

MUSTAFA KEMAL ÜN VERS TES
FEN B L MLER ENST TÜSÜ
SU ÜRÜNLER ANAB L M DALI

SKENDERUN ve ANTALYA KÖRFEZLER NDEK KEMANE BALI I
(*Rhinobatus rhinobatus*, L., 1758)'NİN ÇE TL ORGANLARINDA A IR
METAL B R K M N N DE ERLEND R LMES

KUTALMI GÖKKU

YÜKSEK L SANS TEZ

ANTAKYA

A USTOS-2008

Ç İNDEK İLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
S İMGELER VE KISALTMALAR D İZ İN	III
Ç İZELGELER D İZ İN	IV
EK İLLER D İZ İN	V
1. G İR	1
2. ÖNCEK Ç İLİ MALAR.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Ara tırma Bölgesi.....	13
3.1.2. Balık Materyali.....	13
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. İstatistiksel Analizler.....	17
4. ARA TIRMA BULGULARI VE TARTI MA.....	18
4.1. Kemane Balı ının A ır Metal Kapsamı.....	18
4.1.1. Kadmiyum (Cd).....	18
4.1.2. Kobalt (Co).....	20
4.1.3. Krom (Cr).....	21
4.1.4. Bakır (Cu).....	23
4.1.5. Demir (Fe).....	25
4.1.6. Manganez (Mn).....	27
4.1.7. Nikel (Ni).....	29
4.1.8. Kur un (Pb).....	31
4.1.9. Çinko (Zn).....	32
4.1.10. Körfezlere Göre Kemane Balı ının A ır Metal Yo unlukları.....	34
4.2. A ır Metal çerikleri Arasındaki Korelasyonlar.....	35

4.3. Sonuçların Ulusal ve Uluslar Arası alımlar ve Standartlarla Karıla tırılması.....	36
4.3.1. skenderun ve Antalya Körfezleri.....	36
5. SONUÇ VE NERLER.....	42
KAYNAKLAR.....	47
TE EKKÜR.....	53
ÖZGEÇM	54
EK1.....	55
EK2.....	56
EK3.....	56

ÖZET

SKENDERUN ve ANTALYA KÖRFEZLERİNDEKİ KEMANE BALI I (*Rhinobatus rhinobatus*, L., 1758)'NİN ÇEŞİTLİ ORGANLARINDA AĞIR METAL BİRLİK MİKROELEMENTLERİNİN İÇERİMLERİ

Bu çalışmada Skenderun ve Antalya Körfezleri'nden avlanan kemane vatoz (*Rhinobatus rhinobatus*, L., 1758)'un kas, karaciğer, solungaç, gonad ve bağırsak içeriğindeki Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn gibi ağır metaller incelenmiştir.

Mart 2007-Ekim 2007 tarihleri arasında alınan vatoz örneklerinde ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrofotometresi) kullanılarak ağır metal analizi yapılmıştır. Analizi yapılan dokularda ağır metal yoğunlukları yaşa bağımlılık esasına göre sırasıyla Skenderun Körfezi için Cd (0.07-0.50 mg/kg), Co (0.09-0.31 mg/kg), Cr (0.39-0.75 mg/kg), Cu (1.55-7.46 mg/kg), Fe (50.8-221 mg/kg), Mn (0.68-5.20 mg/kg), Ni (0.96-3.75 mg/kg), Pb (0.43-0.72 mg/kg), Zn (9.94-26.5 mg/kg) olarak bulunurken; Antalya Körfezi'nde ise Cd (0.06-0.34 mg/kg), Co (0.10-0.17 mg/kg), Cr (0.22-0.51 mg/kg), Cu (1.14-3.14 mg/kg), Fe (41.9-110 mg/kg), Mn (0.76-3.25 mg/kg), Ni (0.56-1.36 mg/kg), Pb (0.59-1.06 mg/kg), Zn (7.31-29.9 mg/kg) olarak bulunmuştur.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre genel itibarıyla bütün dokular içerisinde en düşük ağır metal yoğunluklarının kas dokusunda, en yüksek yoğunluğun ise bağırsak içeriğinde olduğu saptanmıştır.

Skenderun ve Antalya körfezlerinde örneklenen kemane vatoz (*Rhinobatus rhinobatus*)'da bulunan ağır metal derişimleri EPA limitlerinin altında bulunmuştur.

2008, 67 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Rhinobatus rhinobatus*, Skenderun Körfezi, Antalya Körfezi, Ağır Metal

ABSTRACT

ASSESSMENT OF ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN SOME ORGANS OF FISH (*Rhinobatus rhinobatus*) IN ISKENDERUN and ANTALYA BAYS

In this study some heavy metals such as Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn in muscle, liver, gills, gonad, instentine of *Rhinobatus rhinobatus*, L., 1758, caught from Iskenderun and Antalya Bays have been determined.

The samples collected between March 2007 and October 2007 were analyzed using ICP-AES. For Iskenderun Bay the heavy metal concentrations were found Cd (0.07-0.50 mg/kg), Co (0.09-0.31 mg/kg), Cr (0.39-0.75 mg/kg), Cu (1.55-7.46 mg/kg), Fe (50.8-221 mg/kg), Mn (0.68-5.20 mg/kg), Ni (0.96-3.75 mg/kg), Pb (0.43-0.72 mg/kg), Zn (9.94-26.5 mg/kg). For Antalya Bay they were found Cd (0.06-0.34 mg/kg), Co (0.10-0.17 mg/kg), Cr (0.22-0.51 mg/kg), Cu (1.14-3.14 mg/kg), Fe (41.9-110 mg/kg), Mn (0.76-3.25 mg/kg), Ni (0.56-1.36 mg/kg), Pb (0.59-1.06 mg/kg), Zn (7.31-29.9 mg/kg).

According to the findings, among all of the tissues the lowest heavy metal concentration was found in the muscle. The highest heavy metal concentration was found in the instentine.

The heavy metal concentrations in *Rhinobatus rhinobatus* which was sampled in Iskenderun and Antalya Bays were found under the limit of EPA.

2008, 67pages

Key Words: *Rhinobatus rhinobatus*, Iskenderun Bay, Antalya Bay, Heavy Metal

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

gr	Gram
kg	Kilogram
mg	Miligram
ppm	Milyonda Bir (1/1.000.000)
ml	Mililitre
μ	Mikron
Cd	Kadmiyum
Cr	Krom
Cu	Bakır
Co	Kobalt
Fe	Demir
Ni	Nikel
Zn	Çinko
Ag	Gümü
Pb	Kur un
Hg	Cıva
Mn	Mangan
Se	Selenyum
Mo	Molibden
Ti	Titanyum
As	Arsenik
MeHg	Metilcıva
HNO ₃	Nitrik Asit
ICP-AES	Inductively Atomic Emission Spectrometry

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1. Kemane balık örneklerinin ortalama boy ve ağırlıklarının körfezlere göre dağılımı (ortalama±standart hata).....	18
Çizelge 4.2. Körfezler ve dokulara göre kemane balığının kadmiyum içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg yağırlık).....	19
Çizelge 4.3. Körfezler ve dokulara göre kemane balığının kobalt içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg yağırlık).....	20
Çizelge 4.4. Körfezler ve dokulara göre kemane balığının krom içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg yağırlık).....	22
Çizelge 4.5. Körfezler ve dokulara göre kemane balığının bakır içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg yağırlık).....	24
Çizelge 4.6. Körfezler ve dokulara göre kemane balığının demir içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg yağırlık).....	26
Çizelge 4.7. Körfezler ve dokulara göre kemane balığının manganez içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg yağırlık).....	28
Çizelge 4.8. Körfezler ve dokulara göre kemane balığının nikel içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg yağırlık).....	29
Çizelge 4.9. Körfezler ve dokulara göre kemane balığının kurun içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg yağırlık).....	31
Çizelge 4.10. Körfezler ve dokulara göre kemane balığının çinko içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg yağırlık).....	33
Çizelge 4.11. Aynı ağırlıkta metal birikimlerinin farklı dokular arasındaki önemli korelasyonları.....	35
Çizelge 4.12. Kas dokuda elde edilen sonuçların ulusal ve uluslararası çalışmalar ve standartlarla karşılaştırılması (mg/kg).....	37

EK LER D Z N

Sayfa

ekil 3.1. skenderun ve Antalya körfezlerinin co rafik gösterimi.....	13
ekil 3.2. Kemane balı ı, <i>Rhinobatus rhinobatus</i> L., 1758.....	14
ekil 4.1. skenderun ve Antalya Körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki kadmiyum içerikleri.....	19
ekil 4.2. skenderun ve Antalya Körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki kobalt içerikleri.....	21
ekil 4.3. skenderun ve Antalya Körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki krom içerikleri.....	23
ekil 4.4. skenderun ve Antalya Körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki bakır içerikleri.....	25
ekil 4.5. skenderun ve Antalya Körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki demir içerikleri.....	27
ekil 4.6. skenderun ve Antalya Körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki manganez içerikleri.....	28
ekil 4.7. skenderun ve Antalya Körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki nikel içerikleri.....	30
ekil 4.8. skenderun ve Antalya Körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki kur un içerikleri.....	32
ekil 4.9. skenderun ve Antalya Körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki çinko içerikleri.....	33

1. G R

Günümüzde ekolojik dengeyi tehdit eden en önemli tehlikelerin başında çevre sorunları gelmektedir. Çevre kirliliği ilk defa kentsel yaşamın bulaşması sonucu ortaya çıkmış ve endüstriyel gelişmeye paralel olarak da artmıştır. Özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısında nüfus artışındaki hızlanmaya bağlı olarak artan çevre kirliliği, yaşam kaynaklarının daha fazla kirlenmesine neden olmuş ve sonuçta ekosistemin bozulması giderek çok daha ciddi bir hal almıştır. Nitekim ekosistemin bir bölümünü oluşturan su ortamı, kullanılmayan sular ve diğer atıklar için bir alıcı ve uzaklaştırıcı bölge olarak kullanıldığında, ekosistem içinde hava ve toprağa oranla en yoğun kirlenmeye uğrayan kısım haline almıştır. Doğal dengeyi bozan bu kirlenmeye sebep olan kirletici unsurlar şu şekilde gruplandırılabilir; organik maddeler, endüstriyel atıklar, petrol türevleri, yapay gübreler, deterjanlar, radyoaktivite, tarım ilaçları, inorganik tuzlar, yapay organik kimyasal maddeler ve atık ısı. Bu sınıflandırmaya göre, ağır metaller endüstriyel atıklar ve bazı tarım ilaçları içinde yer alıp ekolojik dengeyi tehdit eder düzeye ulaşmaktadır (Kaya ve ark., 1998; Yarsan ve ark., 2000).

Kirlilik, kirletici çeşitlerine göre (a) fiziksel, (b) biyolojik ve (c) kimyasal kirlilik olarak üç grupta incelenebilir. Doğaya bilerek ya da bilmeyerek atılan kimyasal maddelerle, endüstriyel atıkların karışımı sonucunda ortaya çıkan kirlilik kimyasal kirliliktir. Kimyasal kirliliğe neden olan kirleticilere boyalar, deterjanlar, tarım ilaçları ve petrol ürünleri örnek olarak verilebilir. Günümüzde kimyasal bir kirlilik olarak kabul edilen ağır metal kirliliği, çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, çevre koşullarına dayanıklı olmaları ve kolaylıkla besin zincirine girerek canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeniyle diğer kimyasal kirleticiler arasında ilk sırada yer almaktadır (Uzunolu, 1999).

Metaller içerisinde yoğunluğu 5 g/cm^3 'den büyük olan grup ağır metaller olarak adlandırılır. Ağır metallerden örnek olarak Cu, Fe, Zn, Pb, Hg, Co, Mn, Cr, Se, Ni ve Cd sayılabilir (Özdemir, 1981). Ağır metallerin deniz suyundaki yoğunlukları 1 ppm'den düşüktür. Ancak doğal kaynaklardan; yer ve yanardağ faaliyetleri, erozyon ve yangınlar veya insan etkinlikleri içerisinde yer alan maden arama, işleme, evsel atıklar, tarımsal faaliyetler, endüstriyel atıklar ile ağır metallerin yoğunlukları artabilir (Engül, 1993;

Sawyer ve ark., 1994). Bu metallerin büyük bir bölümü canlılarda birikebilir. Bu birikim sonucu canlıların bünyesinde bulunan bu elementler etkili miktarlara ulaştıklarında, ciddi hastalıklara, hatta ölümlere sebep olabilirler (Engül, 1993; Kargı, 1995; Beyazıt ve Peker, 1998). Bazı ağır metaller canlı organizmalar için vazgeçilmez oldukları halde, yüksek yoğunlukta zehirlidirler. Bunlar bakır (Cu), krom (Cr^{+3} formu), demir (Fe), manganez (Mn), molibden (Mo), çinko (Zn) ve nikel (Ni)'dir. Bununla birlikte kadmiyum (Cd), krom (Cr^{+6} formu), cıva (Hg) ve kurşun (Pb) gibi ağır metaller canlılar için eser miktarları bile zehir etkisi gösterebilir.

Atık suların alıcı ortama ulaşması suyu kitlemekte ve su kaynaklarının içme suyu amaçlı kullanılması durumunda ise pahalı arıtma tekniklerinin uygulanmasını gerektirmektedir. Atık sularda ağır metal bulunması evsel nitelikli atık suların arıtma verimini etkilemekte ve oluşacak çamurun özellikle tarımsal amaçlı kullanımını imkânsız hale getirmektedir. Ağır metal kirliliği içeren atık sular, genellikle BOI (Biyolojik Oksijen ihtiyacı) değeri düşük ve asitli sulardır. Bu nedenle ağır metal içeren endüstriyel atık suların kanalizasyon sistemine boşaltımı büyük önem arz etmektedir (Türkman ve ark., 2001).

Yüzey akımlarını kirleten kaynaklar tarımsal ve kentsel faaliyetler olabilir. Ağır metallerle olan etkileşimler sadece yeni kirleticileri tanımayıp, aynı zamanda havuz ve bent gibi yerlerde çökelti olan sedimentlerdeki kirleticileri de harekete geçirmektedir. Ayrıca yükseltgenme-indirgenme (redoks) tepkimeleri ve pH'daki değişimler de ağır metal taşınmasını etkilemektedir (Türkmen, 2003).

İnsanların bazı kimyasal maddelere ve özellikle ağır metallerle maruz kalmaları halinde ortaya çıkan halk sağlığı sorunları her geçen gün daha da artmaktadır. Hg, Pb, Cd, Co gibi ağır metaller zehirli metallere aittir. Organizmalar için bu maddelerin çok az miktarları bile tehlikeli durumlara sebebiyet verir (Parlak, 1985).

Ev ve sanayi atıklarının arıtılmadan veya gerektiği gibi arıtım yapılmadan nehir sularına karışması ve birikimi nedeniyle, nehirlerdeki bazı canlıların yok olma tehlikesiyle karşılaşmaktadır. Bu gibi olaylar da nehirlerin kirlilik düzeylerinin artırılmasının gerekliliğini açıkça göstermektedir (Minareci ve ark., 2004). Ayrıca bazı atıklar içindeki ve çeşitli yollarla denizlere gelen iz elementler ortamda belli sınırlarda bulduklarında, organizmaların fizyolojik faaliyetlerinde önemli rol

oyunlar. Ancak do al yo unluk düzeylerinin üzerine çıktı nda ekosistem bireylerinin biyolojik etkinliklerini etkileyerek, gıda zincirindeki organizmalar arasında dengenin bozulmasına sebep olmaktadır (Uzunlu, 1999).

İmkiye kadar yapılan çalı malarda, skenderun ve Antalya körfezlerinde deniz suyu (Türkmen, 2003), askıdaki katı madde (Türkmen ve Türkmen, 2004), balıklar (Kalay et al., 1999; Canlı ve Atlı, 2003; Yılmaz, 2003; Türkmen ve ark., 2005a) ve omurgasız (Türkmen ve ark., 2005c; Türkmen ve Türkmen 2005) canlılar incelenmiştir. Yürütülen bu çalı ma ile Akdeniz'in iki önemli körfezindeki Kemane balı ı (*Rhinobatos rhinobatos* Linn., 1758) türünün et, karaci er ve mide içeri i gibi önemli organlarında a ır metal birikimleri (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn) analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, ulusal ve uluslararası standartlara göre balık etlerinde müsaade edilebilir düzeylerle karşılaştırılarak, çalı ılan körfezlerdeki a ır metal kirliliğinin boyutları, incelenen tür ve organlar bazında çevre ve insan sa lı ı açısından değerlendirilmiştir.

