



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

**İSKENDERUN KÖRFEZİ'NDEN AVLANAN LAGOS (*Epinephelus aeneus*) DOKULARINDA
AĞIR METAL BİRİKİM DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

BAYRAM SAĞIROĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY

HAZİRAN-2009



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

**İSKENDERUN KÖRFEZİ'NDEN AVLANAN LAGOS (*Epinephelus aeneus*)
DOKULARINDA AĞIR METAL BİRİKİM DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

BAYRAM SAĞIROĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY
HAZİRAN-2009

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSKENDERUN KÖRFEZİ'NDEN AVLANAN LAGOS (*Epinephelus aeneus*)
DOKULARINDA AĞIR METAL BİRİKİM DÜZEYLERİNİN
BELİRLENMESİ

BAYRAM SAĞIROĞLU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

Doç. Dr. Ayşe Bahar YILMAZ danışmanlığında hazırlanan bu tez 29/06/2009 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Ayşe Bahar YILMAZ
Başkan

Yrd.Doç.Dr. Meltem DURAL
Üye

Yrd.Doç.Dr. Gül ÖZYILMAZ
Üye

Bu tez Enstitümüz Su Ürünleri Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof.Dr. Bünyamin YILDIZ
Enstitü Müdür V.

Bu çalışma M.K.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 08M1702

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı,

5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Materyal	11
3.1.1. Araştırma Bölgesi.....	11
3.1.2. Balık Materyali.....	11
3.1.3. Araştırmada Kullanılan Ekipmanlar, Kimyasallar ve Malzemeler.....	12
3.2. Yöntem.....	13
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	16
4.1. Bulgular.....	16
4.1.1. Lagos'un Kas, Deri, Solungaç ve Gonadlarındaki Metal düzeyleri.....	16
4.1.1.1. Kadmiyum (Cd).....	16
4.1.1.2. Kobalt (Co).....	17
4.1.1.3. Krom (Cr).....	17
4.1.1.4. Bakır (Cu).....	18
4.1.1.5. Demir (Fe).....	19
4.1.1.6. Mangan (Mn).....	19

4.1.1.7. Nikel (Ni).....	20
4.1.1.8. Kurşun (Pb).....	21
4.1.1.9. Çinko (Zn).....	21
4.2. Tartışma.....	22
4.2.1. Lagos'un Kas ve Gonadlarındaki Esansiyel (Cr, Mn, Cu, Fe ve Zn) ve Esansiyel Olmayan Metallerin (Cd, Co, Ni ve Pb) Birikimi.....	22
4.2.2. Lagos'un Deri ve Solungaç Dokularındaki Esansiyel (Cr, Mn, Cu, Fe ve Zn) ve Esansiyel Olmayan Metallerin (Cd, Co, Ni ve Pb) Birikimi.....	26
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	31
KAYNAKLAR.....	34
TEŞEKKÜR.....	38
ÖZGEÇMİŞ.....	39

ÖZET

**İSKENDERUN KÖRFEZİ'NDEN AVLANAN LAGOS (*Epinephelus aeneus*)
DOKULARINDA AĞIR METAL BİRİKİM DÜZEYLERİNİN
BELİRLENMESİ**

İskenderun Körfezi'nden bir yıl süreyle mevsimsel olarak avlanan lagos (*Epinephelus aeneus*)'un kas, deri, solungaç ve gonadlarında Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn birikimi belirlenmiştir. Lagos örneklerinin metal birikim düzeyleri ICP-AES cihazıyla değerlendirilmiş, sonuçlar mevsimsel farklılıklar ve dokular arasındaki birikim farklılığı olarak karşılaştırılmıştır.

Metal birikim miktarı metal türüne ve mevsimlere göre değişmekte olup, dokular arası farklılık belirgindir. Çalışılan bütün örneklerde metal birikimleri en az kas dokusunda tespit edilirken, balık dokuları arasında birikimlerin en fazla deri de olduğu, Cr ve Zn metal birikimlerinin gonadda, Mn birikim değerlerinin ise solungaçta en yüksek seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.

İskenderun Körfezi'nden avlanan lagos'un kas dokusundaki çalışılan ağır metal değerleri tüketilebilir sınırlar içindedir. Diğer organlardaki metal birikim değerlerinin fazla olmasından dolayı körfez endüstriyel kirlilik konusunda gözetim altında tutulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, Lagos (*Epinephelus aeneus*), Konsantrasyon, İskenderun Körfezi.

ABSTRACT**COMPARISON OF HEAVY METAL LEVELS OF WHITE GROUPEL (*EPINEPHELUS Aeneus*) CAUGHT IN ISKENDERUN BAY (TURKEY)**

Seasonal changes in heavy metal concentrations Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn of White grouper (*Epinephelus aeneus*) was measured Iskenderun Bay for a year period. Heavy metal concentrations were measured in muscles, skins, gills and gonads by using ICP-AES. The correlations between the heavy metal concentrations of tissues and season were compared.

The heavy metals content depended on type of metals and seasons also difference in tissues were significant. The minimum heavy metal concentrations were found in muscle of all samples. Additionally, between the accumulation in fish tissues the highest was in the skin, but the highest Cr and Zn concentrations found in the gonads and the highest Mn was in the gills.

The heavy metal concentrations in white grouper's muscle which caught in Iskenderun Bay, were below the acceptable limit for human consumption. Precaution should be taken because of higher content of in heavy metals in other organs which could be effected from industrial pollutions.

Key words: Heavy Metal, White Grouper (*Epinephelus aeneus*), Consantrasion, Iskenderun bay.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**Simgeler**

mg	miligram
kg	kilogram
g	gram
µg	mikrogram
cm ³	santimetreküp
ml	mililitre
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
Mn	Mangan
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
Zn	Çinko
Al	Alüminyum
Ag	Gümüş
k.a	kuru ağırlık

Kısaltmalar

ICP-AES	Inductively Coupled Plasma Atomik Emission Spectrofotometry
ppm	parts per million (milyonda bir)
Ort±S.S	Ortalama değer ve Standart Sapma
nd	tespit edilemedi
TSE	Türkiye Standartlar Enstitüsü
ASS	Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1.2.	Lagos'un Bilimsel Sınıflandırılması..... 12
Çizelge 3.2.1.	Ağır metallerin ICP-AES cihazında okunan dalga boyları..... 14
Çizelge 4.1.	Lagos'un mevsimlere göre toplam boy ve toplam ağırlık değerleri..... 16
Çizelge 4.1.1.2.	Lagos'un dokularındaki Co birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)..... 17
Çizelge 4.1.1.3.	Lagos'un dokularındaki Cr birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)..... 18
Çizelge 4.1.1.4.	Lagos'un dokularındaki Cu birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)..... 18
Çizelge 4.1.1.5.	Lagos'un dokularındaki Fe birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)..... 19
Çizelge 4.1.1.6.	Lagos'un dokularındaki Mn birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)..... 20
Çizelge 4.1.1.7.	Lagos'un dokularındaki Ni birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)..... 20
Çizelge 4.1.1.8.	Lagos'un dokularındaki Pb birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)..... 21
Çizelge 4.1.1.9.	Lagos'un dokularındaki Zn birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)..... 22
Çizelge 4.2.2.1.	Su ürünlerinde balıklar için kabul edilebilir ağır metal değerleri..... 29
Çizelge 4.2.2.2.	Önceki Çalışmalardaki balık türlerinin ağır metal birikim düzeyleri ile çalışma sonuçlarının karşılaştırılması (µg/g)..... 30

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.1.	İskenderun Körfezi.....	11
Şekil 3.1.2.	Lagos (<i>Epinephelus aeneus</i> Saint-Hilaire, 1817).....	12
Şekil 4.2.1.1.	Lagos'un kas dokusundaki esansiyel ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık).....	23
Şekil 4.2.1.2.	Lagos'un kas dokusundaki esansiyel olmayan ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık).....	23
Şekil 4.2.1.3.	Lagos'un gonad dokusundaki esansiyel ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık).....	24
Şekil 4.2.1.4.	Lagos'un gonad dokusundaki esansiyel olmayan ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık).....	25
Şekil 4.2.2.1.	Lagos'un deri dokusundaki esansiyel ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık).....	26
Şekil 4.2.2.2.	Lagos'un deri dokusundaki esansiyel olmayan ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık).....	27
Şekil 4.2.2.3.	Lagos'un solungaç dokusundaki esansiyel ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık).....	27
Şekil 4.2.2.4.	Lagos'un deri dokusundaki esansiyel olmayan ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık).....	28

1. GİRİŞ

İnsanlık için beslenme; özellikle kaliteli beslenme son yılların en önemli problemlerindendir. Nüfusun hızla artışı, tarım alanlarının verimsizleşmesi, dünya üzerindeki susuzluk problemleri, küresel ısınma gibi çok sayıda faktör kaliteli beslenme konusunda dar boğazlar oluşturmaktadır. Bunlara ek olarak; düzensiz yerleşim ve kentleşme, sanayi alanlarındaki yatırımların artması, bu tür faaliyetlerin çevremize verdiği olumsuzluklara karşı gerekli tedbirlerin zamanında alınamaması, çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Günümüzde hızla artan nüfusun beslenmesi ve toplumların geleceklerinin gıda bakımından güvence altına alınması için yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Üretimi arttırmak için tüm bilimsel ve teknolojik gelişim çalışmaları hızla devam etmektedir. Bu çalışmalarda gerek doğada gerekse yetiştiricilik yoluyla üretilen besinlerin çevre sorunlarından etkilenmemiş olmaları ana hedefdir.

Yerleşim merkezleri ve endüstri alanlarından gelen deşarj suları çoğunlukla yeterince arıtılmadan dere, çay, ırmak veya göllere verilmekte, sonuçta denizlere ulaşabilmektedirler. Tarımsal aktivitelerde kullanılan ilaç ve gübrelere meydana getirdiği kirlilikler de gerek hava ve toprak yoluyla dolaylı olarak, gerekse de direkt olarak su ortamlarına ulaşabilmekte ve toksik düzeylere çıkabilmektedir (Grobler ve ark., 1989; Anonim, 2001). Bu kirlilikler organik veya inorganik bileşik yapılarında olabilirler. Kirleticilerin çevresel etkilerinin ve bozunma sürelerinin yapılarıyla ilişkili olduğu ileri sürülmektedir (Parlak, 1985). Çevrede uzun süre bozunmadan kalabilen kirletici gruplarından biri de “ağır metaller” olarak adlandırılan kirleticilerdir. Yoğunlukları 5 g/cm^3 'ten büyük olan metallerin oluşturduğu bu grup; esansiyel elementler (Cu, Zn, Fe, Cr ve Mn) olarak adlandırılan bir kısmının çok küçük derişimlerde biyolojik işlevleri olmasına karşın, belli limitlerin üzerinde vücuda alındığında farklı sağlık sorunlarına yol açabileceği öne sürülmektedir. Kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), kobalt (Co) ve nikel (Ni) gibi bazı ağır metallerin ise herhangi bir biyolojik işlevi olduğu saptanamamıştır ve çok küçük dozlarda bile organizmalar için toksik etki gösterdiği ileri sürülmektedir (Baş ve Demet, 1992; Ashraf, 2005; Türkmen ve ark., 2005).

Sucul ortama taşınan metallerin bir kısmı sudaki parçacıklara bağlanarak veya serbest halde bulunurken, bir kısmı da çökerek sedimentte birikirler. Ağır metal kirliliğinin

çok fazla dikkate alınmadığı endüstriyel gelişmenin başlangıç yıllarında sedimentte birikmiş ve bağlı kalmış metaller günümüzde önemli derecede kaygı verici bir konudur (Lyod, 1992; Karadede ve Ünlü, 2000). Bundan dolayı toksik etki gösteren ağır metallerin gıdalardaki miktarı belli limitlerde sınırlandırılmıştır (Yazkan ve ark., 2002).

Ağır metaller; sucul canlılarda hücre zarının yapısını ve fizyolojik özelliklerini etkileyerek hücre, doku ve organlara zarar verirler, üremeyi olumsuz yönde etkiler, ölüm oranını artırırlar. Sucul ekosistemlerde fonksiyonel ve yapısal değişimlere neden olurlar (Gabryelak ve ark., 2000; Çetinbaş, 2003). Balıklarda sublethal ağır metal dozları; yüzme hareketlerinde koordinasyon bozukluğu, çeşitli fiziki etkilerle besin almaya karşı duyarsızlık, operkulum hareketlerinde artış gibi çeşitli davranış değişikliklerine neden olur (Hilmy ve ark., 1987). Kurşun ve cıva gibi ağır metaller doğal sularda çok düşük konsantrasyonlarda bile sucul hayvanlar için toksiktir ve çoğu 1 ppm sınırında öldürücüdür (Süren, 2004).

Balığın su ortamından veya besinleriyle vücuduna giren ağır metaller; deri, solungaçlar ve boşaltım yoluyla atılabileceği gibi metabolik faaliyetlerin yoğun olduğu (karaciğer, gonad, bağırsak gibi) dokularda da depolanabilirler. Vücuda alınan metaller taşıyıcı proteinlere bağlı bir şekilde kan yolu ile doku ve organlara taşınabilir, dokulardaki metal bağlayıcı proteinlere bağlanarak da yüksek derişimlere ulaşabilirler (Cicik, 2003).

Sucul canlıların besin yolu ile aldığı ağır metaller canlı türlerine göre farklılıklar gösterebilir. Örneğin; pelajik canlılarla bentik canlıların beslenmeleri farklı olduğundan ağır metal biriktirme oranları da farklıdır (Canlı ve Atli, 2003). Sucul ortamda ağır metaller genelde sedimentte birikirler. Bentik canlılar gerek beslenme amaçlı gerekse yaşam ortamları dolayısıyla sediment ile devamlı temas halinde olduklarından ağır metallerden doğrudan etkilenirler. Balıkların doku ve organlarında biriken metal düzeyi; ortam derişimine ve metal ile etkide kalma süresine bağlı olarak artabileceği gibi (Kalay ve Canlı, 2000), metalin hangi dokuda öncelikle birikeceği metalin çeşidine (Doublen, 1989; Nicholson ve Szefer, 2003) organizmanın biyolojik özelliklerine (Doublen, 1989; Liang ve ark., 2004) ve ortamın fiziksel-kimyasal özelliklerine (Erdem, 1990; Licata ve ark., 2004) bağlı olarak da değişim gösterebilir (Kalay ve Karataş, 1999; Chattopadhyay, ve ark., 2002; Altındağ ve Yiğit, 2005).

