pulsuz, pulları vücudunun değişik bölgelerine dağılmış ve yuvarlak, baş ve sırt kısımları esmer yeşil, yanlar yeşilimsi sarı renktedir. Ağızda diş bulunmazken farinks dişleri vardır. Ağız kenarında bir çifti kalın, diğer çifti ince olan bıyıklara sahiptir. Göğüs ve karın yüzgeçleri çift, diğer yüzgeçleri ise tektir. Vücut kambur ve kafa küçüktür. Böylece daha fazla et bağlama imkanına sahiptir. Havuzlar, göller ve nehirlerde doğal olarak yaşamaktadır. Su sıcaklığı ve besin durumuna bağlı olarak hızlı büyüme olup 20-25 yıl hatta 35-40 yıl yaşadıkları ve boylarının 1 m.'nin üzerine çıktığı ağırlıklarının ise 25-30 kg.'a ulaştığı bilinmektedir (Geldiay ve Balık 1999). Resim 3.8'de *C. carpio*'nun genel görünüşü yer almaktadır.



Resim 3.8 *C. carpio*'nun (Aynalı Sazan) genel görünüşü

Aynalı Sazan'ın çevre toleransı oldukça yüksek olup, 20 °C'nin üzerinde optimum büyümesine rağmen uzun süre <1 °C su sıcaklığına ve ani sıcaklık değişikliklerine maruz kaldığında da yaşayabilmektedir. % 5-12 tuzlulukta ve 5-9 arasındaki pH'lara uyum sağlayabilmektedir (Karaçalı 2007)

Sazan dipten beslenen omnivor bir balıktır. Besinlerini bentik su hayvanları, planktonlar, bitki parçaları ve bitkisel artıklar oluşturur. Dipteki küçük su canlılarını çamurla birlikte alıp, çamuru geri atar. Bu nedenle, çamur içinde oyuklar açar. En iyi yem alımı ve değerlendirmesi, 16-25 °C su sıcaklıklarında ve özellikle 23-24 °C'de olur.

3.1.5 *Carassius gibelio*'nun (Havuz balığı) Biyolojisi

Asya kökenli bir tür olan *Carassius gibelio*, çeşitli yollarla Avrupa ülkelerine taşınan, omnivor karakterde tatlısu balığıdır (Specziar ve ark. 1997). *Carassius* türü balıklar, gri rengi nedeniyle sazandan güçlükle ayırt edilebilir. Erken yaşta üremeye başlayan *Carassius*'un boyu, 80 santimetreye ulaşabilir. Her türlü iklim şartına dayanıklı olup, oksijensiz ortamda hayatta kalabilen Havuz balığı, tuzlu suda bir süre yaşayabilir. Yurdumuzda birçok baraj, göl ve gölete gerek ortamda bulunan karnivor bireylere yem olması gerek o bölgeyi balıklandırma amacıyla atılmış, sahip olduğu yüksek üreme kapasitesi ve erkeğinin diğer balık türlerinin dişilerini kısırlaştırabilmesi ile de bazı göllerde baskın tür durumuna geçmiştir. Örneğin Eğirdir Gölü'nde balıkçılık aktivitelerinin neredeyse bitme noktasına geldiği 1990'lı yılların başlarında aşılılarak, 1997 yılından itibaren de ticari avcılığına başlanmıştır. Bu göldeki baskın tür olan sudak popülasyonunun yerine geçmiştir (Balık ve ark. 2004). Vücudunda binlerce kılçık barındıran *C. gibelio* 'nun eti lezzetsiz ve yüksek miktarda su barındırır. Resim 3.9'da *C. gibelio*'nun genel görünüşü yer almaktadır (İnt. Kyn. 5).



Resim 3.9 *C. gibelio* 'nun (Havuz balığı) genel görünüşü

3.1.6 Balık Etlerinin Alınması ve Saklanması

Kemer Baraj Gölü, Örenler Baraj Gölü ve Seyitler Baraj Gölü'nden yakalanan balık örnekleri soğuk zincir uygulaması yapılarak Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Zooloji laboratuvarına getirilmiş ve ağırlık ve uzunluk ölçümleri yapılmıştır. Örnekler alüminyum folyo ile sarılarak etiketlenmiş, -20 °C'de derin dondurucuda saklanmıştır. Her mevsim tüm örneklerde aynı yöntem izlenmiş ve canlı materyaller analize kadar -20°C' de dondurulmuştur. Analiz öncesinde +4 °C'ye alınmış ve çözülme sonucunda balık örnekleri distile su ile yıkanmış ve temiz ekipmanlarla dorsal yüzgecin ön anal çizginin üst kısmındaki kas dokusu alınmış ve analiz işlemlerine geçilmiştir.

3.2 Metot

Tüm plastik kaplar öncelikle % 10'luk HNO₃ (ultrapure grade) ile yıkandı ve sonra ultra saf su ile tekrar tekrar durulandı. Doku örneklerindeki organik matrikslerin uzaklaştırılması mikrodalga fırın kullanılarak yapıldı. 24 numuneye ait kas doku örneği aynı anda Pro 24 High Throughput Rotor ve sıcaklık kontrol programı ile donanımlı Milestone Start D (İtalya) marka Mikrodalga fırında yakıldı. Doku örnekleri Ohaus marka hassas terazide 0,1 g (yaş ağırlık) tartıldı, yüksek basınçlı teflon bombalara konuldu ve üzerlerine 3 ml konsantre HNO₃, 1 ml H₂O₂ ve 0,5 ml HClO₄ eklendi (ultrapure, Merck, Almanya). Teflon bombalardaki karışımlar mikrodalga fırında 90 °C/15 dk, 120 dk °C/15, 140 °C/60 dk, 150 °C/60 dk. (sıcaklık / dakika) takip eden sıra ile ısıtıldı. Oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, bu çözeltiler balon jöjeler içine alındı ve 10 ml'lik 18,2 MΩ cm ultra saf su (Milipore DirectQ UV, Japonya) ile ayarlandı. Mikro ve makro element konsantrasyonları coupled plasma-optical emission spectroscopy (ICP-OES; Spectro Genesis, Almanya) ile belirlendi. Bu metod *S. glanis*, *A. anguilla*, *C. carpio* ve *C. gibelio* numuneleri için ayrı ayrı uygulandı. Tablo 1'de ICP-OES çalışma koşulları verilmiştir. Standart olarak Merck (Almanya) marka ICP multielement standartları kullanıldı.

Çizelge 3.1 ICP-OES özellikleri ve elementlerin belirlenmesi için analitik koşullar.

Instrument	Spectro Genesis Fee, Germany
Nebulizer	Cross-flow
Plasma power	1380W
Coolnat flow	14.00 L/min
Auxiliary flow	1.00 L/min
Nebulizer flow	1.05 L/min
Optic flush	Normal
Measure strategy	Best SNR
Reply	2
Measure time	90 s
Flush time	40 s

3.3 İstatistiksel Değerlendirme

İstatiksel analizler SPSS 15.0 bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler varyans analizi ile gruplar arası karşılaştırmaları yapılmıştır. Varyansların homojenliği kontrol edilerek homojen olan grupların çoklu karşılaştırma testleri için Tukey testi homojen olmayan gruplar için ise Tamhane testi kullanılmıştır. Ayrıca her bir grup için aritmetik ortalama \pm standart sapma, minimum-maksimum değerleri verilmiştir.

4. BULGULAR

Yapılan çalışmada 4 balık türünün (*Silurus glanis*, *Anguilla anguilla*, *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*) kas dokularındaki mineral madde miktarları ve ağır metal birikimlerinin mevsimsel değişimleri iki grup şeklinde belirlenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen değerler ortalama, standart sapma ile minimum ve maksimum olarak çizelge ve grafiklerle gösterilmiştir.

4.1 Balık Türlerindeki Mineral Madde İçerikleri

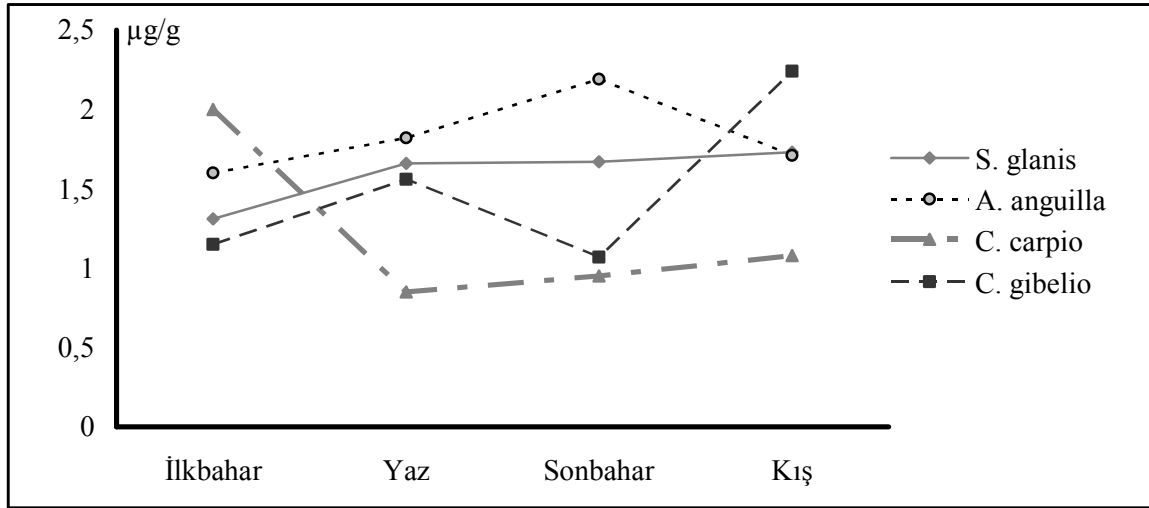
4.1.1 Baryum (Ba)

Balıklarda ölçülen Ba miktarlarının mevsimsel değişimleri Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir. Sonuçlara göre en düşük değer *C. carpio* ($0,85 \pm 0,16 \mu\text{g/g}$)’da yaz mevsiminde ve en yüksek değer ise kış aylarında *C. gibelio* ($2,24 \pm 1,74 \mu\text{g/g}$)’da belirlenmiştir. Ba’nın türlerdeki mevsimsel değişimlerine bakıldığında *S. glanis* ve *C. gibelio*’da ortalama en yüksek değerler kış mevsiminde (sırasıyla, $1,73 \pm 0,81 \mu\text{g/g}$, $2,24 \pm 1,74 \mu\text{g/g}$) olarak tespit edilmiştir. *A. anguilla*’da en yüksek değerler sonbaharda ($2,19 \pm 0,23 \mu\text{g/g}$), *C. carpio*’da ise en yüksek değer ilkbaharda ($2,00 \pm 1,76 \mu\text{g/g}$) olarak tespit edilmiştir. Mevsimsel olarak ortalama değerler *S. glanis*’de kış > sonbahar > yaz > ilkbahar şeklinde, *A. Anguilla*’da sonbahar > yaz > kış > ilkbahar şeklinde, *C. carpio*’da ilkbahar > kış > sonbahar > yaz şeklinde, *C. gibelio*’da ise ortalama değerler kış > yaz > ilkbahar > sonbahar şeklinde sıralanmaktadır.

Mevsimplere göre yapılan istatistikî analizler sonucunda Ba incelenen tüm balık türleri için anlamlı fark tespit edilememiştir ($p > 0.05$). Ba için türler arasında değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan *A. anguilla*-*C. carpio*’da anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.1 Balıkların kas dokusundaki Ba miktarlarının mevsimsel değişimleri (µg/g)

Balık Adı	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max
<i>S. glanis</i>	1,31±0,09 1,25-1,43	1,66±0,26 1,33-1,83	1,67±0,78 1,10-2,68	1,73±0,81 1,15-2,78
<i>A. anguilla</i>	1,60±0,43 1,06-2,00	1,82±0,33 1,55-2,25	2,19±0,23 1,93-2,44	1,71±0,92 1,10-2,90
<i>C. carpio</i>	2,00±1,76 0,77-4,27	0,85±0,16 0,65-1,01	0,95±0,14 0,77-1,05	1,08±0,13 0,93-1,21
<i>C. gibelio</i>	1,15±0,29 0,80-1,43	1,56±0,58 0,92-2,22	1,07±0,20 0,88-1,32	2,24±1,74 0,98-4,49



Şekil 4.1 Balıkların kas dokusundaki Ba miktarlarının mevsimsel değişimleri (µg/g)

4.1.2 Berilyum (Be)

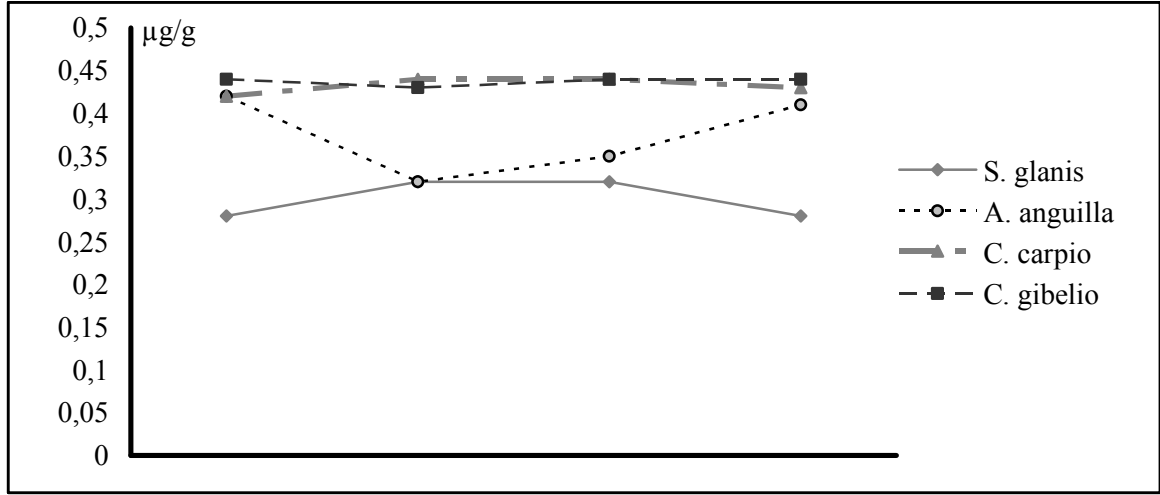
Balıklarda ölçülen Be miktarlarının mevsimsel değişimleri Çizelge 3.2 ve Şekil 3.2’de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında en düşük değer kış mevsiminde *S. glanis* ($0,28\pm 0,02$ µg/g)’da ve en yüksek değer ise sonbahar-kış mevsimlerinde *C. gibelio* ($0,44\pm 0,01$ µg/g)’da saptanmıştır.

Be'nin türlerdeki mevsimsel değişimlerine bakıldığında ortalama en yüksek bulgular *S. glanis*'de yaz ve sonbahar mevsimlerinde ($0,32\pm 0,00$ $\mu\text{g/g}$ olarak) tespit edilmiştir ve *S. glanis*'de mevsimsel olarak ortalama değerler yaz, sonbahar > kış, ilkbahar şeklinde sıralanmaktadır. *A. anguilla*'da en yüksek değerler ilkbaharda ($0,42\pm 0,00$ μg olarak) saptanmıştır ve mevsimsel olarak ortalama değerler ilkbahar > kış > sonbahar > yaz şeklinde sıralanmaktadır. *C. carpio*'da yaz mevsiminde ($0,44\pm 0,01$ $\mu\text{g/g}$) en yüksek değer bulunmuştur, mevsimsel olarak ortalama değerler yaz > sonbahar > kış > ilkbahar şeklinde sıralanmaktadır. *C. gibelio*'da sonbahar-kış mevsimlerinde ($0,44\pm 0,01$ $\mu\text{g/g}$) bulunmuştur ve mevsimsel olarak ortalama değerler sonbahar, kış > ilkbahar > yaz şeklinde sıralanmaktadır.

Be için mevsimlere göre yapılan istatistikî analizler sonucunda balık türlerinden *S. glanis*'de ilkbahar- yaz, ilkbahar-sonbahar, yaz-kış, sonbahar-kış mevsimleri arasında, *A. anguilla*'da ilkbahar-sonbahar, yaz-kış, ilkbahar-yaz mevsimleri arasında, *C. carpio*'da ilkbahar-sonbahar, ilkbahar-yaz mevsimleri arasında anlamlı fark tespit edilmiştir. *C. gibelio*'da gözlemlenebilir fark tespit edilememiştir ($p>0.05$). Türler arasında değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan *C. carpio*-*A. anguilla*, *C. gibelio*-*A. anguilla*, *A. anguilla*-*S. glanis*, *C. carpio*-*S. glanis* ve *C. gibelio*-*S. glanis*'de anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 Balıkların kas dokusundaki Be miktarlarının mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)

Balık Adı	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max
<i>S. glanis</i>	$0,28\pm 0,02$ 0,26-0,30	$0,32\pm 0,00$ 0,32-0,32	$0,32\pm 0,00$ 0,32-0,33	$0,28\pm 0,02$ 0,25-0,29
<i>A. anguilla</i>	$0,42\pm 0,00$ 0,41-0,42	$0,32\pm 0,01$ 0,31-0,33	$0,35\pm 0,04$ 0,32-0,40	$0,41\pm 0,01$ 0,40-0,42
<i>C. carpio</i>	$0,42\pm 0,01$ 0,41-0,42	$0,44\pm 0,01$ 0,44-0,45	$0,44\pm 0,00$ 0,44-0,45	$0,43\pm 0,01$ 0,42-0,44
<i>C. gibelio</i>	$0,44\pm 0,00$ 0,43-0,44	$0,43\pm 0,01$ 0,42-0,45	$0,44\pm 0,01$ 0,44-0,45	$0,44\pm 0,01$ 0,44-0,45



Şekil 4.2 Balıkların kas dokusundaki Be miktarlarının mevsimsel değişimleri (µg/g)

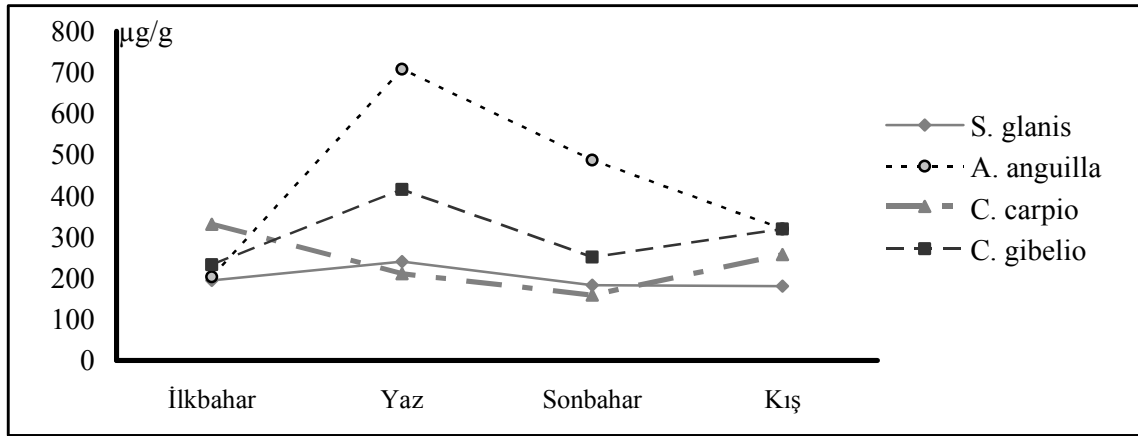
4.1.3 Kalsiyum (Ca)

Balıklarda ölçülen Ca miktarlarının mevsimsel değişimleri Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3’de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında en düşük değer sonbahar mevsiminde *C. carpio* ($158,82 \pm 18,77$ µg/g)’da ve en yüksek değer ise yaz mevsiminde *A. anguilla* ($707,99 \pm 254,45$ µg/g)’da saptanmıştır. Ca’nın mevsimsel değişimlerine bakıldığında *S. glanis*, *A. anguilla* ve *C. gibelio*’da en yüksek değerler yaz mevsiminde (sırasıyla, $240,13 \pm 33,44$ µg/g, $707,99 \pm 254,45$ µg/g ve $415,72 \pm 85,61$ µg/g olarak) bulunmuştur. Ortalama değerler *S. glanis*’de yaz > ilkbahar > sonbahar > kış şeklinde, *A. anguilla*’da yaz > sonbahar > kış > ilkbahar şeklinde ve *C. gibelio*’da yaz > kış > sonbahar > ilkbahar şeklindedir. *C. carpio*’da ise en yüksek değer ilkbaharda ($331,09 \pm 88,99$ µg/g) belirlenmiştir ve ilkbahar > kış > yaz > sonbahar şeklinde sıralanmaktadır.