2. ÖNCEK ÇALI MALAR

Pedersen (1996), Yaptı ı çalı masında Danimarka'daki denizlerden toplanan pisi balı ı (*Pleuronectes platessa*) ile dil balı ı (*Platichthys flesus*)'nın kas ve karaci erlerinde metal yo unluklarını izlemi tir. Ara tırıcı 1981-1992 yılları arasında Jutland (Danimarka)'ın batı sahillerinden toplanan pisi balı ının karaci erinde Cd (kuru a ırlık) ve kasında ise Hg (ya a ırlık) analizleri yapmı ve karaci erdeki Cd de erlerini sırasıyla 1981-1984 arasında 0.20-0.40, 1985'de 0.0-0.20, 1986'da 0, 1987'de 0.40-0.60, 1988-1989'da 0.80-1.00, 1990'da 0.40-0.60, 1991'de 0.20-0.40 ve 1992 yılında 0.0-0.20 mg/kg aralı nda bulmu tur. Kas dokudaki Hg de erlerini ise sırasıyla 1981'de 0.04, 1982'de 0.04-0.06, 1983-1985 arasında 0.06-0.08, 1986'da 0, 1987'de 0.04, 1988 ve 1989'da 0.04-0.06, 1990'da 0.10-0.12 ve 1991'de 0.08 mg/kg aralı nda belirlemi tir. Aynı ekilde dil balı ı için yaptı ı analizlerde karaci erde Cd de erlerini 1979-1981 yılları arasında 0.20-0.40, 1982'de 0.40-0.60, 1983'de 0.80-1.00, 1984'de 0.60-0.80, 1985'de 0.80, 1986'da 0.60, 1987'de 0.40-0.60, 1988'de 0.40, 1989'da 1.00-1.20, 1990'da 0.80-1.00, 1991'de 0.60-0.80, 1992'de 0.60, 1993'de 0.40-0.60 mg/kg aralı nda; kas dokuda Hg seviyelerini ise 1979 yılında 0.15, 1980'de 0.20-0.25, 1982'de 0.25, 1983'de 0.30, 1984'de 0.25-0.30, 1985'de 0.15-0.10, 1986'da 0.20, 1987'de 0.20-0.25, 1988'de 0.25, 1989'da 0.20-0.25, 1990'da 0.25, 1991'de 0.20-0.25 ve 1992'de 0.15 mg/kg arasında tespit etmi tir.

Rowe ve ark. (1998), rlanda'nın be ana balıkçılık alanından topladıkları 16 türden 44 balık örne i üzerinde yenilebilir dokular üzerinde metal ve organo-klorin tayini yapmı lardır. Ara tırma sonucunda balık örneklerinden alınan kas numunelerinde Hg seviyeleri 0.03-0.28 µg/g arasında belirlenmi tir. Di er taraftan Cd sonuçları 0.006 µg/g'dan az, Cu miktarı 0.094-0.41 µg/g aralı nda, Zn seviyeleri 2.24-3.90 µg/g a ırlı nda ve Cr miktarları ise 0.015-0.13 µg/g olarak tespit edilmi tir. Bu de erler EU sınır de erlerinin altında olmu tur.

Kalay ve ark. (1999), Akdeniz'in Kuzeydo u bölgesindeki üç istasyondan aldıkları barbun (*Mullus barbatus*), kral balı ı (*Caranx crysos*) ve has kefal (*Mugil cephalus*) balıklarının dokularında a ır metal (Cd, Pb, Cu, Cr, Ni, Zn ve Fe) miktarlarını ara tırmı lar. Ara tırmanın sonucunda barbunun solungacında Cd, Pb, Cu, Cr, Ni, Zn ve

Fe oranlarını sırasıyla 2.25-3.70, 15.61-22.35, 7.10-10.25, 3.63-8.70, 10.56-15.83, 30.5-57.0 ve 263-299 µg/g; karaci erinde 1.63-2.12, 6.10-9.28, 9.45-12.26, 1.22-2.38, 4.69-5.51, 35.3-55.3 ve 151-258 µg/g; kas dokusunda 1.03-1.43, 5.34-9.11, 2.26-5.88, 1.6-1.91, 2.88-6.07, 16.1-25.8 ve 32.2-103.1 µg/g olarak bulmu lardır. Buna kar ılık kral balı ının solungacında bu oranlar aynı sırayla 2.64-3.34, 17.51-20.11, 9.14-16.99, 4.51-8.82, 10.39-11.20, 40.3-67.7 ve 173,0-270,0 µg/g; karaci erinde 0.84-5.93, 4.73-15.72, 9.46-28.05, 1.45-3.11, 1.70-11.23, 27.3-76.2 ve 162,0-522,0 µg/g; kas dokusunda 0.61-1.36, 4.43-7.50, 2.74-6.15, 1.10-2.07, 1.89-4.80, 18.0-33.6 ve 36.4-66.8 µg/g aralı nda belirlemi lerdir. Öte yandan has kefalin solungacında adı geçen a ır metallerin miktarlarını aynı sıra ile 2.19-2.36, 20.17-21.23, 6.18-7.74, 3.20-4.83, 8.10-11.2, 35.2-52.0 ve 189,0-238,0 µg/g; karaci erinde 1.29-3.61, 6.13-11.21, 146-302, 1.29-2.54, 4.68-8.55, 40.8-57.3 ve 197,0-310,0 µg/g; kas dokusunda 0.86-1.07, 5.44-7.33, 3.92-5.12, 1.24-1.35, 2.25-4.25, 23.5-30.9 ve 61.1-129,0 µg/g ekinde kaydetmi lerdir.

Andres ve ark. (2000) yaptıkları bir çalı mada Fransa'daki Lot ırma ından topladıkları dört balık türünün çe itli organlarındaki Cd, Zn ve polimetalik kirlili in türler arasındaki kar ıla tırmasını yapmı lardır. Lot ırma ındaki eski çinko i letmesinden bo altılan Cd ve Zn'nin balıkların be organındaki (solungaç, ba ırsak, karaci er, böbrek ve kas) miktarlarını ara tırmı lardır. İrmaktaki kirlilik boyunca toplanan balıklarda yapılan analizler sonucunda Cd yo unlu u çok yüksek çıkmı , organlar içerisinde ise en yüksek de erin böbrekte oldu u ortaya konmu tur.

Jones ve ark. (2000), Cleveland körfezinden topladıkları 28 kemikli balık, 3 köpek balı ı ve vatoz, 2 kalamar ile 3 kabuklu türünün kas dokularında Zn yo unluklarını incelemi lerdir. Denemede ortalama Zn yo unluklarını ya a ırlık esasına göre köpek balı ı ve vatozlarda 3.5-7.2 µg/g, kalamarda 13-16 µg/g ve kabuklularda 14-18 µg/g ya a ırlık olarak tespit etmi lerdir.

Lacerda ve ark. (2000), Brezilya'nın güneydo u sahillerinde üç köpekbalı ı türü (*Rhizoprionodon lalandei*, *Rhizoprionodon porosus* ve *Mustelus higmani*) üzerinde Hg içeri ini ara tırmı lar. Deneme sonucunda Hg oranları *Rhizoprionodon lalandei* için 21.5-280.0 µg/g (ortalama 74.6 µg/g), *Rhizoprionodon porosus* için 7.6-90.5 µg/g (ortalama 42.2 µg/g) ve *Mustelus higmani*'de ise 13.0-162.8 µg/g (ortalama 54.9 µg/g) olarak bulunmu tur.

Boeck ve ark. (2001), köpekbalığı'nın (*Squalus acanthias*) sudaki gümüş'e olan hassasiyeti üzerine çalışmalarıdır. Bu çalışmanın sonucunda farklı gümüş yoğunluklarına (0, 30, 200 ve 685 µg/l) maruz kalan köpekbalığı'nın deney sonunda ya da ölüm anında farklı dokularındaki gümüş miktarları tespit edilmiştir. Ortamda 0 µg/l Ag varken solungaçta 11.8; µg/l, 30 µg/l Ag oldu unda 52.6 µg/l; 200 µg/l Ag bulundu unda 1107.9 µg/l ve 685 µg/l Ag varlığında ise 3628.7 µg/l Ag tespit edilmiştir. Aynı doku türleri plazmada sırasıyla 0.1, 0.0, 1.7 ve 176.2 µg/l; böbrekte 39.4, 29.2, 54.6 ve 257.1 µg/l; gonada 2.4, 9.4, 40.0 ve 314.7 µg/l; bağırsakta 14.6, 10.2, 91.0 ve 282.4 µg/l; karaciğerde 2.9, 33.6, 26.2 ve 62.0 µg/l; safrada 68.5, 70.9, 97.0 ve 124.6 µg/l; kasta ise 8.7, 4.4, 0.2 ve 24.8 µg/l olarak kaydedilmiştir.

Canlı ve ark. (2001), Akdeniz'de üç ayrı istasyondan aldıkları karides (*Peaenus japonicus*) ve sardalya (*Sardina pilchardus*) türlerinin dokularındaki metal yoğunlukları (Cd, Pb, Cu, Cr, Ni, Zn ve Fe) üzerinde çalışmalarıdır. Kuruma karidesinin solungaçındaki metal yoğunluklarını sırasıyla 13.54, 31.21, 258.23, 21.18, 53.39, 120.86 ve 1260.5 µg/g; hepatopankreasında 12.24, 11.92, 397.47, 3.86, 19.79, 106.13 ve 227.03 µg/g; kas dokusunda ise 0.79, 4.64, 19.06, 1.14, 2.72, 21.73 ve 76.93 µg/g olarak bulmuşlardır. Araştırmada ele alınan metallerin sardalyanın solungaçındaki oranları aynı sırayla 2.58, 19.04, 7.17, 8.36, 15.06, 49.53 ve 230.76 µg/g; karaciğerinde 4.09, 16.54, 20.52, 4.0, 9.28, 74.26 ve 454.06 µg/g; kas dokusunda 1.11, 6.57, 9.02, 1.58, 3.64, 31.1 ve 102.76 µg/g arasında yer almıştır.

Storelli ve ark. (2002) yaptıkları bir çalışmada Akdeniz'den topladıkları deniz kedisi (*Chimera monstrosa*), elektrikli vatoz (*Torpedo nobiliana*) ve kartal vatoz (*Myliobatis aquila*)'dan oluşan üç kıkırdaklı balık türünün kas dokularında toplam ve metil cıva birikimlerini belirlemişlerdir. Araştırma sonucuna göre, en yüksek toplam cıva derişimleri deniz kedisinde 3.14 mg/kg, elektrikli vatozda 2.42 mg/kg ve kartal vatozda ise 0.83 mg/kg; cıvanın metil formunun oranı ise % 72 (kartal vatoz) ile % 83 (deniz kedisi) arasında sıralanmıştır.

Canlı ve ark. (2003), Akdeniz'deki altı balık, çipura (*Sparus auratus*), çamuka (*Atherina hepsetus*), has kefal (*Mugil cephalus*), kırlangıç (*Trigla cuculus*), sardalya (*Sardina pilchardus*) ve zurna (*Scomberesox saurus*), türünün kas, karaciğer ve solungaçlarındaki ağır metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb ve Zn) oranlarını araştırmışlardır.

Ara tırmanın sonucunda çipuranın kaslarındaki Cd, Cr, Cu, Fe, Pb ve Zn miktarları sırasıyla 0.37, 1.24, 2.84, 19.60, 5.54 ve 26.66 µg/g; çamukanın kaslarında 0.37, 2.21, 4.00, 78.40, 6.12 ve 24.34 µg/g; has kefalın kaslarında 6.66, 1.56, 4.41, 38.71, 5.32 ve 37.39 µg/g; kırlangıcın kaslarında 0.79, 2.42, 2.19, 30.68, 4.27 ve 24.89 µg/g; sardalyanın kaslarında 0.55, 2.22, 4.17, 36.60, 5.57 ve 34.58 µg/g; zurna balı ının kaslarında da 0.45, 1.70, 2.34, 29.82, 2.98 ve 16.48 µg/g olarak belirlenmiştir. Aır metallerin karaciğer dokularındaki oranları ise çipurada aynı sıra ile 0.96, 1.66, 33.37, 256.50, 8.87 ve 76.47 µg/g; çamukada 1.17, 3.69, 54.17, 393.22, 41.24 ve 70.18 µg/g; has kefalde 1.64, 4.58, 202.80, 370.43, 12.59 ve 110.03 µg/g; kırlangıçta 4.50, 8.77, 29.09, 582.37, 23.0 ve 108.64 µg/g; sardalyada 2.99, 17.16, 29.26, 225.47, 39.43 ve 72.22 µg/g; zurna balı ında 1.72, 5.01, 18.18, 407.88, 17.54 ve 68.99 µg/g bulunmuştur. Solungaçlardaki aır metal oranları ise çipura için sırasıyla 1.79, 3.31, 5.02, 152.91, 13.31 ve 63.10 µg/g; çamuka için 14.74, 14.64, 79.03, 12.37 ve 85.51 µg/g; has kefal için 2.08, 4.85, 13.48, 275.67, 8.95 ve 71.21 µg/g; kırlangıç için 2.25, 10.28, 10.92, 499.05, 12.81 ve 89.36 µg/g; sardalya için 1.56, 7.58, 8.99, 227.42, 8.99 ve 101.85 µg/g; zurna balı ı için 2.55, 14.62, 11.01, 885.49, 16.23 ve 80.82 µg/g kuru aırlık olarak kaydedilmiştir.

Grosell ve ark. (2003), Salisbury körfezinde bir haftayı aşkın süre boyunca küçük vatoz (*Raja erinacea*) ve lopa balı (*Myoxocephalus octodecemspinosus*) üzerinde yaptıkları bir çalışmada küçük vatoz türünün 0.10, 0.52, 1.73 µM bakır ve lopa balı türünün de 0.10 ve 1.73 µM bakıra maruz bırakılmışlardır. Her iki yonlu da maruz bırakılan balıklardan küçük vatozun solungaçındaki bakır yonlu u 40-50 kat artmış oldu unu, lopa balı ında ise bu yonlu un 3 kata yükselmiş oldu unu tespit etmişlerdir.

Marcotrigiano ve Storelli (2003), İyon ve Adriyatik denizlerinde, deniz canlıları üzerinde aır metal, poliklor bifenil ve organoklorin pestisit atıklarında Hg, Cd, Pb, Cr ve As aır metallerini tespit etmişlerdir. İnceledikleri balıklıkların kaslarındaki aır metal (Hg, Cd, Pb, Cr ve As) yonluklarını sırasıyla 0.85, 0.005, 0.08, 0.30 ve 8.58 µg/g; karaciğerlerinde 0.57, 0.28, 0.47, 0.44 ve 10.56 µg/g; kafadan bacaklılarda 0.18, 0.25, 0.61, 0.25 ve 10.81 µg/g; kafadan bacaklıların sindirim sisteminde 0.47, 2.70,

0.88, 0,28 ve 15.46 µg/g; midye etinde 0.05, 0.36, 0.65, 0.71 ve 1.63 µg/g ve kabuklu etinde 0.25, 0.11, 0.02, 0.47 ve 20.10 µg/g olarak bulmu lardır.

Szefer ve ark. (2003), Baltık Denizi'nin güneyinde bulunan Pomeranian körfezi ve Szczecin Lagününden aldıkları levrek (*Perca fluviatilis*) türünde Zn, Cu, Cd, Pb ve Hg'nin da ılımını ve aralarındaki ili kiyi ara tırma lardır. Denemede kas dokularında bulunan metal yo unlukları 0.025-0.215 µg/g Hg, 0.002-0.043 µg/g Cd, 0.003-0.073 µg/g Pb, 0.09-0.79 µg/g Cu ve 2.38-10.68 µg/g Zn olarak ölçülmü tür. Karaci erdeki metal miktarları ise 0.022-0.062 µg/g Cd, 0.013-0.069 µg/g Pb, 0.8-6.6 µg/g Cu ve 19.3-30.7 µg/g Zn olarak bulmu lardır.

Yılmaz (2003), skenderun körfezindeki üç istasyondan yakaladıkları has kefal (*Mugil cephalus*) ve karagöz istavrit (*Trachurus mediterraneus*) türlerinin kas, deri ve gonadlarında Fe, Cu, Ni, Cr, Pb ve Zn miktarlarını belirlemi tir. Ara tırma sonucunda has kefalın kas, deri ve gonadlarındaki Fe oranları sırasıyla 70.28, 149.77 ve 382.51 µg/g; Cu oranları 1.45, 5.36 ve 35.37 µg/g; Ni oranları 1.22, 2.72 ve 7.35 µg/g; Cr miktarları 1.46, 3.22 ve 10.06 µg/g, Pb oranları 7.45, 37.39 ve 62.33 µg/g; Zn ise 38.23, 100.56 ve 281.51 µg/g ekinde bulunmu tur. Karagöz istavritte ise adı geçen organlardaki Fe oranları aynı sıra ile 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 olarak belirlenmi tir.