İskenderun Körfezi; çevresinde yoğun sanayi kuruluşları olan, coğrafi konumu ve akıntılar nedeniyle daha uzak bölgelerdeki atık sularla da kirlenmeye açık bir bölge özelliği göstermektedir (Anonim, 2004). Bu çalışmada endüstriyel kirliliklere açık olan İskenderun Körfezi'nden avlanan ve sevilerek tüketilen Lagos'un (*Epinephelus aeneus*) ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde; kas, deri, solungaç ve gonadında Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn birikimleri araştırılmış, insan sağlığı yönünden t ketebilirliği incelenirken, balığın farklı dokularındaki metal birikimleri karşılaştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Storelli ve ark., (2002), yapmış oldukları bir çalışmada Akdeniz'de yakalamış oldukları, denizkedisi (*Chimera monstrosa*), elektrikli vatoz (*Torpedo nobiliana*) ve kartal vatoz (*Myliobatis aquila*) balıklarından oluşan üç kıkırdaklı türün kas dokularındaki toplam cıva ve metil cıva birikimlerini takip etmişlerdir. Araştırma sonucunda kuru ağırlık esasına göre en yüksek toplam cıva değerleri sırasıyla denizkedisinde (3,14 mg/kg), elektrikli vatozda (2,42 mg/kg) ve kartal vatozda (0,83 mg/kg) belirlemişler, cıvanın metil formundaki oranını ise kartal vatoz ve denizkedisi için sırasıyla %72 ve % 83 olarak saptamışlardır.

Canlı ve Atlı (2003), Akdeniz'de yakalamış oldukları altı tür balığın, Çipura (*Sparus aurata*), çamuka (*Atherina hepsetus*), has kefal (*Mugil cephalus*), kırlangıç (*Trigla cuculus*), sardalya (*Sardina pilchardus*) ve zurna (*Scomberesox saurus*)'nın kas, karaciğer ve solungaç dokularındaki ağır metal birikim düzeylerini incelemişlerdir. Çipura'nın kas dokusundaki Cd, Cr, Cu, Fe, Pb ve Zn birikim düzeyleri sırasıyla, 0,37, 1,24, 2,84, 19,60, 5,54 ve 26,66 µg/g; çamuka'nın kas dokusundaki birikim düzeyleri sırasıyla, 0,37, 2,21, 4,00, 78,40, 6,12 ve 24,34 µg/g; has kefalın kas dokusundaki birikim düzeyleri sırasıyla, 6,66, 1,56, 4,41, 38,71, 5,32 ve 37,39 µg/g; kırlangıcın kas dokusundaki birikim düzeyleri sırasıyla, 0,79, 2,42, 2,19, 30,68, 4,27 ve 28,89 µg/g; sardalya'nın kas dokusundaki birikim düzeyleri sırasıyla, 0,55, 2,22, 4,17, 36,60, 5,57 ve 34,58 µg/g; zurna'nın kas dokusundaki birikim düzeyleri sırasıyla, 0,45, 1,70, 2,34, 29,82, 2,98 ve 16,48 µg/g olarak tespit etmişlerdir. Çipura'nın karaciğer dokusundaki Cd, Cr, Cu, Fe, Pb ve Zn birikim düzeyleri sırasıyla, 0,96, 1,66, 33,37, 256,50, 8,87 ve 76,47 µg/g; çamuka'nın karaciğer dokusundaki birikim düzeyleri sırasıyla, 1,17, 3,69, 54,17, 393,22, 41,24 ve 70,18 µg/g; has kefalın karaciğer dokusundaki birikim düzeyleri sırasıyla, 1,64, 4,58, 202,80, 370,43, 12,59 ve 110,03 µg/g; kırlangıcın karaciğer dokusundaki birikim düzeyleri sırasıyla, 4,50, 8,77, 29,09, 532,37, 23,0 ve 108,64 µg/g; sardalya'nın karaciğer dokusundaki birikim düzeyleri sırasıyla, 2,99, 17,16, 29,26, 225,47, 39,43 ve 72,22 µg/g; zurna'nın karaciğer dokusundaki birikim düzeyleri sırasıyla, 1,72, 5,01, 18,18, 407,88, 17,54 ve 68,99 µg/g olarak belirlemişlerdir. Solungaçlarda ise Cd, Cr, Cu, Fe, Pb ve Zn birikim düzeyleri çipurada sırasıyla, 1,79, 3,31, 5,02, 152,91, 13,31 ve 63,10 µg/g; çamukada sırasıyla, 1,85, 14,74,

14,64, 793,73, 12,37 ve 85,51 µg/g; has kefalde sırasıyla, 2,08, 4,85, 13,48, 275,67, 8,95 ve 71,21 µg/g; kırlangıçta sırasıyla, 2,25, 10,28, 10,92, 499,5, 12,81 ve 89,36 µg/g; sardalyada sırasıyla, 1,56, 7,58, 8,99, 227,42, 8,99 ve 101,85 µg/g; zurnada sırasıyla, 2,55, 14,62, 11,01, 885,49, 16,23 ve 80,82 µg/g kuru ağırlık olarak tespit etmişlerdir.

Yılmaz (2003), İskenderun Körfezi'nde kirlilik yükleri farklı olan 3 istasyondan avlanmış olan has kefal (*Mugil cephalus*) ve karagöz istavrit (*Trachurus mediterraneus*)'in kas, deri ve gonadlarında Fe, Zn, Pb, Ni, Cr ve Cu konsantrasyonlarını tespit ederek, dokulardaki ağır metal konsantrasyon düzeylerinin istasyonlar ve türler arasındaki farklılıklarını belirlemeye çalışmıştır. Arıtılmamış evsel ve endüstriyel atıkların deşarjının çok olduğu iki istasyonda ağır metal konsantrasyon düzeylerinin daha yüksek olduğunu, ağır metallerin deri ve gonadlarda, kaslardan daha fazla biriktiğini tespit etmiştir. Has kefaldeki metal birikimlerinin (kas, deri ve gonadda sırasıyla Fe için 70,28-149,77 ve 382,51 µg/g; Cu 1,45-5,36 ve 35,37 µg/g; Ni 1,22- 2,72 ve 7,35 µg/g; Cr 1,46-3,22 ve 10,06 µg/g; Pb 7,45-37,39 ve 62,33 µg/g; Zn 38,23-100,56 ve 281,51 µg/g) Karagöz istavritteki metal birikimlerinden (kas, deri ve gonadda Fe 41,84- 49,86 ve 74,20 µg/g; Cu 1,29-3,33 ve 11,37 µg/g; Ni 0,94-2,02 ve 0,99 µg/g; Cr 1,28-10,90 ve 10,60 µg/g; Pb 1,03-4,78 ve 8,41 µg/g; Zn 19,55-60,79 ve 38,44 µg/g) daha fazla olduğunu ve bazı metallerin insan tüketimi açısından kabul edilebilir düzeylerin üzerinde olduğunu bildirmiştir.

Kalay ve ark., (2004)'de, Mersin Körfezi'nden yakalamış oldukları çipura (*Sparus aurata* L. 1758) ve barbunya (*Mullus barbatus* L. 1758)'nın kas ve karaciğer dokularında kadmiyum düzeylerini belirlemişlerdir. Doku örneklerindeki kadmiyumun analizinde atomik absorpsiyon spektrofotometresini kullanmışlardır. Her iki türde de kas dokusuna göre karaciğer dokusunun daha fazla kadmiyum içerdiğini belirlemişlerdir. Barbunya'nın kas dokusunda daha fazla kadmiyum ölçmüşler, kas dokusu kadmiyum düzeyi bakımından türler arasındaki fark istatistikî ayırım gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yapmış oldukları çalışma sonucunda kas ve karaciğer dokularında ölçülen ortalama ve minimum-maksimum kadmiyum düzeylerini (µg/g k.a.) sırasıyla çipura için $3,35 \pm 0,18$ (1,688-5,718) ve $5,22 \pm 0,35$ (2,457-10,324); barbunya için ise $4,78 \pm 0,17$ (3,106-7,952) ve $5,27 \pm 0,29$ (2,531-10,746) olarak belirlemişlerdir.

Türkmen ve Türkmen (2004), İskenderun Körfezi'nden Ağustos 2001 ve Temmuz 2002 tarihleri arasında beş istasyondan almış oldukları askıdaki katı maddede kadmiyum, demir, bakır, kurşun, çinko, kobalt, alüminyum, mangan ve nikelin dağılımlarını aylık olarak incelemiştir. Ağır metal konsantrasyon ortalamalarını (mg/kg kuru ağırlık), Arsuz istasyonu için; Cd, Fe, Cu, Pb, Zn, Co, Cr, Al, Mn ve Ni sırasıyla 18,2, 2286, 420, 222, 626, 103, 1074, 549 ve 1153; İskenderun Liman Bölgesi istasyonu için; 20,1, 31620, 317, 346, 828, 91,9, 531, 23660, 584 ve 554; İsdemir istasyonu için; 24,7, 42082, 368, 433, 1411, 88,4 318, 14980, 1643 ve 309; Dört Yol-Botaş istasyonu için; 26,4, 27427, 233, 344, 692, 109, 721, 20995, 774 ve 663; Petrol Dolum Tesisleri istasyonu için; 27,1, 21087, 388, 320, 1144, 112, 254, 25994, 523 ve 291 olarak tespit etmişlerdir.

Ashraf (2005), Suudi Arabistan'ın doğusundaki Arabian Körfezi'nden yakalamış olduğu *Epinephelus microdon*'un böbrek ve kalp dokularının ağır metal (Pb, Co, Cu, Ni, Zn, Mn ve Cd) seviyelerini belirlemiştir. Böbrek dokusundaki metal birikimlerini sırasıyla; Zn>Cu>Pb>Ni>Co>Mn>Cd olarak tespit etmiştir. En yüksek değeri Zn'da $47,73 \pm 13,26$ ppm ve en düşük değeri Cd'da $0,41 \pm 0,16$ ppm belirlemiştir. Kalp dokusundaki metal birikimlerinin ise; Zn>Cu>Pb>Co>Ni>Mn>Cd olduğunu ortalama değerlerin Pb ($3,19 \pm 2,03$ ppm), Ni ($1,69 \pm 0,52$ ppm), Co ($1,75 \pm 0,44$ ppm), Cu ($3,96 \pm 0,98$ ppm) ve Cd ($0,34 \pm 0,23$ ppm) konsantrasyonlarının kalp dokusunda daha yüksek, çinko ve mangan konsantrasyonlarının ise böbrek dokusunda daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Sonuçta tüketilebilirlik sınırları ile karşılaştırdığında Arabian körfezinin kirli olmadığını tespit etmiştir.

Çoğun ve ark., (2005), İskenderun Körfezi'nin yumurtalık sahilinden yakaladıkları dil balığı (*Solea solea*) ve çipura (*Sparus auratus*) üzerinde ağır metallerin (Pb, Cd, Cu, Zn ve Fe) mevsimsel değişimleri ile dokulardaki dağılımlarını incelemiştir. Çalışmadaki dil balığının kas dokusundaki Pb, Cd, Cu, Zn ve Fe yoğunlukları sırasıyla, 14,0-26,6, 2,1-3,5, 4,7-8,3, 22,7-33,8 ve 9,2-15,9 $\mu\text{g/g}$; solungacında sırasıyla, 29,5-44,9, 4,8-9,5, 6,8-17,8, 78,8-107,7 ve 90,2-130,9 $\mu\text{g/g}$; karaciğerinde sırasıyla, 38,2-62,8, 7,8-13,7, 193,1-260,3, 114,8-160,1 ve 236,2-300,7 $\mu\text{g/g}$ olduğunu belirlemiştir. Çipura'nın kas dokusundaki ağır metal düzeyleri sırasıyla, 13,6-22,1, 2,1-3,2, 3,4-5,8, 21,1-28,7 ve 7,9-14,5 $\mu\text{g/g}$; solungacında sırasıyla, 18,5-34,1, 3,8-6,2, 6,1-9,1, 72,4-90,2 ve 75,2-105,1 $\mu\text{g/g}$;

karaciğerinde sırasıyla, 29,9-45,5, 3,8-6,2, 20,8-32,5, 110,7-145,3 ve 326,3-363,0 µg/g olarak tespit etmişlerdir.

Katalay ve ark., (2005), yapmış oldukları bir çalışmada, petrol rafinerisinin bulunduğu Aliğa Körfezi'nin çeşitli yerlerinden avlamış oldukları kaya balıklarının (*Gobius niger*) karaciğer dokularında ağır metal (Cd, Ni, Se, Zn, Cu ve Cr) birikim düzeylerini incelemişler, Aliğa bölgesinde yakalamış oldukları örneklerin karaciğer dokularında ağır metal birikimine düşük düzeyde rastlamışlardır. Örneklerin boy ve mevsimsel dağılımını incelemişler ve metal birikiminin dağılımlarda farklılıklar gösterdiğini belirtmişlerdir.

Türkmen ve ark., (2005), Ağustos 2003' de İskenderun Körfezi' nden yakalanan ticari öneme sahip *Saurida undosquamis*, *Sparus aurata*, *Mullus barbatus* türlerinde kadmiyum, demir, kurşun, çinko, bakır, mangan, nikel, krom, kobalt ve alimünyum konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. İncelemiş oldukları balık türlerindeki ağır metal konsantrasyonlarını, Cd 0,01-4,16; Fe 0,82-27,35; Pb 0,09-6,95; Zn 0,60-11,57; Cu 0,04-5,43; Mn 0,05-4,64; Ni 0,11-12,88; Cr 0,07-6,46; Co 0,03-5,61; Al 0,02-5,41 mg/kg kuru ağırlık aralıklarında bulmuşlardır. Ağır metal düzeylerinin TSE'nin belirlemiş olduğu seviyelerin altında olduğunu ve insan tüketimi için herhangi bir sorun teşkil etmediğini belirtmişlerdir.

Yılmaz (2005), Türkiye'nin Doğu akdeniz kıyısında yer alan İskenderun Körfezi'ndeki üç istasyondan avlanan has kefal (*Mugil cephalus*) ve çipura'nın (*Sparus aurata*) üreme organlarını, deri ve kas dokularının ağır metal (Fe, Cu, Ni, Cr, Pb ve Zn) düzeylerini incelemiştir. Ağır metal düzeylerinin, istasyonlara, balık türlerine ve doku tiplerine göre değişim gösterdiğini saptamıştır. Has kefalin kasında en yüksek (Cu, Zn, Fe, Pb, Ni ve Cr) düzeyleri sırasıyla 1,39, 47,25, 66,38, 10,02, 1,34 ve 1,71 µg/g yaş ağırlık, gonadın da ise sırasıyla 44,50, 269,06, 32,56, 90,97, 9,17 ve 8,68 µg/g yaş ağırlık olarak tespit etmiştir. Körfez içindeki diğer iki istasyonla karşılaştırıldığında, İskenderun'un evsel ve endüstriyel atıkların en az etkisinde kalan körfez ağzındaki istasyonun, körfezin en az kirlenmiş bölgesi olduğunu tespit etmiştir.