Ca için mevsimlere göre yapılan istatistikî analizler sonucunda balık türlerinden *S. glanis*’de, yaz-sonbahar, yaz-kış, *A. anguilla*’da ilkbahar-yaz, *C. carpio*’da ilkbahar-sonbahar ve *C. gibelio*’da yaz-sonbahar, yaz-ilkbahar mevsimleri arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0.05$). Türler arasında değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan *C. carpio*-*A. anguilla*, *C. gibelio*-*A. anguilla*, *A. anguilla*-*S. glanis*, *C. carpio*-*S. glanis* ve *C. gibelio*-*S. glanis*’de anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.3 Balıkların kas dokusundaki Ca içeriklerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)

Balık Adı	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	Ort. ± S.sapma Min – max	Ort. ± S.sapma Min - max	Ort. ± S.sapma Min - max	Ort. ± S.sapma Min – max
<i>S. glanis</i>	194,88±23,91 164,10-212,37	240,13±33,44 196,95-261,79	182,65±24,39 152,42-205,40	180,81±32,15 140,94-210,74
<i>A. anguilla</i>	202,86±89,15 124,11-314,91	707,99±254,45 394,21-949,07	486,84±183,90 253,09-639,70	319,48±135,32 151,40-444,75
<i>C. carpio</i>	331,09±88,99 250,97-442,45	210,49±65,46 141,52-287,27	158,82±18,77 145,06-182,98	257,63±88,20 200,61-371,50
<i>C. gibelio</i>	232,18±29,41 200,34-266,02	415,72±85,61 315,58-506,30	251,39±76,90 179,47-346,61	319,72±93,65 258,48-440,62



Şekil 4.3 Balıkların kas dokusundaki Ca içeriklerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)

4.1.4 Lityum (Li)

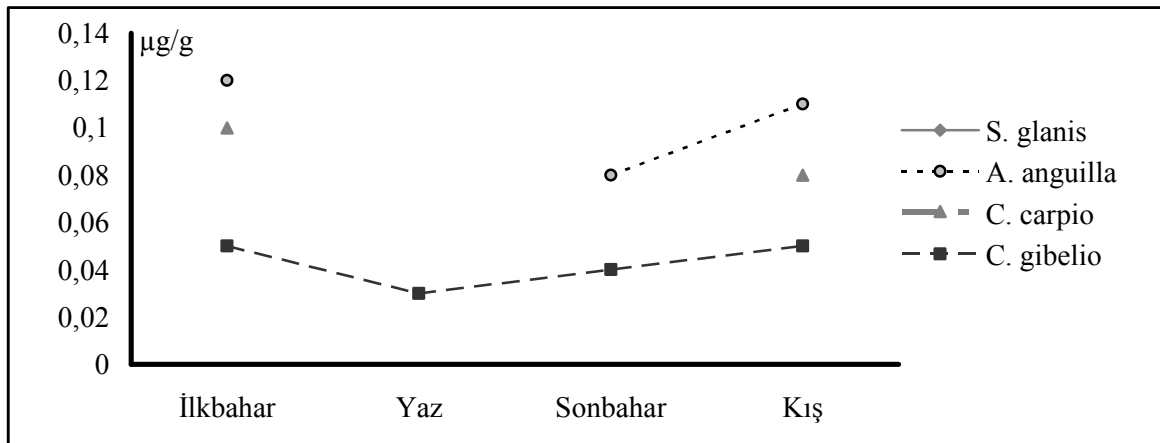
Balıklarda ölçülen Li miktarlarının mevsimsel değişimleri Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4'de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında en düşük değer yaz mevsiminde *C. gibelio* ($0,03 \pm 0,01$ µg/g)'da ve en yüksek değer ise ilkbahar mevsiminde *A. anguilla* ($0,12 \pm 0,00$ µg/g)'da saptanmıştır. Li miktarının türlerdeki mevsimsel değişimlerine bakıldığında *S. glanis*'de ICP-OES ölçülebilir sınırlarının altında bulunmuştur. *A. anguilla*, *C. carpio* ve *C. gibelio*'da en yüksek değerler ilkbahar mevsiminde (sırasıyla, $0,12 \pm 0,00$ µg/g, $0,10 \pm 0,00$ µg/g ve $0,05 \pm 0,02$ µg/g) bulunmuştur. *A. anguilla*'da yaz mevsiminde, *C. carpio*'da yaz ve sonbahar mevsiminde tespit edilememiştir.

Mevsimlere göre yapılan istatistikî analizler sonucunda Li için sadece *C. carpio*'da anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0.05$). *S. glanis*, *A. anguilla* ve *C. gibelio*'da mevsimler arası önemli fark tespit edilememiştir ($p > 0.05$). *C. carpio*'da mevsimler arası anlamlı fark ilkbahar-yaz, ilkbahar-sonbahar, ilkbahar-kış, yaz-kış, sonbahar-kış mevsimleri arasında. Li için türler arasında değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan anlamlı fark belirlenememiştir ($p > 0.05$).

Çizelge 4.4 Balıkların kas dokusundaki Li miktarlarının mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)

Balık Adı	İlkbahar Ort.±S.sapma Min-max	Yaz Ort.±S.sapma Min-max	Sonbahar Ort.±S.sapma Min-max	Kış Ort.±S.sapma Min-max
<i>S. glanis</i>	ND	ND	ND	ND
<i>A. anguilla</i>	0,12±0,00 0,11-0,12	ND	0,08±0,00 0,08-0,08	0,11±0,01 0,10-0,11
<i>C. carpio</i>	0,10±0,00 0,10-0,10	ND	ND	0,08±0,00 0,08-0,09
<i>C. gibelio</i>	0,05±0,02 0,03-0,07	0,03±0,01 0,02-0,04	0,04±0,00 0,04-0,04	0,05±0,02 0,02-0,07

ND: Belirlememiştir.



Şekil 4.4 Balıkların kas dokusundaki Li miktarlarının mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)

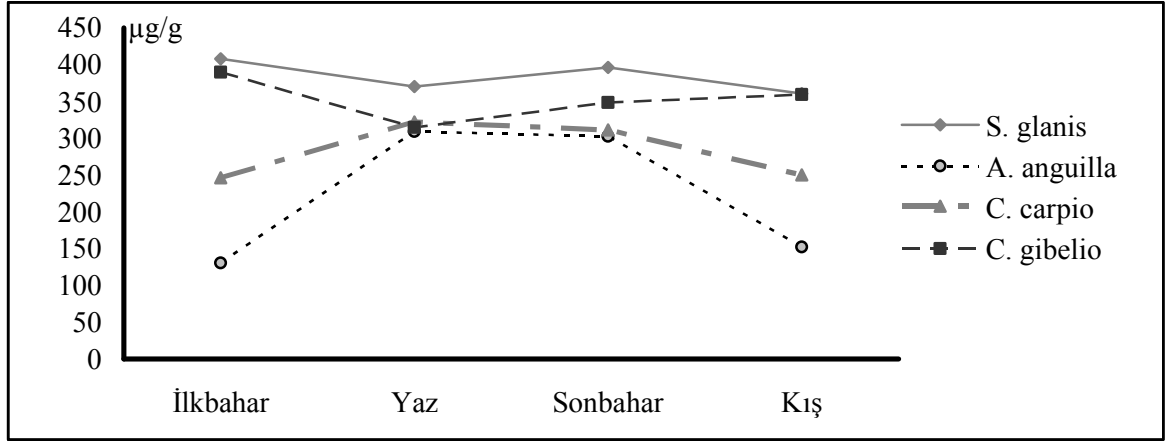
4.1.5 Magnezyum (Mg)

Balıklarda ölçülen Mg miktarının mevsimsel değişimleri Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5’de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında en düşük değer ilkbahar mevsiminde *A. anguilla* (130,51±6,70 µg/g)’da ve en yüksek değer ise ilkbahar mevsiminde *S. glanis* (407,84±70,73 µg/g)’de saptanmıştır. Mg’nin türlerdeki mevsimsel değişimlerine bakıldığında en yüksek değerler *S. glanis* ve *C. gibelio*’da ilkbahar mevsiminde, *A. anguilla* ve *C. carpio*’da ise yaz mevsiminde tespit edilmiştir. Mevsimsel olarak ortalama değerler *S. glanis*’de ilkbahar > sonbahar > yaz > kış olarak, *A. anguilla* ve *C. carpio*’da yaz > sonbahar > kış > ilkbahar şeklinde, *C. gibelio*’da ise ilkbahar > kış > sonbahar > yaz olarak sıralanmaktadır.

Mevsimler arası istatistiksel olarak Mg için *S. glanis*’de sonbahar-kış, *A. anguilla*’da yaz-kış, yaz-İlkbahar, *C. carpio*’da sonbahar-kış, sonbahar-ilkbahar, yaz-kış, yaz-ilkbahar ve *C. gibelio*’da kış-yaz, ilkbahar-yaz mevsimleri arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0.05$). Türler arasında istatistiksel değerlendirme yapıldığında *C. gibelio*-*C. carpio*, *S. glanis*-*C. carpio*, *C. gibelio*-*A. anguilla*, *S. glanis*-*A. anguilla*’da anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.5 Balıkların kas dokusundaki Mg içeriklerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)

Balık Adı	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max
<i>S. glanis</i>	407,84±70,73 320,98-475,65	370,43±19,48 355,66-395,45	396,29±9,78 385,97-407,74	360,71±18,08 337,50-374,39
<i>A. anguilla</i>	130,51±6,70 121,87-135,26	309,26±20,29 283,25-325,02	302,60±110,24 160,44-379,75	152,34±13,53 134,95-162,35
<i>C. carpio</i>	246,09±33,22 224,61-288,97	322,06±7,93 316,89-332,30	311,32±4,43 306,07-315,90	250,04±27,63 227,12-285,16
<i>C. gibelio</i>	389,79±38,17 340,51-414,62	314,80±11,07 304,87-328,67	348,69±28,29 313,61-375,02	359,50±26,09 338,15-392,74



Şekil 4.5 Balıkların kas dokusundaki Mg içeriklerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)

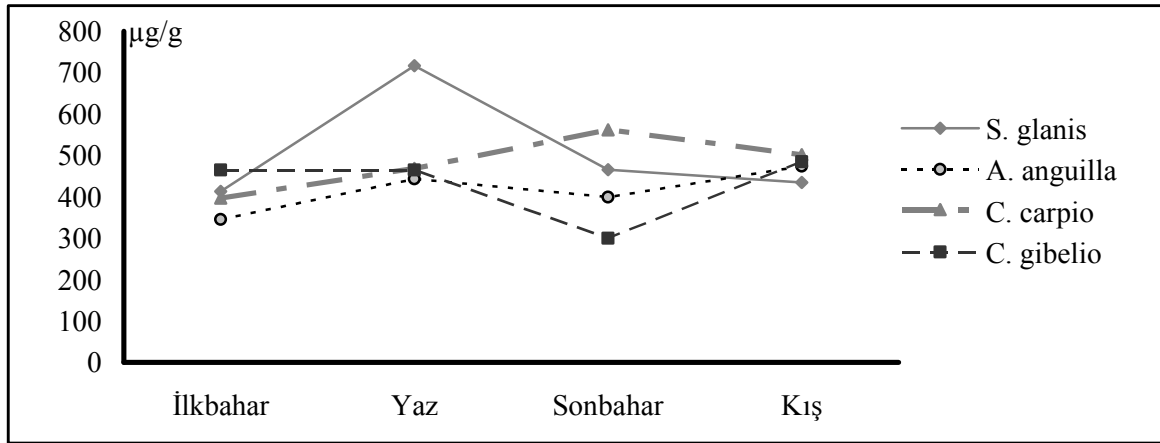
4.1.6 Sodyum (Na)

Balıklarda ölçülen Na miktarının mevsimsel değişimleri Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6'de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında en düşük değer sonbahar mevsiminde *C. gibelio* ($299,62 \pm 14,28$ µg/g)'da ve en yüksek değer ise yaz mevsiminde *S. glanis* ($716,84 \pm 155,99$ µg/g)'de saptanmıştır. Na'nın türlerdeki mevsimsel değişimlerine bakıldığında *S. glanis*'de en yüksek değerler yaz mevsiminde ($716,84 \pm 155,99$ µg/g), *A. anguilla* ve *C. gibelio*'da en yüksek değerler kış mevsiminde (sırasıyla, $474,24 \pm 24,12$ µg/g, ve $484,41 \pm 99,65$ µg/g) bulunmuştur. *C. carpio*'da ise en yüksek değer sonbaharda ($561,72 \pm 22,06$ µg/g) belirlenmiştir. Mevsimsel olarak ortalama değerler *S. glanis*'de yaz > sonbahar > kış > ilkbahar şeklinde, *A. anguilla*'da kış > yaz > sonbahar > ilkbahar şeklinde, *C. carpio*'da sonbahar > kış > yaz > ilkbahar şeklinde, *C. gibelio*'da ise kış > ilkbahar > yaz > sonbahar şeklinde sıralanmaktadır.

Mevsimler arası istatistiksel olarak Na için *S. glanis*'de yaz-kış, yaz-ilkbahar, *A. anguilla*'da sonbahar-ilkbahar, kış-sonbahar, kış-ilkbahar, *C. gibelio*'da yaz-sonbahar, ilkbahar-sonbahar, kış-sonbahar, *C. carpio*'da kış-yaz, sonbahar-kış, yaz-ilkbahar, sonbahar-yaz, kış-ilkbahar, sonbahar-ilkbahar mevsimleri arasındadır ($p \leq 0.05$). Türler arasında istatistiksel değerlendirme yapıldığında sadece *C. carpio*-*A. anguilla*'da anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.6 Balıkların kas dokusundaki Na içeriklerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)

Balık Adı	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max
<i>S. glanis</i>	413,44±30,98 393,32-453,44	716,84±155,99 543,78-892,55	465,64±41,67 412,16-497,46	434,31±25,64 406,29-463,58
<i>A. anguilla</i>	345,45±20,49 323,50-369,22	442,78±131,25 349,36-611,91	399,10±24,80 372,72-428,01	474,24±24,12 446,20-499,98
<i>C. carpio</i>	397,15±37,91 348,66-427,09	468,55±10,01 458,29-480,49	561,72±22,06 543,31-589,75	501,95±10,41 493,96-515,30
<i>C. gibelio</i>	465,12±47,95 407,79-514,02	464,44±0,63 463,68-465,09	299,62±14,28 283,02-314,88	484,41±99,65 359,59-573,81



Şekil 4.6 Balıkların kas dokusundaki Na içeriklerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)

4.1.7 Stronsiyum (Sr)

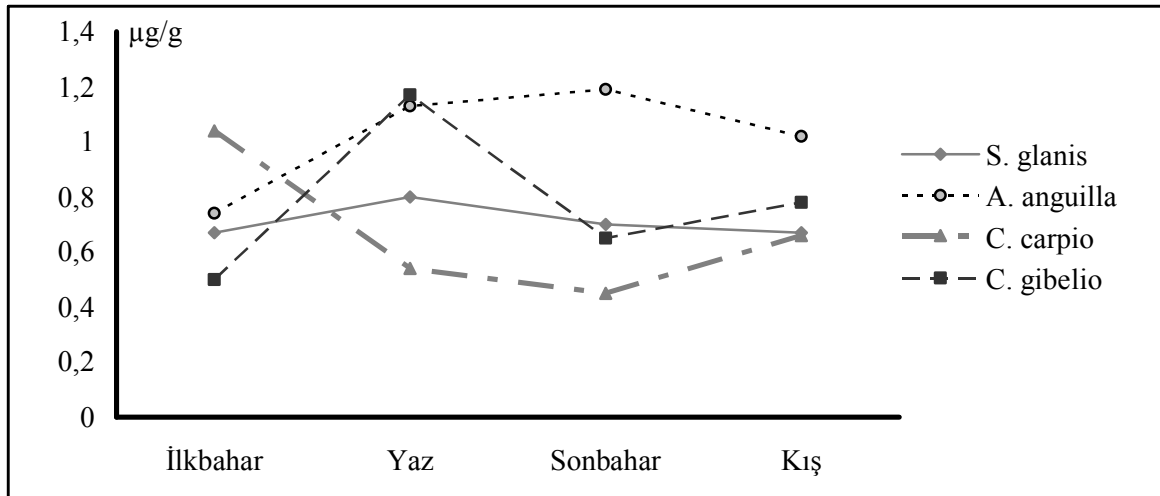
Balıklarda ölçülen Sr miktarlarının mevsimsel değişimleri Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7’de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında en düşük değer sonbahar mevsiminde *C. carpio* (0,45±0,03 µg/g)’da ve en yüksek değer ise sonbahar mevsiminde *A. anguilla* (1,19±0,19 µg/g)’da saptanmıştır. Sr’nin türlerdeki mevsimsel değişimlerine bakıldığında *S. glanis*, ve *C. gibelio*’da en yüksek değerler yaz mevsiminde (sırasıyla, 0,80±0,06 µg/g ve 1,17±0,28 µg/g) bulunmuştur. *S. glanis*’de mevsimsel olarak ortalama değerler yaz > sonbahar > kış > ilkbahar şeklinde sıralanmaktadır. *C. gibelio*’da mevsimsel olarak ortalama değerler yaz > kış > sonbahar > ilkbahar şeklinde sıralanmaktadır. *A. anguilla*’da en yüksek değerler sonbahar mevsiminde 1,19±0,19 µg/g

olup, sonbahar > yaz > kış > ilkbahar şeklinde sıralanmaktadır. *C. carpio*'da ise en yüksek değer ilkbaharda ($1,04 \pm 0,32$ $\mu\text{g/g}$) belirlenmiştir ve ilkbahar > kış > yaz > sonbahar şeklinde sıralanmaktadır.

Mevsimlere göre yapılan istatistikî analizler sonucunda balık türlerinden *S. glanis*'de ilkbahar-yaz, yaz-kış, *C. carpio*'da ilkbahar-sonbahar ve *C. gibelio*'da ilkbahar-yaz, yaz-sonbahar mevsimleri arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Sr için türler arasında değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan *A. anguilla*-*S. glanis*, *A. anguilla*-*C. carpio* arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0,05$).