Topçuo lu ve ark. (2004), Marmara Denizinin kuzey sahillerindeki üç istasyondan aldıkları sediment ve biota örneklerinde Cd, Co, Cr, Ni, Zn, Fe, Mn, Pb ve Cu'dan olu an a ır metal seviyelerini tespit etmi lerdir. Barbun (*Mullus barbatus*)'ta bu a ır metallere sırasıyla <0.02, <0.05, <0.06, <0.01, 17.1, 48, 1.1, <0.01 ve 1.5 µg/g; istavrit (*Trachurus trachurus*)'te <0.02, <0.05, <0.06, <0.01, 19.5, 30, 1.0, <0.01 ve 3.1 µg/g; izmarit (*Spicara maena maena*)'te ise <0.02, <0.05, <0.06, <0.01, 21.1, 30, 1.0, <0.01 ve 2.2 µg/g ekinde kaydedilmi tir.

Anan ve ark. (2005), yaptıkları bir çalı mada Hazar Denizinin sahillerinden toplanan balıklar üzerinde V, Mn, Cr, Co, Cu, Zn, Se, Mo, Ag, Cd, Hg, Ti ve Pb'den meydana gelen iz elementlerin birikimlerini ara tırma lardır. Ara tırma sonucunda Ag, Cr, Cd, Ti ve Pb gibi zehirli elementlerin seviyelerini dü ük bulmu lardır. Buna kar ın

Zn'nin en yüksek yo unlu a sahip oldu unu, bunu sırasıyla Cu, Se, Mn ve Co'nun izledi ini tespit etmi lerdir. Ayrıca bu çalı mada iz elementlerin yo unlukları farklı co rafik yerlere göre de incelenmi tir. Bu ara tırmada ran sahillerindeki be istasyondan toplanan kızılğöz (*Rutilus rutilus caspicus*), tatlı su kayabalı ı (*Negobius fluviatilis*), benekli kayabalı ı (*Neogobius melanostomus*), tülka balı ı (*Clupeonella delicatula*) ve *Rutilus frisii kutum* balık türleri kullanılmı tir. Yapılan de erlendirme sonucunda batı istasyonlarından alınan balık örneklerinin Co, Mo, Ag, Cd ve Ti yo unluklarının do u istasyonundan alınan örneklere nazaran daha yüksek çıktı ı tespit edilmi tir.

Ço un ve ark. (2005), skenderun körfezinin Yumurtalık sahilinden aldıkları dil balı ı (*Solea solea*) ve çipura (*Sparus aurata*) balık türleri ve karides (*Penaeus semiculatus*) üzerinde a ır metallerin (Pb, Cd, Cu, Zn ve Fe) mevsimsel de i imleri ile dokulardaki da ılımını belirlemi lerdir. Bu çalı mada dil balı ının kas dokusundaki Pb, Cd, Cu, Zn ve Fe yo unluklarının sırasıyla 14.0-26.6, 2.1-3.5, 4.7-8.3, 22.7-33.8 ve 9.2-15.9 µg/g; solungacında 29.5-44.9, 4.8-9.5, 6.8-17.8, 78.8-107.7 ve 90.2-130.9 µg/g; karaci erinde 38.2-62.8, 7.8-13.7, 193.1-260.3, 114.8-160.1 ve 236.2-300.7 µg/g oldu u vurgulanmı tir. Çipuranın kas dokusunda ele alınan a ır metallerin oranları aynı sıra ile 13.6-22.1, 2.1-3.2, 3.4-5.8, 21.1-28.7 ve 7.9-14.5 µg/g; solungacında 18.5-34.1, 3.8-6.2, 6.1-9.1, 72.4-90.2 ve 75.2-105.1 µg/g; karaci erinde 29.9-45.5, 3.8-6.2, 20.8-32.5, 110.7-145.3 ve 326.3-363.0 µg/g olarak kaydedilmi tir. ncelenen a ır metallerin karidesin kas dokusundaki miktarları aynı sırayla 15.4-28.6, 2.7-5.0, 27.9-41.9, 50.1-63.1 ve 8.7-16.9 µg/g; solungacında 159.0-317.5, 13.3-24.8, 216.0-299.4, 162.2-209.1 ve 92.6-134.1 µg/g; karaci erinde 50.9-127.1, 20.2-37.4, 433.6-763.7, 268.2-331.1 ve 112.3-167.4 µg/g arasında bulunmu tur.

Ikem ve Egeibor (2005), Amerika'nın Georgia ve Alabama eyaletlerinde satılan konserve balıklarında DMA ve ICP-OES cihazlarını kullanarak cıva dahil 14 iz metalin analizini yaparak u sonuçları elde etmi lerdir. Cıva 0.02–0.74, gümü 0.00–0.20, arsenik 0.00–1.72, kadmiyum 0.00–0.75, krom 0.00–0.30, demir 0.01–8.84, kur un 0.0–0.03, manganez 0.01–2.55, nikel 0.00–0.78, kobalt 0.00–0.10, bakır 0.01–5.33, kalay 0.04–28.7, vanadyum 0.00–0.31 ve çinko 0.14–97.8 mg/kg aralı nda tespit edilmi tir.

Storelli ve ark. (2005), yon ve Adriyatik denizlerinde yaptıkları bir çalı mada, ticari öneme sahip iki balık türü olan berlam (*Merluccius merluccius*) ve barbun (*Mullus barbatus*) türlerinin kaslarında cıva yo unluklarına bakımı lardır. Bu çalı manın sonucunda barbun türünün yon Denizinden alınan örneklerinde hem Hg hem de MeHg de erleri 0.40 µg/g, Adriyatik Denizi'nden alınan numunelerde ise Hg 0.49 µg/g ve MeHg 0.44 µg/g olarak bulmu tur. Yine aynı yerden alınan berlam türüne ait numunelerde Hg ve MeHg miktarları 0.09 µg/g; Adriyatik Denizinden alınan numunelerde ise Hg 0.18 µg/g ve MeHg 0.16 µg/g olarak tespit edilmi tir.

Dalman ve ark. (2006), Ege Denizinin güneydo u bölgesinde yer alan Güllük körfezinden aldıkları levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve sedimentte a ır metal (Cd ve Pb) ve iz elementlerin (Cu ve Zn) varlı mını incelemi lerdir. Deneme sonucunda ara tırcılar balıklardaki ortalama metal yo unluklarını Pb için <0.02–0.4, Cd için <0.01–0.04, Cu için <0.1 ve Zn için <0.5 -7.2 mg/kg olarak belirlemi lerdir. Di er taraftan yedi sediment numunesindeki Pb 20.0, Cd 0.56, Cu 25.2 ve Zn 80.8 mg/kg olmu tur.

Dural ve ark. (2006), Akdeniz'in do u sahillerindeki Çamlık lagününden aldıkları levrek (*Dicentrarchus labrax*), çipura (*Sparus aurata*), has kefal (*Mugil cephalus*)'in farklı dokularındaki bazı a ır metallerin (Zn, Cd, Fe) biyolojik birikimini ara tırımı lar. Levre in solungacındaki Zn, Cd ve Fe de erlerini 0.44-0.50, 95.29-142.56 ve 115.13-144.96 µg/g; karaci erindeki 0.98-1.16, 26.27-94.92 ve 51.41-212.73 µg/g; gonadındaki 0.40-0.45, 59.75-144.8, 9.00-82.97 ve 18.26-65.01 µg/g; kas dokusundakini ise 0.027-0.107, 63.45-113.1 ve 3.87-7.25 µg/g olarak ölçmü lerdir. Bu de erler çipuranın solungacında 0.38-0.50, 114.96-139.32 ve 114.4-116.3 µg/g; karaci erinde 0.58-1.33, 60.16-61.45 ve 57.48-224.3; gonadında 0.38-0.42, 68.18-118.45 ve 18.26-65.01; kas dokusunda ise 0.12-0.13, 33.4-67.75 ve 3.25-9.15 µg/g olarak kaydedilmi tir. ncelenen a ır metallerin has kefalın solungacındaki oranları 0.50-0.77, 87.00-126.38 ve 116.96-128.86 µg/g; karaci erindeki 0.94-1.64, 70.34-125.7 ve 96.08-143.60 µg/g; gonadındaki 0.40-0.41, 54.34-89.70 ve 14.16-94.43 µg/g; kas dokusundaki de 0.06-0.1, 42.2-123.6 ve 5.40-8.00 µg/g olmu tur.

Soliman (2006), Süvey Kanalının Port-Said Limanı bölgesinde a ır metal kirlili ini çalı mı tır. Bu çalı mada yo un gemi trafi i olan Süvey Kanalındaki balıkların kas dokularındaki toplam Hg, Cd ve Zn seviyelerini belirlemek

amaçlanmıştır. Bunun için Süvey Kanalından iki balık, iki kabuklu ve iki kafadan bacaklı türü olmak üzere üç grup sucul organizma kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda balık türlerindeki toplam cıva 0.18–1.17 µg/g, kabuklularda 0.01–0.54 µg/g ve kafadan bacaklılarda ise 0.01–0.92 µg/g arasında dağılımı belirlenmiştir.

Türkmen ve ark. (2006), Iskenderun Körfezindeki üç ayrı istasyondan aldıkları has kefal (*Mugil cephalus*) ve mavi yengeç (*Callinectes sapidus*) türlerinin dokuları üzerinde Al, Cr, Cu, Mn, Co, Ni, Cd, Pb, Zn ve Fe miktarlarının tespiti üzerine çalışmışlardır. Yapılan analizler sonucunda has kefal için adı geçen ağır metal miktarlarının yukarıdaki sırayla 1.273, 1.097, 1.540, 2.076, 1.274, 1.174, 0.327, 1.681, 5.448 ve 13.64 µg/g; mavi yengecin ise 7.347, 4.527, 7.018, 4.819, 2.951, 2.830, 1.768, 3.513, 9.074 ve 14.360 µg/g olduğu belirlenmiştir.

Fernandes ve ark. (2007), Portekiz'deki Esmoriz-Paramos lagününden topladıkları kefal (*Liza saliens*) türünün kas, solungaç ve karaciğerinde ağır metallerin birikimini araştırmışlardır. En yüksek metal yoğunluğunun karaciğerde (254 mg Cu/kg), daha sonra solungaçlarda (114 mg Zn/kg) olduğu bulunmuştur. BAFs (Biyolojik Birikim Faktörü) ise Cu-karaciğer > Cu-solungaç ve Zn-solungaç > Zn-karaciğer > Zn-kas olduğu ve balık yağı ile BAFs arasında önemli bir bağlantı bulunduğu belirtilmiştir.

Keskin ve ark. (2007), Marmara Denizinden topladıkları yirmi deniz canlısı türünde Hg, Pb, Cu ve Cd içeriklerine bakmışlardır. Araştırmanın sonucunda mezgit için bu değerlerin sırasıyla 0.0352, 0.207, 9.487 ve 0.054 mg/kg; altınbağ kefal için 0.0074, 0.124, 0.890 ve 0.036 mg/kg; izmarit için 0.032, 0.082, 0.392 ve 0.39 mg/kg; barbun için 0.434, 0.035, 0.300 ve 0.012 mg/kg; midye için 1.750, 0.822, 1.232 ve 1.122 mg/kg; berlam için 0.518, 0.045, 0.243 ve 0.46 mg/kg; hamsi için 0.550, 0.099, 3.492 ve 0.027 mg/kg; karagöz için 0.378, 0.052, 0.298 ve 0.017 mg/kg; mürmür için 0.290, 0.269, 0.234 ve 0.025 mg/kg; dil balığı için 0.329, 0.133, 0.370 ve 0.022 mg/kg; lüfer (15 cm) için 0.028, 0.108, 0.628 ve 0.043 mg/kg; sardalya için 0.242, 0.142, 0.558 ve 0.008 mg/kg; uskumru için 0.013, 0.074, 0.567 ve 0.021 mg/kg; sarıkuyruk istavrit için 0.053, 0.074, 0.381 ve 0.010 mg/kg; kolyoz için 0.035, 0.063, 0.396 ve 0.011 mg/kg; zargana için 0.022, 0.062, 0.298 ve 0.029 mg/kg; palamut için 0.374, 0.228, 0.854 ve 0.032 mg/kg; güümü için 0.034, 0.019, 0.319 ve 0.017 mg/kg; karides için 0.464, 0.167,

0.880 ve 0.016 mg/kg; lüfer (25 cm) için 0.421, 0.270, 1.104 ve 0.012 mg/kg olarak de i ti ini bulmu lardır.

Kosanovic ve ark. (2007), Birle ik Arap Emirli i körfezindeki sanayi ve kent alanlarındaki üç örnekleme noktasından aldıkları *Lethrinus lentjan* örneklerinin kas ve karaci erlerinde Cr, Mn, Co, Cu, Zn, As, Cd, Hg ve Pb analizleri yapmı lardır. Üç bölgeden alınan örneklerin karaci erlerinde ya a ırlık esasına göre ortalama metal seviyelerini sırasıyla 0.496, 1.966, 0.182, 15.813, 98.670, 5.036, 2.223, 0.128 ve 0.084 µg/g oldu u ifade edilmi tir. Kas dokuda ise bu de erler sırasıyla ortalama 0.366, 0.166, 0.003, 1.8, 5.313, 1.219, 0.163, 0.051 ve 0.009 µg/g olarak bulunmu tur.

Sivaperumal ve ark. (2007), yaptıkları bir çalı mada Hindistan'daki marketlerde satılan balık ile kabuklu ve balık ürünlerinde a ır metal (Cd, Pb, Hg, Cr, As, Zn, Cu, Co, Mn, Ni ve Se) seviyelerini ara tırmı lardır. Ara tırma sonucunda Cd'nin <0.07–1, Pb'nin <0.07–1.32, Hg'nin <0.05–2.31, Cr'nin <0.05–3.65, As'nin <0.1–4.14, Zn'nin <0.6–1.65, Cu'nun <0.15–24, Co'nun <0.02–0.85, Mn'nin <0.08–9.2, Ni'nin <0.032–1.38 ve Se'nin <0.03–1.35 mg/kg arasında de i ti ini tespit etmi lerdir.

Tuzen ve Soylak (2007), Türkiye'de satılan konserve balıklardaki iz metal seviyeleri üzerinde çalı mı lardır. Çalı ma sonucunda ele alınan balık örneklerindeki Cu miktarının 1.10-2.50 µg/g, Zn miktarının 7.57-34.4 µg/g, Mn oranının 0.90-2.50 µg/g, Fe miktarının 10.2-30.3 µg/g, Se'nin 0.96-3.64 µg/g, Al'nin 0.45-1.50 µg/g, Cr'nin 0.97-1.70 µg/g, Ni'nin 0.42-0.85 µg/g, Pb'nin 0.09-0.40 µg/g ve Cd'nin ise 0.06-0.25 µg/g arasında de i ti i belirlenmi tir.

Yılmaz ve Yılmaz (2007), Akdeniz'in kuzeydo u bölgesinde yer alan skenderun körfezinden elde ettikleri hem erkek hem di i kaplan karides (*Penaeus semisulcatus*)'in kas, solungaç, hepatopankreas ve gonad dokularındaki yüksek metal yo unluklarının mevsimsel de i iklikleri üzerinde çalı mı lar. Bu çalı ma sonucunda Ag yo unlu unun 1.2-12.5 µg/g; Cr'nin 2.2-78.2 µg/g; Ni'nin 0.6-33.8 µg/g; Pb'nin 0.1-2.6 µg/g; Cu'nun 17.2-114 µg/g; Fe'nin 5.9-291 µg/g ve Zn'nin 4.3-284 µg/g arasında yer aldı ı kaydedilmi tir.