Bat ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada Karadeniz'in Sinop ili iç liman bölgesinden yakalamış oldukları kefal (*Mugil cephalus*), kalkan (*Psetta maxima*) ve palamut (*Atlantic*

bonito) türlerinin kas ve karaciğer dokularının ağır metal (Cu, Co, Pb, Zn, Cd, Mn, Ni, ve Fe) birikim düzeylerini incelemişlerdir. Genel olarak ağır metal düzeylerini Türkiye ve uluslararası standartların vermiş olduğu değerlerin altında bulduklarını bildirmişlerdir. Cu, Co, Pb, Zn, Cd, Mn, Ni, ve Fe sırasıyla Kefal'in kas dokusunda; 3,044, 0,238, 0,315, 24,04, 0,042, 25,16, 3,345 ve 6.34 karaciğerde; 14,735, 0,725, 0,043, 22,61, 0,086, 2,25, 1,816 ve 52,81 µg/g yaş ağırlık, Kalkan'ın kas dokusunda; 5,050, 0,3840.525, 32,93, 0,053, 24,22, 4,504 ve 39,84 karaciğerde; 2,858, 0,240, 0,208, 25,28, 0,054, 25,33, 5,219 ve 77,08 µg/g yaş ağırlık, Palamut'un kas dokusunda; 0,659, -, 0,537, 12,66, 0,031, 1,72, 0,307 ve 12,18 karaciğerde; 11,941, 0,200, 1,455, 16,30, 0,203, 5,16, 1,064 ve 30,54 µg/g yaş ağırlık olarak tespit etmişlerdir.

Dural ve ark., (2006) da, Akdeniz sahilinde İskenderun körfez'inin çamlık lagününde yakalamış oldukları levrek (*Dicentrarchus labrax*), kefal (*Mugil cephalus*) ve çipura (*Sparus aurata*)'nın kas, solungaç, karaciğer ve gonadlarında ağır metal (Fe, Zn ve Cd) birikim düzeylerini incelemişlerdir. Üç balık türünde de ağır metal birikimini genelde karaciğer ve solungaçta daha yüksek tespit etmişlerdir. Kefal'in dokularındaki ağır metal seviyelerini diğer balık türlerinden daha yüksek bulmuşlardır. Yapmış oldukları araştırmalar sonucunda kas dokusundaki Zn metali birikimini verilen tüketim seviyesi üzerinde bulmuşlar, diğer metalleri ise tüketim seviyesi altında tespit etmişlerdir.

Sarıhan ve ark., (2006), İskenderun Demir Çelik Fabrikası atık maddesi olan cürufun, yapısını, çözünürlüğünü ve denizel ortama olası etkilerini, Mart-Temmuz 2003 tarihleri arasında araştırmışlardır. Bu kapsamda, cürufun deniz suyu, saf su, yağmur suyu ve deniz suyu karışımında çözünürlüğünü araştırmışlardır. Deniz suyunda, sedimentde, sestonda ve denizel organizmalardaki ağır metal derişimlerini incelemişlerdir. Cürufun çözünürlüğünde Standart Yöntemler, ağır metal analizlerinde AAS ve GFAAS yöntemlerini kullanmışlardır. Cürufun doğal koşullarda suda çözünmediğini tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, İskenderun Demir Çelik fabrikasındaki cüruf depolama alanında cürufun yağmur suyu ile çözünmesinin çok zayıf bir olasılık olduğunu ve deniz suyu, sediment, seston ve denizel organizmaların ağır metal derişim sonuçlarının, İskenderun Körfezi için bir kirlilik unsuru olmadığını tespit etmişlerdir.

Keskin ve ark., (2007), Marmara denizinden yakaladıkları yirmi canlı türünün Hg, Pb, Cu ve Cd içeriklerini incelemiştir. Araştırma sonucunda mezgit için bulunan değerler sırasıyla, 0,0352, 0,207, 9,487 ve 0,054 mg/kg; altınbaş kefal için sırasıyla, 0,0074, 0,124, 0,890 ve 0,036 mg/kg; izmarit için sırasıyla, 0,032, 0,082, 0,392 ve 0,39 mg/kg; barbun için sırasıyla, 0,434, 0,035, 0,300 ve 0,012 mg/kg; midye için sırasıyla, 1,750, 0,882, 1,232 ve 1,122 mg/kg; berlam için sırasıyla, 0,518, 0,045, 0,243 ve 0,46 mg/kg; hamsi için sırasıyla, 0,550, 0,099, 3,492 ve 0,027 mg/kg; karagöz için sırasıyla, 0,378, 0,052, 0,298 ve 0,017 mg/kg; mırmır için sırasıyla, 0,290, 0,269, 0,234 ve 0,025 mg/kg; dil balığı için sırasıyla, 0,329, 0,133, 0,370 ve 0,022 mg/kg; lüfer (15 cm) için sırasıyla, 0,028, 0,108, 0,628 ve 0,043 mg/kg; lüfer (25 cm) için sırasıyla, 0,421, 0,270, 1,104 ve 0,012 mg/kg sardalya için sırasıyla, 0,242, 0,142, 0,558 ve 0,008 mg/kg; uskumru için sırasıyla, 0,013, 0,074, 0,567 ve 0,021 mg/kg; sarıkuyruk istavrit için sırasıyla, 0,053, 0,074, 0,381 ve 0,010 mg/kg; kolyoz için sırasıyla, 0,035, 0,063, 0,396 ve 0,011 mg/kg; zargana için sırasıyla, 0,022, 0,062, 0,298 ve 0,029 mg/kg; palamut için sırasıyla, 0,374, 0,228, 0,854 ve 0,032 mg/kg; gümüş için sırasıyla, 0,034, 0,019, 0,319 ve 0,017 mg/kg; karides için sırasıyla, 0,464, 0,167, 0,880 ve 0,016 mg/kg yaş ağırlık aralıklarında tespit etmişlerdir.

Uluözlu ve ark., (2007), yapmış oldukları bir çalışmada. Ege ve Karadenizden yakalamış oldukları 9 tür balığın ağır metal (Cu, Cd, Pb, Zn, Mn, Fe, Cr ve Ni) içeriğini atomik absorpsiyon spektroskopisi (AAS) ve mikrodalga özümsemesi (MD) ile belirlemiştir. Balık örneklerinin ağır metal birikim düzeylerini, Cu için; 0,73-1,83 µg/g, Cd için; 0,45-0,90 µg/g Pb için; 0,33-0,93 µg/g Zn için; 35,4-106 µg/g Mn için; 1,28-7,40 µg/g Fe için; 68,6-163 µg/g Cr için; 0,95-1,98 µg/g ve Ni için; 1,92-5,68 µg/g olarak bulmuşlardır. Balık örneklerindeki kadmiyum ve kurşun seviyelerinin insan tüketimi için tavsiye edilen sınır değerlerden yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Musaiger ve D'Souza, (2008) Bahreyn de yapmış oldukları çalışmada 8 balık (*Seriolina nigrofasciata*, *Siganus canaliculatus*, *Rhabdosargus haffara*, *Scomberomorus commerson*, *Liza alata*, *Epinephelus areolatus*, *Plectorhinchus sordidus* ve *Lethrinus nebulosus*) türünün kas dokularının mineral (Na, K, P, Mg ve Ca) ve ağır metal (Zn, Pb, Cu, Hg, Cd ve Fe) birikim düzeylerini incelemiştir. Yapmış oldukları çalışmada mineral

ve ağır metal birikimleri; Na için 82-300 mg/100 g, K için 210-400 mg/100 g, P için 200-280 mg/100 g, Mg için 23-47 mg/100 g ve Zn için 0,0-2,2 mg/100 g olarak belirleyip, demir, kalsiyum ve bakır çok düşük seviyelerde olduklarını tespit etmişlerdir. Kas dokusunda en yüksek ağır metal birikimin Pb ve Hg olduğunu belirlemişlerdir. Tüketim seviyeleriyle karşılaştırdıklarında bulmuş oldukları sonuçların insan sağlığı açısından tehlike sınırlarının altında olduğunu tespit etmişlerdir.

Turan ve ark., (2009), yapmış oldukları çalışmada. Akdeniz ve Karadeniz de yakalamış oldukları hamsi (*Engraulis encrasicolus*), barbunya (*Mullus barbatus*) ve mezgıt (*Merlangius merlangus*)'in kas dokularında ağır metal (Al, Mn, Zn, Li, Cd, Ni, Fe, Cr ve Pb) birikim düzeylerini incelemişlerdir. Yapmış oldukları çalışmalar sonucunda Karadeniz de yakalamış oldukları balık örneklerinde en yüksek ağır metal seviyeleri; hamsi de Al için 95,313 µg/g yaş ağırlık, Mn için 1,390 µg/g yaş ağırlık ve Zn için 25,416 µg/g yaş ağırlık, mezgıt de Ni için 1,363 µg/g yaş ağırlık, Barbunya da Pb için 0,727 µg/g yaş ağırlık olarak tespit etmişlerdir. Akdeniz de yakalamış oldukları balık örneklerinde en yüksek ağır metal seviyeleri; hamsi de Li için 3,200 µg/g yaş ağırlık, mezgıt de Cd için 1,685 µg/g yaş ağırlık, barbunyada ise Cr için 1,893 µg/g yaş ağırlık ve Fe için 21,901 µg/g yaş ağırlık olarak bulmuşlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. Araştırma Bölgesi

Bu çalışma Türkiye'nin doğu Akdeniz sahillerindeki İskenderun Körfezi'nde ($36^{\circ} 20' N$ - $35^{\circ} 30' E$; $36^{\circ} 50' N$ - $35^{\circ} 00' E$) yapılmıştır (Şekil 3.1.1). Bu bölge çok sayıda kirliliklere açık bir bölge olduğu gibi, balıkçılık yönünden de Türkiye'nin önemli körfezlerinden biridir.

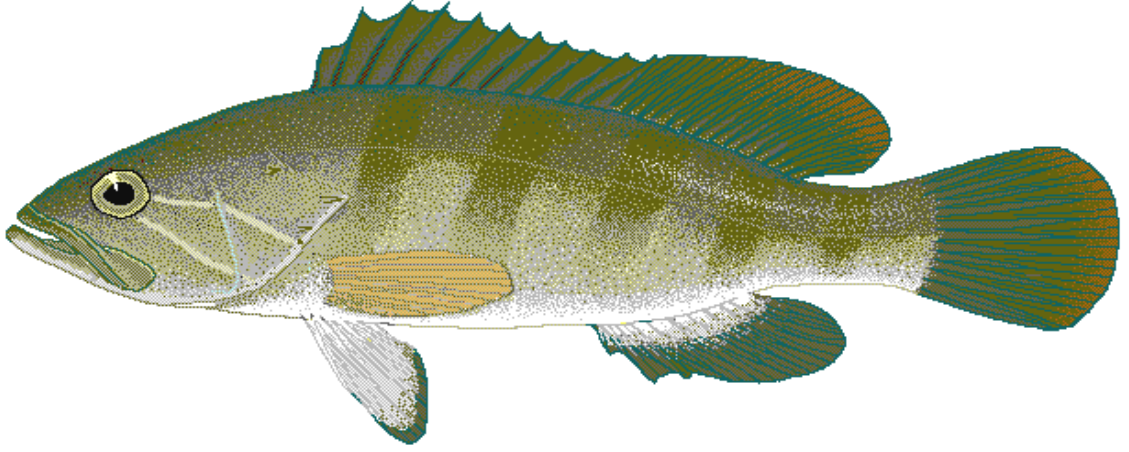


Şekil 3.1.1. İskenderun Körfezi Avlanma Bölgesi (İskenderun-Arsuz arasındadır)

3.1.2. Balık Materyali

Araştırmada kullanılan balık materyali İskenderun Körfezi'nden sepet avcılığı yöntemi ile avlanan Lagos (*Epinephelus aeneus*) aynı zamanda da Lahos ve Grida olarak da adlandırılmaktadır. Atlas Okyanusu'nun doğusunda, Akdeniz'de ve Ege Denizi'nde yaşayan; Serranidae (Hani balıkları) familyasına ait Lagos'un en büyükleri 120 cm uzunluğa ve 25 kilo ağırlığa ulaşabilir. Fazla derinlere gitmeden 20-200 m. derinlikteki

kayalık, taşlık veya çakıllı alanlarda yaşar. Oldukça yırtıcı, etçil bir balık olup, irili ufaklı her türlü kabuklu, omurgasız ve küçük balıklarla beslenir. Mayıs-Haziran arasında ürer, Akdeniz'in eti en lezzetli ve şöhretli balıklarındandır, ancak ekonomik değeri bölgeseldir.



Şekil 3.1.2. Lagos (*Epinephelus aeneus* Saint-Hilaire, 1817).

Çizelge 3.1.2. Lagos'un Bilimsel Sınıflandırılması

Alem:	Animalia (Hayvanlar)
Şube:	Chordata (Kordalılar)
Sınıf:	Actinopterygii (Işınsal yüzgeçliler)
Takım:	Perciformes
Familiya:	Serranidae
Cins:	Epinephelus
Tür:	<i>Epinephelus aeneus</i>

3.1.3. Araştırmada kullanılan ekipmanlar, kimyasallar ve malzemeler

Araştırmamızda süresince tartım işlemleri XB 320M Precisa model (0.001-0.01 gr) hassas terazi ile yapılmıştır.

Balık örneği dokularındaki ağır metal birikim miktarının belirlenmesi için ICP-AES Varian Liberty Series II model spektrofotometre kullanılmıştır.

Araştırma örneklerimizin çözme işlemleri sonunda, süzme yapılırken 589/3 Ø125 mm çaplı (Schleicher Schull marka mavi bant) filtre kağıdından yararlanılmıştır.

Araştırmada balık örneklerinden almış olduğumuz dokuların kurutulması işlemlerinde TS 6073, FN 500 marka etüv kullanılmıştır. Çözüm işlemleri süresince çeker ocak (Vortice marka) kullanılmıştır. Çözümün ve berraklaşmanın daha iyi ve hızlı olması için örnekler çeker ocakta düz ısıtıcı (Gerhardt marka) üzerinde ısıtılmıştır.

Çalışmada örneklerin asitlerle çözdürülmesi işleminde güvenlik amacıyla X-PLORE 6300 model gas maskesi kullanılmıştır.

Araştırmadaki balık dokularını ekstraksiyon işlemiyle çözülmesi ve berraklaştırılması için analitik saflıkta nitrik asit (HNO_3), hidroklorik asit (HCl) ve sülfirik asit (H_2SO_4) kullanılmıştır.

Araştırmadaki balık örnekleri dokularının kesilmesinde HEINZ HERENZ marka disekte seti (makas, pens, makas pens) kullanılmıştır.