Çizelge 4.7 Balıkların kas dokusundaki Sr miktarlarının mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)

Balık Adı	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max
<i>S. glanis</i>	$0,67 \pm 0,05$ 0,63-0,74	$0,80 \pm 0,06$ 0,76-0,87	$0,70 \pm 0,09$ 0,61-0,81	$0,67 \pm 0,07$ 0,58-0,73
<i>A. anguilla</i>	$0,74 \pm 0,25$ 0,51-1,05	$1,13 \pm 0,43$ 0,63-1,60	$1,19 \pm 0,19$ 0,98-1,40	$1,02 \pm 0,47$ 0,44-1,46
<i>C. carpio</i>	$1,04 \pm 0,32$ 0,81-1,45	$0,54 \pm 0,12$ 0,40-0,67	$0,45 \pm 0,03$ 0,42-0,49	$0,66 \pm 0,13$ 0,58-0,83
<i>C. gibelio</i>	$0,50 \pm 0,07$ 0,45-0,59	$1,17 \pm 0,28$ 0,85-1,49	$0,65 \pm 0,18$ 0,45-0,84	$0,78 \pm 0,28$ 0,58-1,13



Şekil 4.7 Balıkların kas dokusundaki Sr miktarlarının mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)

4.2 Balık Türlerindeki Ağır Metal İçerikleri

4.2.1 Alüminyum (Al)

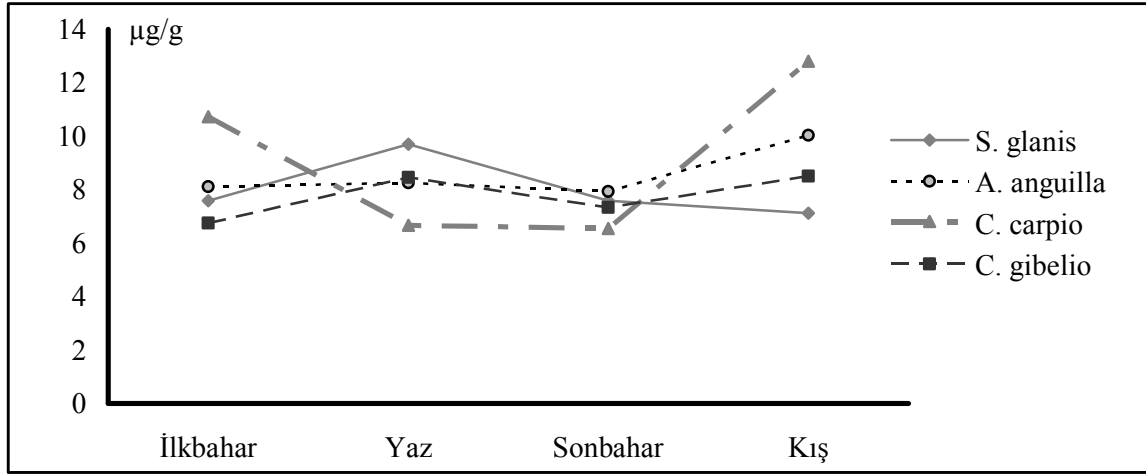
Balıklarda ölçülen Al miktarlarının mevsimsel değişimleri Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8’de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında en düşük ortalama değer sonbahar mevsiminde *C. carpio* ($6,55\pm 0,00$ $\mu\text{g/g}$)’da ve en yüksek değer ise kış mevsiminde yine *C. carpio* ($12,80\pm 0,00$ $\mu\text{g/g}$)’da saptanmıştır.

Al’nin türlerdeki mevsimsel değişimlerine bakıldığında *S. glanis*’de en yüksek değer yaz mevsiminde ($9,70\pm 3,25$ $\mu\text{g/g}$) bulunmuştur. *S. glanis*’de tespit edilen Al değerleri Yaz > sonbahar > ilkbahar > kış mevsimi şeklinde sıralanmaktadır. *A. anguilla*’da en yüksek değerler kış mevsiminde ($10,04\pm 3,18$ $\mu\text{g/g}$) bulunmuş olup mevsimsel sıralama kış > yaz > ilkbahar > sonbahar şeklinde sıralanmaktadır. *C. carpio*’da en yüksek değerler kış mevsiminde ($12,80\pm 0,00$ $\mu\text{g/g}$) bulunmuştur ve mevsimsel olarak kış> ilkbahar> yaz> sonbahar şeklinde sıralanmaktadır. *C. gibelio*’da ise en yüksek değerler kış mevsiminde olup $8,51\pm 1,58$ $\mu\text{g/g}$ olarak tespit edilmiştir. *C. gibelio*’da birikim değerleri mevsimsel olarak kış> yaz> ilkbahar> sonbahar olarak sıralanmaktadır.

Yapılan istatistikî analizler sonucunda balık türlerinde mevsimlere göre Al *S. glanis*’de ve *A. anguilla*’da önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). *C. carpio*’da ve *C. gibelio*’da Al anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p\leq 0.05$). *C. carpio*’da ilkbahar-yaz, kış-yaz, kış-sonbahar mevsimleri arasında, *C. gibelio*’da ilkbahar-yaz mevsimleri arasında anlamlı fark tespit edilmiştir. İncelenen balık türleri arasında Al için anlamlı fark tespit edilememiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.8 Balıkların kas dokusundaki Al birikimlerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)

Balık Adı	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max
<i>S. glanis</i>	7,58±0,24 7,29-7,82	9,70±3,25 7,02-13,83	7,59±0,15 7,41-7,74	7,12±1,51 5,51-8,89
<i>A. anguilla</i>	8,11±2,12 5,77-10,51	8,25±1,07 6,88-9,03	7,93±2,41 6,32-11,04	10,04±3,18 6,31-13,40
<i>C. carpio</i>	10,73±2,44 7,95-13,41	6,66±1,50 4,74-7,84	6,55±0,00 6,55-6,55	12,80±0,00 12,80-12,80
<i>C. gibelio</i>	6,75±0,58 6,21-7,47	8,46±0,93 7,75-9,65	7,34±0,71 6,57-8,14	8,51±1,58 7,22-10,52



Şekil 4.8 Balıkların kas dokusundaki Al birikimlerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)

4.2.2 Kadmiyum (Cd)

İncelenen balıklardaki Cd miktarlarının mevsimsel değişimleri Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9’da verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde en düşük ve en yüksek değer *C. carpio* ve *C. gibelio* ($0,05\pm 0,00$ µg/g)’da saptanmıştır. Cd’nin türlerdeki mevsimsel değişimlerine bakıldığında *S. glanis* ve *A. anguilla*’da tespit edilememiştir. *C. carpio*’da ilkbahar mevsiminde tespit edilememiş diğer mevsimlerde $0,05\pm 0,00$ µg/g olarak tespit edilmiştir. *C. gibelio*’da her mevsim $0,05\pm 0,00$ µg/g belirlenmiştir.

Cd *S. glanis* ve *A. anguilla*'da belirlenemediği için istatistiksel olarak analiz yapılamamıştır. Mevsimsel olarak istatistiksel analizlerde sadece *C. gibelio*'da ilkbahar-sonbahar mevsimleri arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0.05$). *C. carpio*'da önemli fark tespit edilememiştir ($p > 0.05$). İncelenen türler arasında istatistiksel değerlendirme yapıldığında ise Cd için anlamlı fark tespit edilememiştir ($p > 0.05$).

Çizelge 4.9 Balıkların kas dokusundaki Cd birikimlerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)

Balık Adı	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max
<i>S. glanis</i>	ND	ND	ND	ND
<i>A. anguilla</i>	ND	ND	ND	ND
<i>C. carpio</i>	ND	0,05 \pm 0,00 0,05-0,06	0,05 \pm 0,00 0,05-0,05	0,05 \pm 0,00 0,05-0,05
<i>C. gibelio</i>	0,05 \pm 0,00 0,05-0,05	0,05 \pm 0,00 0,05-0,05	0,05 \pm 0,00 0,05-0,06	0,05 \pm 0,00 0,04-0,05

ND: Belirlememiştir.



Şekil 4.9 Balıkların kas dokusundaki Cd birikimlerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)

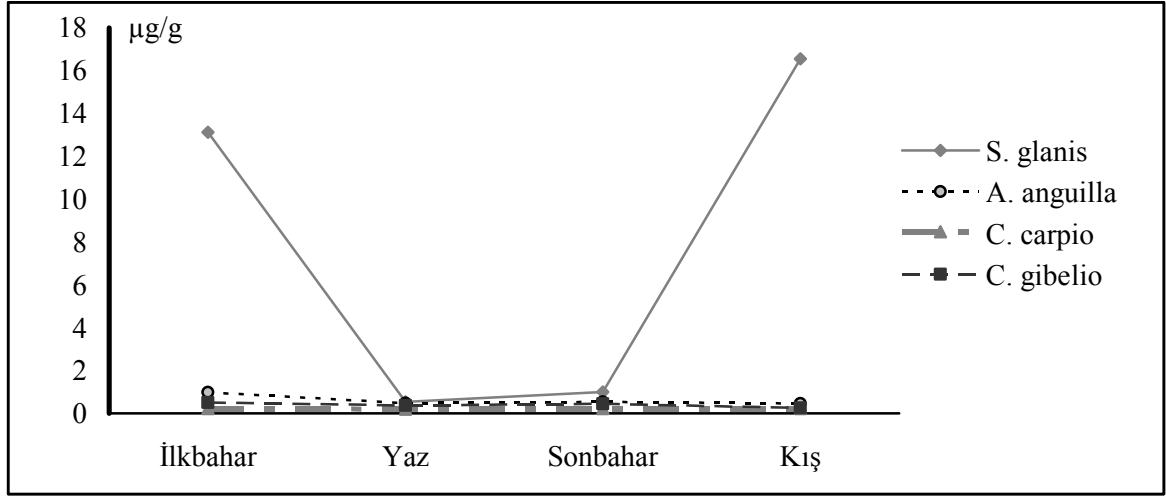
4.2.3 Krom (Cr)

İncelenen balıklarda ölçülen Cr miktarlarının mevsimsel değişimleri Çizelge 4.10 ve Şekil 4.10'da verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında en düşük değer yaz mevsiminde *C. carpio* ($0,19\pm 0,01$ µg/g)'da ve en yüksek değer ise kış mevsiminde *S. glanis* ($16,55\pm 8,10$ µg/g)'de tespit edilmiştir. Cr'nin türlerdeki mevsimsel değişimlerine bakıldığında en yüksek değerler *S. glanis*'de kış mevsiminde ($16,55\pm 8,10$ µg/g), *A. anguilla*'da ilkbahar mevsiminde $0,98\pm 0,52$ µg/g olarak, *C. carpio*'da kış mevsiminde ($0,23\pm 0,04$ µg/g) olarak saptanmıştır. *C. gibelio*'da ise ilkbaharda ($0,51\pm 0,05$ µg/g) belirlenmiştir. Ortalama değerler mevsimlere göre *S. glanis*'de kış > ilkbahar > sonbahar > yaz şeklinde *A. anguilla*'da ilkbahar > sonbahar > yaz > kış, *C. carpio*'da kış > ilkbahar > sonbahar > yaz, *C. gibelio*'da kış > yaz > ilkbahar > sonbahar olarak sıralanmaktadır.

Mevsimsel olarak yapılan istatistiksel analizlerde *S. glanis*'de ve *C. gibelio*'da anlamlı fark ($p\leq 0,05$) bulunmuş, *A. anguilla* ve *C. carpio*'da anlamlı fark bulunmamıştır ($p> 0,05$). Cr *S. glanis*'de ilkbahar-sonbahar, ilkbahar-yaz, sonbahar-kış, yaz-kış mevsimleri arasında, *C. gibelio*'da ilkbahar-kış mevsimleri arasında anlamlı fark tespit edilmiştir. Cr için türler arasında değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan *C. gibelio*-*C. carpio*, *A. anguilla*-*C. carpio*, *S. glanis*-*A. anguilla*, *S. glanis*-*C. gibelio*, *S. glanis*-*C. carpio* arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p\leq 0,05$).

Çizelge 4.10 Balıkların kas dokusundaki Cr birikimlerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)

Balık Adı	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max
<i>S. glanis</i>	13,13±4,86 6,89-16,82	0,53±0,50 0,16-1,17	1,00±0,61 0,23-1,52	16,55±8,10 8,03-26,07
<i>A. anguilla</i>	0,98±0,52 0,34-1,47	0,48±0,36 0,19-0,94	0,53±0,49 0,17-1,16	0,46±0,16 0,27-0,63
<i>C. carpio</i>	0,23±0,03 0,19-0,26	0,19±0,01 0,18-0,20	0,22±0,02 0,20-0,23	0,23±0,04 0,18-0,28
<i>C. gibelio</i>	0,51±0,05 0,45-0,55	0,37±0,09 0,27-0,46	0,45±0,24 0,28-0,76	0,26±0,04 0,23-0,31



Şekil 4.10 Balıkların kas dokusundaki Cr birikimlerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)

4.2.4 Bakır (Cu)

Balıklarda ölçülen Cu miktarlarının mevsimsel değişimleri Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11’de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında en düşük değer sonbahar mevsiminde *A. anguilla* ($0,11 \pm 0,05$ µg/g)’da ve en yüksek değer ise yaz mevsiminde *C. gibelio*’da ($0,54 \pm 0,16$ µg/g) saptanmıştır.

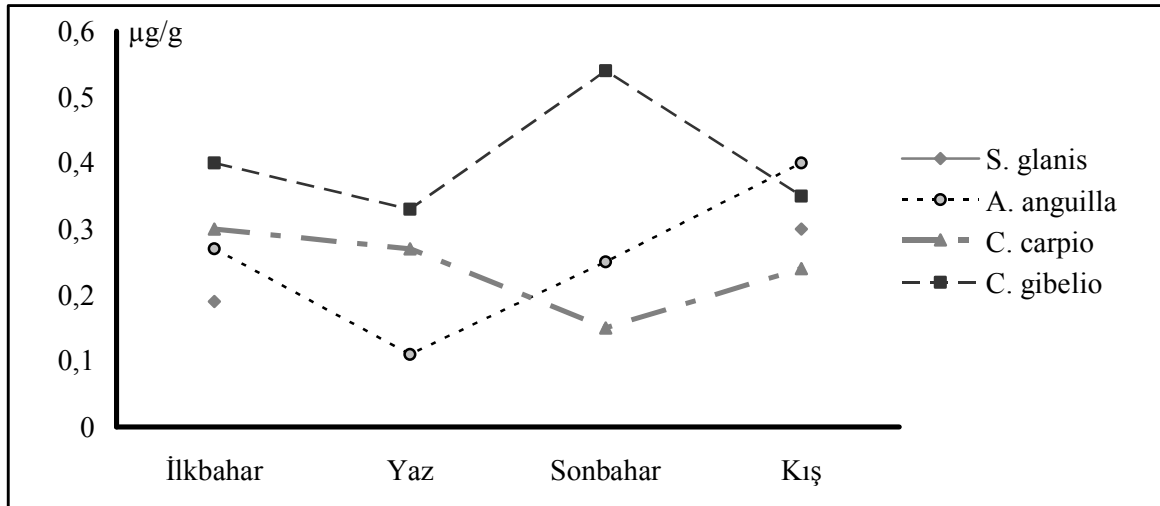
Cu’nun türlerdeki mevsimsel değişimlerine bakıldığında *S. glanis* ve *A. anguilla*’da ve en yüksek değerler kış mevsiminde (sırasıyla, $0,30 \pm 0,15$ µg/g ve $0,40 \pm 0,12$ µg/g) bulunmuştur. *S. glanis*’de yaz ve sonbahar mevsimlerinde belirlenememiştir. *A. anguilla*’da kış > ilkbahar > sonbahar > yaz olarak sıralanmaktadır. *C. carpio*’da en yüksek değer ilkbaharda ($0,30 \pm 0,04$ µg/g) belirlenmiştir ve ortalama değerler ilkbahar > yaz > kış > sonbahar mevsimi şeklinde sıralanmaktadır. *C. gibelio*’da ise en yüksek değer sonbaharda ($0,54 \pm 0,16$ µg/g) olarak saptanmıştır. Ortalama birikim değerleri mevsimsel olarak sonbahar > ilkbahar > kış > yaz olarak sıralanmaktadır.

Mevsimsel olarak yapılan istatistiksel analizlerde *S. glanis*'de anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). *A. anguilla*'da, *C. carpio*'da ve *C. gibelio*'da anlamlı fark bulunmuştur ($p\leq 0.05$). *A. anguilla*'da ilkbahar-yaz ve yaz-kış mevsimleri arasında, *C. carpio*'da kış-sonbahar, yaz-sonbahar, ilkbahar-sonbahar mevsimleri arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. Cr için türler arasında değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan *C. gibelio*-*A. anguilla*, *C. gibelio*-*S. glanis* ve *C. gibelio*-*C. carpio* arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p\leq 0.05$).

Çizelge 4.11 Balıkların kas dokusundaki Cu içeriklerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)

Balık Adı	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max
<i>S. glanis</i>	0,19 \pm 0,03 0,15-0,21	ND	ND	0,30 \pm 0,15 0,16-0,48
<i>A. anguilla</i>	0,27 \pm 0,02 0,26-0,30	0,11 \pm 0,05 0,07-0,17	0,25 \pm 0,14 0,09-0,39	0,40 \pm 0,12 0,29-0,55
<i>C. carpio</i>	0,30 \pm 0,04 0,25-0,34	0,27 \pm 0,04 0,22-0,29	0,15 \pm 0,02 0,13-0,16	0,24 \pm 0,03 0,21-0,28
<i>C. gibelio</i>	0,40 \pm 0,13 0,25-0,55	0,33 \pm 0,04 0,30-0,38	0,54 \pm 0,16 0,34-0,68	0,35 \pm 0,02 0,32-0,37

ND: Belirlememiştir.



Şekil 4.11 Balıkların kas dokusundaki Cu içeriklerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)

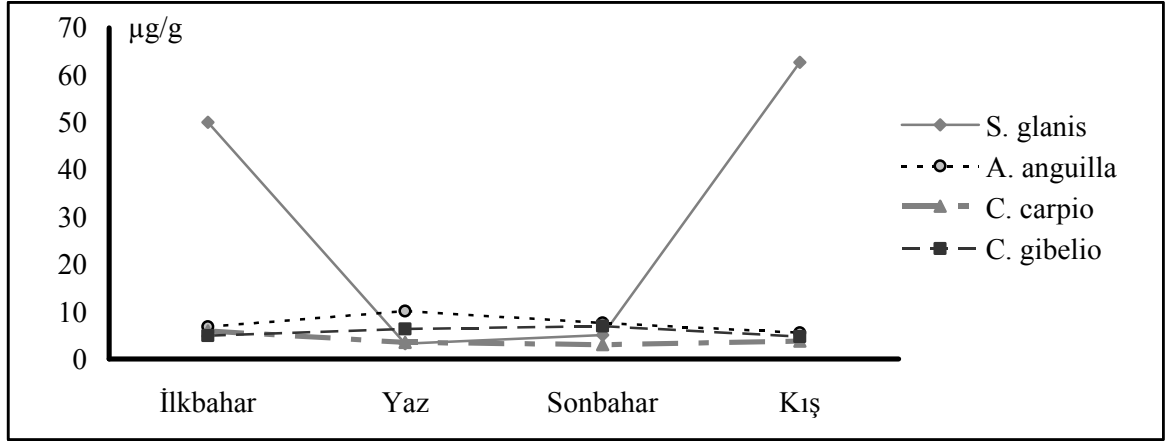
4.2.5 Demir (Fe)

Balıklarda ölçülen Fe miktarlarının mevsimsel değişimleri Çizelge 4.12 ve Şekil 4.12’de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında en düşük değer sonbahar mevsiminde *C. carpio* ($3,06 \pm 0,45$ $\mu\text{g/g}$)’da ve en yüksek değer ise kış mevsiminde *S. glanis* ($62,72 \pm 28,62$ $\mu\text{g/g}$)’da saptanmıştır. Fe’nin türlerdeki mevsimsel değişimlerine bakıldığında en yüksek ortalama değerler *S. glanis*’de kış mevsiminde ($62,72 \pm 28,62$ $\mu\text{g/g}$), *A. anguilla*’da yaz mevsimindedir ($10,13 \pm 7,62$ $\mu\text{g/g}$), *C. carpio*’da ilkbaharda ($5,91 \pm 3,81$ $\mu\text{g/g}$) bulunmuştur. *C. gibelio*’da ise sonbaharda ($6,92 \pm 2,19$ $\mu\text{g/g}$) belirlenmiştir. Mevsimlere göre ortalama değerler *S. glanis*’de kış > ilkbahar > sonbahar > yaz olarak, *A. anguilla*’da yaz > sonbahar > ilkbahar > kış olarak, *C. carpio*’da ilkbahar > kış > yaz > sonbahar olarak ve *C. gibelio*’da sonbahar > yaz > ilkbahar > kış olarak sıralanmaktadır.