Türkmen ve ark. (2008), Türkiye'deki Marmara, Ege ve Akdeniz'den toplanan 12 balık türünün kas ve karaci erlerindeki Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn

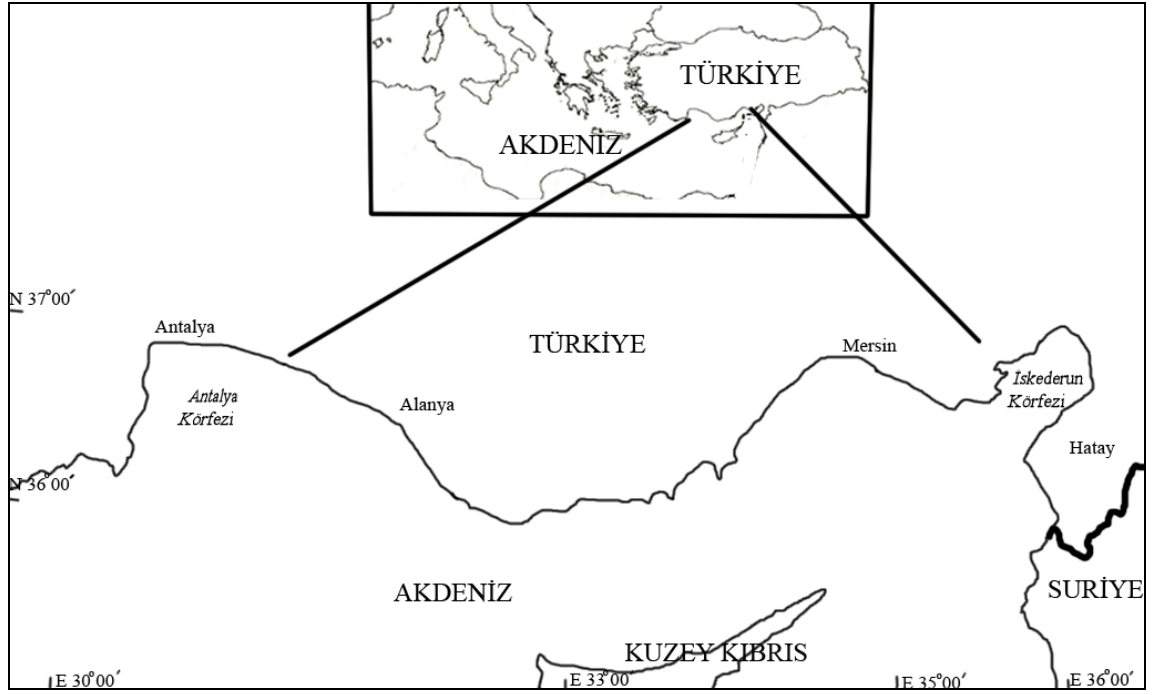
yo unluklarını ICP-AES cihazıyla belirlemi lerdir. Ara tırma sonucunda kadmiyumun 0.02–0.37, bakırın 0.04–0.41, kromun 0.04–1.75, bakırın 0.32–6.48, demirin 7.46–40.1, manganezin 0.10–0.99, nikelin 0.02–3.97, kur unun 0.33–0.86 ve çinkonun ise 4.49–11.2 mg/kg arasında de i ti i vurgulanmı tır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Ara tırma Bölgesi

Bu çalı ma Akdeniz Bölgesinde skenderun ve Antalya körfezlerinde yürütülmü tür (ekil 3.1).



ekil 3.1. skenderun ve Antalya körfezleri.

3.1.2. Balık Materyali

Ara tırmada balık materyali olarak skenderun ve Antalya körfezlerinden avcılık yoluyla elde edilen kıkırdaklı balıklardan Rhinobatidae familyasına mensup kemane

balı 1 (*Rhinobatus rhinobatus* L., 1758) türü kullanılmı olup (ekil. 3.2), tür te hisi Ba usta (1997)'ya göre yapılmı tır.

Vatozlar köpekbalı 1 ailesindedir. Dünyadaki bütün denizlerde çe itli türleri ya ar. Uzun geziler yapmadan 15-20 m'den 100-150 m derinliklere kadar bulunurlar. Kumlara gömülü yatarak av beklerler. Kabuklular ve balıklarla beslenirler. Bahar ve yaz aylarında sahillere yakla arak üreme yaparlar. Di ileri ortalama 10-30 yumurta verir (Anonim, 2008a).

Yapılan bu çalı mada kullandı ımız kemane vatoz balı 1 0-100 m derinlikte, diplerde veya acı sularda ya ayabilir. Do u Atlantik Okyanusu'ndan Angola'ya bakan Biscay körfezine kadar geni bir co rafyada görülürler. Bazen kayalıklı resiflerde de ya arlar (Michael, 1993). Yava yüzerler. Omurgasızlar ve balıklarla beslenirler. Yılda bir veya iki sefer 4-10 embriyo verirler. 14 yıla kadar ömürleri vardır. Karaci erlerinden A vitamini ve ya üretilir. Bu sebepten avlanırlar ancak ticari olarak de erleri dü üktür (Anonymus, 2008).



ekil 3.2. Kemane balı 1 (*Rhinobatus rhinobatus* L., 1758).

3.2. Yöntem

Dip trolü ve paraketa gibi avcılık yöntemleriyle skenderun körfezinden Mart-Nisan 2007 tarihlerinde 21, Antalya körfezinden ise Eylül-Ekim 2007 tarihlerinde 20 adet balık elde edilmiştir. skenderun körfezi örnekleri avlanma günlerinde, Antalya körfezi örnekleri ise derin dondurucuda dondurulduktan sonra buz korumalı kaplarla laboratuara getirilmiştir. Laboratuara getirilen balık örnekleri tartılmış, boy ölçümleri yapılmıştır. Analizler için her bir balık örneğinin steril diseksiyon aletleriyle kas, karaciğer, gonad, solungaç ve bağırsak içeriği çıkarılmıştır. Çıkarılan doku örnekleri 0.5-1 gr arasında olacak şekilde tartılarak etiketlenmiş ve 105°C'de 48 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutulan örnekler deney için kullanılan erlenlere konulmuş ve örneklerin çözünmesi için üzerlerine analitik kalitede deriyük sülfit ve nitrik asit ilave edilerek ekstrakte edilmiştir (Ünlü ve Gümgüm, 1993). Ekstraksiyon işlemiyle örneklerin çözülmesi ve berraklaşması sağlanmıştır. Çözünmenin ve berraklaşmanın daha iyi ve hızlı olması için örnekler çeker ocakta düz ısıtıcı üzerinde ısıtılmıştır. Berraklaşmış örnekler soğutulmuş, 589/3 Ø100 mm mavi bant filtre kağıdından süzöldükten sonra iyonize edilmiş su ile 25 ml'ye tamamlanmıştır (Salim ve ark., 2003). Böylelikle örnekler analize hazır hale getirilmiştir.

Analize hazır hale getirilen örnekler için araştırılması gereken ağır metallerin (Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn) standart aralığı belirlenmiştir. Her bir element için ayrı dalga boyları (Cd; 228.80 nm, Co; 228.62 nm, Cr; 267.72 nm, Cu; 324.75 nm, Fe; 259.94 nm, Mn; 257.61 nm, Ni; 352.45 nm, Pb; 220.35 nm, Zn; 213.86 nm) seçilmiştir. Sonra Multi IV (Merck) element stok çözeltisinden 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10.0 ve 20.0 ppm'lik standartlar hazırlanarak, bu standartlarla cihaz kalibre edilmiştir. Cihazın ayarlanmasından sonra örneklerin ağır metal yoğunlukları ICP-AES Varian Liberty Series-2 cihazı kullanılarak her bir örnek için 3 adet olmak üzere okunmuştur. ICP okuma sonuçlarının yöntem ve cihaz açısından doğruluğu ve kontrolü Standart Referans Madde (Dorm-2, köpek balığı kasi) kullanılarak yapılmıştır. Her elli okumadan sonra standartlar yenilenerek cihazın kalibrasyonu tekrar yapıp, Standart Referans Madde okumaları da tekrarlanmıştır (Ikem ve Egiebor, 2005; Alquezar ve ark., 2006). Metal yoğunlukları mg/kg ya da ırlık olarak ifade edilmiştir. Çalışma süresince

kullanılan laboratuvar malzemeleri nitrik asit banyosundan geçirildikten sonra kullanılmı tır.

Kalibrasyonda kullanılan standartlar a a ıda açıkladı ı ekilde hazırlanmı tır;

50 ml 20 ppm'lik standart;

$$M_1.V_1 = M_2.V_2$$

$$1000. V_1 = 50.20$$

$$V_1 = 1 \text{ ml Multi IV standart.}$$

Standardın hazırlanaca ı balon jojeye bir miktar iyonize olmu su konulmu tur. Üzerine 0.5 ml (hazırlanacak standart hacminin % 1'i kadar) nitrik asit ilave edilmi tir. Daha sonra hesaplanmı olan 1 ml Multi IV standart çözeltisi eklenmi ve üzeri deiyonize su ile 50 ml'ye tamamlanmı tır. 10, 5, 2 ve 1 ppm'lik standartların hazırlanmasında stok olarak 20 ppm'lik standart kullanılmı tır.

25 ml 10 ppm'lik standart;

$$M_1.V_1 = M_2.V_2$$

$$20. V_1 = 25.10$$

$$V_1 = 12.5 \text{ ml 20 ppm'lik standart}$$

Standardın hazırlanaca ı balon jojeye bir miktar deiyonize su konularak üzerine 0.25 ml (hazırlanan standart hacminin % 1'i kadar) nitrik asit ilave edilmi tir. Sonrasında hesaplanmı olan 12.5 ml 20 ppm'lik standart çözeltisi ilave edilerek, üzeri deiyonize su ile 25 ml tamamlanmı tır. 10, 5, 2 ve 1 ppm'lik standartların hazırlanmasında stok olarak 20 ppm'lik standart kullanılmı tır.

Di er standartların hazırlanı ı uygun hesaplamalar yapıldıktan sonra 10 ppm'lik standartta oldu u gibidir. Dü ük ppm'lik standartlar için stok olarak kullanıldı ından 1 ppm'lik standart 50 ml hazırlanmı tır.

25 ml 0.5 ppm'lik standart;

$$M_1.V_1 = M_2.V_2$$

$$1. V_1 = 25.0,5$$

$$V_1 = 12.5 \text{ ml 1 ppm'lik standart}$$

Di er (0.5, 0.1, 0.05 ve 0.01 ppm'lik) standartlar da uygun hesaplamalar yapıldıktan sonra yukarıda anlatıldı ı gibi hazırlanmı tır. Özellikle dü ük yo unluklu standartlar çabuk bozuldu u için hazırlı ı küçük miktarlarda yapılmı tır.

3.2.1. istatistiksel Analizler

A ır metal birikimlerinin körfezlere göre farklılıkları t-testi, organlara göre farklılıkları ise tek yönlü varyans analizi (One Way ANOVA) ile yapılmı tır. Farklılıkların istatistiksel olarak önemlili ini belirlemek için tek yönlü ANOVA Post-Hoc testi (Tukey) kullanılmı tır. A ır metal birikimleri arasındaki korelasyonlar “Pearson Korelasyon Katsayısı (R)” ile de erlendirilmı tir. Bütün istatistiksel analizler SPSS 13.0 bilgisayar paket programı ile yapılmı tır.

4. ARA TIRMA BULGULARI ve TARTI MA

Bu çalı ma, skenderun ve Antalya körfezlerinde Mart 2007 ve Ekim 2007 tarihleri arasında yürütülmü tür. Bu körfezlerde kemane balı ı (*Rhinobatus rhinobatus*) türünden örnekleme yapılmı tır. Örneklerin körfezlere göre da ılımı Çizelge 4.1'de ayrıntılı olarak verilmi tir. Çizelgenin incelenmesinden de görülece i gibi, skenderun körfezinden 21, Antalya körfezinden ise 20 balık üzerinde çalı ılımı tır. skenderun körfezinden alınan balık örneklerinin ortalama boyları 64.6 ± 2.12 cm ve a ırlıkları 833.0 ± 93.6 g olurken, Antalya körfezinden alınan kemane balıklarının ortalama boyu 54.5 ± 3.66 cm ve a ırlı ı 588.0 ± 132.0 g olarak ölçülmü tür.

Çizelge 4.1. Kemane balık örneklerinin ortalama boy ve a ırlıklarının körfezlere göre da ılımı (ortalama \pm standart hata).

Körfez Adı	Adet	Boy (cm)	A ırlık (g)
skenderun Körfezi	21	64.6 ± 2.12	833.0 ± 93.6
Antalya Körfezi	20	54.5 ± 3.66	588.0 ± 132.0

4.1. Kemane Balı ının A ır Metal Kapsamı

4.1.1. Kadmiyum (Cd)

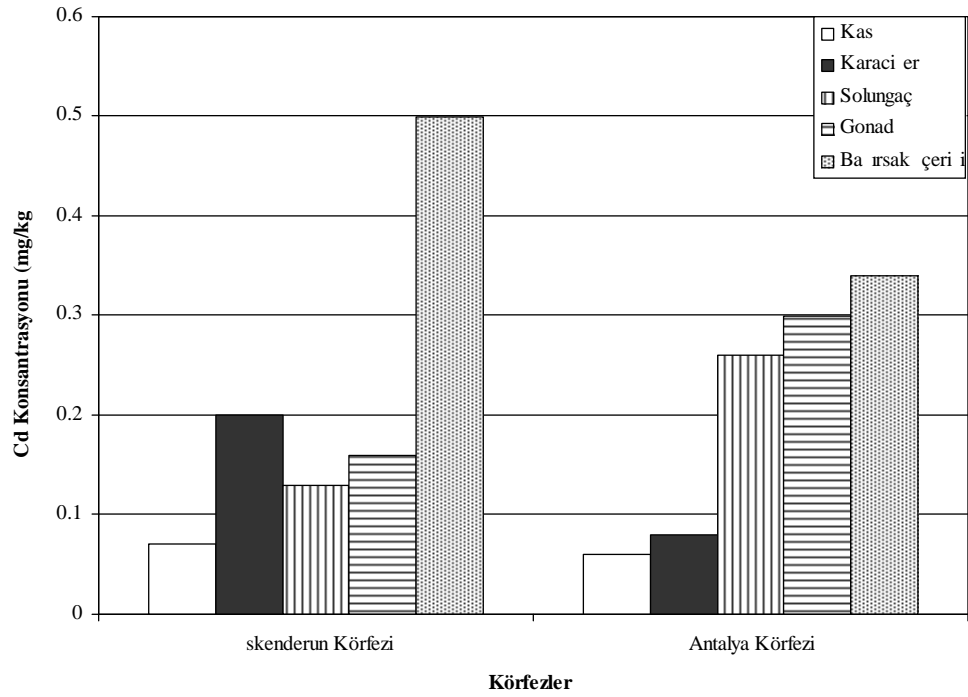
Analiz edilen örneklerde kadmiyum düzeylerinin körfezler ve dokulara göre de i imleri Çizelge 4.2 ve ekil 4.1'de sunulmu tur. Kadmiyum düzeyleri dokulara göre kıyaslandı nda, her iki körfezde de en az kadmiyuma kas dokusunda rastlanılmı tır. En yüksek Cd ise yine her iki körfezde de ba ırsak içeri i örneklerinde gözlenmi tir. Ancak dokular arasındaki farklılıklar sadece skenderun Körfezinden alınan örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bulunmu tur ($P<0.05$).

Çizelge 4.2. Körfezler ve dokulara göre kemane balı nın kadmiyum içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg ya a ırlık).

Körfezler	Dokular*				
	Kas	Karaci er	Solungaç	Gonad	Ba ırsak çeri i
skenderun	0.07±0.00 ^a	0.20±0.06 ^{a,x}	0.13±0.06 ^a	0.16±0.06 ^a	0.50±0.12 ^b
Antalya	0.06±0.01	0.08±0.01 ^y	0.26±0.11	0.30±0.12	0.34±0.11

* a, b ile gösterilen harfler yatay olarak aynı körfezdeki farklı dokuların kıyaslanmasını; x, y ise dikey olarak farklı körfezlerdeki benzer dokuların kıyaslanmasını göstermektedir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir.

skenderun körfezinden alınan balıkların kas dokusu (0.07±0.00 mg/kg), karaci eri (0.20±0.06 mg/kg) ve ba ırsak içeri indeki (0.50±0.12 mg/kg) kadmiyum kapsamı Antalya körfezinden elde edilen verilere göre daha yüksek olmasına kar ın, istatistik olarak sadece karaci erdeki Cd içerikleri arasındaki farklılık önemli bulunmu tur (P<0.05). Di er taraftan solungaç (0.26±0.11 mg/kg) ve gonad (0.30±0.12 mg/kg) örneklerindeki kadmiyum miktarları Antalya körfezinde daha yüksek bulunmu , fakat bu farklılık istatistiksel olarak önemsiz olmu tur.



ekil 4.1. Iskenderun ve Antalya körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki kadmiyum i erikleri.