Örneklerin kurutulmaları, çözdürülmeleri, süzülerek saklanmaları için petri kapları erlen mayerler, falkon tüpleri ve süzme işlemlerinde cam huniler kullanılmıştır.

3.2. YÖNTEM

Çalışmada İskenderun Körfezi'nden sepet avcılığı yöntemi ile avlanan ve bölge halkı tarafından tüketilen Serranidae familyasından (Lagos: *Epinephelus aeneus*) örnekler çalışılmıştır. Örnekleme dört mevsim; Yaz (Temmuz 2008), Sonbahar (Ekim 2008), Kış (Ocak 2009) ve İlkbahar (Nisan 2009)'da yapılmıştır (Anonim, 2000; Turan, 2007). Toplanan örnekler M.K.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Laboratuvarında boy ve ağırlık yönünden gruplandırılmıştır.

Balık örnekleri temiz ekipmanlar kullanılarak disekte edilmiştir. Her balık örneğinin kas, deri, solungaç ve gonad dokularından bir miktar alınmış, ağır metal analizi yapılana kadar -25°C 'de saklanmıştır. Balıklardan alınan doku örnekleri tartılarak, etüvde 105°C de 24 saat bekletilmiş. Düz ısıtıcı üzerindeki örneklere birkaç damla derişik H_2SO_4 ilave edilerek, HNO_3 ve HCl (3:1) oranında toplam 24 ml eklenerek buharlaştırma işlemi

yapılmıştır. İşlemler, numuneler beyaz renk alana kadar devam etmiş, örnekler 589/3 Ø100 mm Mavi band filtre kâğıdından süzölmüş, 50 ml'lik balon jodelere aktarılmış üzerine % 2,5 HNO₃ ilavesiyle 50 ml'ye tamamlanmıştır. Analize hazır hale getirilen örnekler çizelge 3.2.1'de gösterildiği dalga boylarında olup, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission

Metaller	Dalga Boyları (nm)	Cihazın (ICP-AES) belirleme aralığı (ppm)
Cd	228,802	0,02-3
Co	228.616	0,05-15
Cr	267,716	0,06-15
Cu	324,754	0,03-10
Fe	259,940	0,06-15
Mn	257.610	0,02-5
Ni	352.454	0,1-20
Pb	220.353	0,1-30
Zn	213,856	0,01-2

Spectrometry (ICP-AES Varian Liberty Series – 2) cihazından argon gazının geçiş süresi litre de 15 dakika olarak belirlenmiş, (Yılmaz, 2003, Anonymous, 2005), Merck Marka Multi IV element standart'ı (0,01 ppm, 0,02 ppm 0,05 ppm, 0,1 ppm, 0,2 ppm, 0,5 ppm 1 ppm ve 2 ppm) kullanılarak okutulmuştur.

Çizelge 3.2.1. Ağır metallerin ICP-AES cihazında okunan dalga boyları

Kalibrasyonda kullanılan standartlar seyreltme formülü kullanılarak ($M_1.V_1 = M_2.V_2$) hazırlanmıştır; 50 ml 20 ppm'lik standart hazırlanırken; standardın hazırlanacağı balon jodeye bir miktar deiyonize su konulmuş, üzerine 5 ml (hazırlanacak standart hacminin %1'i kadar) nitrik asit ilave edilmiş, hesaplanmış olan 1 ml Multi IV standart çözeltisi ilave edilmiş ve üzeri deiyonize su ile 50 ml tamamlanmıştır. 10, 5, 2 ve 1 ppm'lik standartların hazırlanmasında stok olarak 20 ppm'lik standart kullanılmıştır.

10 ppm'lik 25 ml standart hazırlanırken; Standardın hazırlanacağı balon jodeye bir miktar deiyonize su konulmuş, üzerine 0.25 (hazırlanacak standart hacminin %1'i kadar) nitrik asit ilave edilmiş, hesaplanmış olan 12,5 ml 20 ppm'lik standart çözeltisi ilave edilmiş ve üzeri deiyonize su ile 25 ml tamamlanmıştır. 10, 5, 2 ve 1 ppm'lik standartların hazırlanmasında stok olarak 20 ppm'lik standart kullanılmıştır.

Seyreltme yöntemleri kullanılarak 5, 2 ve 1 ppm'lik standartlarda da stok olarak 10 ppm'lik standart çözelti kullanılmıştır. Düşük ppm'lik standartlar için stok olarak kullanıldığından 1 ppm'lik standart 50 ml hazırlanmıştır.

0,01, 0,02, 0,05, 0,1, 0,2 ve 0,5 ppm'lik standartlarda uygun hesaplamalar yapıldıktan sonra yukarıda anlatıldığı gibi hazırlanmıştır. Standartların özellikle düşük konsantrasyonlu olanları çabuk bozulabileceği için az miktarlarda hazırlanmıştır. Kullanılan saf su ile hazırlanmış ve içerisinde örneklerin içerdiği miktarda asit bulundurularak hazırlanmış kör örnekte ICP-AES'de okutulmuştur. Elde edilen değerlerden kör örnekteki değerler çıkartılmış ve aşağıdaki dönüşüm formülüne göre hesaplamalar yapılmıştır.

Dönüşüm formülü:

$\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık = [(ICP-AES de okunan değer - Kör değeri) x 50 ml] / Numune yaş ağırlık

Dokulardaki ağır metal seviyeleri $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Lagos'un ağır metal birikimlerinin mevsimlere ve dokulara göre farklılıkları tek yönlü varyans analiziyle (One Way ANOVA) incelenmiş olup, farklılıkların istatistiksel olarak önemliliğini belirlemek için transformasyon-One Way ANOVA Post-Hoc testi (Duncan) uygulanmıştır (Özdamar, 2001). Bütün istatistiksel analizler SPSS 16.0 paket programla yapılmıştır.

Araştırmanın ham veri toplama aşamasında elde edilen ham veriler yapılmak istenen analiz için yeterli olmadığı durumlarda dönüştürme (transformasyon) işlemi yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Türkiye'nin Doğu Akdeniz sahillerindeki İskenderun Körfezi'nden avlanan (Şekil 3.1) toplam 23 adet lagos'un toplam boy ve toplam ağırlıkları belirlenmiş ve değerler çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Lagos'un mevsimlere göre toplam boy ve toplam ağırlık değerleri

Mevsimler	Örnek sayısı	Toplam Boy (cm)			Toplam Ağırlık (g)		
		Minimum	Maksimum	Ort±S.S*	Minimum	Maksimum	Ort±S.S
İlkbahar	5	32	34	32,6±0,8	360	465	402,0±38,5
Yaz	6	29	36,5	33,3±3,2	325	540	434,2±86,2
Sonbahar	6	36,5	43	39,1±2,2	505	735	644,2±77,6
Kış	6	30	42	35,1±4,7	290	710	442,0±186,3

Ort±S.S*: Ortalama değerler ve Standart sapma

4.1. Bulgular

Araştırmada İskenderun Körfezi'nden avlanan Lagos'un Kas, Deri, Solungaç ve Gonad'ındaki Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn birikim düzeyleri µg/g yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. Birikim düzeylerinin mevsim ve dokulara göre ortalama değerleri ve standart sapmaları sırasıyla Çizelge 4.1.1.2.-4.1.1.9. arasında verilmiştir.

Derişim düzeyleri araştırılan bazı metallerin değerleri; analizlerin yapılmasında kullanılan ICP-AES cihazının ölçüm aralığının altında olduğundan bazı mevsimler ve dokularda bu metaller tespit edilememiştir.

4.1.1. Lagos'un Kas, Deri, Solungaç ve Gonadlarındaki Metal Düzeyleri

4.1.1.1. Kadmiyum (Cd)

Lagos örneklerinden alınan kas, deri, solungaç ve gonad dokularının analizleri yapılmıştır, ancak bu metalin değerleri cihazın ölçüm aralığı altında olduğundan herhangi bir veri elde edilememiştir.

4.1.1.2. Kobalt (Co)

Lagos'ta Kobalt metalinin birikimi mevsim ve dokulara göre incelendiğinde (Çizelge 4.1.1.2) ilkbahar örnekleri dışındaki mevsimlerde birikim düzeyleri tespit edilemezken, yaz mevsiminde alınan örneklerin gonadlarında ve kış mevsimindeki örneklerin kaslarında birikim belirlenmiştir. Birikimin İlkbahar mevsiminde en az kas dokuda ($0,09 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık), en fazla deri de ($0,59 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık) olduğu gözlenmiştir.

Çalışılan dört mevsimin ortalaması alındığında; dokular arasında birikimin en az kasta $0,10 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık, en fazla ise deride $0,59 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık olduğu ölçülmüştür. Kobalt metalinin birikim düzeyleri dokular arası karşılaştırıldığında, sıralama Kas<Solungaç<Gonad<Deri şeklinde olup, dokular arası birikimin değişimleri yıl boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

Çizelge 4.1.1.2. Lagos'un dokularındaki Co birikiminin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık)

Dokular	Mevsimler				Ort±S.S
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	
Kas (Ort±S.S)	$0,09\pm0,11^*$	nd**	nd	$0,10\pm0,07$	$0,10\pm0,09$
Deri (Ort±S.S)	$0,59\pm0,17$	nd	nd	nd	$0,59\pm0,17$
Solungaç (Ort±S.S)	$0,21\pm0,25$	nd	nd	nd	$0,21\pm0,25$
Gonad (Ort±S.S)	$0,19\pm0,11$	$0,29\pm0,01$	nd	nd	$0,24\pm0,06$

*: Aynı satır içinde farklı üstsel harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$)

** nd: Tespit edilemedi.

4.1.1.3. Krom (Cr)

Çizelge 4.1.1.3'ten görüldüğü gibi, Krom metalinin birikim düzeyleri mevsim ve dokulara göre farklılıklar göstermiştir. Sonbahar, İlkbahar ve Yaz mevsimlerinde toplanan örneklerin gonadlarında, İlkbahar ve Yaz mevsimlerinde avlanan örneklerin solungaçlarında ve Kış mevsiminde toplanan balıkların kas dokularında Cr tespit edilemezken çalışılan örneklerin hepsinde deride krom birikimi olduğu gözlenmiştir. Krom metali birikim değerleri mevsim ve dokulara göre incelendiğinde, Sonbahar mevsiminde toplanan Lagos örneklerinin Cr düzeyi kas dokusunda en düşük ($1,36 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık), derisinde ise en yüksek ($27,26 \mu\text{g/g}$ yaş ağırlık) bulunmuştur.

Çalışılan mevsimlerin ortalaması alındığında; dokular arasında birikim 2,00 µg/g yaş ağırlık ile en az kas dokuda, 16,82 µg/g yaş ağırlık ile en fazla gonadda bulunmuştur. Krom birikim düzeyleri dokular arasında en küçük değerden büyüğe doğru sıralanacak olursa, Kas<Solungaç<Deri<Gonad şeklindedir. Dokulardaki değişimlerin değerleri mevsimsel olarak incelendiğinde istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (P<0,05).

Çizelge 4.1.1.3. Lagos'un dokularındaki Cr birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)

Dokular	Mevsimler				Ort±S.S
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	
Kas (Ort±S.S)	2,39±1,88*	2,04±0,69	1,36±1,65	nd	2,00±1,39
Deri (Ort±S.S)	23,27±31,70 ^a	4,78±6,71 ^b	27,26±17,89 ^a	8,10±8,70 ^b	15,85±16,25
Solungaç (Ort±S.S)	nd**	nd	19,40±20,76 ^a	6,73±6,88 ^b	13,07±15,47
Gonad (Ort±S.S)	nd	nd	nd	16,82±10,02	16,82±10,02

*: Aynı satır içinde farklı üstsel harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05)

** nd: Tespit edilemedi.

4.1.1.4. Bakır (Cu)

Lagos örneklerinin bakır derişim düzeylerinin mevsim ve dokulara göre değişimi Çizelge 4.1.1.4'te verilmiştir. Bakır metali birikimi İlkbahar, Sonbahar ve Kış mevsimlerinde avlanan örneklerin çalışılan bütün dokularında ölçülürken, Yaz mevsiminde avlanan örneklerin deri ve gonadlarında tespit edilememiştir. Yaz mevsiminde avlanan örneklerin kas dokusunda 0,10 µg/g yaş ağırlık ile en az, Sonbahar örneklerinde ise deride 25,60 µg/g yaş ağırlık olarak en fazla belirlenmiştir.

Çizelge 4.1.1.4. Lagos'un dokularındaki Cu birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)

Dokular	Mevsimler				Ort±S.S
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	
Kas (Ort±S.S)	1,15±1,01*	0,10±0,70	4,58±4,74	1,83±0,39	2,24±2,61
Deri (Ort±S.S)	5,4±4,84 ^a	nd**	25,60±28,61 ^b	5,03±0,97 ^a	11,02±16,92
Solungaç (Ort±S.S)	4,98±0,61	4,64±4,35	4,63±1,76	4,41±1,59	4,67±2,08
Gonad (Ort±S.S)	3,36±3,62	nd	3,72±1,30	3,84±1,66	3,64±2,19

*: Aynı satır içinde farklı üstsel harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05)

** nd: Tespit edilemedi.

Araştırma süresince tüm mevsimlerdeki dokuların ortalaması alındığında; dokular arasında birikim en az kasta 2,24 µg/g yaş ağırlık en fazla ise deride 11,02 µg/g yaş ağırlık olarak ölçülmüştür. Dokular arası sıralama Kas<Gonad<Solungaç<Deri şeklinde olup dokulardaki değişimler yıl boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. (P<0,05).