Mevsimlere göre yapılan istatistikî analizler sonucunda balık türlerinde *S. glanis* ve *C. gibelio*’da önemli fark bulunmuştur ($p \leq 0.05$). *S. glanis*’de ilkbahar-sonbahar, ilkbahar-yaz, kış-sonbahar, kış-yaz mevsimleri arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. *A. anguilla*’da ve *C. carpio*’da anlamlı fark tespit edilememiştir ($p > 0.05$). Fe için türler arasında değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan *C. gibelio*-*C. carpio*, *A. anguilla*-*C. carpio*, *S. glanis*-*A. anguilla*, *S. glanis*-*C. gibelio* ve *S. glanis*-*C. carpio* arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.12 Balıkların kas dokusundaki Fe miktarlarının mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)

Balık Adı	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max
<i>S. glanis</i>	50,01 \pm 16,38 29,15-63,46	3,21 \pm 2,20 1,46-6,02	5,04 \pm 2,46 1,87-6,87	62,72 \pm 28,62 33,66-97,00
<i>A. anguilla</i>	6,82 \pm 1,64 4,76-8,25	10,13 \pm 7,62 4,03-19,87	7,63 \pm 1,91 5,34-9,55	5,54 \pm 0,19 5,30-5,71
<i>C. carpio</i>	5,91 \pm 3,81 2,36-10,64	3,51 \pm 0,22 3,23-3,67	3,06 \pm 0,45 2,70-3,64	3,76 \pm 0,51 3,18-4,31
<i>C. gibelio</i>	4,93 \pm 1,04 3,60-5,80	6,33 \pm 1,28 4,81-7,65	6,92 \pm 2,19 4,36-9,23	4,73 \pm 0,45 4,16-5,12



Şekil 4.12 Balıkların kas dokusundaki Fe miktarlarının mevsimsel değişimleri (µg/g)

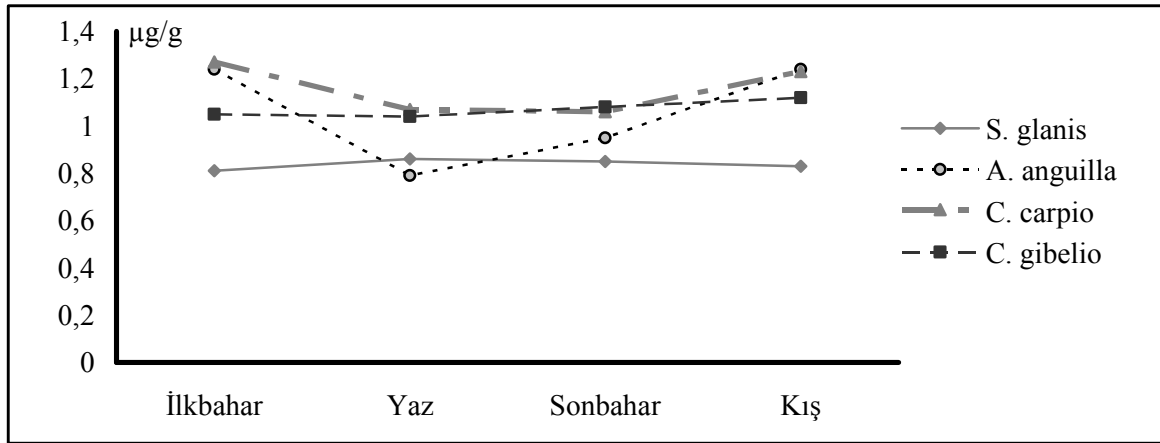
4.2.6 Galyum (Ga)

Balıklarda ölçülen Ga miktarlarının mevsimsel değişimleri Çizelge 4.13 ve Şekil 4.13’de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında en düşük değer yaz mevsiminde *A. anguilla* ($0,79 \pm 0,01$ µg/g)’da ve en yüksek değer ise ilkbahar mevsiminde *C. carpio* ($1,27 \pm 0,03$ µg/g)’da saptanmıştır. Ga’nın türlerdeki mevsimsel değişimlerine bakıldığında *S. glanis*’de en yüksek değerler yaz mevsiminde ($0,86 \pm 0,01$ µg/g olarak), *A. anguilla* ve *C. gibelio*’da en yüksek değerler kış mevsiminde (sırasıyla, $1,24 \pm 0,04$ µg/g, ve $1,12 \pm 0,10$ µg/g), *C. carpio*’da ise en yüksek değer ilkbaharda ($1,27 \pm 0,03$ µg/g) bulunmuştur. Mevsimsel olarak ortalama değerler *S. glanis*’de yaz > sonbahar > kış > ilkbahar, *A. anguilla*’da kış > ilkbahar > sonbahar > yaz, *C. gibelio*’da kış > sonbahar > ilkbahar > yaz ve *C. carpio*’da ise ilkbahar > kış > yaz > sonbahar şeklinde sıralanmaktadır.

Mevsimlere göre yapılan istatistikî analizler sonucunda Ga balık türlerinden *S. glanis*’de anlamlı fark tespit edilememiştir ($p > 0,05$). *A. anguilla*’da yaz-kış, ilkbahar-yaz, *C. carpio*’da ilkbahar-yaz, ilkbahar-sonbahar ve *C. gibelio*’da sonbahar-ilkbahar mevsimleri arasında anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0,05$). Ga için türler arasında değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan *C. carpio*-*C. gibelio*, *A. anguilla*-*S. glanis*, *C. gibelio*-*S. glanis* ve *C. carpio*-*S. glanis*’de anlamlı fark olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.13 Balıkların kas dokusundaki Ga birikimlerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)

Balık Adı	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max	Ort.±S.sapma Min-max
<i>S. glanis</i>	0,81±0,04 0,79-0,86	0,86±0,01 0,85-0,86	0,85±0,02 0,82-0,87	0,83±0,04 0,79-0,88
<i>A. anguilla</i>	1,24±0,02 1,22-1,26	0,79±0,01 0,78-0,80	0,95±0,23 0,79-1,25	1,24±0,04 1,19-1,28
<i>C. carpio</i>	1,27±0,03 1,25-1,31	1,07±0,02 1,05-1,08	1,06±0,01 1,06-1,07	1,23±0,12 1,08-1,32
<i>C. gibelio</i>	1,05±0,01 1,04-1,07	1,04±0,03 1,02-1,09	1,08±0,01 1,07-1,09	1,12±0,10 1,03-1,25



Şekil 4.13 Balıkların kas dokusundaki Ga birikimlerinin mevsimsel değişimleri (µg/g)

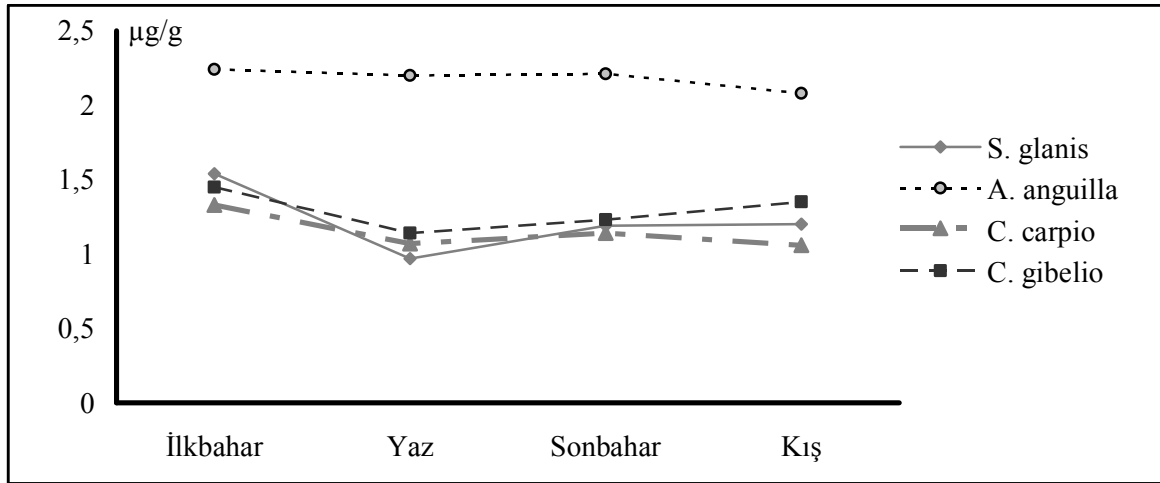
4.2.7 Selenyum (Se)

Balıklarda ölçülen Se miktarlarının mevsimsel değişimleri Çizelge 4.14 ve Şekil 4.14'de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında en düşük değer yaz mevsiminde *S. glanis* ($0,97\pm 0,05$ µg/g)'da ve en yüksek değer ise ilkbahar mevsiminde *A. anguilla* ($2,24\pm 0,46$ µg/g)'da belirlenmiştir. Se'nin türlerdeki mevsimsel değişimlerine bakıldığında en yüksek değerler *S. glanis*, *A. anguilla*, *C. carpio* ve *C. gibelio*'da ilkbahar mevsiminde bulunmuştur. *S. glanis* ile *C. gibelio*'da mevsimsel olarak ilkbahar > kış > sonbahar > yaz şeklinde sıralanmaktadır. *A. anguilla* ve *C. carpio*'da ilkbahar > sonbahar > yaz > kış şeklinde sıralanmaktadır.

Se'nin mevsimlere göre yapılan istatistikî analizleri sonucunda balık türlerinden *S. glanis*'de mevsimler arası anlamlı fark bulunmuş ve anlamlı fark ilkbahar-yaz, ilkbahar-sonbahar, ilkbahar-kış, sonbahar-yaz ve kış-yaz mevsimleri arasında olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0.05$). *A. anguilla*, *C. carpio* ve *C. gibelio*'da Se için anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Türler arasında değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan *A. anguilla*-*C. gibelio*, *A. anguilla*-*S. glanis*, *A. anguilla*-*C. carpio*'da anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.14 Balıkların kas dokusundaki Se içeriklerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)

Balık Adı	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max
<i>S. glanis</i>	1,54 \pm 0,13 1,44-1,70	0,97 \pm 0,05 0,91-1,02	1,19 \pm 0,08 1,08-1,26	1,20 \pm 0,16 1,04-1,39
<i>A. anguilla</i>	2,24 \pm 0,46 1,67-2,65	2,20 \pm 0,34 1,95-2,63	2,21 \pm 0,06 2,15-2,29	2,08 \pm 0,27 1,73-2,25
<i>C. carpio</i>	1,33 \pm 0,28 1,02-1,64	1,07 \pm 0,13 0,92-1,20	1,14 \pm 0,19 0,93-1,34	1,06 \pm 0,16 0,94-1,26
<i>C. gibelio</i>	1,45 \pm 0,10 1,32-1,54	1,14 \pm 0,20 0,89-1,31	1,23 \pm 0,21 1,08-1,50	1,35 \pm 0,33 1,09-1,77



Şekil 4.14 Balıkların kas dokusundaki Se içeriklerinin mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)

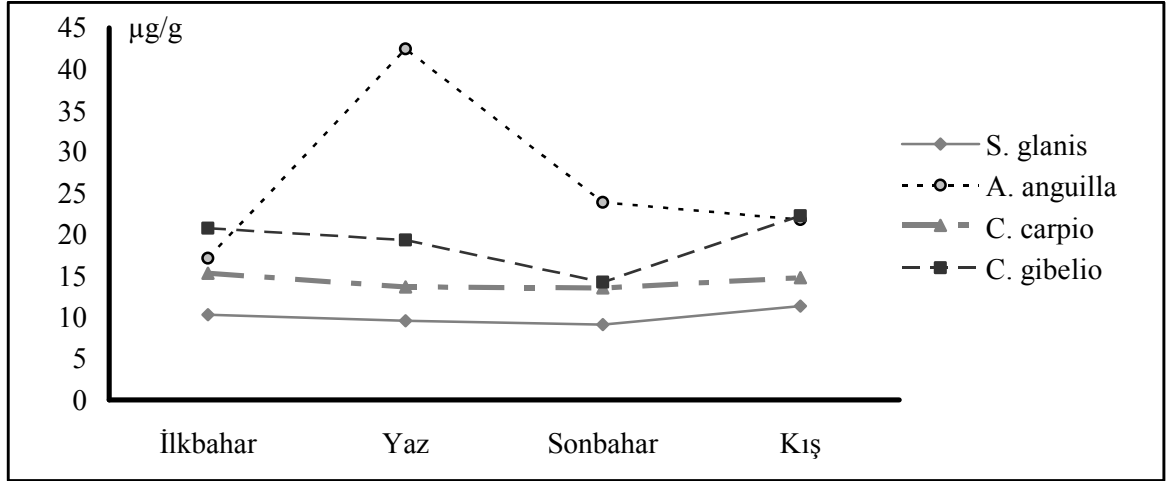
4.2.8 Çinko (Zn)

Balıklarda ölçülen Zn miktarının mevsimsel değişimleri Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15’de verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında en düşük değer sonbahar mevsiminde *S. glanis* ($9,09\pm 0,41$ $\mu\text{g/g}$)’da ve en yüksek değer ise yaz mevsiminde *A. anguilla* ($42,44\pm 13,98$ $\mu\text{g/g}$)’da saptanmıştır. Zn’nin türlerdeki mevsimsel değişimlerine bakıldığında en yüksek değerler *S. glanis* ve *C. gibelio*’da kış mevsiminde, *A. anguilla*’da en yüksek değer yaz mevsiminde, *C. carpio*’da ise en yüksek değer ilkbaharda belirlenmiştir. Mevsimsel olarak ortalama değerler *S. glanis*’de ve *C. gibelio*’da kış > ilkbahar > yaz > sonbahar şeklinde, *A. anguilla*’da yaz > sonbahar > kış > ilkbahar şeklinde, *C. carpio*’da ise ortalama değerler ilkbahar > kış > yaz > sonbahar şeklinde sıralanmaktadır.

Zn için mevsimlere göre yapılan istatistikî analizler sonucunda balık türlerinden *S. glanis*’de ve *C. carpio*’da gözlemlenebilir fark tespit edilememiştir ($p>0,05$). *A. anguilla*’da ilkbahar-yaz, ilkbahar-kış ve *C. gibelio*’da yaz-sonbahar mevsimler arası belirgin fark gözlemlenmiştir. Zn için türler arasında değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan *C. carpio*-*S. glanis*, *C. gibelio*-*C. carpio*, *C. gibelio*-*S. glanis*, *A. anguilla*-*C. carpio*, *A. anguilla*-*S. glanis*’de anlamlı fark olduğu belirlenmiştir ($p\leq 0,05$).

Çizelge 4.15 Balıkların kas dokusundaki Zn miktarlarının mevsimsel değişimleri ($\mu\text{g/g}$)

Balık Adı	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max	Ort. \pm S.sapma Min-max
<i>S. glanis</i>	10,30 \pm 4,13 7,26-15,62	9,58 \pm 1,01 8,44-10,69	9,09 \pm 0,41 8,64-9,56	11,35 \pm 1,50 9,42-12,36
<i>A. anguilla</i>	17,15 \pm 2,63 15,37-20,53	42,44 \pm 13,98 31,94-60,40	23,88 \pm 6,03 17,29-30,77	21,82 \pm 1,99 20,27-24,37
<i>C. carpio</i>	15,34 \pm 2,32 12,46-17,48	13,67 \pm 0,29 13,31-13,93	13,55 \pm 5,54 9,52-20,69	14,78 \pm 5,44 11,09-21,79
<i>C. gibelio</i>	20,78 \pm 4,05 15,60-24,01	19,33 \pm 2,00 17,38-21,78	14,25 \pm 0,86 13,29-15,21	22,25 \pm 7,25 14,77-30,87



Şekil 4.15 Balıkların kas dokusundaki Zn miktarlarının mevsimsel değişimleri (µg/g)

4.3 İstatistiksel Analizi Yapılamayan Elementler

Yapılan çalışmada Bor (B), Bizmut (Bi), Kobalt (Co), Manganez (Mn), Nikel (Ni), Kurşun (Pb), Telür (Te), Talyum (Ta) elementleri ICP-OES ölçülebilir değerlerin altında kaldığı için istatistiksel değerlendirilmesi yapılmamıştır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, Kemer Baraj Gölü'nden *Silurus glanis* (L. 1758), ve *Anguilla anguilla* (L. 1758), Örenler Baraj Gölü'nden *Cyprinus carpio* (L. 1758) ve Seyitler Baraj Gölü'nden *Carassius gibelio* (Bloch,1782) türlerinden alınan numunelerde ağır metal ve mineral analizleri yapılmıştır. Balık örneklerinin kas dokularındaki ağır metal birikimleri (Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Se, Sr, Zn) ve mineral madde (Ba, Be, Ca, Ga, Li, Mg, Na) miktarlarının mevsimsel değişimleri ICP-OES cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Numunelerde analiz edilen B ve Bi mineralleri ile Co, Mn, Ni, Pb, Te, Ta ağır metalleri ICP-OES cihazında ölçülebilir değerlerin altında kaldığı belirlenmiştir.

5.1 Mineral Madde İçerikleri

Mevsimsel olarak inceleme yaptığımız türlerde en yüksek mineral madde içerikleri Ba; kış aylarında $2,24\pm 1,74$ µg/g olarak *C. gibelio*'da, Be; $0,44\pm 0,01$ µg/g olarak sonbahar-kış mevsimlerinde *C. gibelio*'da, Ca; yaz mevsiminde $707,99\pm 254,45$ µg/g olarak *A. anguilla*'da, Li miktarı $0,12\pm 0,00$ µg/g olarak ilkbahar mevsiminde *A. anguilla*'da, Mg; $407,84\pm 70,73$ µg/g olarak ilkbahar mevsiminde *S. glanis*'de, Na; yaz mevsiminde $716,84\pm 155,99$ µg/g olarak *S. glanis*'de, Sr ise sonbahar mevsiminde $1,19\pm 0,19$ µg/g olarak *A. anguilla*'da saptanmıştır.

Yapılan istatistikî analizler sonucunda balık türlerinde mevsimlere göre *S. glanis*'de Be, Ca, K, Na, Sr için önemli bir fark olduğu bulunmuş ($p\leq 0.05$), Ba, Li ve Mg için önemli bir fark bulunmamıştır ($p> 0.05$). *A. anguilla*'da Be, Ca, Ga, K, Li, Mg, Na anlamlı ($p\leq 0.05$) olarak bulunmuş, Ba, Sr mineralleri için anlamlı olarak bulunmamıştır ($p> 0.05$). *C. carpio*'da Be, Ca, Li, Mg, Na, Sr için önemli bir fark olduğu ($p\leq 0.05$) tespit edilmiş, Ba, K anlamlı olarak ($p> 0.05$) tespit edilmemiştir. *C. gibelio*'da Ca, Mg, Na, Sr için önemli bir fark ($p\leq 0.05$) tespit edilmiş, Ba, Be, Li anlamlı fark bulunmamıştır ($p> 0.05$). Türler arasında değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan Be, Ca, Li, Mg, Na ve Sr için anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p\leq 0.05$).