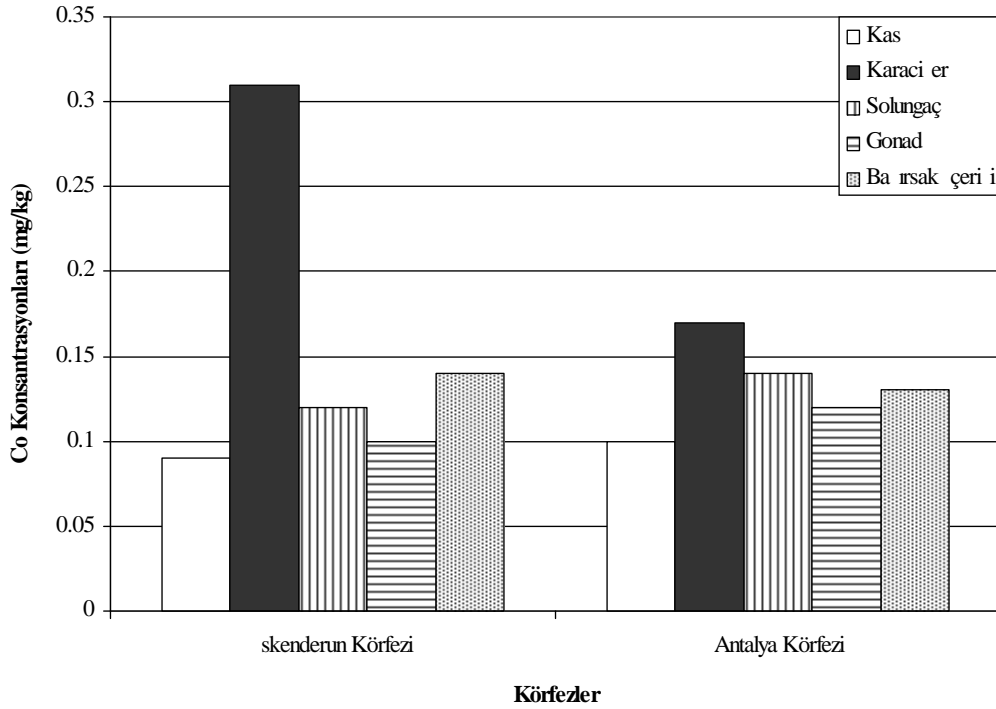
4.1.2. Kobalt (Co)

Analiz edilen örneklerdeki kobalt düzeylerinin körfezler ve dokulara göre de iimleri Çizelge 4.3 ve ekil 4.2’de sunulmu tur. Her iki körfezde de en dü ük Co miktarı balıkların kas dokusunda belirlenmi tir. En yüksek Co düzeyleri ise karaci erden alınan örneklerde kaydedilmi tir. Ancak dokuların Co i erikleri arasındaki farklılıklar sadece Iskenderun körfezinden alınan örneklerde istatistiksel olarak önemli bulunmu tur ($P < 0.05$). Özellikle karaci er dokusundan alınan numunelerdeki Co oranı (0.31 ± 0.03 mg/kg) di er dokulardaki Co oranından önemli ölçüde daha yüksek olmu tur. Antalya körfezinden alınan kemane balıklarının dokularındaki Co oranları arasındaki de iimler (0.10 ± 0.02 - 0.17 ± 0.02 mg/kg) önemli farklılık içermemi tir.

Çizelge 4.3. Körfezler ve dokulara göre kemane balığının kobalt içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg ya a ırlık).

Körfezler	Dokular*				
	Kas	Karaci er	Solungaç	Gonad	Ba ırsak çeri i
skenderun	0.09±0.02 ^a	0.31±0.03 ^a	0.12±0.02 ^a	0.10±0.02 ^a	0.14±0.03 ^b
Antalya	0.10±0.02	0.17±0.02	0.14±0.02	0.12±0.02	0.13±0.02

*a, b ile gösterilen harfler yatay olarak aynı körfezdeki farklı dokuların kıyaslanmasını göstermektedir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir.



ekil 4.2. skenderun ve Antalya körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki kobalt içerikleri.

Alınan balık örneklerinin dokularının Co oranları körfezlere göre önemli de i im göstermemi tir. Buna kar ın önemsiz düzeyde de olsa, Antalya körfezinden alınan balıkların kas doku (0.10±0.02 mg/kg), solungaç (0.14±0.02 mg/kg) ve gonad

(0.12±0.02 mg/kg) örneklerindeki Co muhtevaları daha yüksek bulunmu tur. Di er taraftan karaci er (0.31±0.03 mg/kg) ve ba ırsak içeri i (0.14±0.03 mg/kg) örneklerindeki kobalt yo unlukları skenderun körfezinden alınan balıklarda daha yüksek bulunmu tur.

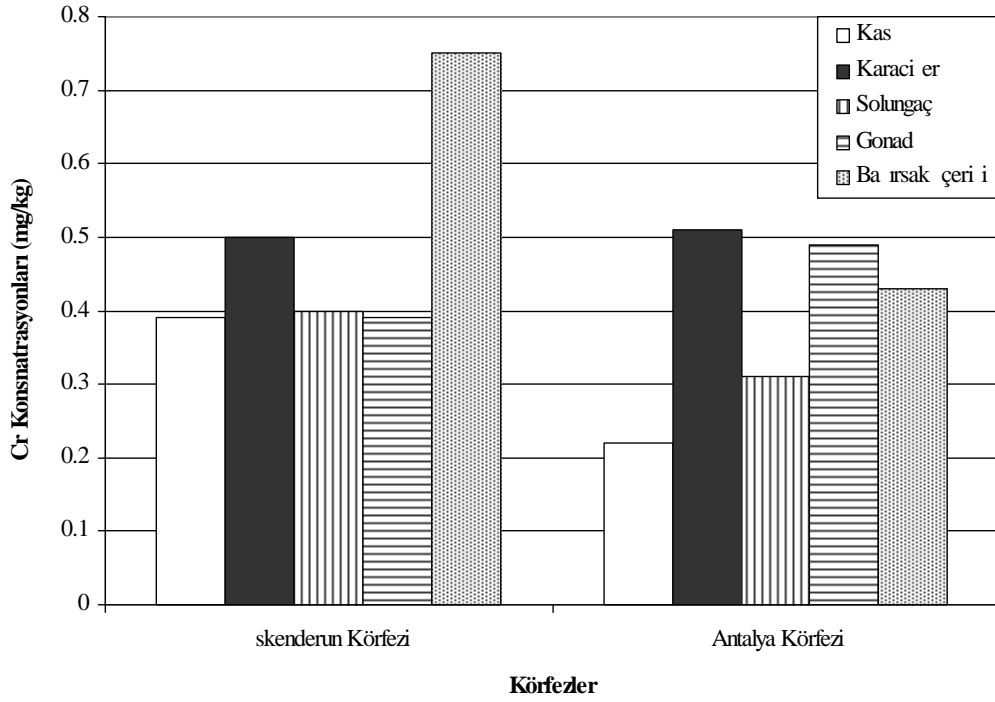
4.1.3. Krom (Cr)

Analiz edilen örneklerde kemane balıklarındaki krom seviyeleri Çizelge 4.4 ve ekil 4.3'de verilmi tir. lgili çizelge ve ekilden de görülece i gibi, her iki körfezde de dokulara göre en az Cr kapsamı kas dokusunda belirlenmi tir (skenderun körfezinden alınan örneklerde ortalama 0.39±0.05 mg/kg, Antalya körfezinden alınan örneklerde 0.22±0.04 mg/kg). En fazla Cr birikimi ise skenderun körfezinde ba ırsak içeri i (0.75±0.17 mg/kg) ve Antalya körfezinde karaci er (0.51±0.10 mg/kg) örneklerinde gözlenmi tir. ncelenen dokuların Cr içerikleri arasındaki farklılıklar sadece skenderun körfezinden alınan örneklerde istatistiksel olarak önemli bulunmu tur (P<0.05). Bu önemli farklılık ba ırsak içeri inden kaynaklanmı tur. Ba ırsak içeri inin Cr miktarı (0.75±0.17 mg/kg), kas doku (0.39±0.05 mg/kg), solungaç (0.40±0.07 mg/kg) ve gonadın (0.39±0.06 mg/kg) Cr içeri inden önemli düzeyde daha yüksek çıkmı tur. Antalya'dan alınan örneklerdeki Cr içerikleri ise 0.22±0.04-0.51±0.10 mg/kg arasında de i mi , ancak bu de i im önemsiz olmu tur.

Çizelge 4.4. Körfezler ve dokulara göre kemane balı mının krom içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg ya a ırlık).

Körfezler	Dokular*				
	Kas	Karaci er	Solungaç	Gonad	Ba ırsak çeri i
skenderun	0.39±0.05 ^{a,x}	0.50±0.10 ^{ab}	0.40±0.07 ^a	0.39±0.06 ^a	0.75±0.17 ^b
Antalya	0.22±0.04 ^y	0.51±0.10	0.31±0.05	0.49±0.14	0.43±0.06

* a, b ile gösterilen harfler yatay olarak aynı körfezdeki farklı dokuların kıyaslanmasını; x, y ise dikey olarak farklı körfezlerdeki benzer dokuların kıyaslanmasını göstermektedir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir.



Şekil 4.3. Iskenderun ve Antalya körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki krom içerikleri.

Dokuların Cr miktarlarının körfezlere göre mukayesesinde, yalnızca kas dokular arasındaki farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir ($P < 0.05$). Nitekim Iskenderun körfezinden elde edilen numunelerdeki ortalama Cr miktarı 0.39 ± 0.05 mg/kg olurken, Antalya körfezindeki balıkların kas dokularındaki Cr miktarı 0.22 ± 0.04 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan karaciğer ve gonad örneklerindeki krom yoğunlukları Antalya körfezinde daha yüksek bulunmuştur.

4.1.4. Bakır (Cu)

Iskenderun ve Antalya körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki bakır düzeyleri Şizelge 4.5 ve Şekil 4.4'de yer almaktadır. Dokuların Cu kapsamı arasındaki farklılık sadece Iskenderun körfezinden alınan balık örneklerinde önemli olmuştur ($P < 0.05$). Bu farklılık bağırsak içeriğindeki Cu oranından ileri gelmiştir. Zira Iskenderun körfezindeki kemane balıklarının bağırsak içeriğindeki Cu miktarı 7.46 ± 0.17 mg/kg gibi daha yüksek bir değere sahip olurken, diğer dokuların Cu

içerikleri 1.51 ± 0.09 - 3.81 ± 0.51 mg/kg arasında de i mi tir. Buna kar ılık Antalya körfezinden alınan örneklerde bu oran 1.14 ± 0.09 - 3.14 ± 0.84 mg/kg arasında yer almı tur.

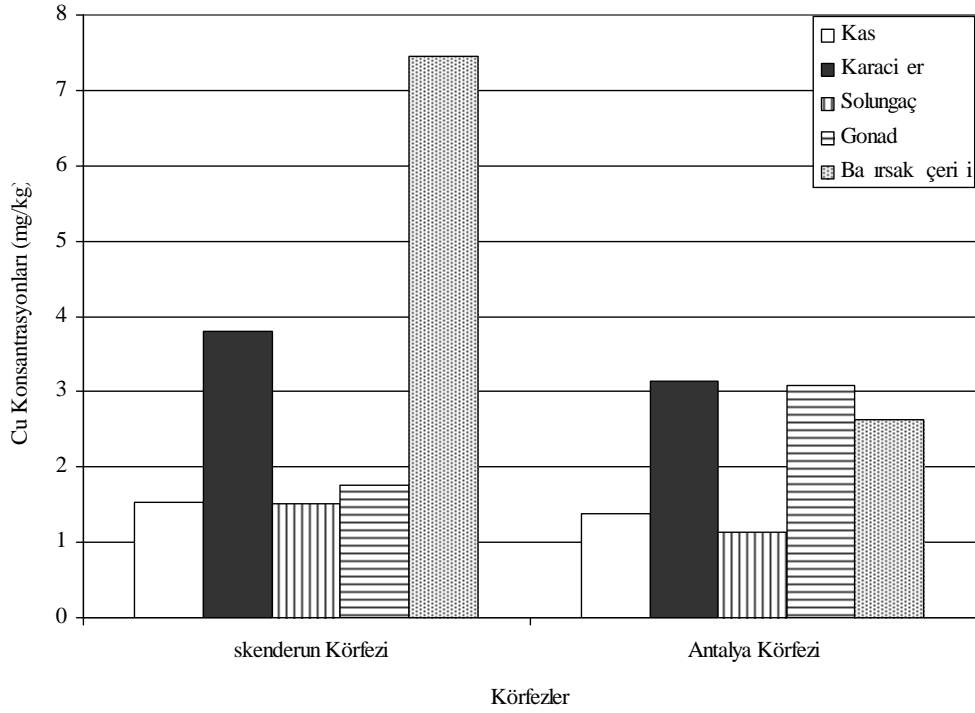
ki körfezde de ortalama en dü ük Cu miktarına (skenderun'da 1.51 ± 0.09 , Antalya'da 1.14 ± 0.09 mg/kg) solungaçta rastlanırken, en yüksek Cu skenderun körfezinde ba ırsak içeri i ve Antalya körfezinde karaci er örneklerinde belirlenmi tir.

Çizelge 4.5. Körfezler ve dokulara göre kemane balı mın bakır içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg ya a ırlık).

Körfezler	Dokular*				
	Kas	Karaci er	Solungaç	Gonad	Ba ırsak çeri i
skenderun	$1.54\pm0.25^{a,x}$	3.81 ± 0.51^a	$1.51\pm0.09^{a,x}$	1.76 ± 0.17^a	$7.46\pm0.17^{b,x}$
Antalya	1.39 ± 0.23^y	3.14 ± 0.84	1.14 ± 0.09^y	3.09 ± 0.67	2.63 ± 0.52^y

* a, b ile gösterilen harfler yatay olarak aynı körfezdeki farklı dokuların kıyaslanmasını; x, y ise dikey olarak farklı körfezlerdeki benzer dokuların kıyaslanmasını göstermektedir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir.

Dokuların Cu içerikleri örnekleme yapılan körfezlere göre kıyaslanmasında, kas doku, solungaç ve ba ırsak içeri i arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli oldu u görülmü tür ($P<0.05$). Bu üç dokudaki Cu miktarları skenderun'dan alınan örneklerde daha yüksek bulunmu tur. Di er taraftan sadece gonad örneklerindeki bakır yo unlukları önemsiz seviyede de olsa Antalya körfezinde daha yüksek olmu tur.



ekil 4.4. Iskenderun ve Antalya körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki bakır içerikleri.

4.1.5. Demir (Fe)

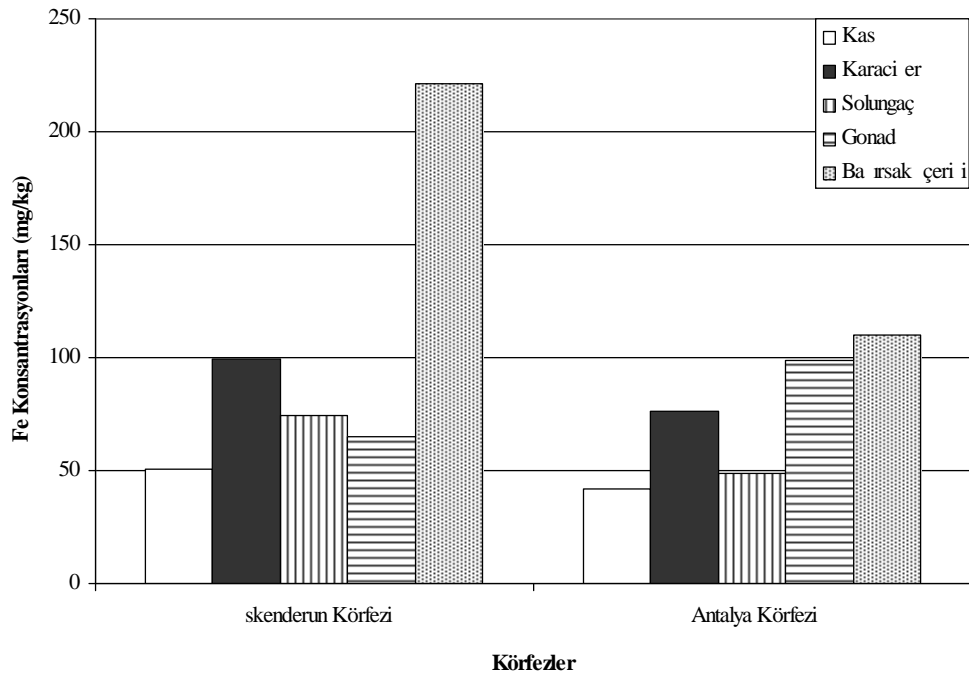
Analiz edilen örneklerdeki demir düzeylerinin körfezler ve dokulara göre deimleri Çizelge 4.6 ve ekil 4.5’de sunulmu tur. Gerek Iskenderun gerekse Antalya körfezlerinden saılan kemane balıklarında ortalama en düşük Fe miktarlarına kas dokusunda rastlanmı tur. Her iki körfezde de en yüksek ortalama Fe oranı ise bağırsak içeriğinde ölçülmü tür. Dokular arasındaki farklılıklar hem Iskenderun hem de Antalya körfezinde istatistiksel olarak önemli bulunmu tur ($P < 0.05$). Iskenderun körfezinden alınan balık örneklerinin bağırsak içeriğinin ortalama Fe oranı (221 ± 42.70 mg/kg) diğer dokuların Fe oranlarından (50.8 ± 5.75 - 99.4 ± 4.92 mg/kg) önemli oranda daha yüksek olmu tur. Antalya körfezinden alınan balık örneklerinde ise bağırsak içeriği ve gonaddaki ortalama Fe oranları (sırasıyla 110 ± 22.70 ve 98.6 ± 17.50 mg/kg) diğer organların Fe oranlarından (41.9 ± 5.10 - 76.5 ± 10.70 mg/kg) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Körfezler ve dokulara göre kemane balı nın demir içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg ya a ırlık).