4.1.1.5. Demir (Fe)

Lagos'ta demir metalinin birikimi mevsim ve dokulara göre incelenerek Çizelge 4.1.1.5'te verilmiştir. Demir metali birikimi İlkbahar, Yaz, Sonbahar ve Kış mevsimlerinde avlanan örneklerin çalışılan bütün dokularında tespit edilmiştir. Birikimin İlkbahar mevsiminde en az kas dokuda (14,26 µg/g yaş ağırlık), en fazla deride (131,09 µg/g yaş ağırlık) olduğu gözlenmiştir. Çalışılan dört mevsimin ortalaması alındığında; dokular arasında birikimin en az kasta 21,34 µg/g yaş ağırlık, en fazla ise deride 92,59 µg/g yaş ağırlık olduğu ölçülmüştür. Demir metalinin birikim düzeyleri dokular arası karşılaştırıldığında, sıralama Kas<Gonad<Solungaç<Deri şeklinde olup, dokular arası birikimin değişimleri yıl boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

Çizelge 4.1.1.5. Lagos'un dokularındaki Fe birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)

Dokular	Mevsimler				Ort±S.S
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	
Kas (Ort±S.S)	14,26±4,89 ^{a*}	17,65±9,27 ^{ab}	32,61±23,23 ^b	19,65±5,82 ^{ab}	21,34±14,31
Deri (Ort±S.S)	131,09±38,52 ^c	80,21±38,48 ^{ab}	102,89±15,95 ^{bc}	62,59±16,28 ^a	92,59±37,12
Solungaç (Ort±S.S)	51,98±21,16	53,74±35,31	64,55±20,41	50,66±23,01	55,38±24,74
Gonad (Ort±S.S)	59,18±35,38	67,82±36,65	48,15±18,05	49,06±14,39	55,19±25,67

*: Aynı satır içinde farklı üstsel harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05)

4.1.1.6. Mangan (Mn)

Çizelge 4.1.1.6'da da görüldüğü gibi, mangan metalinin birikim düzeyleri mevsim ve dokulara göre farklılıklar göstermiştir. İlkbahar mevsimin de toplanan örneklerin deri ve solungaçlarında ve Kış mevsiminde toplanan balıkların kas ve gonad dokularında Mn birikimi tespit edilememiştir. Mangan metali birikim değerleri mevsim ve dokulara göre incelendiğinde, İlkbahar mevsiminde toplanan Lagos örneklerinin kas dokusunda en düşük

(0,08 µg/g yaş ağırlık), en yüksek ise Sonbahar mevsiminde toplanan lagos örneklerinin solungaçlarında (6,86 µg/g yaş ağırlık) bulunmuştur.

Çizelge 4.1.1.6. Lagos'un dokularındaki Mn birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)

Dokular	Mevsimler				Ort±S.S
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	
Kas (Ort±S.S)	0,08±0,07*	0,22±0,11	0,23±0,15	nd	0,19±0,12
Deri (Ort±S.S)	nd**	0,90±0,86 ^{ab}	1,93±1,16 ^b	0,21±0,27 ^a	0,93±1,00
Solungaç (Ort±S.S)	nd	1,62±1,50 ^a	6,86±2,18 ^b	5,93±3,18 ^b	4,35±3,23
Gonad (Ort±S.S)	0,53±0,18	0,29±0,18	0,77±,21	nd	0,57±,27

*: Aynı satır içinde farklı üstsel harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05)

** nd: Tespit edilemedi

Çalışılan mevsimlerin ortalaması alındığında; dokular arasında birikim 0,19 µg/g yaş ağırlık ile en az kas dokuda, 4,35 µg/g yaş ağırlık ile en fazla solungaçta bulunmuştur. Mangan birikim düzeyleri dokular arasında en küçük değerden büyüğe doğru sıralanacak olursa, Kas<Gonad<Deri<Solungaç şeklindedir. Dokulardaki değişimlerin değerleri mevsimsel olarak incelendiğinde istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (P<0,05).

4.1.1.7. Nikel (Ni)

Lagos örneklerinin nikel derişim düzeylerinin mevsim ve dokulara göre değişimi Çizelge 4.1.1.7'de verilmiştir. Nikel metali birikimi İlkbahar, Sonbahar ve Kış mevsimlerinde avlanan örneklerin çalışılan bütün dokularında ölçülürken, Yaz örneklerinin derilerinde tespit edilememiştir. Yaz mevsiminde avlanan örneklerin solungaç dokusunda 1,25 µg/g yaş ağırlık ile en az, Sonbahar örneklerinde ise deride 25,30 µg/g yaş ağırlık olarak en fazla belirlenmiştir.

Çizelge 4.1.1.7. Lagos'un dokularındaki Ni birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)

Dokular	Mevsimler				Ort±S.S
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	
Kas (Ort±S.S)	1,43±0,65*	2,05±2,74	1,86±1,87	1,61±0,90	1,75±1,61
Deri (Ort±S.S)	7,62±4,78 ^{ab}	nd**	25,30±23,15 ^b	3,19±2,43 ^a	9,82±13,96
Solungaç (Ort±S.S)	3,71±2,89	1,25±0,05	7,90±11,91	2,62±0,79	3,96±5,62

Gonad (Ort±S.S)	3,48±0,67 ^a	24,35±39,65 ^b	4,64±2,99 ^a	2,55±0,85 ^a	7,79±18,00
-----------------	------------------------	--------------------------	------------------------	------------------------	------------

*: Aynı satır içinde farklı üstsel harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05)

** nd: Tespit edilemedi

Çalışılan sürede tüm mevsimlerdeki dokuların ortalaması alındığında; dokular arasında birikim en az kasta 1,75 µg/g yaş ağırlık en fazla ise deride 9,82 µg/g yaş ağırlık olarak ölçülmüştür. Dokular arası sıralama Kas<Solungaç<Gonad<Deri şeklinde olup dokulardaki değişimler yıl boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

4.1.1.8. Kurşun (Pb)

Çizelge 4.1.1.8'den de görüldüğü gibi, Kurşun metalinin birikim düzeyleri mevsim ve dokulara göre farklılıklar göstermiştir. Sonbahar, İlkbahar ve Yaz mevsimlerinde toplanan örneklerin çalışılan bütün dokularında Pb birikimi ölçülürken, Kış mevsiminde avlanan balıkların ise kas dokularında Pb tespit edilememiştir. Kurşun metali birikim değerleri mevsim ve dokulara göre incelendiğinde, İlkbahar mevsiminde toplanan Lagos örneklerinin kas dokusunda en düşük (0,47 µg/g yaş ağırlık), Kış mevsimindeki örneklerin gonadlarında ise en yüksek (13,55 µg/g yaş ağırlık) bulunmuştur.

Çizelge 4.1.1.8. Lagos'un dokularındaki Pb birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)

Dokular	Mevsimler				Ort±S.S
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	
Kas (Ort±S.S)	0,47±0,38*	0,48±0,33	0,55±0,41	nd**	0,49±0,32
Deri (Ort±S.S)	12,39±10,38 ^a	13,03±11,65 ^a	5,73±4,32 ^{ab}	4,81±2,60 ^b	9,27±8,47
Solungaç (Ort±S.S)	3,86±2,00	1,02±0,34	0,75±0,78	4,04±3,33	2,63±2,47
Gonad (Ort±S.S)	5,96±0,17 ^{ab}	0,47±0,47 ^a	5,28±5,82 ^{ab}	13,55±11,78 ^b	7,12±8,16

*: Aynı satır içinde farklı üstsel harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05)

** nd: Tespit edilemedi

Çalışılan mevsimlerin ortalaması alındığında; dokular arasında birikim 0,49 µg/g yaş ağırlık ile en az kas dokuda, 9,27 µg/g yaş ağırlık ile en fazla deride bulunmuştur. Kurşun birikim düzeyleri dokular arasında en küçük değerden büyüğe doğru sıralanacak olursa, Kas<Solungaç<Gonad<Deri şeklindedir. Dokulardaki değişimlerin değerleri mevsimsel olarak incelendiğinde istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (P>0,05).

4.1.1.9. Çinko (Zn)

Lagos da Çinko metalinin birikimi mevsim ve dokulara göre değişimleri Çizelge 4.1.1.9'da verilmiştir. Çinko metali birikimi İlkbahar, Yaz, Sonbahar ve Kış mevsimlerinde avlanan örneklerin çalışılan bütün dokularında ölçülmüştür. Birikimin Yaz mevsiminde en az kas dokuda (4,70 µg/g yaş ağırlık), İlkbahar mevsiminde en fazla gonadda (79,10 µg/g yaş ağırlık) olduğu gözlenmiştir. Çalışılan dört mevsimin ortalaması alındığında; dokular arasında birikimin en az kasta 6,07 µg/g yaş ağırlık, en fazla ise gonadda 65,84 µg/g yaş ağırlık olduğu tespit edilmiştir. Demir metalinin birikim düzeyleri dokular arası karşılaştırıldığında, sıralama Kas<Solungaç<Deri<Gonad şeklinde olup, dokular arası birikimin değişimleri yıl boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05).

Çizelge 4.1.1.9. Lagos'un dokularındaki Zn birikiminin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)

Dokular	Mevsimler				Ort±S.S
	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış	
Kas (Ort±S.S)	6,90±3,10*	4,70±1,71	4,89±1,08	7,92±3,96	6,07±2,87
Deri (Ort±S.S)	35,04±15,11 ^b	18,92±11,37 ^a	25,41±12,44 ^{ab}	17,90±9,88 ^a	23,85±13,18
Solungaç (Ort±S.S)	20,77±6,60	14,84±7,06	22,86±8,30	20,54±8,42	19,71±7,77
Gonad (Ort±S.S)	79,10±35,37	49,77±48,69	76,73±44,62	59,52±18,54	65,84±37,32

*: Aynı satır içinde farklı üstsel harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,05)

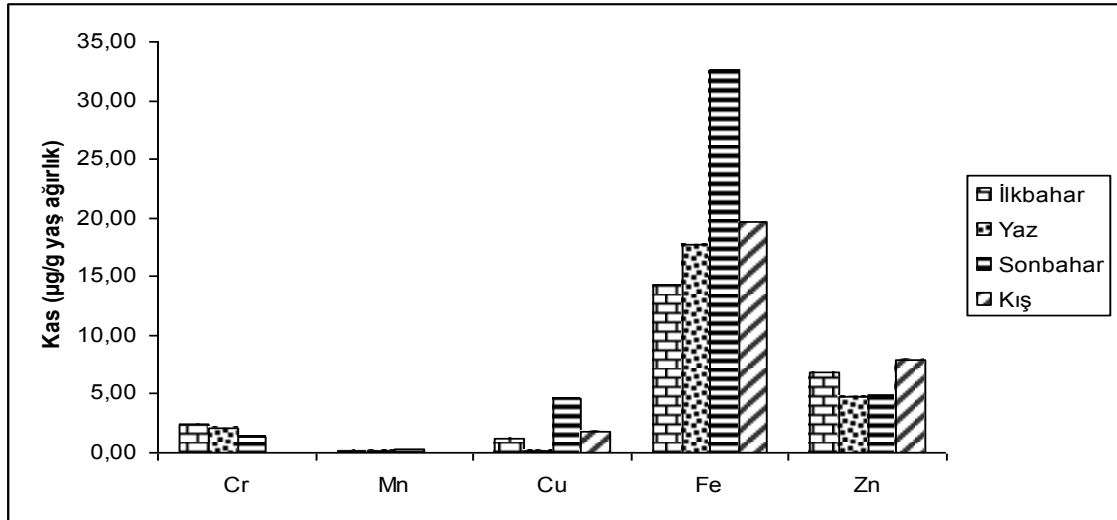
4.2. Tartışma

Ağır metallerin su ürünleri bünyesinde değişik organlarda farklı birikimler gösterdiği önceki çalışmalarda ileri sürülmektedir (Canlı ve Atlı, 2003; Ashraf, 2005; Göksu ve ark., 2005; Yılmaz, 2003; Yılmaz, 2005; Uluözlu ve ark., 2007). Metabolik faaliyetlerin yüksek olduğu karaciğer, hepatopankreas, gonad, böbrek gibi organlarda ağır metal birikiminin en fazla olduğu (Kalay ve Canlı, 2000; Canlı ve Atlı, 2003; Yılmaz ve Yılmaz, 2007), yaşam ortamı ile temasta bulunan deri ve solungaçlarda birikimin daha az olduğu (Al-Yousuf ve ark., 2000; Yılmaz, 2003) bildirilmiştir. Kas dokusunun ağır metal birikimi yönünden en az aktif olduğu tespit edilmiştir (Bat ve Öztürk, 1996; Al-Yousuf ve ark., 2000; Karadede ve ark. 2003; Yılmaz, 2003; Yılmaz, 2005).

4.2.1. Lagos'un Kas ve Gonadlarındaki Esansiyel (Cr, Mn, Cu, Fe ve Zn) ve Esansiyel Olmayan Metallerin (Cd, Co, Ni ve Pb) Birikimi

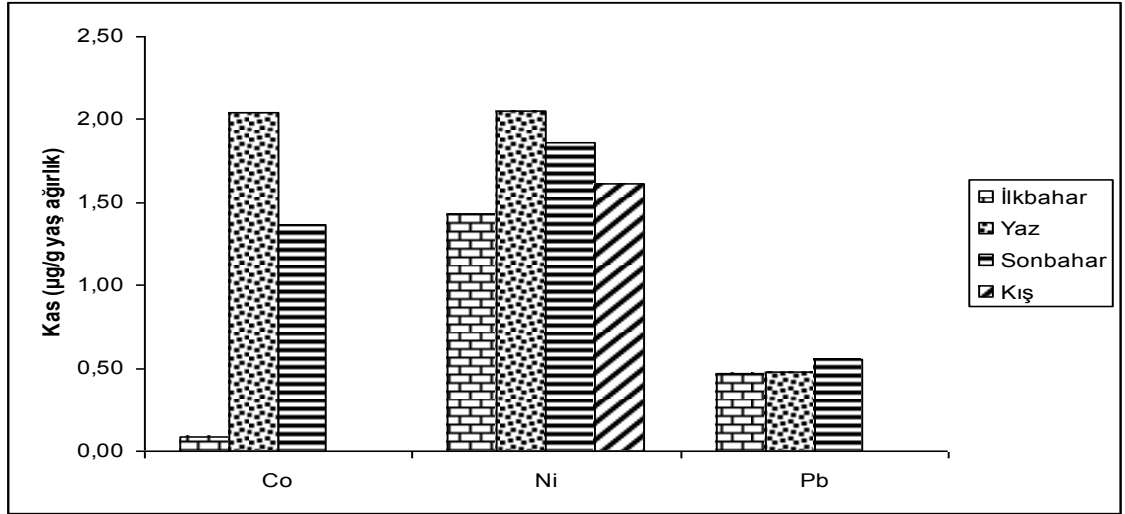
Araştırmada; çalışılan dört mevsimde İskenderun Körfezi'nden avlanan Lagosun Kas ve Gonadlarında eser (Cr, Mn, Cu, Fe ve Zn) ve eser olmayan (Cd, Co, Ni ve Pb) ağır metallerin birikim düzeyleri şekil 4.2.1.1- 4.2.1.4 arasında gösterilmiştir.

Şekil 4.2.1.1'den de görüldüğü gibi, kas dokusundaki esansiyel ağır metal birikimi mevsimlere göre karşılaştırıldığında en yüksek birikim oluşturan metalin demir, birikim değerleri yönünden Fe>Zn>Cu>Cr>Mn doğru azalma eğilimi olduğu gözlenmiştir. Demir metali birikiminin mevsimler arası karşılaştırılması yapıldığında, sonbahar mevsiminin en yüksek birikime ulaşılan mevsim olduğu tespit edilmiştir.