Balıkların kas dokusundaki mineral madde içerikleri konusunda yapılan çalışmalarda Orban ve ark. (2007), mevsimsel aralıklarla toplanan levreklerde (*Perca fluviatilis*) Na, K, Mg ve Ca değerlerini mg/g (yaş ağırlık) olarak tespit etmişlerdir. 3 farklı gölden alınan balıkların ortalama mineral içerikleri sırasıyla 251-332 mg/kg, 3250-3950 mg/kg, 218-271 mg/kg ve 463-854 mg/kg arasında tespit edilmiştir. Bu çalışmada Ca değerini bizim çalışmamızdaki bulgulara göre yüksek, Mg ve Na miktarları benzerlik göstermektedir.

Martínez-Valverde ve ark. (2000), Akdeniz balıklarından *Micromesistius poutassou*, *Merluccius merluccius* ve *Solea vulgaris vulgaris*'in kas dokusundaki ortalama Na birikimi bu türler için sırasıyla 136 mg/100g, 143 mg/100g ve 160 mg/100g (yaş ağırlık); Ca birikimi 17.7 mg/100g, 25.6 mg/100g, 80.1 mg/100g; K birikimi 388 mg/100g, 320 mg/100g ve 286 mg/100g; Mg birikimi ise 36.7 mg/100g, 36.9 mg/100g, 35.3 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Na miktarı bizim bulgularımıza göre oldukça fazla, diğer mineral miktarları benzerlik göstermektedir.

Fidan ve ark. (2007), Eber Gölü'nden avlanan *Carassius carassius*'un kas, solungaç ve karaciğerinde yaptıkları çalışmada Li miktarını kas dokusunda 0.10-0.07µg/g, solungaç dokusunda 0.30-0.22 µg/g karaciğerde 0.57-0.15 µg/g arasında belirlemiş olup bu çalışmadaki bulgularla aynıdır.

Gökoğlu ve ark. (2004), *Oncorhynchus mykiss*'in besin kompozisyonu ve mineral içeriği üzerine pişirme yöntemlerinin etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmada balığın kas dokusundaki Na, Ca, K ve Mg içeriği sırasıyla 455 mg/kg, 632 mg/kg, 3060 mg/kg ve 409 mg/kg olarak tespit etmişlerdir ve elde ettiğimiz bulgularla yakın değerlerdedir.

Ersoy (2006) Karataş/Adana bölgesinde yaptığı çalışmada incelediği 10 farklı balık türünün kas dokusundaki mineral madde birikimlerini Ca; 51.73-496.18, K; 574.34-3374.28, Mg; 85.19-237.52, Na; 473.70-1573.03 mg/kg değerleri arasında tespit etmiştir. Araştırma sonucunda mineral madde ve ağır metal içeriklerinin türlere ve avlanma mevsimine bağlı olarak değişim gösterdiğini belirtmiştir.

Tahvonen ve ark. (2000), yaptıkları çalışmada Baltık ringası (*Clupea harengus membras*) filetolarında Ca, K, Mg ve Na konsantrasyonları sırasıyla 544-1158, 2993-4742, 251-336, 454-802 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Ca miktarı bizim tespit ettiğimiz miktardan yüksek değerdedir.

Begum ve ark. (2005), Bangladeş'teki Dhanmondi gölünden indikatör olarak alınan 3 balık türünün (*T. nilotica*, *Cirrhina mrigala*, *Clarius batrachus*) kas dokusundaki mineral madde birikimini ortalama olarak Ca 4999, Na 3183, Mg 2193 µg/g (kuru ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Tespit edilen mineral madde miktarları diğer çalışmalarla kıyaslandığında yüksek değerlerde bulunmuştur.

Hoffman ve ark. (1994), *Clarias gariepinus*'un kas dokusunda tespit ettikleri mineral maddelerden Ca, K ve Mg konsantrasyonlarını sırasıyla 50 mg/100g, 401 mg/100g ve 61 mg/100g (yaş ağırlık) olarak bildirmişlerdir.

Rashed (2001), Mısır'ın Nasser Gölü'nde yaptığı çalışmada *Tilapia nilotica*'nın kas dokusunda Sr birikimini 1,92 µg/g (yaş ağırlık) olarak bulmuştur. Bu değer bizim çalışmamızla kıyaslandığında ihmal edilecek düzeyde yüksek çıkmıştır.

Balık etindeki minerallerin miktarı balığın türü, balığın büyüklüğü, cinsiyet, biyolojik döngü, gibi faktörler ile mevsim, yetiştikleri yer, beslenme durumu, suyun sıcaklığı ve tuzluluğu gibi ekolojik faktörlere bağlı olmakla birlikte (Pérez–Martín 1986) mineral madde miktarları balıkların kas dokusunda 10 µg/g'ın üzerindedir (Kietzman ve ark. 1974, Paul ve Southgate 1978, Navarro 1991). Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz mineral madde miktarları bu değerlerin üzerinde tespit edilmiştir.

Balık türlerinin kas dokusundaki Ba ve Be mineral madde içeriklerinin tespit edilmesine yönelik çalışmalara rastlanılmamıştır. Bu nedenle bizim çalışmamızda tespit ettiğimiz Ba ve Be mineral madde miktarlarıyla ilgili sonuçları başka çalışmalardaki sonuçlarla karşılaştırma olanağımız bulunmamaktadır.

5.2 Balık Türlerinde Ağır Metal Birikimleri

İnceleme yaptığımız türlerde mevsimsel olarak ortalama en yüksek ağır metal birikim değerleri Al için kış mevsiminde *C. carpio* ($12,80 \pm 0,00 \mu\text{g/g}$)’da, Cd için *C. carpio* ve *C. gibelio* ($0,05 \pm 0,00 \mu\text{g/g}$)’da, Cr için kış mevsiminde *S. glanis* ($16,55 \pm 8,10 \mu\text{g/g}$)’de, Cu için yaz mevsiminde *C. gibelio*’da ($0,54 \pm 0,16 \mu\text{g/g}$), Fe için kış mevsiminde *S. glanis* ($62,72 \pm 28,62 \mu\text{g/g}$)’de, Ga için ilkbahar mevsiminde *C. carpio* ($1,27 \pm 0,03 \mu\text{g/g}$)’da, Se ilkbahar mevsiminde *A. anguilla* ($2,24 \pm 0,46 \mu\text{g/g}$)’da ve Zn’nin ortalama en yüksek değeri ise yaz mevsiminde *A. anguilla* ($42,44 \pm 13,98 \mu\text{g/g}$)’da tespit edilmiştir. İnceleme yapılan dönemlerde Cd *S. glanis* ve *A. anguilla*’da ICP-OES ölçülebilir değerlerinin altında kaldığı için tespit edilememiştir.

Bu balık türlerinde yapılan istatistikî analizler sonucunda mevsimlere göre *S. glanis*’de Cr, Fe, Se için anlamlı bir fark olduğu bulunmuş ($p \leq 0.05$), Al, Cd, Cu, Ga, Zn için anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). *A. anguilla*’da Cu, Ga, Zn önemli ($p \leq 0.05$) olarak bulunmuş, Al, Cd, Cr, Fe ve Se mineralleri için önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). *C. carpio*’da Al, Cd, Cu, Ga için önemli bir fark olduğu tespit edilmiş ($p \leq 0.05$), Cr, Fe, Se, Zn anlamlı olarak tespit edilmemiştir ($p > 0.05$). *C. gibelio*’da Al, Cr, Cu, Fe, Zn için önemli bir fark ($p \leq 0.05$) tespit edilmiş, Cd, Ga ve Se için anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Türler arasında değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan Cr, Cu, Fe, Ga, Se ve Zn için anlamlı fark olduğu tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$).

Balıklarda ağır metal birikimlerinin tespiti üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde Fidan ve ark. (2007), Eber Gölü’nden avlanan *Carassius carassius*’un kas, solungaç ve karaciğerinde yaptıkları çalışmada bazı ağır metallerin (Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Ni, Pb ve Zn) düzeylerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda *Carassius carassius*’un kas dokusunda bu ağır metalleri sırası ile Al 3.20-0.22, Cd 0.01-0.01, Cr 0.10-0.05, Cu 0.75-0.33, Fe 6.98-2.44, Zn 11.30-6.73 $\mu\text{g/g}$ arasında belirlemişlerdir. Çalışmada elde edilen ağır metal bulguları bakanlığın düzenlemeleri ile karşılaştırıldığında elde edilen bulguların kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu belirlemişlerdir.

Göksu ve ark. (2003), Seyhan Baraj Gölü'ndeki balıklardan, Aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) ve Sudak (*Stizostedion lucioperca*)'ın kas dokusunda, Fe, Zn ve Cd birikimini belirlemişlerdir. Ağır metal birikim sıralamasını, Fe>Zn>Cd şeklinde bulmuşlardır. Ortalama birikim değerlerini, Aynalı sazanda Fe 1,93, Zn 0,84, Cd 0,46 ve Sudakta Fe 1,85, Zn 0,54, Cd 0,49 µg/g (yaş ağırlık) olarak saptamışlardır.

Abdel-Baky ve ark. (1998), Mısır'ın Manzallah Gölü'den aldıkları *Liza ramada*, *Liza aurata*, *Mugil cephalus*, *Dicentrarchus labrax*, *Dicentrarchus punctata*, *Sparus auratus* ve *Therapon theraps* dokularında Cd, Cu, Zn birikimini Zn (2,25-9,29)> Cu (0,026-0,305)> Cd (0,026-0,059) mg/kg yaş ağırlık olarak sıralamışlardır. Çalışılan metal derişimlerinde istasyonlar arası önemli bir değişiklik olmamasına rağmen mevsimsel olarak önemli değişimler gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çelik (2003), Mersin Körfezi'nden ve İzmir Körfezi'nden avlanan başlıca türlerin kas dokularının Pb ve Cd içeriklerini voltametrik metotla tespit etmiştir. Mersin Körfezi'nden avlanan *S. aurata* ve *S. undosquamis* kas dokularındaki Cd konsantrasyonlarını sırasıyla 1.2141 ppb ve 2.0653 ppb (yaş ağırlık) olarak bulmuştur. İzmir Körfezi'nden avlanan *T. mediterraneus*, *M. merluccius*, *L. aurata*, *S. japonicus*'un kas dokusundaki Cd konsantrasyonunu bu türler için sırasıyla 2.7123 ppb, 2.2116 ppb, 0.7902 ppb, 1.1962 ppb olarak tespit etmiştir. Tüm türler içinde en yüksek Cd konsantrasyonunu İzmir Körfezi'nden avlanan sivriburun karagözde (*Diplodus puntazzo*) 14.22 ppb olarak bulmuştur.

Ayaş ve Kolankaya (1996), Göksu Deltasında bulunan kefal (*M. cephalus*) ve sazan (*C. carpio*) balıklarında Hg, Pb, Ni, Cd, Cr konsantrasyonu incelenmiştir. Cr ve Cd seviyesinin sınır değerlerinin altında kaldığı saptanmıştır.

Hamza-Chaffai ve ark. (1996), Tunus kıyılarından avladıkları farklı balıklardaki ağır metal içeriklerini incelemişlerdir. *L. aurata*'nın kas doku ve karaciğerinde sırasıyla Cd için 0.09-6.23 µg/g Cu için 5.70-276 µg/g ve Zn için 32-160 µg/g (kuru ağırlık) değerlerini saptamışlardır.

Al-Saleh ve Shinwari (2002), Suudi Arabistan Körfezi'ndeki bazı balık türlerinde (*Lethrinus miniatus*, *Epinephelus tauvina*, *Siganus canaliculatus* ve *Acanthoparagus bifasciatus*) Cd, Pb, Ni, Va ve As konsantrasyonları araştırılmış ve ortalama Cd seviyeleri 4.6 ng/g (yaş ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar metal miktarlarının balık türüne bağlı olarak değiştiğini ve konsantrasyonların Suudi ve uluslararası kuruluşların belirttiği tüketilebilirlik maksimum değerlerinin altında olduğunu bildirmişlerdir.

Amundsen ve ark. (1997), Norveç ve Rusya bölgesinde bulunan tatlı su kaynaklarından topladıkları farklı balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokularında Cd, Cu, Cr, Hg, Ni ve Zn içeriklerini belirlemişlerdir. Türlerin ortalama metal konsantrasyonları, kas dokusunda Cd; 0,01-0,81, Cr; 0,17-0,45, Cu; 1,6-12,3 ve Zn; 17-63 mg/kg (yaş ağırlık) olarak bulunmuşlardır. Farklı türler arasında metal seviyelerinde önemli farklılıklar olduğunu saptamışlardır.

Barlas (1999), Sakarya Nehri havzasının üst kısımlarındaki su, sediment ve balık örneklerinde (*C. carpio* ve *Barbus plebejus*) tespit edilen Pb, Cd, Cu, Co, Ni ve Mn konsantrasyonlarının mevsimsel olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir.

Canlı ve Kargin (1995), *Cyprinus carpio* ve *Tilapia nilotica*'yı 4, 8 ve 16 günlük sürelerle 1 ppm Cd, Pb, Ni ve Cr derişimlerinin etkisine bırakarak balıkların karaciğer, beyin, solungaç ve kas dokularında 16 gün süreyle metal birikimini incelemişlerdir. En yüksek birikimin karaciğerde gerçekleştiğini; metaller arasında Pb'nin en yüksek, Cr'nin ise en düşük seviyede birikim gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Canlı ve Atlı (2003), Kuzeydoğu Akdeniz'de *Sparus auratus*, *Atherina hepsetus*, *Mugil cephalus*, *Trigla cuculus*, *Sardina pilchardus*, *Scomberesox saurus* türlerinin kas dokularındaki ağır metal içeriklerini kas dokusunda Cd 0.37, 0.37, 0.66, 0.79, 0.55, 0.45, Cr 1.24, 2.21, 1.56, 2.42, 2.22, 1.70, Cu 2.84, 4.00, 4.41, 2.19, 4.17, 2.34, Fe 19.60, 78.40, 38.71, 30.68, 39.60, 29.82, Zn 26.66, 24.34, 37.39, 24.89, 34.58, 16.48 µg/g (kuru ağırlık) olarak belirlemişlerdir.

Canlı ve Kalay (1998), Seyhan Nehri'nde 5 istasyondan avladıkları *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* ve *Chondrostoma regium*'un kas, karaciğer ve solungaç dokularında Cd, Pb, Cu, Cr ve Ni düzeylerini belirlemişlerdir. Kas dokularındaki Cd düzeyleri 0,51-1,67 µg/g arasında değişim gösterdiğini, Cu düzeyleri 3,27-7,35 µg/g arasında, Cr düzeyleri 0,36-1,71 µg/g (kuru ağırlık) arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışma sonunda bazı metal derişimlerinin bazı dokularda insan tüketimi için kabul edilebilir düzeyleri aştığı bildirilmiştir.

Chiu ve ark. (2000), Hong Kong'da yaptıkları çalışmalarda 3 istasyondan topladıkları *Perna viridis* örneklerinde Cd, Cr, Cu, Pb ve Ni konsantrasyonlarını incelemişler ve Cd 2.02-3.13 mg/kg, Cr 3.54-6.39 mg/kg, Cu 14.4-15.7 mg/kg kuru ağırlık sonuçlarını bulmuşlardır.

Bordajandi ve ark. (2003), Turia nehri havzasındaki ağır metal kontaminasyonunu tespit etmek için *Salmo trutta*, *Anguilla anguilla*, *Barbus barbus* türlerinin kas dokusunda Pb, Cd, Zn, Cu ve As konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Bu canlılarda en yüksek seviyedeki metalin Zn olduğunu ve özellikle *A. anguilla*'nın bu metali en yüksek oranda içerdiğini tespit etmişler ve sırasıyla Cu miktarını 0.446, 0.977, 0.793 µg/g; Zn'yi 3.969, 16.95, 3.596 µg/g; Cd'yi 0.0014, 0.0049, 0.0018 µg/g olarak saptamışlardır.

Karadede ve Ünlü (2000), Atatürk Baraj gölündeki balık türlerindeki Cu, Fe, Mn, Zn seviyelerinin farklı dokulara bağlı olarak değiştiği; ancak Cd, Co, Hg, Mo, Ni, Pb seviyelerinin tespit edilemediğini bildirilmiştir. Yapılan incelemeler sonunda *Chondrostoma regium*, *Acanthobrama marmid*, *Capoetta trutta*, *Chalcalburnus mossulensis*, *Barbus luteus*, *C. carpio*'nun kas dokularında Cu 0.81-2.41 ppm; Fe 3.64-20.70 ppm; Zn 5.32-17.96 ppm değerleri arasında saptanmıştır. Sonuç olarak Atatürk Baraj Gölü'nde çalışılan dönemde ciddi bir kirliliğin olmadığını, ancak önlemlerin alınmaması durumunda kirliliğin tehlikeli boyutlara ulaşabileceğini bildirmişlerdir.

Atta ve ark. (1997), Mısır'daki balık çiftliklerinden temin edilen *T. nilotica*'nın kas dokularındaki Cd, Cu ve Zn içeriklerini sırasıyla 1.92, 18.1 ve 101 µg/g (kuru ağırlık) olarak tespit etmişlerdir.

Ciminli (2005), Gölbaşı Gölü'nden alınan Karabalık *Clarias gariepinus*, Sarıbenli *Carasobarbus luteus* türlerinde Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn ağır metal birikimlerini mevsimsel örnekleme yapılarak incelemiştir. Karabalık (*C. gariepinus*) örneklerinde mevsim ve doku farkı gözlemeksizin ağır metal konsantrasyonlarını sırasıyla Cd 0,00020, Cr 0,04164, Cu 0,4455, Fe 6,52375 ve Zn 1,77436 mg/kg yaş ağırlık olarak bulmuştur. Sarıbenli (*C. luteus*) örneklerinde mevsim ve doku farkı gözlemeksizin ağır metal konsantrasyonlarını sırasıyla, Cd 0,0012, Cr 0,0616, Cu 0,2120, Fe 9,3707 ve Zn 1,0988 mg/kg yaş ağırlık olarak bulmuştur. Ağır metallerin en yüksek derişimlerini karabalığın karaciğerinde, en düşük değerini ise kas dokuda belirlemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; Gölbaşı Gölü'nden örneklenen organizmalarda ve suda ağır metal konsantrasyonları EPA'nın belirlemiş olduğu sınırların altında bulmuştur.

Eboh ve ark. (2006), Nijer deltasında ticari öneme sahip 5 balık türünün (*Chsysichthyes nigrodigitatus*, *Oreochromis niloticus*, *Ilisha africana*, *Ethmalosa fimbriata*, *Periophthalmus koelreuteri*) kas dokusundaki Cu, Zn, Cr, Cd içeriklerini sırasıyla 0.001 mg/100g, 0.001-0.002 mg/100g, <0.0001 mg/100g, <0.0001 mg/100g olarak tespit etmişlerdir.

Çelik ve Oehlenschläger (2004), Kuzeydoğu Atlantik'ten yakalanan bazı balık türlerinde Cu ve Zn seviyelerini tespit etmişlerdir. *Chelidonichthys gurnardus*, *Merlangius merlangus*, *Scomber scombrus*'un kas dokusunda sırasıyla Zn konsantrasyonları 3.5 mg/kg, 3.0 mg/kg, 4.1 mg/kg, Cu konsantrasyonları 0.32 mg/kg, 0.31 mg/kg, 0.84 mg/kg (yaş ağırlık) olup; bu bölgede incelenen bu türlerin esansiyel elementlerden Zn ve Cu açısından iyi birer besin kaynağı olduğunu bildirmişlerdir.