Körfezler	Dokular*				
	Kas	Karaci er	Solungaç	Gonad	Ba ırsak çeri i
skenderun	50.8±5.75 ^a	99.4±4.92 ^a	74.4±6.77 ^{a,x}	65.0±8.61 ^a	221.0±42.70 ^{b,x}
Antalya	41.9±5.10 ^a	76.5±10.70 ^{ab}	48.9±6.58 ^{a,y}	98.6±17.50 ^b	110.0±22.70 ^{b,y}

* a, b ile gösterilen harfler yatay olarak aynı körfezdeki farklı dokuların kıyaslanmasını; x, y ise dikey olarak farklı körfezlerdeki benzer dokuların kıyaslanmasını göstermektedir. Aynı harflerle gösterilen körfezler ve dokular arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir.

Balıkların solungaç ve ba ırsak içeriklerinin ortalama Fe oranları körfezlere göre önemli ölçüde farklı bulunurken ($P<0.05$), di er organlar arasındaki farklılık körfezlere göre önemli düzeyde de i memi tir. Hem ba ırsak içeri i hem de solungaçtaki Fe oranı skenderun körfezinden temin edilen balık örneklerinde daha yüksek olmu tur. Benzer durum önemsiz seviyede olsa da, kas doku ve karaci erde de görülmü tür. Buna kar ılık Antalya körfezinden yakalanan balık örneklerinin gonadlarındaki ortalama Fe içeri inin skenderun körfezindekilerden daha yüksek oldu u tespit edilmi tir.



ekil 4.5. skenderun ve Antalya körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki demir içerikleri.

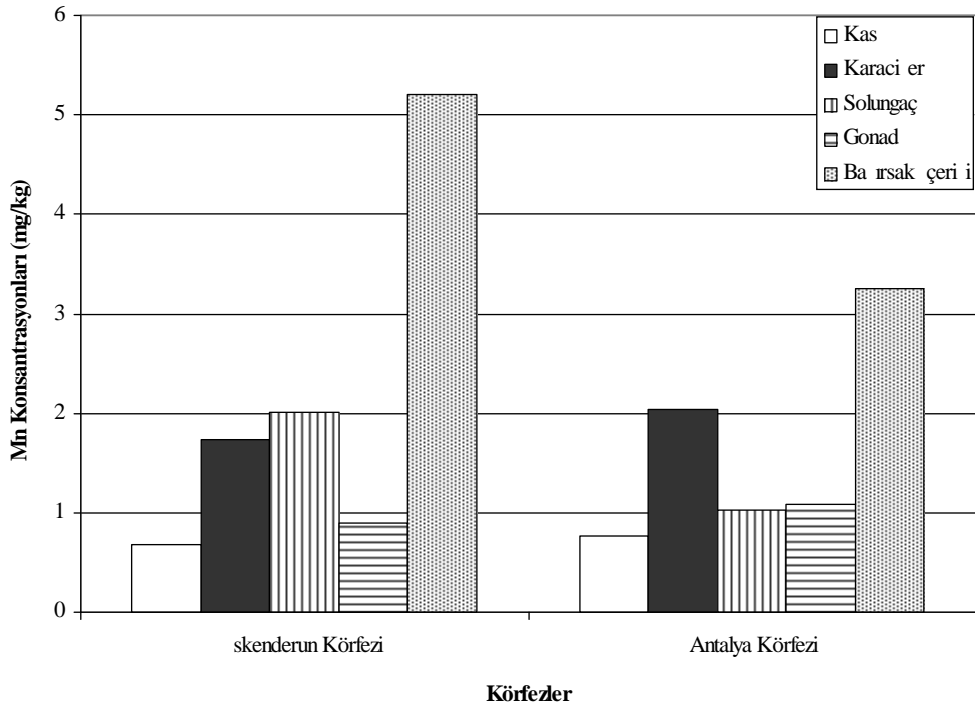
4.1.6. Manganez (Mn)

ncelenen kemane balıklarındaki manganez seviyelerinin körfezler ve dokulara göre ortalama de erleri Çizelge 4.7 ve ekil 4.6'da verilmi tir. skenderun ve Antalya körfezlerinde avlanan balıklarda en az Mn kapsamı kas dokusunda kaydedilmi tir. En çok Mn miktarı ise ba ırsak içeri i örneklerinde tespit edilmi tir. Dokuların Mn miktarları arasındaki farklılıklar hem skenderun hem de Antalya körfezinden alınan balık numunelerinde istatistiksel olarak önemli bulunmu tur ($P < 0.05$). skenderun körfezinden alınan kemane balı ı örneklerinin ba ırsak içeri i indeki Mn oranı (5.20 ± 1.14 mg/kg) di er dokuların Mn oranlarından (0.68 ± 0.16 - 2.01 ± 0.20 mg/kg) önemli oranda daha yüksek olmu tur. Di er dokuların Mn oranları arasındaki fark ise önemsiz bulunmu tur. Aynı ekilde Antalya körfezinden alınan balık numunelerinin ba ırsak içeri i indeki ortalama Mn oranı (3.25 ± 1.01 mg/kg) da di er dokulardan önemli seviyede yüksek çıkmı tır. Ancak karaciğerdeki Mn oranı (2.04 ± 0.42 mg/kg) ile ba ırsak içeri i nin Mn oranı arasındaki fark önemsiz olmu tur.

Çizelge 4.7. Körfezler ve dokulara göre kemane balı mın manganez içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg ya a ırlık).

Körfezler	Dokular*				
	Kas	Karaci er	Solungaç	Gonad	Ba ırsak çeri i
skenderun	0.68±0.16 ^a	1.74±0.22 ^a	2.01±0.20 ^{a,x}	0.90±0.24 ^a	5.20±1.14 ^b
Antalya	0.76±0.18 ^a	2.04±0.42 ^{ab}	1.02±0.29 ^{a,y}	1.08±0.24 ^a	3.25±1.01 ^b

*a, b ile gösterilen harfler yatay olarak aynı körfezdeki farklı dokuların kıyaslanmasını; x, y ise dikey olarak farklı körfezlerdeki benzer dokuların kıyaslanmasını göstermektedir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir.



ekil 4.6. skenderun ve Antalya körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki manganez içerikleri.

skenderun körfezinde avlanan kemane balıklarının solungaç ve ba ırsak içeriklerindeki ortalama Mn oranları (sırasıyla 2.01 ± 0.20 ve 5.20 ± 1.14 mg/kg) Antalya körfezinden avlanan balıklarınkinden (sırasıyla 1.02 ± 0.29 ve 3.25 ± 1.01 mg/kg) daha yüksek bulunmu tur. Ancak bu farklılık yalnızca solungaç dokusunun Mn kapsamları arasında önemli çıkmı tur. Öte yandan Antalya körfezinden alınan kemane balıklarının kas doku, karaci er ve gonadlarındaki ortalama Mn miktarları (sırasıyla 0.76 ± 0.18 , 2.04 ± 0.42 ve 1.08 ± 0.24 mg/kg) skenderun körfezinden alınan örneklerdekinden (aynı sıra ile 0.68 ± 0.16 , 1.74 ± 0.22 ve 0.90 ± 0.24 mg/kg) daha yüksek olmu , ancak farklılıklar önemsiz bulunmu tur.

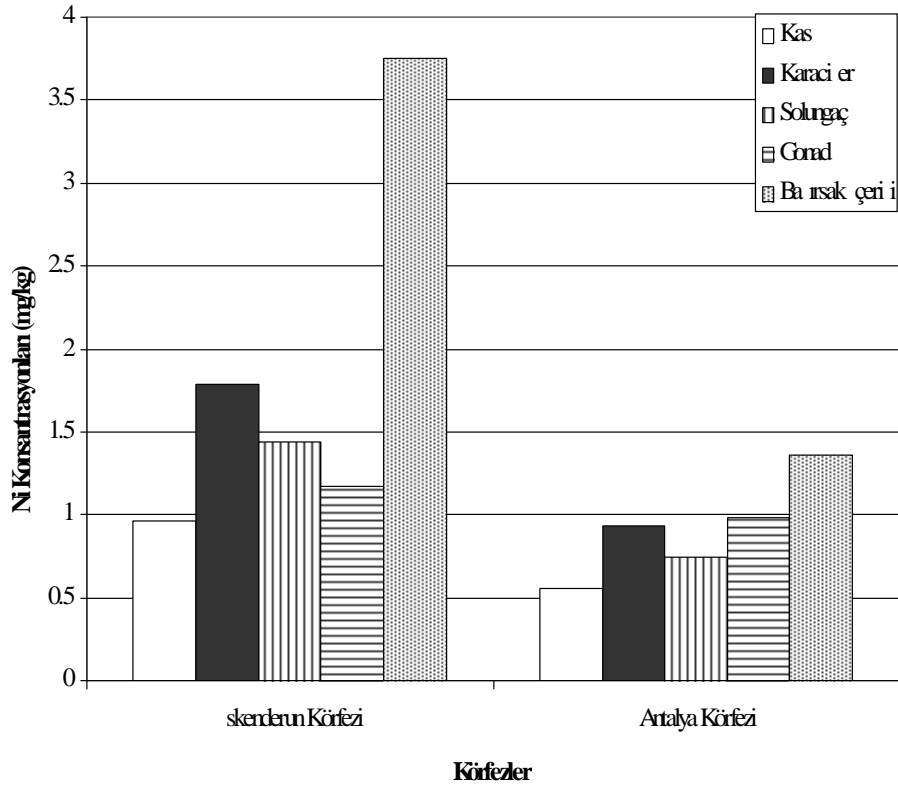
4.1.7. Nikel (Ni)

Yürütölen bu çalı mada toplanan kemane balıklarındaki nikel de erleri Çizelge 4.8 ve ekil 4.7'de görölmektedir. Her iki körfezden alınan balık örneklerindeki en dü ük Ni miktarı kas dokuda, en yüksek Ni miktarı ise ba ırsak içeri i örneklerinde ölçölmü tür.

Çizelge 4.8. Körfezler ve dokulara göre kemane balı mın nikel içerikleri (ortalama \pm standart hata) (mg/kg ya a ırlık).

Körfezler	Dokular*				
	Kas	Karaci er	Solungaç	Gonad	Ba ırsak içeri i
skenderun	0.96 ± 0.12^a	1.79 ± 0.49^a	1.44 ± 0.53^a	1.17 ± 0.26^a	3.75 ± 1.05^b
Antalya	0.56 ± 0.17	0.93 ± 0.17	0.74 ± 0.11	0.98 ± 0.11	1.36 ± 0.53

* a, b ile gösterilen harfler yatay olarak aynı körfezdeki farklı dokuların kıyaslanmasını göstermektedir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir.



Ekil 4.7. Skenderun ve Antalya körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki nikel içerikleri.

Dokuların Ni içerikleri arasındaki farklılıklar sadece Skenderun körfezinden alınan örneklerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Bu farklılık bağırsak içeriğindeki ortalama Ni miktarının (3.75 ± 1.05 mg/kg) diğer dokulardan önemli ölçüde daha fazla olmasından ileri gelmiştir. Öte yandan kas doku (0.96 ± 0.12 mg/kg), karaciğer (1.79 ± 0.49 mg/kg), solungaç (1.44 ± 0.53 mg/kg) ve gonadın (1.17 ± 0.26 mg/kg) Ni içerikleri aynı ortalama grubunda yer almıştır. Aralarındaki fark önemli olmamakla birlikte Antalya körfezinden alınan balıkların dokularındaki Ni miktarları 0.56 ± 0.17 - 1.36 ± 0.53 mg/kg aralığında değişmiştir.

Skenderun ve Antalya körfezinden avlanan balıklar üzerinde yapılan analizler sonucunda, Skenderun körfezindeki bütün doku örneklerinin ortalama Ni değerleri Antalya körfezinden daha yüksek çıkmıştır, ancak bu farklılıkların hepsi önemsiz bulunmuştur.

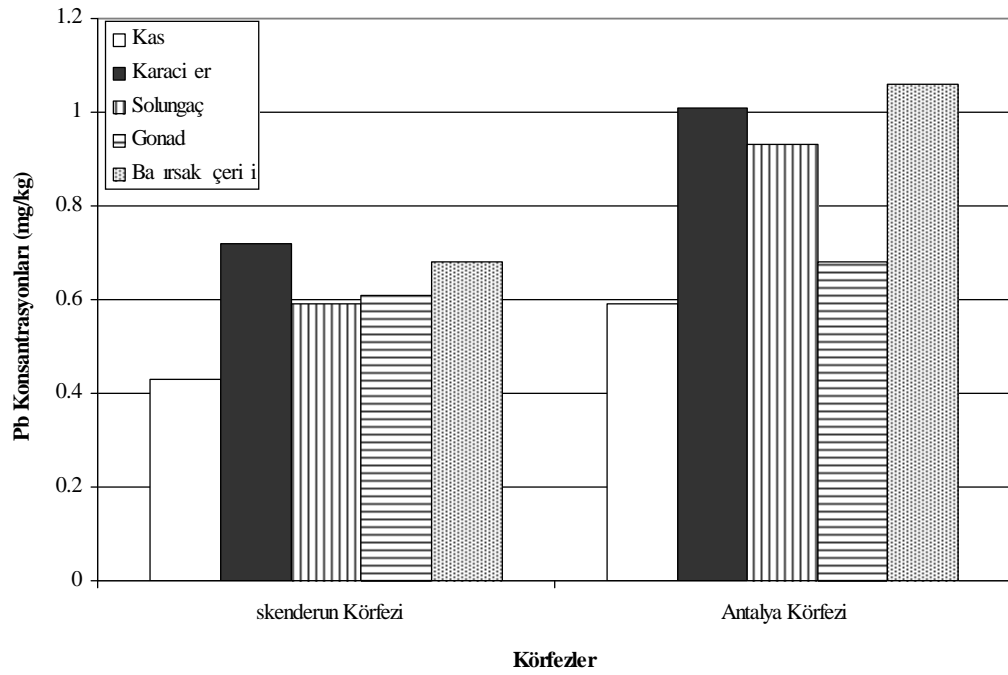
4.1.8. Kur un (Pb)

skenderun ve Antalya körfezlerinden alınan kemane balık numunelerinin farklı dokularında biriken Pb miktarlarına ait ortalamalar Çizelge 4.9'da, bunların grafikleri de ekil 4.8'de yer almaktadır. Her iki körfezde de en düşük Pb birikimi kas dokuda ölçülmü tür (skenderun'da 0.43 ± 0.07 , Antalya'da 0.59 ± 0.10 mg/kg). Di er taraftan en yüksek Pb miktarı skenderun körfezinde yakalanan balıkların karaci er dokusunda belirlenirken (0.72 ± 0.12 mg/kg), Antalya körfezinden yakalananların ise ba ırsak içeriklerinde (1.06 ± 0.11 mg/kg) ortaya çıkmı tır.

Çizelge 4.9. Körfezler ve dokulara göre kemane balı mın kur un içerikleri (ortalama \pm standart hata) (mg/kg ya a ırlık).

Körfezler	Dokular*				
	Kas	Karaci er	Solungaç	Gonad	Ba ırsak çeri i
skenderun	0.43 ± 0.07	0.72 ± 0.12	0.59 ± 0.10	0.61 ± 0.11	0.68 ± 0.09^x
Antalya	0.59 ± 0.10^a	1.01 ± 0.10^b	0.93 ± 0.16^{ab}	0.68 ± 0.09^{ab}	$1.06\pm 0.11^{b,y}$

* a, b ile gösterilen harfler yatay olarak aynı körfezdeki farklı dokuların kıyaslanmasını; x, y ise dikey olarak farklı körfezlerdeki benzer dokuların kıyaslanmasını göstermektedir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir.



ekil 4.8. skenderun ve Antalya körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki kur un içerikleri.

Balık dokularındaki Pb miktarlarının körfezlere göre yapılan de erlendirmesi sonucunda, yalnızca ba ırsak içeri kleri arasındaki farklılıkların önemli oldu u görülmü tür ($P<0.05$). Nitekim skenderun körfezinden avlanan balıkların ortalama ba ırsak içeri i 0.68 ± 0.09 mg/kg olarak tespit edilirken, Antalya körfezinden yakalanan balıklarda bu de erin 1.06 ± 0.11 mg/kg oldu u belirlenmi tir.