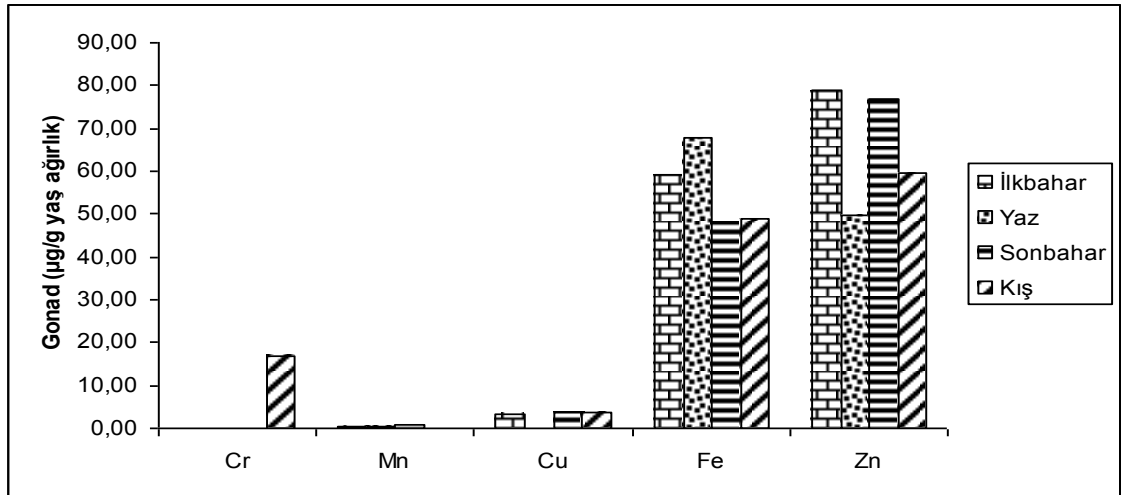
Şekil 4.2.1.1. Lagos'un kas dokusundaki esansiyel ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı (µg/g yaş ağırlık)

Esansiyel olmayan ağır metallerin kas dokusundaki birikimi mevsimlere göre karşılaştırıldığında, en fazla birikim yaz mevsiminde avlanan örneklerde Co ve Ni metallerinde olup, Nikel elementi birikim düzeyleri mevsimler arası incelendiğinde yaz ve sonbahar mevsimlerinde kastaki birikimlerin kış ve ilkbahar mevsimlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2.1.2). Esansiyel olmayan metallerin birikim düzeyleri Ni>Co>Pb sıralamasında azalma göstermiştir.



Şekil 4.2.1.2. Lagos'un kas dokusundaki esansiyel olmayan ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık)

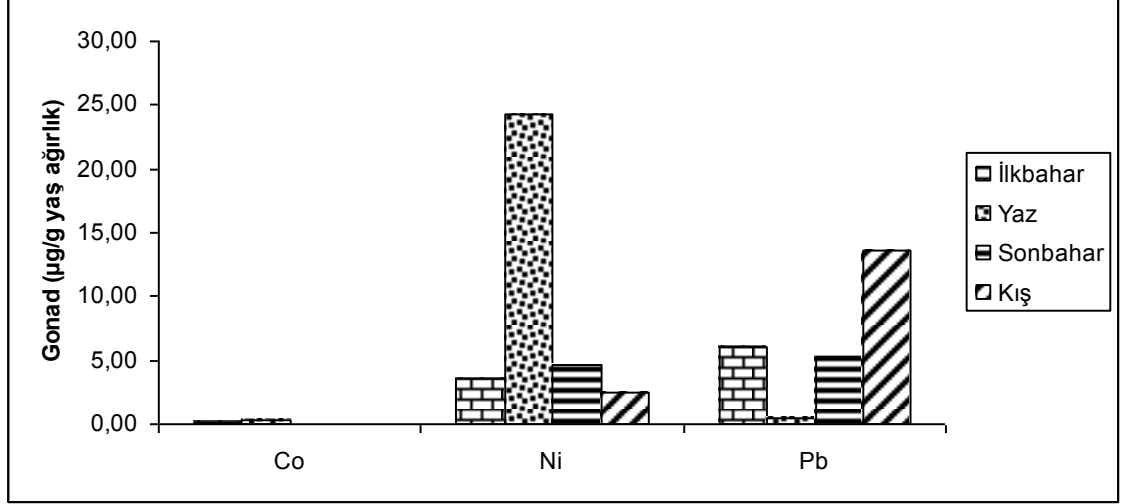
Şekil 4.2.1.3'ten de görüldüğü gibi gonad dokusunda biriken esansiyel ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı karşılaştırıldığında; en fazla birikimin ilkbahar mevsiminde Zn elementinde olduğu, yaz mevsiminde Fe elementi en yüksek birikime ulaştığı en düşük birikiminde Mn elementinde olduğu tespit edilirken bazı mevsimlerde çalışılan elementler tespit edilememiştir. Birikimlerin azalan değerleri $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Cr} > \text{Mn}$ düzeylerindedir.



Şekil 4.2.1.3. Lagos'un gonad dokusundaki esansiyel ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık)

Esansiyel olmayan ağır metallerin gonad dokusundaki birikiminin mevsimlere göre dağılımı karşılaştırıldığında (Şekil 4.2.1.4); en fazla birikimin yaz mevsiminde Ni

metalinde olduğu, kış mevsiminde Pb elementinin birikim değerlerinin de fazla olduğu belirlenmiştir. Araştırma süresince tüm mevsimlerde Co metali birikiminin en düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.2.1.4. Lagos'un gonad dokusundaki esansiyel olmayan ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık)

Balıkların gerek beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak besin yoluyla gerekse yaşam ortamlarının durumuna göre bünyelerine bir şekilde aldıkları ağır metalleri metabolik faaliyetler sonucu dokularında biriktirdikleri bilinmektedir. Ancak çevresel çalışmalarda birikim düzeylerinin çeşitli faktörler göre (metal cinsi-doku v.b.) gibi çok farklılıklar gösterebileceği ileri sürülmektedir. Lagos örneklerinin kas ve gonad dokularında esansiyel metallerin birikim düzeyleri arasında karşılaştırma yapıldığında; gonad dokusunda kas dokusuna oranla daha yüksek miktarlarda birikim olduğu tespit edilmiştir. Kas dokuda demir birikimi çinko metali birikiminden daha yüksek olurken, gonadlarda çinko birikiminin demir birikim düzeylerinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Aynı bölgeden bentik bir balık olan kefal ile yapılan çalışmada (Yılmaz, 2005); kefal'in kas ve gonadının ağır metal birikim düzeyleri incelenmiş, çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde gonad dokusunun ağır metalleri daha fazla biriktirdiği tespit edilmiştir. Sonuçların hem metalin cinsine hem de balığın yaşadığı ortama göre değiştiğini ileri sürmüştür. Çalışmamızda da

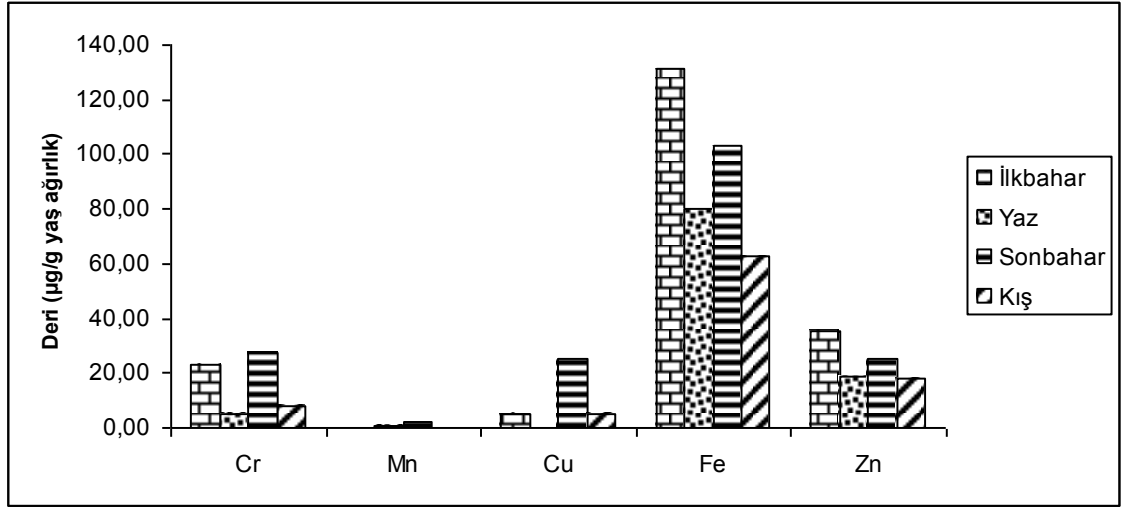
Epinephelus aeneus örneklerinin dokularındaki ağır metal birikim düzeylerinin hem metalin türüne hem de balığın yaşadığı ortama göre değişebildiği belirlenmiştir.

Lagos örneklerinin kas ve gonad dokularında esansiyel olmayan metallerin birikim düzeyleri arasında karşılaştırma yapıldığında; esansiyel metallerdeki birikim düzeylerine benzer şekilde gonad dokusunda kas dokusuna oranla daha yüksek miktarlarda birikim olduğu tespit edilmiştir. Kas dokularında en fazla birikim yapan nikel metalini kobalt metal birikimi izlerken, gonadlarda yüksek değerlerde biriken nikel metalini kurşun birikim düzeylerinin takip ettiği gözlenmiştir. Ashraf 2005, *Epinephelus microdon* örneklerinin dokularında metabolik faaliyetlerin fazla olduğu böbrek ve kalp dokularındaki ağır metal değerlerini karşılaştırdığında, metalin cinsine göre birikimlerin farklılıklar gösterdiğini belirlemiştir. Çalışmamızda da benzer sonuçlar elde edilmiş, *Epinephelus aeneus* örneklerinin dokularına göre metal birikim düzeylerinin değişebildiği belirlenmiştir.

4.2.2. Lagos'un Deri ve Solungaç Dokularında Esansiyel (Cr, Mn, Cu, Fe ve Zn) ve Esansiyel Olmayan Metallerin (Cd, Co, Ni ve Pb) Birikimi

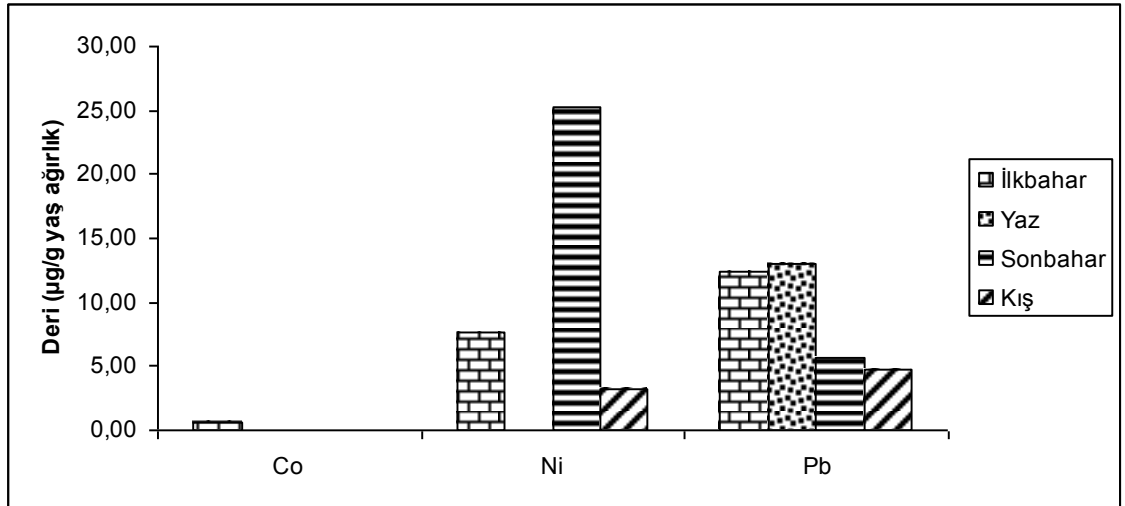
İskenderun Körfezi'nden avlanan Lagos'un Deri ve Solungaçlarında eser (Cr, Mn, Cu, Fe ve Zn) ve eser olmayan (Cd, Co, Ni ve Pb) ağır metallerin birikim düzeylerinin araştırma süresince dört mevsimdeki değeri şekil 4.2.2.1-4.2.2.4 arasında verilmiştir.

Deri dokusundaki esansiyel ağır metal birikiminin mevsimlere göre karşılaştırılması (Şekil 4.2.2.1) yapıldığında en yüksek birikim oluşturan metalin demir olduğu gözlenmiştir. İlkbahar mevsimindeki demir metali birikimi en yüksek değere ulaşırken, bu mevsimi birikim yönünden sonbahar mevsiminin takip ettiği gözlenmiştir.



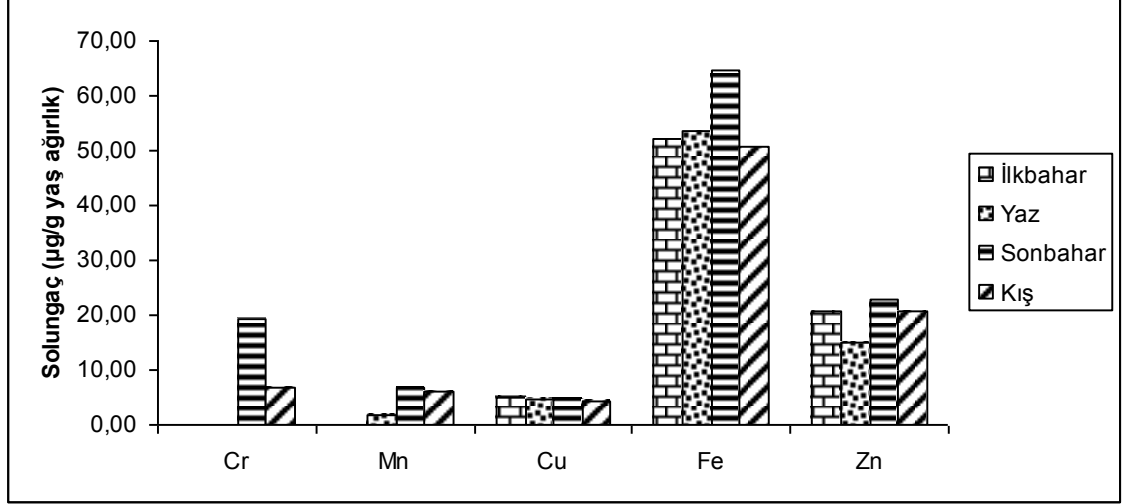
Şekil 4.2.2.1. Lagos'un deri dokusundaki esansiyel ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık)

Şekil 4.2.2.2'den de görüldüğü gibi esansiyel olmayan ağır metallerin deri dokusundaki birikimi mevsimlere göre karşılaştırıldığında, en fazla birikimin sonbahar mevsiminde toplanan örneklerde Ni metalinde, yaz ve ilkbahar mevsimlerindeki örneklerde deride kurşun metali birikimi olduğu belirlenmiştir.