Farkas ve ark. (2000), Macaristan'daki Balaton Gölü'nde bulunan; yılan balığı, turna balığı, çapak balığı ve tatlı su levreğinin kas, karaciğer ve solungaçlarında Cd, Cu, Pb, Hg ve Zn seviyelerini belirlemiştir. Balık dokularındaki toksik metallerin, çapak balığında Cd hariç, insan tüketimi için belirlenen limitlerin altında olduğunu tespit etmişlerdir. Cd, Cu, Pb, Hg ve Zn seviyelerini türler arasında karşılaştırdıklarında en yüksek yılanbalığı ve çapak balığının karaciğer ve solungaçlarında birikim olduğunu bildirmişlerdir.

Harrison ve Klaverkamp (1990), tarafından yapılan bir çalışmada Manitoba ve Flin Fon gölünde bulunan *Catostomus commersoni* ve *Esox lucius*'un kas ve karaciğer dokusunda ve sedimentte metal kontaminasyonu incelenmiştir. Sedimentte ve dokulardaki kadmiyum miktarı ortalama olarak kasda $<0,01$, karaciğerde $<0,05$ sedimentte <1 mg/g (yaş ağırlık)'dır. Cd, *Catostomus commersoni* ve *Esox lucius*'da en az kas dokusunda bulunmuştur.

Dalman ve ark. (2006), yaptıkları araştırmada Ege Denizi'nin güney doğusundaki Güllük Körfezi'nden avlanan ve en çok tüketilen tür olan *D. labrax*'ın kas dokusundaki ağır metal seviyelerini tespit etmişlerdir. Araştırma sonunda bu dokulardaki miktarların Pb $<0.02-0.4$, Cd $< 0.01-0.04$, Cu < 0.1 , Zn $0.5-7.2$ mg/kg olduğunu bildirmişlerdir.

Kirby ve ark. (2001), Avustralya'nın Macquarie Gölü'nde yaptıkları çalışmada sediment ve mullet'in (*Mugil cephalus*) kas dokusunda Se, Cd, Cu ve Zn konsantrasyonlarını ölçmüşlerdir. *Mugil cephalus*'un kas dokusunda sırasıyla 8,60; 0,05; 21,0 ve 27,0 $\mu\text{g g}^{-1}$ (kuru ağırlık) olarak tespit etmişlerdir. Tespit ettikleri sonuçları Clyde Nehri'nden avlanan balıkların dokularından daha yüksek olduğunu, ancak her iki istasyondan alınan balıkların diğer dokularındaki metal birikimlerinin benzer değerlerde olduğunu belirlemişlerdir.

Eastwood ve Couture (2002), Kanada'daki bazı göllerden aldıkları tatlı su levreğinin (*Perca flavescens*) fiziksel durumu ve karaciğerindeki Cu, Zn ve Ni konsantrasyonu arasındaki ilişkiyi mevsimsel olarak karşılaştırmışlardır. Analiz ettikleri balıklarda en yüksek metal düzeyini karaciğerde bulmuşlardır. İlkbaharda Cu seviyesinin diğer mevsimlere göre daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Balıkların kondisyonlarının bu durumda diğer temiz göllerdeki balıklarinkinden daha düşük olduğu kanısına varmışlardır.

Dugo ve ark. (2006), Tyrrhenian ve Sicilya Denizi'nden yakalanan kültür levreklerindeki (*D. labrax*) ağır metal birikimlerini kas dokusunda Cd $0.043-0.13$ mg/kg Cu $0.88-6.23$ mg/kg, Se $0.19-0.54$ mg/kg, Zn $2.63-4.08$ mg/kg olarak değiştiği ve bu değerlerin Avrupa Birliği limitlerinin dışına çıkmadığı tespit edilmiştir.

Altındağ ve Yiğit (2005), Beyşehir gölünden topladıkları balık örneklerinde Cd, Pb, Hg ve Cr birikimini araştırmışlardır. *Leuciscus cephalus*, *C. carpio*, *Lucioperca lucioperca* ve *Tinca tinca*'nın kas dokularında sırasıyla Cd 0.578, 0.543, 0.643, 0.598; Cr 0.245, 0.308, 0.260, 0.235 µg/g olarak tespit etmişler ve Beyşehir Gölü'ndeki balık türlerindeki ağır metal konsantrasyonlarının suyun metallerle direk kontaminasyonu veya bölgenin jeokimyasal yapısı nedeniyle yüksek seviyelerde olduğunu ifade etmişlerdir.

Ersoy (2006), yaptığı çalışmada Kuzeydoğu Akdeniz (Adana/Karataş) bölgesinde avlanan ve o bölgede yaygın olarak tüketilen *Etrumeus teres*, *Scomber japonicus*, *Liza aurata*, *Trachurus mediterraneus*, *Sparus aurata*, *Merluccius merluccius*, *Chelidonichthys lucernus*, *Saurida undosquamis*, *Solea solea* ve *Upeneus molluccensis* karaciğer ve kas dokusundaki Ca, K, Mg, Na minerallerini ve Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn ağır metal içeriklerini incelemiştir. Bütün balık türleri için ağır metal içerikleri kas dokusunda Cd 0.034-0.27, Cr 0.026-0.073, Cu 0.357-2.088, Fe 0.212-5.196, Zn 1.759-5.192 mg/kg olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada kas dokusundaki metal düzeylerinin karaciğere oranla daha düşük değerlerde olduğu ve araştırma süresince tespit edilen değerlerin tüketilebilirlik sınırları dışına çıkmadığı gözlemlenmiştir.

Güner ve ark. (1998), Karadeniz'den 1995 sonbaharı ve 1996 ilkbaharı arasında avlanan ticari öneme sahip bazı balık türlerinde (*E. encrosicholus*, *S. sprattus sprattus*, *T. mediterraneus*, *M. merlangus euxinus*, *M barbatus*, *B. belone*, *A. alosa*, *S. alcedo*, *S. sarda*) ağır metal içeriklerini (Zn, Fe, Cd, As, Hg, Pb, Ni, Cu) araştırmışlardır. Araştırma sonucunda mineral maddelerden Zn 0.33-2.11, Fe 0.25-1.58, Cd 0.31-3.59, Cu 0.10-0.49 mg 100g⁻¹ arasında değişim göstermiştir.

Al-Jedah ve Robinson (2001), Katar kıyılarından yakalanan 20 tür balığın tüketim için güvenilirlik durumunu belirlemek amacıyla kas dokusunda Cu, Zn, Pb seviyelerini araştırmışlardır. İncelenen türlerin % 95'inde ölçülebilir sınırlarının altında olduğundan Pb değerini tespit edememişlerdir. Ancak Cu ve Zn seviyelerinin besinsel olarak kabul edilebilen seviyelerde olduğunu saptamışlardır. Sonuç olarak bulunan parametrelerin bu bölgedeki balıkların güvenle yenebileceğini gösterdiğini bildirmişlerdir.

Hornung ve Ramelow (1987), Doğu Akdeniz’de ekonomik önemi olan balıklardaki bazı önemli iz metaller araştırılmış ve *Upeneus moluccensis*’in kas dokusunda Zn 16.7-19.3 mg/kg, Cu 2.0-3.1 mg/kg, Cr 0.3-0.7 mg/kg, Cd 0.08 mg/kg; *Saurida undosquamis*’te Zn 15.8-16.5 mg/kg, Cu 1.4-1.5 mg/kg, Cr 0.4-0.8 mg/kg, Cd 0.03-0.08 mg/kg; *Chelidonichthys lucernus* için Zn 21.2 mg/kg, Cu 3.64 mg/kg, Cr 0.18 mg/kg, Cd 0.02 mg/kg; *T.mediterraneus* için Zn 12.2-31.6 mg/kg, Cu 0.30-6.24 mg/kg Cr 0.04-0.42 mg/kg, Cd 0.03-0.15 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Henry ve ark. (2004), tarafından Kuzey denizindeki 4 balık türünün (*Pleuronectes platessa*, *Limanda limanda*, *Platichys fleus*, *Gadus morua*) kas dokusundaki Cd, Cu içeriklerini sırasıyla 0.003-0.03, 0.78-2.2 µg/g arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Mormede ve Davies (2001), yaptıkları çalışmada. İskoçya’nın batısındaki Rockall Trough’dan alınan balık türlerinin (*Lophius piscatorius*, *Aphanopus carbo*, *Molva dypterygia*, *Micromesistius poutassou* ve *M. merluccius*) dokularındaki ağır metal seviyeleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre kas dokudaki konsantrasyonların Cd <0.002-0.034, Cu 0.12-0.29 mg/kg olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Araştırmacılar *A. carbo*’nun karaciğer dokusundaki metal seviyelerinin diğer balık türlerinden daha yüksek ve Avrupa Beslenme Standartları limit değerlerinin 2-30 kat üstünde olduğunu bildirmişlerdir.

İp ve ark. (2005), Pearl Nehri’ndeki sucul organizmalarda (balık, karides, yengeç ve mollusk) bulunan iz elementlerin potansiyel kaynaklarını ve birikimini araştırmışlardır. Balıklardaki metal konsantrasyonunu Cd için 0,01-0,13; Cr için 0,11-4,27; Cu için 0,15-7,55 ve Zn için 8,78-30,26 µg/g (yaş ağırlık) olarak bulmuşlardır.

Kalay ve Erdem (1995), bakırın *Tilapia nilotica*’da karaciğer, böbrek, solungaç ve kas dokularındaki etkilerini araştırmışlardır. İncelenen dokularda ortama derişimine ve etkide kalma süresine bağlı olarak bakır birikim düzeyinin arttığına, karaciğer dokusundaki birikim miktarının diğer dokulara oranla önemli düzeyde yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Kalay ve ark. (2004), Mersin Körfezi'nden yakalanan *Sparus aurata* (L. 1758) ve *Mullus barbatus* (L. 1758) türü balıkların kas ve karaciğer dokularındaki Cd düzeyleri belirlenerek karşılaştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda ölçülen ortalama ve minimum-maksimum Cd düzeyleri *S. aurata* ve *M. barbatus*'un kas dokusunda $3,35 \pm 0,18$ (1,688-5,718) ve $4,78 \pm 0,17$ (3,106-7,952) $\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık olarak belirlemişlerdir.

Dural (2004), Akdeniz Bölgesinde bulunan Akyatan, Tuzla ve Çamlık lagünlerinden aldığı balık, seston, bentoz ve sediment örneklerinde Pb, Cu, Zn, Cd, Fe'nin birikim miktarları ve bunların mevsimsel değişimlerini belirlemiştir. Balıklarda saptadığı metal konsantrasyonları FAO tarafından getirilen standartlara göre Pb ve Zn bakımından yüksek, Cd bakımından sınırda ve Cu bakımından sınırın altında olduğunu bildirmiştir.

Edwards ve ark. (2001), Kuzey Avustralya'daki endüstriyel ve metropolitan bölgelere yakın kıyılardan aldıkları balıkların (*Aldrichetta forsteri*, *Sillago schomburgkii*) kas dokularındaki ağır metal seviyelerini yaz, kış ve ilkbahar mevsimlerinde mevsimsel olarak incelemişlerdir. Cd ve Cu seviyesinin Avustralya Sağlık Örgütlerinin düzenlediği insan tüketimi için izin verilen maksimum sınırları aşmadığını bildirmişlerdir.

Kargın ve Coğun (1999), tarafından *Tilapia zilli*'nin dokularındaki Cd ve Zn'nin eliminasyonu ve birikimi boyunca metal etkileşimleri araştırılmıştır. Bu çalışmadaki kontrol gruplarındaki örneklerin kas dokularındaki Zn içerikleri sırasıyla 14.77 ppm iken Cd içeriğinin tespit edilemediği bildirilmiştir.

Kargın (1998), Seyhan Nehri'ndeki *Capoeta barroisi*'nin dokularındaki metal konsantrasyonlarını mevsimsel olarak incelemiş, kas ve karaciğer dokusundaki Fe konsantrasyonunu Aralık, Ocak, Nisan, Temmuz aylarında sırasıyla 2.1-5.3 $\mu\text{g/g}$, ND-4.3 $\mu\text{g/g}$, 2.2-5.4 $\mu\text{g/g}$, 3.2-6.1 $\mu\text{g/g}$; Zn konsantrasyonunu 2.8-4.9 $\mu\text{g/g}$, 2.1 $\mu\text{g/g}$ -ND, ND-6.3 $\mu\text{g/g}$, 3.6-7.4 $\mu\text{g/g}$; Cu konsantrasyonunu ND-2.2 $\mu\text{g/g}$, ND-3.9 $\mu\text{g/g}$, ND-5.3 $\mu\text{g/g}$ olarak tespit etmiştir. Araştırmacı karaciğerdeki Cd konsantrasyonunun Nisan ve Temmuz aylarında 0.2 ve 0.5 $\mu\text{g/g}$ olduğunu bildirmiştir. Yaz aylarında toplanan örneklerde metal seviyelerinin oldukça yüksek olduğunu ve özellikle karaciğer ve solungaçlardaki birikimin daha fazla olduğunu tespit etmiştir.

Kargın (1996), tarafından yapılan araştırmada İskenderun Körfezi'nden avlanan *M. barbatus* ve *S. aurata*'nın kas ve karaciğer dokularındaki Zn, Fe, Pb, Cu, Cd'nin mevsimsel birikimi kas dokusunda Zn; 26.6-39.2, 20.8-32.2, Fe; 40.4-57.2, 30.7-43.2, Pb; 19.4-28.5, 14-24.6, Cu; 9.9-14.2, 5.8-10.7, Cd; 5.4-10.2, 4.1-7.6 olarak tespit etmiştir. Bütün metallerin *M. barbatus*'ta daha yüksek seviyelerde olduğu bildirilmiştir.

Karadede ve ark. (1997), tarafından Atatürk Baraj Gölü'nde yakalanan *Mastacembelus simack* türü üzerinde ağır metal birikimi ile ilgili yapılan çalışmada; Cu, Fe ve Zn'un en fazla karaciğerde biriktiği, Zn' un incelenen doku ve organlardaki birikim sıralamasının gonad, karaciğer, kas, solungaç ve böbrek seklinde olduğu bulunmuştur.

Erdem ve Kargın (1988), yaptıkları bir araştırmada farklı ortam koşullarında bırakılan *Tilapia nilotica* (L.)'nin çeşitli doku ve organlarındaki bakır birikimini belirlemişlerdir. Bu alışma sonucunda bakırın en yüksek düzeyinin 520 mg/kg ile dalakta, en düşük düzeyinin ise 36 mg/kg (kuru ağırlık) ile kaslarda biriktiğini bulmuşlardır.

Kwon ve Lee (2001), Kore Masan Körfezi'nde sedimentlerdeki ekolojik riskleri araştırmak amacıyla yapılan çalışmada *M. cephalus*'un karaciğer ve kas dokusunun en yüksek Zn konsantrasyonuna sahip olduğu; Zn'nin biokonsantrasyon faktörlerinin Pb, Cd, Ni, Cu, Cr, Sr gibi diğer ağır metaller arasında en yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Licata ve ark. (2003), İtalya'nın Ganzirri ve Messina Boğazı'ndan yakalanan *L. aurata*'nın kas dokusundaki Zn 6173, Cu 2002.2 Cr 190.4, Cd 30.2 $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak tespit edilmiş olup Zn ve Cu konsantrasyonunun diğer toksik elementlerden daha yüksek olduğu ve bu iki bölgenin toksikolojik risk altında olmadığı bildirilmiştir.

Lugal ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada, Seyhan Baraj Gölündeki balıklardan, Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Sudak (*Stizostedion lucioperca* L., 1758)'in yenilebilir kısımlarında, Fe, Zn ve Cd birikimini belirlemişlerdir. Ağır metal birikim sıralaması, Fe>Zn>Cd şeklinde bulunmuş, ortalama birikim değerleri, Aynalı Sazan'da Fe $1.93\pm 0.36 \mu\text{g/g}$, Zn $0.84\pm 0.57 \mu\text{g/g}$, Cd $0.46\pm 0.10 \mu\text{g/g}$ ve Sudak'da Fe $1.85\pm 0.20 \mu\text{g/g}$, Zn $0.54\pm 0.22 \mu\text{g/g}$, Cd $0.49\pm 0.09 \mu\text{g/g}$ (yaş ağırlık) olarak saptamışlardır.

Kalay ve ark. (1999), yaptıkları araştırmada Kuzeydoğu Akdeniz’de 3 farklı istasyondan yakalanan balık türlerinden *M. barbatus*, *Caranx crysos* ve *M. cephalus*’un kas ve karaciğerindeki bazı ağır metal konsantrasyonlarını tespit etmişlerdir. *M. barbatus*, *C. crysos* ve *M. cephalus*’un kas dokusundaki ortalama konsantrasyonları Cd: 0.86-1.07, 0.61-1.36, 1.29-3.61, Cr: 1.24-1.35, 1.10-2.07, 1.29-2.54, Cu: 3.92-5.12, 2.74-6.15, 242-302, Fe: 61.1-73.4, 36.4-66.8, 197-310, Zn: 23.5-30.9, 18.0-33.6, 40.8-57.3 µg/g (kuru ağırlık) olarak tespit etmişlerdir.

Maracovecchio (2004), Arjantin’de yaptığı çalışmasında La Plata Nehri’nden avladığı *Micropogonias furnieri* ve *Mugil liza*’nın yenilebilir kas dokularında ve karaciğerinde toplam Hg, Cd ve Zn konsantrasyonlarını belirlemiştir. Üç metalin de en yüksek birikimlerinin karaciğerde olduğunu ve kas dokularında tüm metal seviyelerinin düşük olduğunu tespit etmiştir. Sonuç olarak yenilebilir dokularında belirlenen metal konsantrasyonlarının insan tüketimi için belirlenen uluslararası standartların altında olduğunu bildirmiştir.

Miao ve ark. (2001), Kuzey Pasifik Okyanusu’ndaki bazı balık türlerinin kas dokusundaki Cd, Cr, Cu, Pb, Zn içeriklerini sırasıyla 1.6-13, 3.7-12, 6-20, 22-63, 92-273 µg/g kuru ağırlık olarak tespit etmişlerdir.

Papagiannis ve ark. (2004), araştırmalarında Yunanistan’ın Pamvotis gölünden yakaladıkları 4 tatlı su balığının dokularında Cu ve Zn konsantrasyonlarını incelemişler ve karaciğer dokusunda kas dokudakinden daha yüksek seviyeler bulmuşlardır. Ancak kas dokusundaki metal seviyelerinin insan tüketimi için belirtilen limitlerin üzerine çıkmadığını bildirmişlerdir.

Maes ve ark. (2005), Belçika nehir havzasındaki 3 farklı istasyondan aldıkları Avrupa yılan balığının (*Anguilla anguilla*) kas dokusunda Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr, As, Se konsantrasyonlarını sırasıyla 93,6-173,6; 2,448-19,485; 37,6-52,78; 0,493-0,642; 3,88-26,31; 46,52-65,7; 174,36-361,5; 135-371,25; 329-1022,8 g/kg (Fe ve Cu µg/g) olarak bildirmişlerdir.

Sunlu ve Egemen (1997), İzmir Körfezi'nden yakalanan lipsos'un (*Scorpaena porcus*) karaciğer ve kas dokularındaki ağır metallerin birikim düzeylerini mevsimsel olarak araştırmışlar ve kas dokuda Cd 0.005-0.04, Pb 0.01-0.08, Zn 0.92-2.23, Cu 0.03-0.09 µg/g (yaş ağırlık) olarak tespit etmişlerdir.