4.1.9. Çinko (Zn)

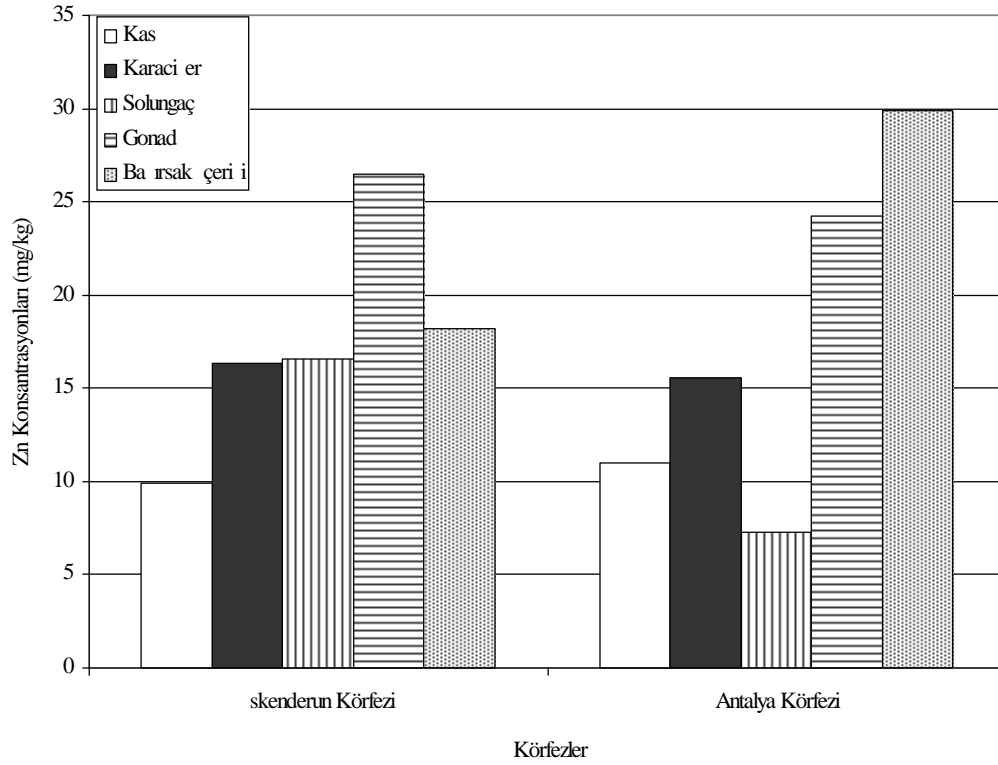
ki ayrı körfezden alınan kemane balıklarının dokularının çinko içeri klerine ait ortalamalar Çizelge 4.10'da ve bunların grafik halinde sunumu ekil 4.9'da yer almaktadır. Balık dokularının Zn içeri kleri arasındaki farklılıklar hem skenderun hem de Antalya'dan alınan numunelerde önemli olmu tur ($P<0.05$). skenderun körfezi balıklarına ait dokularda en yüksek Zn miktarı (26.5 ± 4.08 mg/kg) gonadda tespit edilmi tir. Gonadın Zn kapsamı di er dokularınkinden önemli derecede daha fazla olmu tur. Kas, karaci er, solungaç ve ba ırsak içeri inden meydana gelen di er

dokuların Zn içerikleri aynı grupta ve 9.94 ± 1.13 - 18.2 ± 1.43 mg/kg aralı ında yer almı tır. Buna kar ılık Antalya körfezine ait örneklerde en yüksek Zn miktarları ba ırsak içeri i (29.9 ± 3.26 mg/kg) ve gonadda (24.2 ± 3.66 mg/kg) tespit edilmi tir. Bu iki ortalama di er dokulara ait ortalamalardan farklı grupta yer almı tır. Di er taraftan solungaçlar (7.31 ± 0.69 mg/kg) ve kas doku (11.3 ± 1.88 mg/kg) en az çinkoya sahip organlar grubu8nda kaydedilmi tir.

Çizelge 4.10. Körfezler ve dokulara göre kemane balı mın çinko içerikleri (ortalama±standart hata) (mg/kg ya a ırlık).

Körfezler	Dokular*				
	Kas	Karaci er	Solungaç	Gonad	Ba ırsak çeri i
skenderun	9.94 ± 1.13^a	16.3 ± 1.92^a	$16.6 \pm 2.40^{a,x}$	26.5 ± 4.08^b	$18.2 \pm 1.43^{a,x}$
Antalya	11.3 ± 1.88^a	15.6 ± 1.85^b	$7.31 \pm 0.69^{a,y}$	24.2 ± 3.66^b	$29.9 \pm 3.26^{b,y}$

* a, b ile gösterilen harfler yatay olarak aynı körfezdeki farklı dokuların kıyaslanmasını; x, y ise dikey olarak farklı körfezlerdeki benzer dokuların kıyaslanmasını göstermektedir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir.



ekil 4.9. skenderun ve Antalya körfezlerinden alınan kemane balıklarının dokularındaki çinko içerikleri.

Balık dokularının Zn içerikleri körfezlere göre kıyaslandı ında, yalnızca solungaç ve ba ırsak içeriklerinde Zn oranları arasındaki farklılıkların önemli ($P<0.05$), di er dokuların arasındaki farklılıkların ise önemsiz oldukları belirlenmiştir. Solungaçların Zn miktarları skenderun'dan alınan örneklerde 16.6 ± 2.40 mg/kg olurken, Antalya'dan alınan örnekler bunun yaklaşık yarısı (7.31 ± 0.69 mg/kg) kadar Zn bulundurmaktadır. Ba ırsak içeriğine ait analizlerde ise bunun tersi bir durum görülmüştür. Antalya körfezinden yakalanan balıkların ba ırsak içerikleri çok daha fazla çinkoya sahip olmaktadır (29.9 ± 3.26 'ya karşı 18.2 ± 1.43 mg/kg). Aralarındaki farklılık önemsiz olmakla beraber, kas dokusunun Zn içeriği Antalya'dan, solungaç ve karaci erin Zn içerikleri ise skenderun'dan avlanan balıklarda daha yüksek çıkmıştır.

4.1.10. Körfezlere Göre Kemane Balı ının A ır Metal Yo unlukları

Ara tırılan metallerin körfezlere göre yo unlukları ele alındı ında a a ıdaki sonuçlar elde edilmi tir. skenderun körfezinde kemane balı ı örneklerinin kas dokudaki a ır metal birikimlerinin sıralaması; demir > çinko > bakır > nikel > manganez > kur un > krom > kobalt > kadmiyum, karaci erdeki demir > çinko > bakır > nikel > manganez > kur un > krom > kobalt > kadmiyum, solungaçtaki demir > çinko > manganez > bakır > nikel > kur un > krom > kadmiyum > kobalt, gonaddaki demir > çinko > bakır > nikel > manganez > kur un > krom > kadmiyum > kobalt, ba ırsak içeri indeki ise demir > çinko > bakır > manganez > nikel > krom > kur un > kadmiyum > kobalt ekinde olmu tur.

Antalya körfezinden alınan balık örneklerindeki a ır metal içerikleri ise kas dokuda demir > çinko > manganez > kur un > nikel > bakır > krom > kobalt > kadmiyum, karaci erde demir > çinko > bakır > manganez > kur un > nikel > krom > kobalt > kadmiyum, solungaçta demir > çinko > bakır > manganez > kur un > nikel > krom > kadmiyum > kobalt, gonadda demir > çinko > bakır > manganez > nikel > kur un > krom > kadmiyum > kobalt ve ba ırsak içeri inde demir > çinko > manganez > bakır > nikel > kur un > krom > kadmiyum > kobalt ekinde gerçekleşme mi tir.

4.2. A ır Metal ıerikleri Arasındaki Korelasyonlar

Bu çalı mada a ır metal içerikleri arasındaki korelasyonlar da incelenmi tir. Farklı dokularda aynı a ır metal birikimleri arasındaki önemli korelasyonlar ise Çizelge 4.11'de verilmi tir.

Çizelge 4.11. Aynı a ır metal birikimlerinin farklı dokular arasındaki önemli korelasyonları.

Korelasyonlar	Pearson Korelasyon Katsayısı (R)	Önem Seviyesi (P)
<i>Cd</i>		
Karaci er ve ba ırsak içeri i	0.43*	0.016
<i>Cr</i>		
Karaci er ve ba ırsak içeri i	0.53**	0.002
<i>Cu</i>		
Karaci er ve ba ırsak içeri i	-0.35*	0.047
Kas ve solungaç	0.59**	0.000
Kas ve ba ırsak içeri i	0.39*	0.044
Solungaç ve ba ırsak içeri i	0.41*	0.020
Gonad ve ba ırsak içeri i	0.74**	0.000
Kas ve gonad	0.47*	0.016
<i>Mn</i>		
Kas ve karaci er	-0.46*	0.017
Kas ve ba ırsak içeri i	0.40*	0.043
<i>Ni</i>		
Karaci er ve gonad	0.38*	0.026
<i>Pb</i>		
Kas ve karaci er	-0.45*	0.022
<i>Zn</i>		
Kas ve karaci er	0.44*	0.023
Karaci er ve ba ırsak içeri i	0.43*	0.016
Solungaç ve ba ırsak içeri i	-0.40*	0.026

* aretli korelasyonlar 0.05; ** i aretliler ise 0.01 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.11'den de görülece i gibi, Cd ve Cu yönünden karaci er ve ba ırsak içeri i; Cu bakımından kas doku ve solungaç, kas doku ve ba ırsak içeri i, solungaç ve ba ırsak içeri i, gonad ve ba ırsak içeri i, kas doku ve gonad; Mn bakımından kas doku ve karaci er, kas doku ve ba ırsak içeri i; Ni bakımından karaci er ve gonad; Pb bakımından kas doku ve karaci er; Zn bakımından ise kas doku ve karaci er, karaci er ve ba ırsak içeri i, solungaç ve ba ırsak içeri i arasında önemli ve çok önemli korelasyonlar belirlenmiştir ($P<0.05$ ve $P<0.01$). Bu korelasyonlardan sadece Cu yönünden karaci er ve ba ırsak içeri i, Mn ve Pb yönünden kas ve karaci er, Zn bakımından ise solungaç ve ba ırsak içeri i arasında olanlar olumsuz yönde olup, di erleri olumludur.

4.3. Sonuçların Ulusal ve Uluslar Arası alı malar ve Standartlarla Kar ıla tırılması

Kas dokuda krfezlerden elde edilen ortalama a ır metal yo unluklarının ulusal ve uluslararası çalı malar ve standartlarla kar ıla tırılması izelge 4.12’de sunulmu tur.

4.3.1. skenderun ve Antalya Körfezleri

skenderun körfezi örneklerinden elde edilen Cd yo unlukları; rlanda sahilleri (Rowe ve ark., 1995), Masan körfezi (Kwon ve Lee, 2001) için bildirilen de erlerden d k, Akdeniz (Kalay ve ark., 1999; Canlı ve Atlı, 2003), skenderun körfezi (Türkmen ve ark., 2005a; Türkmen ve ark., 2006), Birle ik Arap Emirlikleri (Kosanovic ve ark., 2007), Brezilya sahilleri (Carvalho ve ark., 2000), Karadeniz ve Ege (Uluözlü ve ark., 2007), Hindistan (Sivaperumal ve ark., 2007) için bildirilen de erlerden yüksek, Orta Karadeniz (Tüzen, 2003), Amerika (Ikem ve Egeibor, 2005), California Lagünleri (Tamira ve ark., 2001), Kerguelen Adaları (Bustamante ve ark., 2003), Karadeniz sahilleri (Kalay ve ark., 1999), Türkiye Denizleri (Tepe ve ark., 2007; Türkmen ve ark., 2008) ve Svey Kanalı (Soliman, 2006) için bildirilen de erlerle uyumluluk göstermektedir (izelge 4.12).

Çizelge 4.12. Kas dokuda elde edilen sonuçların ulusal ve uluslararası çalı malar ve standartlarla kar ıla tırılması (mg/kg).

Örnekleme Bölgesi	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	Hg	^k
Orta Karadeniz, 2003	0.09-0.48	-	-	1.28-2.93	9.52-32.4	1.06-3.76	-	0.22-0.85	9.5-22.9	-	1
Karadeniz sahilleri, 2002	<0.02-0.24	<0.05-0.40	<0.06-0.84	1.01-4.54	30-60	0.69-3.56	<0.01-2.04	<0.05-0.06	25.7-44.2	-	2
Akdeniz, 1996	1.07-1.43	-	1.28-1.60	3.40-5.88	59.6-73.4	-	4.25-6.07	7.33-9.11	16.1-31.4	-	3
Akdeniz, 2000	0.37-0.79	-	1.24-2.42	2.19-4.4	19.60-78.4	-	-	2.98-6.12	16.5-37.4	-	4
Akdeniz, 2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.14-2.42 0.83	5
Amerika, 2005	0.0-0.05	0.0-0.10	0.0-0.30	0.01-5.33	0.01-8.84	0.01-2.55	0.0-0.78	0.0-0.03	0.14-97.8	0.02-0.74	6
rlanda sahilleri, 1995	0,006	-	0.13-0.15	0.094-0.41	-	-	-	-	2.24-3.90	0.03-0.28	7
skenderun Körfezi, 2001	-	-	1.03-1.79	0.66-1.98	29.10-93.6	-	0.32-1.72	-	8.99-42.18	-	8
skenderun Körfezi, 2003	0.95	1.42	1.69	1.57	10.2	1.71	2.90	2.32	4.36	-	9
skenderun Körfezi, 2004	0.19-0.55	0.73-1.91	0.59-1.68	0.74-2.24	8.89-18.8	1.30-3.09	0.66-1.59	1.26-2.09	3.20-8.03	-	10
Kerguelen Adaları, 2003	0.01-0.1	-	-	0.5-2.5	-	-	-	-	9.2-33.2	-	11
Masan Körfezi, Kore, 2001	0.01	-	0.02-0.05	0.18-0.25	-	-	0.02	0.04-0.15	6.33-12.9	-	12
California Lagünleri, 2001	0.1-0.3	1.6-1.7	1.9-24	1.9-7.5	-	-	0.61-12	0.8-4.1	36-150	-	13
Süvey kanalı, 2006	0.01-0.54	-	-	-	-	-	-	-	0.01-0.92	0.18-1.17	14

Türkiye Denizleri, 2007	0.01-0.40	0.03-0.44	0.10-1.60	0.15-5.06	8.99-160	0.08-1.12	0.02-4.22	0.11-1.00	3.15-12.9	-	15
Türkiye Denizleri, 2008	0.02-0.37	0.04-0.41	0.04-1.75	0.32-6.48	7.46-40.1	0.10-0.99	0.02-3.97	0.33-0.86	4.49-11.2	-	16
Tuzla lagünü, 2000-2001	0.03-0.12	-	-	0.26-0.82	7.16-16.5	-	-	0.40-2.44	8.27-76.9	-	17
Karadeniz ve Ege Denizi, 2008	0.45-0.90	-	0.95-1.98	0.84-1.83	68.6-163	1.28-6.54	1.92-5.68	0.33-0.93	35.4-106	-	18
Hindistan, 2007	0.02-1.32	0.02-0.67	0.2-1.87	0.13-14.7	-	0.14-3.36	0.03-0.69	0.10-1.32	0.66-39.2	-	19
Bile ik Arab Emirlikleri, 2007	0.13-2.89	0.002-0.02	0.31-0.73	1.63-24.91	-	0.12-2.1	-	0.004-0.12	3.71-123	-	20
Cleveland Körfezi, 2000	-	-	-	-	-	-	-	-	3.47-7.24	-	21
Barent Denizi, 1999	<0.10	-	-	1.8-3.3	-	-	<1.0	<0.3	15-21	-	22
Brezilya sahilleri, 2000	0.30-8.33	-	<0.01-0.54	<0.05-5.3	1-27.3	<0.02-1.04	<0.03-20	0.40-2.77	11.8-24.5	-	23
Ulusal standartlar	0.1	-	-	20	-	-	-	1.0	50	-	A
Uluslar arası standartlar	0.05-5.5	-	1.0	10-100	-	-	-	0.5-6.0	30-100	-	B
EPA	1.4	27	4.1	54	410	190	27		410		C
<i>skenderun Körfezi</i>	<i>0.10</i>	<i>0.11</i>	<i>0.42</i>	<i>1.17</i>	<i>46.1</i>	<i>0.51</i>	<i>0.78</i>	<i>0.49</i>	<i>9.50</i>	-	24
<i>Antalya Körfezi</i>	<i>0.07</i>	<i>0.11</i>	<i>0.35</i>	<i>0.89</i>	<i>39.0</i>	<i>0.52</i>	<i>1.15</i>	<i>0.63</i>	<i>8.62</i>	-	25

^K: Kaynaklar, ¹Tüzen (2003), ²Topçuo lu ve ark., (2002), ³Kalay ve ark., (1999), ⁴Canlı ve Atlı (2003), ⁵Storelli ve ark., (2002), ⁶Ikem ve Egeibor (2005), ⁷Rowe ve ark., (1995), ⁸Yılmaz (2003), ⁹Türkmen ve ark., (2005a), ¹⁰Türkmen ve ark., (2006), ¹¹Bustamante ve ark., (2003), ¹²Kwon ve Lee (2001), ¹³Tamira ve ark., (2001), ¹⁴Soliman, (2006), ¹⁵Tepe ve ark., (2007), ¹⁶Türkmen ve ark., (2008), ¹⁷Dural ve ark., (2007), ¹⁸Uluözlü ve ark., (2007), ¹⁹Sivaperumal ve ark., (2007), ²⁰Kosanovic ve ark., (2007), ²¹Jones ve ark., (2000), ²²Zauke ve ark., (1999), ²³Lacerda ve ark., (2000), ^ATKB (2002), ^BNauen (1983), ^CAnonim (2005).