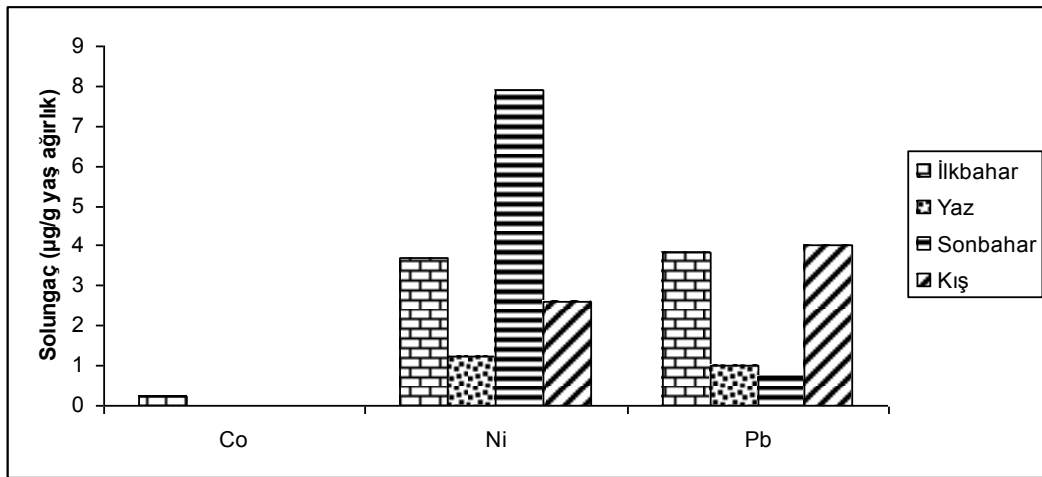
Şekil 4.2.2.2. Lagos'un deri dokusundaki esansiyel olmayan ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık)

Solungaç dokusundaki esansiyel ağır metal birikimi mevsimlere göre karşılaştırıldığında (Şekil 4.2.2.3) en fazla birikimin Fe elementinde sonbahar mevsiminde olduğu en düşük seviyede birikimin ise Mn elementinde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.2.2.3. Lagos'un solungaç dokusundaki esansiyel ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık)

Esansiyel olmayan ağır metallerin solungaç dokusunda birikiminin değişimleri mevsimlere göre kıyaslandığında (Şekil 4.2.2.4), sonbahar mevsiminde toplanan örneklerde en fazla Ni metali tespit edilirken, yaz ve sonbahar mevsimlerindeki birikimlerin Pb metali yönünden ilkbahar ve kış mevsimlerine göre daha az oldukları belirlenmiştir.



Şekil 4.2.2.4. Lagos'un solungaç dokusundaki esansiyel olmayan ağır metallerin mevsimlere göre dağılımı ($\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık)

Çalışılan lagos örneklerinin deri ve solungaç dokularında Zn, Fe, Cu, Mn ve Cr birikim düzeyleri kendi aralarında kıyaslandığında; deri dokusunda solungaç dokusuna oranla daha yüksek miktarlarda birikim olduğu tespit edilmiştir. Karşılaştırılan her iki dokuda da demir metali birikimi çinko metali birikiminden daha fazla bulunmuştur.

Esansiyel olmayan metaller kendi aralarında birikim düzeyleri yönünden karşılaştırıldığında; esansiyel metallerdeki birikim düzeylerine benzer şekilde deri dokusunda solungaç dokusuna oranla daha yüksek miktarlarda birikim olduğu tespit edilmiştir. Deri ve solungaç dokularındaki nikel metali birikim değerlerinin kurşun metali birikiminden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Önceki çalışmalarda (Canlı ve Atlı, 2003; Yılmaz, 2003; Çoğun ve ark., 2005) deri ve solungaçlarda ağır metal birikiminin balıkların yaşadığı ortam ve metalin türüyle ilintili olarak değişimler gösterdiği ileri sürülmektedir. Bu çalışmada daha az kirli ortamlarda, kayalık ve temiz bölgelerde yaşamayı tercih ettiği bilinen, lagos (*Epinephelus aeneus*)'un deri ve solungaç dokularındaki metal birikiminin derin su ortamında yaşayan balıklardaki birikim düzeylerinden daha az olduğu tespit edilmiştir.

Dünyada ve ülkemizde tercih edilen besin maddelerinin başında gelen su ürünleri, besleyici yönü ve protein değeri bakımından önemlidir (Kolsarıcı ve Candoğan, 1997). Lagos ekonomik değeri büyük, et kalitesi ve lezzet yönünden tercih edilen bir balık olup, lagos avcılığında İskenderun Körfezi önemli bir merkezdir. Bu türün gerek bölgesel, gerekse ulusal ve uluslararası açıdan tüketimi yapılmaktadır (Saygun ve ark., 2006). Bu çalışmadaki amaçlardan biri; lagos'taki metal birikim düzeylerinin canlı yönünden dokulardaki birikiminin incelenmesi ve onun yaşamsal faaliyetlerine etkisinin araştırılması iken, bir asıl amaçta zevkle tüketilen bu ürünün halk sağlığı açısından ağır metal düzeyleri yönünde araştırılmasıdır. Su ürünleri balık kaslarında kabul edilebilir ağır metal değerleri; Environmental Protection Agency (EPA), Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization, WHO) ve çok sayıda araştırmacı tarafından (Al – Yousuf ve ark., 2000; Yılmaz 2003; Yılmaz 2005; Ashraf , 2005; Keskin ve ark., 2007; Uluözlu ve ark., 2007; Yılmaz ve Yılmaz, 2007) mg/kg ya da µg/g olarak belirtilmiş olup, bu değerler çizelge 4.2.2.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.2.1. Su ürünlerinde balıklar için kabul edilebilir ağır metal değerleri

Metaller	EPA-WHO'e göre (mg/kg)
Cd	1,4
Co	27
Cr	4,1
Cu	54
Fe	410
Mn	190
Ni	27
Pb	21
Zn	410

So
nuçlar
önceki
çalışmal
ar ile
uyumlu
olup,
tüm

örneklerde çalışılan ağır metallerin en az birikiminin kas dokusunda olduğu gözlenmiştir. Diğer organlardaki birikimlerin daha yüksek olduğu, metalin cinsine göre bu birikimin solungaçlarda veya iç organlarda artış gösterdiği görülmektedir. Yılmaz, 2003; Türkmen ve Türkmen, 2004; Coğun ve ark., 2005; Yılmaz ve Yılmaz, 2007 aynı bölgede yaptıkları çalışmalarda (çizelge 4.2.2.2) ağır metal birikim miktarlarının, örnekleme mevsimine göre değiştiğini gözlemiş olup, sonuçlar bu çalışmada da önemli mevsimsel farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur.

Çizelge 4.2.2.2. Önceki Çalışmalardaki balık türlerinin ağır metal birikim düzeyleri ile

Balık türleri	Metaller	Dokular				Referans (1)
		Kas	Deri	Solungaç	Gonad	
<i>Sparus aurata</i> *	Cr	1.24		3.31		(1)
	Cu	2.84		5.02		
	Fe	19.60		152.91		
	Pb	5.54		13.31		
	Zn	26.66		63.10		
<i>Mugil cephalus</i> *	Cr	1.56		4.85		(1)
	Cu	4.41		13.48		
	Fe	38.71		275.67		
	Pb	5.32		8.95		
	Zn	37.39		71.21		
<i>Mugil cephalus</i> ^x	Fe	70.28	149.77		382.51	(2)
	Zn	38.23	100.56		281.51	
	Pb	7.45	37.39		62.33	
	Ni	1.22	2.72		7.35	
	Cr	1.46	3.22		10.06	
	Cu	1.45	5.36		35.37	
<i>Epinephelus aeneus</i> ^x	Co	0,10	0,59	0,21	0,24	(3)
	Cr	2,00	15,85	13,07	16,82	
	Cu	2,24	11,02	4,63	3,72	
	Fe	21,34	92,59	55,38	55,19	
	Mn	0,19	0,93	4,35	0,57	
	Ni	1,75	9,82	3,96	7,79	
	Pb	0,49	9,27	2,63	7,12	
	Zn	6,07	23,85	19,71	65,84	
<i>Epinephelus microdon</i> ^x		Böbrek	Kalp			(4)
	Pb	2,61	3,19			
	Cd	0,41	0,36			
	Co	1,34	1,75			
	Ni	1,62	1,69			
	Mn	0,78	0,42			
	Zn	47,73	34,53			
	Cu	4,26	3,96			
<i>Sparus auratus</i> ^x		Kas	Deri	Solungaç	Gonad	(5)
	Pb	13.6		18.5		
	Cd	2.1		3.8		
	Cu	3.4		6.1		
	Zn	21.1		72.4		
	Fe	7.9		75.2		
<i>Penaeus semisulcatus</i> ^x	Pb	15.4		159.0		(5)
	Cd	2.7		13.3		
	Cu	27.9		216.0		
	Zn	50.1		162.2		
	Fe	8.7		92.6		
<i>Mugil cephalus</i> ^x		Kas	Deri	Solungaç	Gonad	(6)
	Cu	1.39			44.50	
	Zn	47.25			269.06	
	Fe	66.38			32.56	
	Pb	10.02			90.97	
	Ni	1.34			9.17	
Cr	1.71			8.68		

çalışma sonuçlarının karşılaştırılması (µg/g)

*: µg/g kuru ağırlık, ^x: µg/g yaş ağırlık

(1) Canlı ve Atlı, 2003 (2) Yılmaz, 2003 (3) Bu çalışmadaki değerler (4) Ashraf, 2005
(5) Coğun ve ark., 2005 (6) Yılmaz, 2005

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstriyel kirliliklere açık olan İskenderun Körfezi'nde yaşayan lagos'un ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde avlanan örneklerinde kas, deri, solungaç ve gonad dokularında ağır metal birikim düzeyleri belirlenmiştir. Ekonomik değeri yüksek olan ve bolca tüketilen bu su ürününün tüketilirken ağır metal yönünden riskli olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışılan metaller; mevsimlere, dokulara ve metale göre farklılıklar göstermiştir.

Cd metali: Lagos'un çalışılan dokularında araştırma süresince analizlerin yapıldığı ICP-AES cihazının okuma aralığı altında kalmıştır.

Co metali: lagos'un deri dokusunda yüksek oranda gözlenirken, kas, solungaç ve gonadda daha düşük birikimlerde bulunmuştur. İlkbahar mevsimindeki örneklerin gonad dokusundaki Co birikiminin yaz mevsiminde avlanan balıklardaki gonad dokusundaki Co birikiminden düşük olduğu tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminin örneklerindeki tüm dokularında, yaz mevsiminin kas, deri ve solungaç dokularında ve kış mevsiminin deri, solungaç ve gonad dokularında Co metal birikiminin cihazın okuma aralığının altında olduğu tespit edilmiştir.

Cr metali: Sonbahar mevsiminde avlanan lagos'larda Cr metali birikiminin deri > solungaç > kas > gonad şeklinde azaldığı gözlenmiş, kış mevsiminde avlanan balıklarda ise birikimin gonad > deri > solungaç > kas olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir. İlkbahar ve yaz mevsimlerinin solungaç ve gonad dokularında, sonbahar mevsiminin gonadında ve kış mevsiminin kas dokusunda Cr tespit edilememiştir.

Cu metali: Yaz mevsimi örneklerinin deri ve gonad dokularında Cu metali ölçülemezken, diğer tüm mevsimlerde tespit edilmiştir. Kas da birikim sonbahar mevsimi hariç diğer dokulara kıyasla daha düşük değerler bulunmuştur. Mevsimler arası birikimler incelendiğinde Cu birikiminin sonbahar mevsiminde deride daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde Cu metali deri > solungaç > kas > gonad değişimi

göstermiştir. Deride ilkbahar, sonbahar ve kış mevsimlerinde Cu birikimi diğer dokulara oranla yüksek bulunmuştur.

Fe metali: Diğer metallerde olduğu gibi lagos'un kas dokusunda da Fe metali birikimi en düşük değerde bulunmuş ve tüm mevsimlerde tespit edilmiştir. İlkbahar mevsiminin deri dokusundaki Fe birikim düzeyi diğer mevsimlerden daha yüksek bulunmuştur. Mevsimler arası demir metalinin dokularda birikimi deri > solungaç > gonad > kas olarak belirtilmiştir.

Mn metali: yaz ve sonbahar mevsimleri örneklerinin tüm dokularında tespit edilirken, ilkbahar mevsimi örneklerinin deri ve solungacında, kış mevsimi örneklerinin kas ve gonadında tespit edilememiştir. Sonbaharda avlanan balıkların solungaç dokusunda Mn değeri diğer dokulara nazaran daha yüksek bulunmuştur. Tüm mevsimler karşılaştırıldığında lagos'un dokularındaki Mn birikim düzeyi solungaç > deri > gonad > kas olarak belirtilmiştir.

Ni metali: yaz mevsimi örneklerinin deri dokusu hariç tüm mevsimlerin dokularında belirlenmiştir. Lagos'un kas dokusunda Ni metali düzeyi diğer metallerde olduğu gibi kasta en düşük değerde bulunmuştur. Kas dokuda Ni değeri yaz mevsimi hariç diğer dokulara kıyasla daha düşük değerlerde bulunmuştur. Yaz mevsimindeki lagos dokularında Ni birikimi en fazla gonadda, sonbahar mevsiminde ise en fazla Ni birikiminin deride olduğu belirlenmiştir. Mevsimler arası birikim incelendiğinde Ni birikiminin sonbahar mevsiminde deride daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde lagosda Ni metali deri > solungaç > gonad > kas değişimi göstermiştir. Lagos örneklerinin dokularında Ni metali birikimi ortalama olarak deri > gonad > solungaç > kas olarak bulunmuştur.

Pb metali: İlkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde avlanan balıkların tüm dokularında tespit edilirken, kış mevsiminde avlanan balıkların kas dokusunda tespit edilememiştir. Kışın avlanan örneklerdeki gonad dokularında Pb değeri diğer dokulara göre daha yüksek bulunmuştur. İlkbahar ve yaz mevsimlerindeki örneklerin deri dokularının Pb birikim düzeylerinin diğer mevsimlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tüm mevsimler karşılaştırıldığında lagos'un dokularındaki Pb birikim düzeyleri deri > gonad > solungaç > kas olarak belirlenmiştir.