Sunlu ve Egemen (1998), Homa Dalyanı ve Ege Denizi'nin farklı bölgelerinden toplanan *D. labrax*, *S. aurata*, *L. ramada* ve *A. anguilla*'nın kas ve karaciğer dokusunda Cd, Cu, Fe, Pb ve Zn düzeyleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda kas dokusunda Cd; 0.10-0.19, 0.10-0.16, 0.12-0.26, 0.11-0.31, Cu; 0.49-0.78, 0.32-0.59, 0.34-0.82, 5.19-9.48, Fe; 5.15-6.03, 5.47-6.49, 5.19-9.48, 5.82-9.12, Pb; 0.53-0.79, 0.49-0.64, 0.62-1.39, 0.86-1.42, Zn; 5.02-5.87, 5.31-6.35, 4.52-7.05, 6.01-8.89 µg/g olarak tespit etmişlerdir.

Tüzen (2003), Orta Karadeniz'deki bazı balık türlerindeki (*Alosa caspia*, *Engraulis encrosicholus*, *T. trachurus*, *S. sarda*, *Clupea sprattus*) ağır metal seviyelerini yaş ve kuru yakma metotlarını kullanarak tespit etmiş ve sonuçları karşılaştırmıştır. Tüzen, yaş yakma metodunda balıklardaki birikim değerlerini Cd için 0.10-0.48 µg/g, Cu için 1.29-2.90 µg/g, Fe için 10.14-31.26 µg/g, Zn için 10.36-22.94 µg/g, olarak saptamıştır. İki farklı yakma yönteminin sonuçlarını karşılaştırdığında rutin analizler için en uygun yöntemin yaş yakma yöntemi olduğunu bildirmiştir.

Topçuoğlu ve ark. (2002), Karadeniz'deki bazı balık türlerinde (*E. encrasiocolus*, *A. bulgarica*, *M. euxinus*, *D. labrax*) yapılan çalışmada ağır metal birikim değerleri Cd için 0.02-0.24 µg/g, Cr için 0.06-0.84 µg/g, Zn için 25.70-44.20 µg/g, Fe için 30.0-61.0 µg/g, Cu için 1.01-4.54 µg/g (kuru ağırlık) olarak belirlenmiştir.

Romeo ve ark. (1999), Mauritania kıyılarından avlanan ve pelajik türler olan *Sardinella aurita*, *S. japonicus* ve *T. trachurus trachurus*'un kas dokusundaki Cd içerikleri sırasıyla 0.02, 0.03, 0.04 µg/g, Cu içerikleri 2.8, 1.7, 1.6 µg/g, Zn içerikleri 23, 32, 42 µg/g kuru ağırlık olarak tespit etmişlerdir.

Turhan ve ark. (2004), Karadeniz'deki *Engraulis encrasicolus*'un kas dokusundaki toplam Fe içeriğinin 38.9 µg/g (kuru ağırlık) olduğunu bildirmişlerdir.

Türkmen ve ark. (2005), İskenderun Körfezi'ndeki 3 farklı istasyondan alınan ticari değere sahip balık türlerinden *Saurida undosquamis*, *Sparus aurata*, *Mullus barbatus*'un kas dokularındaki ağır metaller araştırılmış ve bu türlerin kas dokusundaki ortalama metal içerikleri sırasıyla Cd 1.310-0.831-1.341, Fe 4.175-9.682-13.166, Zn 3.025-4.078-4.873, Cu 1.318-2.201-1.239, Cr 1.654-2.719-1.309, Al 0.831-2.228-0.919 mg/kg (kuru ağırlık) olarak tespit edilmiştir. Araştırmada sonuç olarak araştırılan türlerin kaslarındaki konsantrasyonların insan tüketimi için izin verilen güvenlik sınırlarını aşmadığını ortaya konulmuştur

Wang ve ark. (2005), Çin'in üçüncü büyük sanayi ve tarım merkezi olan Tianjin bölgesinde tüketilen balıklardaki ağır metal seviyelerinin insan sağlığı açısından oluşturduğu riskleri tespit etmek için Hg, Cu, Zn, Cd, Pb, Cr konsantrasyonlarını araştırmışlar ve balık kas dokusunda Cu için 0.60-2.13 µg/g, Zn için 9.4-22.1 µg/g, Cd için 0.002-0.008 µg/g, ve Cr için 0.18-0.53 µg/g değerlerini tespit etmişlerdir. Diğer elementlerle karşılaştırıldığında Cr seviyesinin en az risk taşıdığını ve yetişkinler için Cd, çocuklar için ise Hg seviyesinin en fazla risk taşıdığını bildirmişlerdir.

Yılmaz (2003), İskenderun Körfezi'nden yakalanan *M. cephalus* ve *T. mediterraneus*'un dokularındaki Fe, Cu, Ni, Cr, Pb ve Zn seviyelerinin incelemiştir. *M. cephalus* ve *T. mediterraneus*'un kas dokusunda sırasıyla Fe 7.028, 41.84; Cu 1.45, 1.29; Ni 1.22, 0.94; Cr 1.46, 1.28; Pb 7.45, 1.03 ve Zn 38.23, 19.55 µg/g, (yaş ağırlık) olduğunu, bazı dokulardaki bazı metal konsantrasyonlarının insan tüketimi için kabul edilebilir seviyeleri aştığını belirtmiştir.

Usero ve ark. (2003), İspanya'nın Güney Atlantik kıyılarından yakalanan *L. aurata*'nın kas Zn için 30.6-81.8 mg/kg, Fe için 185-397 mg/kg, Cu için 13.7-164 mg/kg, Cd için 0.14-0.51 mg/kg, Cr için 0.011-0.029 mg/kg arasında değerler tespit etmişlerdir. Kas dokusundaki metal seviyelerinin insan tüketimi için belirtilen sınırların altında bulunduğunu bildirmişlerdir.

Roth ve ark. (1977), yaptıkları çalışmada Güney Akdeniz kıyılarında yeterince metal konsantrasyon çalışmalarının bulunmadığını, *S. solea*'nın kas dokusunda Cd için 0.20 µg/g, Cu için 1.40 µg/g ve Zn için 22 µg/g kuru ağırlık değerlerinin bulunduğunu bildirmişlerdir.

Rashed (2001), Mısır'ın Nasser Gölü'nde yaptığı çalışmada su, su bitkileri, sediment ve *Tilapia nolitica*'nın kas, solungaç, mide, bağırsak, karaciğer, omur ve pullarındaki ağır metal birikimlerini incelemişlerdir. Balıkta ortalama Cr, Cu, Fe, Sr ve Zn konsantrasyonlarını sırasıyla 0,29; 0,27; 6,45; 1,92; 1,55 µg/g (yaş ağırlık) olarak bulmuştur. Balık dokuları arasında en yüksek birikim Cu ve Zn en yüksek karaciğerde, Cr ve Sr en yüksek solungaçta olduğunu tespit etmiştir.

Yazkan ve ark. (2002), Antalya Körfezinden avlanan balık türlerinin (*Mullus barbatus*, *Mugil cephalus*, *Trachurus trachurus*, *Pagellus acarne*, *Dicentrarchus labrax*, *Sparus auratus*, *Sardinella aurita*, *Boops boops*, *Scomber japonicus*, *Solea solea*) kas ve karaciğer dokusunda Cu, Zn ve ağır metaller arasında insan sağlığı açısından toksisitesi yüksek metallere olan Pb ve Cd içeriklerini belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda balıkların kas dokusunda Cu 0,51-3,66 mg/kg, Zn 3,17-11,36 mg/kg, Pb 0,00-2,05 mg/kg, Cd 0,00-0,13 mg/kg, karaciğerlerinde ise Cu 0,83-4,44 mg/kg, Zn 3,97-15,14 mg/kg, Pb 0,00-2,25 mg/kg ve Cd 0,03-0,15 mg/kg arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar kas dokusunda tespit edilen sonuçların gıda kodeksinde belirlenen limitlere göre henüz bir tehlike oluşturmadığını vurgulamışlardır.

Değişik ekosistemlerden avlanan balıkların kas dokularındaki ağır metal birikimleri üzerine yapılan çalışmalar bizim yaptığımız çalışmalarla kıyaslandığında Al için balıkların kas dokusunda birikim miktarları 0,22-3,20 µg/g değerleri arasında tespit edilmiştir. Bizim ağır metal analizlerini yaptığımız balıklarda Al birikim değerleri *S. glanis*'de 5,51-13,83 µg/g, *A. anguilla*'da 5,77-13,40 µg/g, *C. carpio*'da 4,74-13,41 µg/g, *C. gibelio*'da 6,21-10,52 µg/g olarak tespit edilmiştir. Tespit ettiğimiz bu değerler diğer çalışmalarla kıyaslandığında önemli ölçüde yüksek olarak bulunmuştur.

Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğünün Su Ürünleri Yönetmeliğinde Cd için kabul edilebilir değer 0,05 µg/g olarak belirtilmiştir. Balıkların kas dokusunda yapılan çalışmalarda Cd birikim miktarları 0,001-10,2 µg/g değerleri arasında tespit edilmiştir. Bizim ağır metal analizlerini yaptığımız balıklarda Cd *S. glanis*'de ve *A. anguilla*'da belirlenememiş olup, *C. carpio*'da 0,05-0,06 µg/g, *C. gibelio*'da 0,04-0,06 µg/g değerleri arasında tespit edilmiş olup bu değerler bakanlığın belirlemiş olduğu değerden yüksek olduğu saptanmıştır.

Cr için analizlerini yaptığımız balıklardan *S. glanis*'de 0,16-26,07 µg/g, *A. anguilla*'da 0,19-1,47 µg/g, *C. carpio*'da 0,18-0,28 µg/g, *C. gibelio*'da 0,23-0,76 µg/g değerleri arasında tespit edilmiştir. EPA (Environmental Protection Agency)'ya göre kabul edilebilir Cr değeri 4,1 µg/g olup *S. glanis*'de ilkbahar ve kış mevsiminde tespit ettiğimiz bulgular bu limit değerinin üzerinde bulunmuştur.

Balık türlerinin kas dokusundaki Cu birikim miktarları araştırmacılar tarafından 0,01-21,0 µg/g değerleri arasında tespit edilmiştir. Analizlerini yaptığımız balıklarda Cu birikim değerleri *S. glanis*'de 0,15-0,48 µg/g, *A. anguilla*'da 0,07-0,55 µg/g, *C. carpio*'da 0,13-0,34 µg/g, *C. gibelio*'da 0,25-0,68 µg/g olarak tespit edilmiştir. Cu için tespit ettiğimiz bu değerler diğer birçok çalışmadan düşük bulunmuştur.

Kas dokusundaki Ga konsantrasyonuna yönelik çalışmalara rastlanılmamıştır. Bu nedenle bizim çalışmamızda tespit ettiğimiz Ga miktarlarıyla ilgili sonuçları başka çalışmalardaki sonuçlarla karşılaştırma olanağımız bulunmamaktadır.

Balıkların kas dokusunda Fe için birikim miktarları en düşük Ersoy'un (2006) çalışmasında 0,212 µg/g olarak, en yüksek değer Kalay ve ark. (1999) tarafından yapılan çalışmada 197-310 µg/g olarak tespit edilmiştir. Bizim ağır metal analizlerini yaptığımız balıklarda Fe birikim değerleri *S. glanis*'de 1,46-97,00 µg/g, *A. anguilla*'da 4,03-19,87 µg/g, *C. carpio*'da 2,36-10,64 µg/g, *C. gibelio*'da 3,60-9,23 µg/g olarak tespit edilmiştir. Tespit ettiğimiz bu değerler diğer çalışmalarla kıyaslandığında önemli ölçüde benzerlik göstermektedir.

Se için balıkların kas dokusunda birikim miktarları 0,329-8,60 µg/g değerleri arasında tespit edilmiştir. Bizim ağır metal analizlerini yaptığımız balıklarda Se birikim değerleri *S. glanis*'de 0,91-1,70 µg/g, *A. anguilla*'da 1,67-2,65 µg/g, *C. carpio*'da 0,92-1,64 µg/g, *C. gibelio*'da 0,89-1,77 µg/g olarak tespit edilmiştir. Bizim tespit ettiğimiz değerler Kirby ve ark. (2001) yaptığı çalışmaya göre düşük seviyede bulunmuştur.

Yapılan çalışmalarda balıkların kas dokusunda en düşük Zn miktarı Eboh ve ark. (2006) 0,01 µg/g olarak, en yüksek Zn miktarı 92-273 µg/g değerleri arasında Miao ve ark. (2001) tespit etmiştir. Bizim ağır metal analizlerini yaptığımız balıklarda Zn birikim değerleri *S. glanis*'de 7,26-15,62 µg/g, *A. anguilla*'da 15,37-60,40 µg/g, *C. carpio*'da 9,52-21,79 µg/g, *C. gibelio*'da 13,29-30,87 µg/g olarak tespit edilmiştir. Tespit ettiğimiz bu değerler diğer çalışmalarla kıyaslandığında önemli ölçüde benzerlik göstermekle birlikte Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğünün belirlemiş olduğu kodeks değerlerine göre *A. anguilla*'da limit değerleri aştığı gözlenmiştir.

Balıklardaki metal birikimleri balık türleri, avlanma sezonu (Kargın 1996), ağırlık, uzunluk (Uysal ve Tuncer 1982), suyun fiziksel ve kimyasal durumu (Johnson 1988) gibi faktörlere ve bu faktörlerin etkileşimlerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Sıcaklık ve su, su canlılarının metal alımını etkileyen önemli bir faktördür (Voutsinou-Taliadouri 1982). Balık dokularındaki metal birikiminin türlere göre değişim göstermesinin sebebi türün yaşadığı yer, beslenme durumu ve davranış şekilleridir.

Değişik ortamlara uyum yapmış sucül canlılardaki ağır metal birikimlerinin farklılık gösterdiği yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur. Pelajik türlerin kas dokusundaki metal seviyelerinin demersal türlere göre daha düşük olduğu (Romeo ve ark. 1999), demersal türlerin pelajik türlerden daha iyi bir indikatör olduğu bildirilmiştir (Grimanis ve ark. 1978, UNEP 1996).

Bununla birlikte balıkların değişik dokuları fizyolojik özelliklerine göre farklı miktarda ağır metal biyobirimine sahiptir. Karaciğer dokusundaki birikimin kas dokusundakine oranla daha fazla olduğu bildirilmiştir (Farkas ve ark. 2000, Yazkan ve ark. 2002, Canlı

ve ark. 2003, Romeo ve ark. 1999, Kargın 1996). Ağır metallerin karaciğer gibi metabolik olarak aktif dokularda biriktiği, karaciğerin ağır metal alımı ve depolanmasında oldukça yüksek aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Haesloop ve Schrimmer 1985; Thomas ve ark. 1985). Bu durum balıklarda özellikle karaciğerde metallothionein üretimi nedeniyle metal birikimine elverişlidir (Roch ve McCarter, 1984, Heath 1987). Karaciğerdeki metal artışı metalin depolanmasına bağlıdır ve kontaminasyon durumunda bu organda yüksek seviyede metallothionein bulunur. Bu nedenle karaciğerdeki toplam ağır metal ve metallothionein arasındaki korelasyon oldukça önemlidir (Hamza Chaffai ve ark. 1996).

Sonuç olarak ekonomik değeri yüksek ve besin zincirinde yerini almış olan *S. glanis*, *A. anguilla* (Kemer Baraj Gölü) ve *Cyprinus carpio* (Örenler Baraj Gölü) ile *Carassius gibelio* (Seyitler Baraj Gölü) türlerinin kas dokusundaki ağır metal konsantrasyonları Environmental Protection Agency (EPA)'nın limit değerleriyle, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü Su Ürünleri Kanunu ve Su Ürünleri Yönetmeliği'nin belirlemiş olduğu değerlerle ve incelediğimiz önceki yapılan çalışmalarla kıyaslandığında Cd, Cr, Zn ağır metallerinin kabul edilebilir limit değerlerini aştığı, Al, Cu, Ga, Fe, Se'nin ise bu limit değerlerinin altında bulunmuştur. İncelenen baraj göllerinin bulunduğu bölgelerde nüfus artışına paralel endüstriyel faaliyetlerinde artması ve bölgede yapılan intensif tarıma dayalı gübre ve zirai ilaç kullanımı sonucu bu baraj göllerinde ağır metal kirliliği olduğu, bu nedenlerle inceleme yaptığımız baraj göllerindeki su ve sucul organizmaların düzenli bir şekilde kontrol edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abdel-baky, T.E., Zyadah, M.A., 1998. Effect of Accumulation of Copper, Cadmium and Zinc on some Biological Parameters of some Marine Fishes from the Northern Region of Lake Manzalah, Egypt. J. Egypt. Ger. Soc. Zool., 27 (B):1-19.
- Al-Jedah, J.H. and Robinson, R.K., 2001. Aspects of the Safety of Fish Caught off the Coast of Qatar. Food Control, 12: 549-552.
- Alp, A., Kara, C. ve Büyükçapar, H. M., 2004. Reproductive Biology in a Native European Catfish, *Silurus glanis* L., 1758, Population in Menzelet Reservoir. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 28: 613-622.
- Al-Saleh, I. and Shınwarı, N., 2002. Preliminary Report on the Levels of Elements in Four Fish Species from the Arabian Gulf of Saudi Arabia. Chemosphere, 48: 749-755.
- Altındağ, A. and Yiğit, S., 2005. Assessment of Heavy Metal Concentrations in the Food Web of Lake Beyşehir, Turkey. Chemosphere, 60: 552-556.
- Amundsen, P.A., Staldvik, F.J., Lukin, A.A., Kashulin N.A., Popova, O.A. and Reshetnikov, Y.S., 1997. Heavy Metal Contamination in Freshwater Fish from the Border Region Between Norway and Russia. The Science of Total Environment., 201: 211-224.
- Anonim, 2002. Su Ürünleri Kanunu ve Su Ürünleri Yönetmeliği. Tarım ve Köy İşeri Bakanlığı, Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, s 78, Ankara.
- Atta, M.B., El-Sebaie, L.A., Noaman, M.A. and Kassab, H.E., 1997. The Effect of Cooking on the Content of Heavy Metals in Fish (*Tilapia nilotica*). Food Chemistry, 58 (1-2): 1-4.
- Ayaş, Z. and Kolankaya, D., 1996. Accumulation of Some Heavy Metals in Various Environments and Organisms at Göksu Delta, Türkiye, 1991-1993. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 56: 65-72.

- Balık, İ., Özkök, R., Çubuk, H., Uysal, R., 2004. Investigation of some biological characteristics of the silver crucian carp *Carassius gibelio* (Bloch1782) population in Lake Eğirdir. Turkish Journal of Zoology, 28: 19-28.
- Barlas, N., 1999. A Pilot Study of Heavy Metal Concentration in Various Environments and Fishes in the Upper Sakarya River Basin, Turkey. Environ Toxicol., 14: 367-373.
- Baş, A.L. ve Demet, Ö., 1992. Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller. Ekoloji Dergisi, 5: 42-46.
- Begum, A., Amin, M.N., Kaneco, S. and Ohta, K., 2005. Selected Elemental Composition of the Muscle Tissue of Three Species of Fish, *Tilapia nilotica*, *Cirrhina Mrigala* and *Clarius Batrachus*, from the Fresh Water Dhanmondi Lake in Bangladesh. Food Chemistry, 93: 439–443.
- Bordajandi, L.R., Gómez, G., Fernández, M.A., Abad, E., Rivera, J. and Gonzalez, M.J., 2003. Study on PCBs, PCDD/Fs, Organochlorine Pesticides, Heavy Metals and Arsenic Content in Freshwater Fish Species from the River Turia (Spain). Chemosphere, 53: 163-171.
- Canlı, M. A. Y., Ö., Kalay, M., 1998. Levels of *Cyprinus carpio* and *Chondrostomata reguim* from the Seyhan River, Turkey. Turkish Journal of Zoology, 22: 149-157.
- Canlı, M. and Kargin, F., 1995. A comparative Study on Heavy Metal (Cd, Cr, Pb and Ni) Accumulation in the Tissue of the *Carp Cyprinus carpio* and the Nile Fish *Tilapia nilotica*. Turkish Journal of Zoology, 19: 165-171.
- Canlı, M., Atlı, G., 2003. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species. Environmental Pollution 121: 129–136.
- Chiu, S.T., Lam, F.S., Tze, W.L., Chau, C.W. and Ye, D.Y, 2000. Trace Metals in Mussels from Mariculture Zones, Hong Kong. Chemosphere, 41: 101-102.
- Ciminli, C. S., 2005. Gölbaşı Gölü'nde su ve bazı organizmalarda ağır metal birikimi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay.

- Çelik, U. and Oehlenschläger, J., 2004. Determination of Zinc and Copper in Fish Samples Collected from Northeast Atlantic by DPSAV. *Food Chemistry*, 87: 343-347.
- Çelik, U., 2003. Determination of Lead and Cadmium Burden in Some Northeast Atlantic and Eastern Mediterranean Fish by Means Voltammetric Method. Ege University, Doctorate Thesis. İzmir.
- Dalman, Ö., Demirak, A., Balcı, A., 2006. Determination of heavy metals (Cd, Pb) and trace elements (Cu, Zn) in sediments and fish of the Southeastern Aegean Sea (Turkey) by atomic absorption spectrometry. *Food Chemistry*, 95: 157-162.
- Dugo, G., Pera, L.L., Bruzzese, A., Pellicanò T.M. and Turco, V.L., 2006. Concentration of Cd (II), Cu (II), Pb (II), Se (IV) and Zn (II) in Cultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Tissues from Tyrrhenian Sea and Sicilian Sea by Derivative Stripping Potentiometry. *Food Control*, 17: 146-152.
- Dural, M., 2004. Çukurova Bölgesindeki Akyatan, Tuzla Ve Çamlık Lagünlerinde (Adana/Türkiye) Ağır Metal Araştırması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Eastwood, S. and Couture, P., 2002. Seasonal Variation in Condition and Liver Metal Concentrations of Yellow perch (*Perca flavescens*) from a Metal Contaminated Environment, Canada. *Environmental Pollution*, 58: 43-56.
- Eboh, L., Mepba, H.D. and Ekpo, M.B., 2006. Heavy Metal Contaminants and Processing Effects on the Composition, Storage Stability and Fatty Acid Profiles of Five Common Commercially Available Fish Species in Oron Local Government, Nigeria. *Food Chemistry*, 97: 490-497.
- Edwards, J.W., Edyvane, K.S., Boxall, V.A., Hamann, M. and Soole, K.L., 2001. Metal Levels in Seston and Marine Fish Flesh Near Industrial and Metropolitan Centres in South Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 42 (5): 389-396.

- Erdem, C. ve Kargın, F., 1988. Farklı Ortam Konsantrasyonlarında *Tilapia nilotica* (L)'nin Doku ve Organlarında Bakır Birikimi. IX. Ulusal Biyoloji Kongresi. Cilt 2. Sivas.
- Ersoy, B, 2006. Kuzeydoğu Akdeniz (Adana/Karataş) Bölgesinde Avlanma Mevsiminde Tüketilen Balıkların Besin Kompozisyonu ve Ağır Metal İçerikleri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- FAO/WHO, 1989. Evaluation of certain food additives and the contaminants cadmium, WHO Technical Report Series No. 505.
- Farkas, A., Salánki, J., Varanka, I. , 2000. Heavy Metal Concentrations in Fish of Lake Balaton, Hungary. Water Research, 5: 276-271.
- Fidan, A. F., Ciğerci, İ. H., Konuk, M., Küçük Kurt, İ., Aslan, R., ve Dündar, Y., 2008. Determination of some heavy metal levels and oxidativestatus in *Carassius carassius* L., 1758 from Eber Lake. Environ Monit Assess, 147: 35-41.
- Geldiay, R. ve Balık, S., 1999. Türkiye Tatlı Su Balıkları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 46, III. Baskı, İzmir.
- Gökoğlu, N., Yerlikaya, P. and Cengiz, E., 2004. Effects of Cooking Methods on the Proximate Composition and Mineral Contents of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Food Chemistry, 84: 19-22.
- Göksu, M. Z., Çevik F., Fındık Ö., Sarıhan E., 2003. Seyhan Baraj Gölü'ndeki Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Sudak (*Stizostedion lucioperca* L.,1758)'larda Fe, Zn, Cd düzeylerinin belirlenmesi. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, 20 (1-2): 69-74.
- Grimanis, A.P., Papadopoulour, C., Zahropoulos, D., Vassilaki-Grimani, M., Tsimanidis, N., 1978. Pollution Monitoring of Eleven Trace Elements in Three Marine Organisms from Saronikus Gulf, Greece. IV.es Journees Etud. Poll., Antalya, CIESM, 233-234.

- Güner, S., Dinçer, B., Alemdağ, N., Çolak, A. and Tüfekçi, M., 1998. Proximate Composition and Selected Mineral Content of Commercially Important Fish Species from the Black Sea. *J Sci Food Agric.*, 78: 337-342.
- Haesloop, U. and Schirmer, M., 1985. Accumulation of Orally Administered Cadmium by the Eel (*Anguilla anguilla*). *Chemosphere*, 14: 1627-1634.
- Hamza-Chaffai, A., Roméo, M. and El Abed, A., 1996. Heavy Metals in Different from the Middle Eastern Coast of Tunisia. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 56: 766-773.
- Harrison, S.E., Kleverkamp, J.F., 1990. Metal Contamination in Liver and Muscle of Northern Pike and White Sucker and Sediments From Lakes Near the Smelter at Flin Flon, Manitoba. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 9: 941-956, USA.
- Hazer, B., 1992. Genel Kimya. Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi. Genel Yayın No: 149, Fakülte Yayın No: 44. Trabzon.
- Heath, A.G., 1887. *Water Pollution and Fish Physiology*. CRC press, Florida, USA, 245.
- Henry, F., Amara, R., Courcot, L., Lacouture, D. and Bertho, M.L., 2004. Heavy Metals in Four Fish Species from the French Coast of the Eastern English Channel and Southern Bight of the North Sea. *Environment International*, 30: 675-683.
- Hoffman, L.C., Prinsloo, J.F., Casey, N.H. and Theron, J., 1994. Effects of Five Cooking Methods on The Proximate, Fatty Acid and Mineral Composition of Fillets of the African Sharptooth Catfish, *Clarias gariepinus*. *Die SA Tydskrif vir Voedselwetenskap en Voeding*, 6 (4): 146-152.
- Hornung, H. and Ramelow, G.J., 1987. Distribution of Cd, Cr, Cu and Zn in Eastern Mediterranean Fishes. *Marine Pollution Bulletin*, 18 (1): 45-49.
- Ip, C.C.M., Li, X.D., Zhang G., Wong, C.S.C. and Zhang, W.L., 2005. Heavy Metal and Pb Isotopic Compositions of Aquatic Organisms in the Pearl River Estuary, South China. *Environmental Pollution*, 138 (3): 494-504.

- Järup, L., 2003. Hazards of Heavy Metal Contamination. British Medical Bulletin, 68: 167-182.
- Johnson, I., 1988. The Effects of Combinations of Heavy Metals, Hypoxia and Salinity on Ion Regulation in *Crangon crangon* (L) and *Carcinus maenas* (L). Comp Biochem Physiol., 91C: 459-463.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2003. Metallerin Çevresel Etkileri I-II-III. İTÜ Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü.
- Kalay, M., Ay, Ö. and Canlı, M., 1999. Heavy Metal Concentrations in Fish Tissues from the Northeast Mediterranean Sea. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 63: 673-681.
- Kalay, M., Erdem, C., 1995. Bakırın *Tilapia nilotica* (L.)'nın Karaciger, Böbrek, Solungaç, Kas, Beyin ve Kan Dokularında Birikimi ve Bazı Kan Parametreleri Üzerine Etkileri Turkey. Turkish Journal of Zoology, 19:27-33.
- Karaçalı, M., 2007. Örenler Baraj Gölü'ndeki *Cyprinus carpio* (L., 1758 Cyprinidae)'nın toplam yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Karadede, H., Cengiz, E. ve Ünlü, E., 1997. IX. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, (17-19 Eylül 1997), Egirdir, Isparta, 399-407.
- Karadede, H., Ünlü, E., 2000. Concentration of Some Heavy Metal in Water, Sediment and Fish Species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Chemosphere, 41:1371-1376.
- Kargın, F. and Çoğun, H.Y., 1999. Metal Interactions During Accumulation and Elimination of Zinc and Cadmium in Tissues of the Freshwater Fish *Tilapia nilotica*. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 63: 511-519.
- Kargın, F., 1996. Elimination of Cadmium from Cd-Contaminated *Tilapia zilli* in Media Containing EDTA and Freshwater: Changes in Protein Levels. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 57: 211-216.

- Kargin, F., 1996. Seasonal Changes in Levels of Heavy Metals in Tissues of *Mullus Barbatulus* and *Sparus aurata* Collected from Iskenderun Gulf (Turkey), Water, Air, & Soil Pollution, 90 (3-4): 557-562.
- Kargin, F., 1998. Metal Concentrations in Tissues of the Freshwater Fish *Capoeta barroisi* from the Seyhan River (Turkey). Bull. Environ. Contam. Toxicol., 60: 822-828.
- Katalay, S., Parlak, H., Arslan, Ö. Ç., 2005. Ege Denizinde Yaşayan Kaya Balıklarının (*Gobius niger* L., 1758) Karaciğer Dokusunda Bazı Ağır Metallerin Birikimi. E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences, Cilt/Volume 22, Sayı/Issue (3-4): 385 – 388.
- Kirby, J., Marker, W., Krikowa, F., 2001. Selenium, Cadmium, Copper and Zinc Concentrations in Sediments and Mullet (*Mugil cephalus*) from the Southern Basin of Lake Macquarie, NSW, Australia. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 40:246-256.
- Kietzman, U., Priebe, K. and Reichstem, K., 1974. Ictiologia General in Inspection Veterinaria de Pescados (editorial acribia). Zaragoza, Spain, 21-29.
- Kwon, Y.T. and Lee, C.W., 2001. Ecological Risk Assessment of Sediment in Wastewater Discharging Area by Means of Metal Speciation. Microchemical Journal, 70: 255-264.
- Licata, P., Di Bella, G., Dugo, G. and Naccari, F., 2003. Organochlorine Pesticides, PCBs and Heavy Metals in Tissues of the Mullet *Liza aurata* in lake Ganzirri and Straits of Messina (Sicily, Italy). Chemosphere, 52: 231-238.
- Maes, G.E., Raeymaekers, J.A.M., Pampoulie, C., Seynaeve, A., Goemans, G., Belpaire, C. and Volckaert, F.A.M., 2005. The Catadromous European Eel *Anguilla anguilla* (L.) as a Model for Freshwater Evolutionary Ecotoxicology: Relationship Between Heavy Metal Bioaccumulation, Condition and Genetic Variability. Aquatic Toxicology, 73: 99–114.

- Marcovecchio, J.E., 2004. The Use of *Micropogonias furnieri* and *Mugil liza* as Bioindicators of Heavy Metals Pollution in La Plata River Estuary, Argentina. *Science Of The Total Environment*, 323: 219-226.
- Martínez-Valverde, I., Periago, M.J., Santaella, M. and Ros, G., 2000. The Content and Nutritional Significance of Minerals on Fish Flesh in The Presence and Absence of Bone. *Food Chemistry*, 71: 503-509.
- Miao, X.S., Woodward, L.A., Swenson, C. and Li, Q.X., 2001. Comparative Concentrations of Metals in Marine Species from French Frigate Shoals, North Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 42 (11): 1049-1054.
- Mormede, S. and Davies, I.M., 2001. Heavy Metal Concentrations in Commercial Deep-Sea Fish from the Rockall Trough. *Continental Shelf Research*, 21: 899-916.
- Navarro, M.P., 1991. Valor Nutritivo Del Pescado I. Pescado Fresco. *Rev. Agroquim. Technol. Aliment.*, 31 (3): 330-342.
- Orban, E., Navigato, T., Masci, M., Lena, G.D., Casini, I., Caproni, R., Gambelli, L., Angelis, P.D. and Rampacci, M., 2007. Nutritional Quality and Safety of European Perch (*Perca fluviatilis*) from Three Lakes of Central Italy. *Food Chemistry*, 100: 482-490.
- Papagiannis, I., Kagalou, I., Leonardos, J., Petridis, D. and Kalfakakou, V., 2004. Copper and Zinc in Four Freshwater Fish Species From Lake Pamvotis (Greece). *Environment International*, 30: 357-362.
- Paul, A.A. and Southgate, D.A.T., 1978. *The Composition of Foods*. Amsterdam, Elsevier Science Ltd.
- Pérez-Martín, R.I., 1986. Estudios De Los Procesos Termicos En La Fabrication De Conservas De Atun Blanco Y Su Incidencia En La Calidad. Ph Thesis. Spain, Faculty of Chemistry, University of Santiago.
- Rashed, M.N., 2001. Monitoring of Environmental Heavy Metal in Fish from Nasser Lake. *Environment International*, 27: 27-33.

- Roch, M. and McCarter, J.A., 1984. Hepatic Metallothionein Production and Resistance to Heavy Metals by Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*)-I. Exposed to an Artificial Mixture of Zinc, Copper and Cadmium. *Comp Biochem Physiol.*, 77: 71-75.
- Roméo, M., Siau, Y., Sidoumou, Z. and Barelli, M.G., 1999. Heavy Metal Distribution in Different Fish Species from the Mauritania Coast. *The Science of Total Environment* 232: 169-175.
- Specziar, A., Tolg, L., Biro, P., 1997. Feeding Strategy and Growth of Cyprinids in The Littoral Zone of Lake Balaton. *Journal of Fish Biology*, 51: 1109–1124.
- Sunlu, U. ve Egemen, Ö., 1997. İzmir Körfezi'nde Dağılım Gösteren Lipsoz (*Scorpaena porcus* L. 1758) Balığında Bazı Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. Akdeniz Balıkçılık Kongresi, 9-11 Nisan 1997. E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, İzmir, 487-494.
- Sunlu, U. ve Egemen, Ö., 1998. Homa Dalyanı ve İzmir Körfezinin (Ege Denizi) Farklı Bölgelerindeki Kirlenme Durumu ile Bazı Ekonomik Balık Türlerinde Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 15 (3-4): 241-261.
- Tahvonen, R., Aro, T., Nurmi, J. and Kallio, H., 2000. Mineral Content in Baltic Herring and Baltic Herring Products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 13: 893-903.
- Thomas, D.G., Brown, M.W., Shurben, D., Solbe, J.F., Creyer, A., Kay, J., 1985. A Comparison of the Sequestration of Cadmium and Zinc in the Tissues of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) Following Exposure to the Metals Singly or in Combination. *Comp Biochem Physiol.*, 82: 55-62.
- Topçuoğlu, S., Kırbaşoğlu, Ç. and Güngör, N., 2002. Heavy Metals in Organisms and Sediments from Turkish Coast of the Black Sea, 1997-1998. *Environment International*, 27: 521-526.

- Turhan, S., Üstün, N.S. and Altunkaynak, T.B., 2004. Effect of Cooking Methods on Total and Heme Iron Contents of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*). Food Chemistry, 88: 169-172.
- Türkmen, A., Türkmen, M., Tepe, Y. and Akyurt, I. 2005. Heavy Metals in Three Commercially Valuable Fish Species from Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. Food Chemistry, 91,167-172.
- Tüzen, M., 2003. Determination of Heavy Metals in Fish Samples of the Middle Black Sea (Turkey) by Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry. Food Chemistry, 80: 119-123.
- UNEP, 1996. The State of The Marine and Coastal Environment in The Mediterranean Region. Map Technical Reports Series, No 100, 142 p.
- US EPA, 1999. National Recommended Water Quality Criteria Correction Office, EPA 822-Z-99-001, 25 pp.
- Usero, J., Izquierdo, C., Morillo, Gracia, I., 2003. Heavy Metals in Fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from Salt Marshes on the Southern Atlantic Coast of Spain. Environment International 29: 949-956.
- Uysal, H., and Tuncer, S., 1982. Levels of Heavy Metals on Some Commercial Food Species in the Bay of İzmir, Turkey. VI.es Journées Etud. Pollutions, Cannes, C.I.E.S.M., 323-327.
- Uzunoglu, O., 1999. Gediz Nehrinden Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Konsantrasyonlarının Belirlenmesi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa.
- Voutsinou-Taliadour, F., 1982. Monitoring of Some Metals in Some Marine Organisms from the Saronikos Gulf. VI.es Journées Etud. Pollutions, Cannes, C.I.E.S.M., 329-333.
- Wang, X., Sato, T., Xing, B. and Tao, S., 2005. Health Risks of Heavy Metals to the General Public in Tianjin, China Via Consumption of Vegetables and Fish. Science of the Total Environment, 350: 28-37.

- Yazkan, M., Özdemir F., Gölükçü F., 2002. Antalya Körfezinde Avlanan Bazı Balık Türlerinde Cu, Zn, Pb ve Cd İçeriği. Turk J. Vet. Anim. Sci.6: 1309-1313.
- Yeğen, V., Balık, S., Bostan, H., Sarı, H.M., Yağcı, A., İlhan, A., (2009) Afyonkarahisar İli Baraj ve Göletleri Balık Faunası, XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 1-4 Temmuz, 119.
- Yılmaz, A.B., 2003. Levels of Heavy Metals (Fe, Cu, Ni, Cr, Pb and Zn) in Tissue of *Mugil cephalus* and *Trachurus mediterraneus* from Iskenderun Bay, Turkey. Environmental Research, 92: 277-281.

6.1 İnternet Kaynakları

Erişim Tarihi

- | | |
|--|------------|
| 1- http://www.dsi.gov.tr/bolge/dsi21/aydin.html | 30.04.2009 |
| 2- http://www.dsi.gov.tr/bolge/dsi18/afyon.html | 30.04.2009 |
| 3- http://suurunleri.afyontarim.gov.tr | 25.02.2009 |
| 4- http://www.kkgm.gov.tr/birim/su_urn/Deniz1/yilan_baligi.html | 25.02.2009 |
| 5- http://www.bahcesel.com/forumsel/hayvan-yetistiriciligi | 04.01.2010 |

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ahmet Turan İSANÇ

Doğum Yeri : Sivas

Doğum Tarihi : 14.01.1976

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Sivas Lisesi, 1991-1994

Lisans : Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyoloji Bölümü, 1994-1998

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl Aralığı

1998 – 1999 : Özel Ereğli Sabah Eğt. Öğr. Hiz. AŞ. Ereğli/KONYA Öğretmen

1999 – 2004 : Ses Özel Eğt. Öğr. Hiz. LTD.ŞTİ. Seydişehir/KONYA Öğretmen

2004 – 2007 : Zirve Özel Eğt. Öğr. Hiz. LTD.ŞTİ. AFYONKARAHİSAR Öğretmen