Zn metali: Lagos'un kas dokusunda Zn metali birikimi diğer metallerde olduğu gibi kasta en düşük değerde bulunmuş ve tüm mevsimlerde tespit edilmiştir. İlkbahar

mevsiminde avlanan balıkların gonad dokularının Zn birikim düzeyleri diğer mevsimlerdeki örneklerden daha yüksek bulunurken, ilkbahar mevsimindeki örneklerin deri dokusundaki çinko birikiminin diğer mevsimlerin deri dokularında biriken çinko metalinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tüm mevsimler karşılaştırıldığında lagos'un dokularındaki Pb birikim düzeylerinin gonad > deri > solungaç > kas olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, çalışılan metaller için Lagos'un kas dokusundaki metal birikiminin insan sağlığı yönünden tüketim için tehlikeli sınırlar üstünde olmadığı tespit edilmiştir. Ancak metabolik faaliyetlerin fazla olduğu organlarda bazı metallerdeki yüksek birikim değerleri, çevresel kirliliğe dikkat edilmesi, bölgenin gelecek yıllarda da kontrol altında tutulması ve özellikle ağır metal kirliliği yönünden takip edilmesi gerekliliği konusunda uyarıcıdır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2000. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, **Su Ürünlerini Tanıma El Kitabı**, ANKARA.
- Anonim, 2004. Antalya Kent Konseyi Raporları. www.antalyakentkonseyi.org.tr/raporlar_cevre_grubu.html
- Anonim, 2001. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, **Tarımsal Çevre ve Su Kirliliği Semineri**, ANKARA.
- Anonymous, 2005. <http://ewr.cce.vt.edu/environmental/teach/smprimer/icp>
- Altındağ, A. ve Yiğit, S., 2005. Assesment of heavy metal concentrations in the food web of lake Beyşehir, Turkey. **Chemosphere**, 60: 552-556.
- Al-Yousuf, M.H., El-shahawi, M.S. and Al-Ghais, S.M. 2000. Trace Metal in Liver,skin and muscle of Lethrinus lentjan L. Fish Species in Relation to Body Lenght and Sex. Uinted Arap Emirates. **The Science of Total Environment**, 256: 87-94.
- Ashraf, W., 2005. Accumulation Of Heavy Metals In Kidney And Heart Tissues Of *Epinephelus Microdon* Fish From The Arabian Gulf. **Environmental Monitoring and Assessment**, 101: 311–316.
- Baş, L. ve Demet, Ö., 1992. Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller. **Çevre Dergisi**, sayı:5.
- Bat, L. ve Öztürk, M., 1996. Heavy Metal Amounts in Some Commercial Teleost Fish From The Black Sea, Turkey. **Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Dergisi**, Cilt 7, Sayı 1, SİNOP.
- Bat, L., Gündoğdu, A., Yardım, Ö., Zoral, T. Ve Çulha, S., 2006. Sinop ili iç liman bölgesindeki zooplankton ve bazı ekonomik balıklarda ağır metal düzeyleri. **SÜMDER (Su Ürünleri Müh. Der.)**, (25-26): 22-27.
- Canlı, M. ve Atlı, G., 2003. The Relationship Between Heavy Metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) Levels and Size of Six Mediterranean Fish Species. **Environmental Pollution**, 121: 129-136.
- Chattopadhyay, B., Chatterjee, A. and Mukhopadhyay, S.K., 2002. Bioaccumulation of metals in the East Calcutta wetland ecosystem. Aquati. **Ecosyst. Health Manage**, 5: 191-203.
- Cicik, B., 2003. Bakır-Çinko Etkileşiminin Sazan (*Cyprinus carpio* L.)'nın Karaciğer, Solungaç ve Kas dokularındaki Metal Birikimi Üzerine Etkileri. **Ekoloji çecre dergisi**, cilt/sayı;12/48: 32-36.
- Çetinbaş, A., 2003. İzmit Körfezi'nde avlanan İstavrit (*Trachurus trachurus* L., 1758) balıklarının dokularında Cu ve Zn birikiminin incelenmesi, Yüksek lisans tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara 67s.
- Çoğun, H., Yüzereroğlu, T.A., Kargin, F., ve Fırat, Ö., 2005. Seasonal variation and tissue distribution of heavy metals in shrimp and fish species from the Yumurtalık coast of İskenderun Gulf, Mediterranean. **Bull. Environ. Contam. Toxicol.**, 75: 707-715.
- Dural, M., Göksu, M.Z.L., Özak, A.A. ve Derici, B., 2006. Bioaccumulation Of Some Heavy Metals In Different Tissues Of *Dicentrarchus Labrax* L, 1758, *Sparus Aurata* L, 1758 And *Mugil Cephalus* L, 1758 From The C, Amlık Lagoon Of The Eastern Cost Of Mediterranean (Turkey). **Environmental Monitoring and Assessment**, 18: 65–74.

- Doublen, P.E.T., 1989. Metabolic Rate and Uptake and Loss of Cadmium from Food by the Fish *Noemacheilus barbatulus*. **Environmental Pollution**, 59: 177–202.
- Erdem, C., 1990. Cadmium Accumulation in Liver, Spleen, Gill and Muscle Tissues of *Tilapia nilotica* (L.). **Biyokimya Dergisi**, XV (3): 13 – 22.
- Gabryelak, T., Filipiak, A. and Brichon, G., 2000. Effects of zinc on lipids of erythrocytes from carp (*Cyprinus carpio* L.) acclimated to different temperatures. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C**, 127: 335-343.
- Göksu, M.Z.L., Akar, M., Çevik, F. ve Fındık, Ö., 2005. Bioaccumulation of Some Heavy Metals (Cd, Fe, Zn, Cu) in Two Bivalvia Species (*Pinctada radiata* Leach, 1814 and *Brachidontes pharaonis* Fischer, 1870). **Türk J.Vet. Anim. Sci.**, 29: 89-93.
- Grobler, E., Du perez, H.H. and Van vuren, J. H. J., 1989. The Toxic Effect of Zinc and Iron on the Routine Oxygen Consumption of *Tilapia sparmanii* (Cichlidae). **Comp. Biochem. Physiol**, 94 (1): 207 – 214.
- Hilmy, A.M., El-Domiaty, N.A., Daabees, A.Y. and Abdel-Latife, H.A., 1987. Toxicity in *Tilapia zilli* and *Clarias lazera* (Pisces) induced by zinc seasonally. **Comp. Biochem. Physiol**, 86: 263-265.
- http://www.maestropescador.com/Colaboradores/patzner_robert_a/Epinephelus_cani_nus2.jpg
- Kalay, M. ve Karataş, S., 1999. Kadmiyumun *Tilapia nilotica* (L.)’da kas, beyin ve kemik (omurga kemiği) dokularındaki birikimi. **Türk Zooloji Dergisi**, 23 (3): 985-991.
- Kalay, M. ve Canlı, M., 2000. Elimination of essential (Cu, Zn) and nonessential (Cd, Pb) metals from tissue of a freshwater fish *Tilapia zilli*. **Turkish J. Zool**, 24: 429-436.
- Kalay, M., Koyuncu, C.E. ve Dönmez, A.E., 2004. Mersin Körfezi’nden Yakalanan *Sparus aurata* (L. 1758) ve *Mullus barbatus* (L. 1758)’un Kas ve Karaciğer Dokularındaki Kadmiyum Düzeylerinin Karşılaştırılması. **Ekoloji Dergisi**, (13-52): 23-27.
- Karadede, H., Ünlü, E., 2000. Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. **Chemosphere** 41: 1371-1376.
- Karadede, H., Oymak, S.A. ve Unlu, E., 2003. Heavy Metal in Mullet, *Liza abu*, and Chatfish, *Silurus triostegus*, From The Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. **Journal of Environment International**, Volume, 30.
- Katalay, S., Parlak, H. ve Arslan, Ö.Ç., 2005. Ege Denizinde Yaşayan Kaya Balıklarının (*Gobius niger* L., 1758) Karaciğer Dokusunda Bazı Ağır Metallerin Birikimi. **E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Cilt/Volume, 22, Sayı/Issue (3-4): 385-388.
- Keskin, Y., Başkaya, R., Özyaral, O., Yurdun, T., Lülecı, N.E., ve Hayran, O., 2007. cadmium, lead, mercury and copper in fish from Marmara sea, Turkey. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 78: 258-261.
- Kolsarıcı, N. ve Candoğan, K., 1997. Yoğun Tuz Kürü Uygulanmış Hamsi Balıklarında Kimyasal Değişimler. **Akdeniz Balıkçılık Kongresi**, 9-11 Nisan, 199-207.
- Liang, L.N., He, B., Jiang, G.B., Chen, D.Y. and Yao, Z.W., 2004. Evaluation of Mollusks as Biomonitors to Investigate Heavy Metal Contaminations along the Chinese Bohai Sea. **Science of the Total Environment**, 324: 105 – 113.

- Licata, P., Trombetta, D., Cristani, M., Martino, D. and Naccari, F., 2004. Organochlorine Compounds and Heavy Metals in the Soft Tissue of the Mussel *Mytilus galloprovincialis* Collected from Lake Faro (Sicily, ITALY). **Environmental International**, 30: 805 – 810.
- Lyod, R., 1992. Pollution and freshwater fish. **Oxford University Press**, ISBN 0-85238-187-5.
- Musaiger, A.O. ve D'Souza, R., 2008. Chemical Composition of Raw Fish Consumed in Bahrain. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11, 1: 55-61.
- Nicholson S. and Szefer, P., 2003. Accumulation of Metals in the Soft Tissues, Byssus and Shell of the Mytilid Mussel *Perna viridis* (Bivalvia: Mytilidae) from Polluted and Uncontaminated Locations in Hong Kong Coastal Waters. **Baseline/Marine Pollution Bulletin**, 46: 1035 – 1048.
- Özdamar, K., 2001. **SPSS ile Biyoistatistik. Kaan Kitapevi, yayın no: 3, 4. Baskı**, ISBN: 975-6787-03-1, Eskişehir.
- Parlak, H., 1985. Mugil spp. ve Chasmichtys glusus Üzerinde Kadmiyum, Demir ve Kurşunun Ayrı Ayrı ve Birlikte Oluşturdukları Toksik Etkilerin Araştırılması. **Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı**, İzmir.
- Sarihan, E., Avşar, D., Göksu., M.Z.L., Polat, Çevik, C., Çevik, F., Özütok, M., Fındık, Ö., Dural, M., Piner, M.P. ve Keskinan, O., 2006. İskenderun Demir Çelik Fabrikasından Çıkan Cürufun Yapısı, Çözünürlüğü ve Denizel Ortama Olası Etkileri. *E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Cilt/Volume, 23, Ek/Suppl. (1/1): 127-134.
- Saygun, L., Cankaya, S., Gokce, G. ve Atil, H., 2006. A Comparative Study of Least Squares Method for Parameters Estimation in Length-Weight Relationship for White Grouper (*Ephinephelus aeneus*). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 9 (15): 2919-2921.
- Storelli, M.M., Giacomini-Stuffler, R. and Marcotrigiano, G.O., 2002. Total and methylmercury residues in cartilaginous fish from Mediterranean Sea. **Marine Pollution Bulletin**, 44: 1354-1358.
- Süren, E., 2004. Çanakkale Boğazında toksik etki gösteren bazı ağır metallerin ICP-AES ve Elektroanalitik yöntemlerle tayini, Yüksek lisans tezi, **Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Çanakkale, 40s.
- Turan, C., 2007. Türkiye Kemikli Deniz Balıkları Atlası ve Sistematığı. (ISBN: 978-9944-73-018-1). **Nobel Yayın Evi**, 549 sf. Adana.
- Turan, C., Dural, M., Öksüz, A. ve Öztürk, B., 2009. Levels of Heavy Metals in Some Commercial Fish Species Captured from the Black Sea and Mediterranean Coast of Turkey. **Bull Environ Contam Toxicol**, 82: 601-604.
- Türkmen, A. ve Türkmen, M., 2004. The Seasonal Variation of Heavy Metal in the Suspended Particulate Material in the Iskenderun Bay (North-eastern Mediterranean Sea, Turkey). *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, Volume 21, Issue (3-4): 307-311.
- Türkmen, A., Türkmen, M., Tepe, Y. ve Akyurt, İ., 2005. Heavy Metals in Three Commercially Valuable Fish Species from Iskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey., **Food Chemistry**, 91:167-172.

- Uluözlu Ö.D., Tüzen M., Mendil D. ve Soylak M., 2007. Trace metal content in nine species of fish from the Black and Aegean seas, Turkey. **Food Chemistry**, 104: 835-840.
- Yazkan, M., Özdemir, F. ve Gölükçü, M., 2002. Antalya Körfezi'nde avlanan bazı balık türlerinde Cu, Zn, Pb ve Cd içeriği. **Türk J. Vet. Anim. Sci.**, 26: 1309-1313.
- 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.
- Yılmaz, A.B., 2005. Comparison of Heavy Metal Levels of Grey Mullet (*Mugil cephalus L.*) and Sea Bream (*Sparus aurata L.*) Caught in İskenderun Bay (Turkey). **Turk J Vet Anim Sci.**, 29: 257-262.
- Yılmaz, A.B., and Yılmaz, L., 2007. Influences of sex and seasons on levels of heavy metals in tissues of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus* de Hann, 1844). **Food Chemistry**, 101: 1664-1669.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren, bu çalışmanın tasarlanıp yürütülmesinde ve çalışmalarımın her aşamasında değerli bilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Bölümü Öğretim Üyesi Doç.Dr. Ayşe Bahar YILMAZ'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Arazi çalışmalarımındaki yardımlarından dolayı Doç.Dr. Ercüment GENÇ'e, istatistiksel değerlendirmeler sırasındaki katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Aydın DEMİRCİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen doktora öğrencisi Evren ÇALIŞKAN'a ve yüksek lisans öğrencisi Sinem ŞİRİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Her konuda maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Rize’de doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Rize Ortapazar da, lise eğitimimi Rize Merkez’de tamamladım. 2003 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi’nde lisans programına başladım. Lisans öğrenimi bitirme projesi olarak ”*Cyprinus carpio* yavrularının dokularında (Kas, Deri, Solungaç, Gonad ve Karaciğer) farklı derişimlerde Kurşun (II) Nitrat ($Pb(NO_3)_2$) birikiminin incelenmesi” konulu çalışmayı tamamladım. 2007 yılında bu programdan mezun oldum. Aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimime başladım. Yüksek lisansa devam ederken “Kuzey Doğu Akdeniz’de İso pod ile İnfeste Bazı Balık Türlerinin Dokularındaki ve Parazit Bünyesindeki Ağır Metal Birikim Düzeylerinin İncelenmesi” adlı projede yardımcı araştırmacı olarak görev yaptım.