Co yo unlukları; Karadeniz sahilleri (Kalay ve ark., 1999), Amerika (Ikem ve Egeibor, 2005), skenderun körfezi (Türkmen ve ark., 2005a; Türkmen ve ark., 2006), Türkiye Denizleri (Tepe ve ark., 2007; Türkmen ve ark., 2008), Hindistan (Sivaperumal ve ark., 2007) ve Birle ik Arap Emirlikleri Kosanovic ve ark., 2007) için bildirilen de erlerle uyumluluk göstermektedir.

Cr yo unlukları; Masan körfezi (Kwon ve Lee, 2001) için bildirilen de erlerden dü ük, Akdeniz (Kalay ve ark., 1999; Canlı ve Atlı, 2003), skenderun körfezi (Yılmaz, 2003; Türkmen ve ark., 2005a; Türkmen ve ark., 2006), California Lagünleri (Tamira ve ark., 2001), Türkiye Denizleri (Türkmen ve ark., 2008), Karadeniz ve Ege (Uluözlü ve ark., 2007), Hindistan (Sivaperumal ve ark., 2007) için bildirilen de erlerden yüksek, Karadeniz sahilleri (Kalay ve ark., 1999), Amerika (Ikem ve Egeibor, 2005), rlanda sahilleri (Rowe ve ark., 1995), Birle ik Arap Emirlikleri (Kosanovic ve ark., 2007) ve Brezilya sahilleri (Carvalho ve ark., 2000) için bildirilen de erlerle benzerlik göstermektedir.

Cu yo unlukları; rlanda sahilleri (Rowe ve ark., 1995), Masan körfezi (Kwon ve Lee, 2001), Tuzla Lagünü (Dural ve ark., 2007) için bildirilen de erlerden dü ük, California Lagünleri (Tamira ve ark., 2001), Birle ik Arap Emirlikleri Kosanovic ve ark., 2007), Brezilya sahilleri (Carvalho ve ark., 2000), Karadeniz sahilleri (Kalay ve ark., 1999), Akdeniz (Kalay ve ark., 1999; Canlı ve Atlı, 2003), Türkiye Denizleri (Tepe ve ark., 2007; Türkmen ve ark., 2008), Hindistan (Sivaperumal ve ark., 2007), Barent Denizi (Zauke ve ark., 1999) için bildirilen de erlerden yüksek, skenderun körfezi (Yılmaz, 2003; Türkmen ve ark., 2005a; Türkmen ve ark., 2006), Kerguelen Adaları (Bustamante ve ark., 2003), Orta Karadeniz (Tüzen, 2003), Amerika (Ikem ve Egeibor, 2005), Karadeniz ve Ege (Uluözlü ve ark., 2007) için bildirilen de erlerle uyumluluk göstermektedir.

Fe yo unlukları; Orta Karadeniz (Tüzen, 2003), Amerika (Ikem ve Egeibor, 2005), Türkiye Denizleri (Tepe ve ark., 2007; Türkmen ve ark., 2008), Brezilya sahilleri (Carvalho ve ark., 2000), Tuzla Lagünü (Dural ve ark., 2007), skenderun körfezi (Türkmen ve ark., 2005a; Türkmen ve ark., 2006) için bildirilen de erlerden dü ük, Akdeniz (Kalay ve ark., 1999), Karadeniz ve Ege (Uluözlü ve ark., 2007) için bildirilen

de erlerden yüksek, Karadeniz sahilleri (Kalay ve ark., 1999) ve Akdeniz (Canlı ve Atlı, 2003) için bildirilen de erlerle uyumluluk göstermektedir.

Mn yo unlukları; Karadeniz ve Ege (Uluözlü ve ark., 2007), skenderun körfezi (Türkmen ve ark., 2005a; Türkmen ve ark., 2006), Karadeniz sahilleri (Kalay ve ark., 1999) için bildirilen de erlerden yüksek, Türkiye Denizleri (Tepe ve ark., 2007; Türkmen ve ark., 2008), Amerika (Ikem ve Egeibor, 2005), Birle ik Arap Emirlikleri Kosanovic ve ark., 2007) ve Brezilya sahilleri (Carvalho ve ark., 2000) için bildirilen de erlerle uyumludur.

Ni yo unlukları; Masan körfezi (Kwon ve Lee, 2001) için bildirilen de erlerden dü ük, Akdeniz (Kalay ve ark., 1999), skenderun körfezi (Türkmen ve ark., 2005a), California Lagünleri (Tamira ve ark., 2001), Karadeniz ve Ege (Uluözlü ve ark., 2007) için bildirilen de erlerden yüksek, Karadeniz sahilleri (Kalay ve ark., 1999), Amerika (Ikem ve Egeibor, 2005), skenderun körfezi (Yılmaz, 2003; Türkmen ve ark., 2006) ve Hindistan (Sivaperumal ve ark., 2007) için bildirilen de ere benzerdir.

Pb yo unlukları; Karadeniz sahilleri (Kalay ve ark., 1999), Amerika (Ikem ve Egeibor, 2005), Masan körfezi (Kwon ve Lee, 2001), Birle ik Arap Emirlikleri Kosanovic ve ark., 2007) için bildirilen de erlerden dü ük, Akdeniz (Kalay ve ark., 1999; Canlı ve Atlı, 2003), skenderun körfezi (Türkmen ve ark., 2005a; Türkmen ve ark., 2006), California Lagünleri (Tamira ve ark., 2001), Tuzla Lagünü (Dural ve ark., 2007), Brezilya sahilleri (Carvalho ve ark., 2000) için bildirilen de erlerden yüksek, Orta Karadeniz (Tüzen, 2003), Türkiye Denizleri (Tepe ve ark., 2007; Türkmen ve ark., 2008), Karadeniz ve Ege (Uluözlü ve ark., 2007) ve Barent Denizi (Zauke ve ark., 1999) için bildirilen de erlerle uyumluluk göstermektedir.

Zn yo unlukları; rlanda sahilleri (Rowe ve ark., 1995), skenderun körfezi (Türkmen ve ark., 2005a; Türkmen ve ark., 2006), Süvey Kanalı (Soliman, 2006), Cleveland körfezi (Jones ve ark., 2000) için bildirilen de erlerden dü ük, Orta Karadeniz (Tüzen, 2003), Amerika (Ikem ve Egeibor, 2005), California Lagünleri (Tamira ve ark., 2001), Kerguelen Adaları (Bustamante ve ark., 2003), Karadeniz sahilleri (Kalay ve ark., 1999), Akdeniz (Kalay ve ark., 1999; Canlı ve Atlı, 2003), skenderun körfezi (Yılmaz, 2003), Brezilya sahilleri (Carvalho ve ark., 2000), Tuzla

Lagünü (Dural ve ark., 2007), Karadeniz ve Ege (Uluözlü ve ark., 2007), Hindistan (Sivaperumal ve ark., 2007), Barent Denizi (Zauke ve ark., 1999), Birle ik Arap Emirlikleri (Kosanovic ve ark., 2007) için bildirilen de erlerden yüksek, Masan körfezi (Kwon ve Lee, 2001) ve Türkiye Denizleri (Tepe ve ark., 2007; Türkmen ve ark., 2008) için bildirilen de erlerle uyumluluk içerisinde dir.

5. SONUÇ ve ÖNER LER

Bu çalı mada, Mart 2007 ve Ekim 2007 tarihleri arasında, skenderun ve Antalya körfezlerinden dip trol ve parakete yöntemleriyle elde edilen kemane balı ı (*Rhinobatus rhinobatus*)'na ait doku örnekleri alınmı tır. skenderun körfezinden 21, Antalya körfezinden ise 20 balık numunesi üzerinde çalı ılmı tır. Bu örneklerin, kas, karaci er, solungaç, gonad ve ba ırsak içeri i gibi organlarında kadmiyum, kobalt, krom, bakır, demir, mangan, nikel, kur un ve çinko gibi a ır metaller ICP-AES cihazında analiz edilmi ve sonuçlar ya a ırlık esasına göre skenderun Körfezi için Cd (0.07-0.50 mg/kg), Co (0.09-0.31 mg/kg), Cr (0.39-0.75 mg/kg),Cu (1.55-7.46 mg/kg), Fe (50.8-221 mg/kg), Mn (0.68-5.20 mg/kg), Ni (0.96-3.75 mg/kg), Pb (0.43-0.72 mg/kg) ve Zn (9.94-26.5 mg/kg) olarak bulunurken; Antalya Körfezi'nde ise Cd (0.06-0.34 mg/kg), Co (0.10-0.17 mg/kg), Cr (0.22-0.51 mg/kg), Cu (1.14-3.14 mg/kg), Fe (41.9-110 mg/kg), Mn (0.76-3.25 mg/kg), Ni (0.56-1.36 mg/kg), Pb (0.59-1.06 mg/kg) ve Zn (7.31-29.9 mg/kg) olarak bulunmu tur. Her iki körfez için bulunan bu de erlerin, Amerika'da faaliyet gösteren EPA (Environmental Protection Agency) kurulu unun kabul etti i sınır de erlerinden oldukça dü ük oldu u görülmü tür (Anonim, 2005). Ayrıca kas dokularındaki a ır metal düzeyleri di er ulusal ve uluslar arası standartlarla kar ıla tırıldı nda (Nauen, 1983; TKB, 2002) da belirlenen metal yo unluklarının müsaade edilebilir düzeylerin altında oldu u görülmektedir. Bu a amada kirlilikten bahsetmek mümkün de ildir.

Analiz sonuçları genel olarak de erlendirildi inde; körfezlerde incelenen be dokuda da demir yo unlu u en yüksek düzeyde bulunmu olup, ikinci sırada çinko yer almaktadır. z element grubuna dahil olan demir ve çinko metabolizma için gerekli oldu undan metabolik faaliyetlerde kullanılmak amacıyla depolanırlar. Dolayısıyla her iki körfezde de demir ve çinko yo unluklarının fazla bulunmasının nedeni bu ekilde açıklanabilir.

Balık dokuları içerisinde en yüksek a ır metal birikimine ba ırsak içeriklerinde, en dü ük birikime ise kas dokularında rastlanılmı tır. Ba ırsak içeriklerindeki a ır metal birikiminin fazla olmasının sebebi ba ırsak dokusunun sindirim sistemine göre incelenen dokulardan daha önde yer almasından dolayı olabilir. Yine aynı bakı açısıyla

kas dokusundaki birikimin az olmasının sebebi de kas dokusunun sindirim sisteminin sonlarında bulunması olmasından kaynaklanabilir. Ancak bağırsak yapı olarak geçiştir. Besin bağırsağa gelir, sindirilir ve atılır. Sindirilerek bünyeye alınan kısım kan yoluyla diğer dokulara iletilir. Bağırsak; karaciğer ve kas dokularında olduğu gibi depo görevi yapmaz. Dolayısıyla her ne kadar bağırsak içeriğinde birikim fazla olsa da bu birikim kalıcı olmayabilir. Dikkat edilmesi gereken depo görevi yapan dokulardaki birikim olarak düşünülebilir. Nitekim pek çok araştırmacı tarafından (Kalay ve ark., 1999; Topçuoğlu ve ark., 2002; Tüzen, 2003; Tepe ve ark., 2007; Türkmen ve ark., 2005b, 2006, 2008) da farklı bölgelerde benzer sonuçların elde edilmesi bu durumu teyit etmektedir.

Araştırmada elde alınan bazı ağır metal (Cr, Cu, Fe, Mn ve Ni)'lerin dokularda birikimleri arasında önemli farklar bulunmuştur. Bu elementler için bulunan sonuçlara bakıldığında bağırsak içeriklerindeki metal yoğunluklarının diğer dokulara göre önemli derecede fazla olduğu görülmüştür. Bunun sebebi bağırsakta bu metallerin emiliminin az olması olarak düşünülebilir. Metallerin büyük kısmı vücuttan atılmı olabilir.

Genel olarak körfezlerdeki metal yoğunlukları karşılaştırıldığında bazı farklılıklar tespit edilmiştir. Bu farklılığın bir sebebi iki bölge arasındaki kirlenme unsurlarının farklılığından kaynaklandığı düşünülebilir. Örneğin; skenderun bölgesi için sanayi faaliyetlerinin yoğunluğundan bahsedilebilirken, Antalya için genel olarak turizm ve tarım faaliyetlerinden kaynaklı kirlilikten bahsedilebilir. skenderun körfezine nehir girdisinin çok az olduğu düşünülünce körfeze de atılan evsel ve sanayi atıksularının ciddi kirlilik kaynağı olduğu görülür. Bunların yanında skenderun'da faaliyet gösteren demir çelik fabrikası ve iki petrol boru hattı terminali de önemli kirlilik unsurlarıdır. Petrol boru hattı terminalinden kaynaklı katran yumruları söz konusudur. Ancak bölgedeki sıcaklık ve mikrobiyolojik aktivite nedeniyle petrol kökenli kirlenme tehlikeli boyutlara ulaşmamıştır (Anonim, 2008b). Ayrıca karasal kaynaklı besin girdilerine bağlı olarak körfez suları ötrofikasyon tehdidi altındadır.

Antalya'da ise turizm faaliyetlerinin Kemer'e kadar uzanan sahil kuşağında artması, kıyı sularına doğrudan deşerjler kirliliğin önemli nedenleri arasındadır. Turizmin fazla olmasından dolayı özel ve ticari tekne trafiğinin yoğun olarak gözlemlendiği bölgede teknelerden kaynaklı kirlilikte önemlidir. Bunların yanında ticari teknelerin

ba landı 1 marina ve ba lama limanlarında teknelerden atılan atık ve atıksular için arıtma tesisi olmaması da kirlili e neden olmaktadır. Di er taraftan Antalya körfezinde kirleticilerin en büyük kayna nı tarımsal faaliyetler meydana getirmektedir. Tarımsal alanlardaki kirlili in körfeze ta nması genelde akarsularla olmaktadır. Sera yeti tiricili inin fazla oldu u bölgede seralardan sökülen bitkilerde önemli derecede kirlili e neden olmaktadır. te körfezler arasındaki bu gibi kirletici unsurların farklılı ndan kaynaklı metal yo unlukları arasında farklılık görülmü olabilir.

ncelenen körfez, doku ve a ır metal sayısı açısından bakıldı nda tezde öngörülen hedeflere ula ılmı tır. Bu konuda de i ik zaman, bölge ve türlerle yapılan di er çalı malarla kıyaslandı nda, benzerlikler olmakla birlikte, farklılıklar da görülmü tür. Bu farklılıkların di er sebebinin ise örnekleme yılı, bölgesi ve mevsimi ile ele alınan türlerin ayrı olmasından kaynaklanabilece i dü ünülmektedir. Çünkü, pek çok ara tırıcı tarafından balıklardaki a ır metal düzeylerinin, onların beslenme alı kanlıkları, balıkların boy ve a ırlıkları, tür farklılıkları ve ya am alanları tarafından etkilenebilece i bildirilmektedir (Amundsen ve ark., 1997; Linde ve ark., 1998; Romeoa ve ark., 1999; Mormede ve Davies, 2001).

Bu sonuçlar ı ı nda u öneriler yapılabilir. Denizlerin ta imacılık ve turizm amacıyla kullanılması, evsel ve endüstriyel atıkların arıtılmadan veya kısmen arıtılarak denize verilmesi, deniz kazaları sonucu meydana gelen petrol akıntıları, akarsulardan denizlere ula an tarımsal atıklar kirlenmeyi meydana getiren ba lıca etkenlerdir. Körfezler yarı açık sucul ekosistemler grubuna dahil oldu undan açık deniz ortamlarının aksine tarımsal, sanayi ve evsel kirlilik etkenlerinden çok çabuk etkilenebilir. Dolayısıyla böyle ekosistemlerdeki kirlilik göstergeleri kirletici unsurların durumuna göre yıldan yıla, hatta aynı yılın farklı zamanlarında bile önemli ayrılıklar gösterebilir. Daha önce belirtti imiz gibi skenderun bölgesinde sanayinin geli mi olması ve bu faaliyetlerden kaynaklı skenderun körfezinin kirlenmesinin önüne geçilmesi için uzun süreli entegre kıyı kullanım planlarının hazırlanması, bu kapsamda uygun de arj alanları seçilmesi, Antalya körfezi için ise evsel nitelikli ve tarım alanlarından kaynaklı kirlili in önlenmesi için arıtma tesislerinin yapılması gerekiyor. Ayrıca Antalya körfezindeki özel ve ticari tekne trafi inin yo unlu undan kaynaklı kirlenmenin önüne geçilmesi ciddi denetimlerle kontrol altına alınabilir. Böylelikle skenderun ve Antalya körfezinin daha temiz olması sa lanabilir. Aynı zamanda bu

çalı maların ülke balıkçılı ında da son derece önemli bir yere sahip özel ekosistemlerden olan körfezlerde balıklar için periyodik olarak yapılması (örneğin 2-3 yıllık dönemler ekinde) hem bu körfezlerdeki ağır metal kirliliğinin sürekli olarak izlenip de erlendirilmesi hem de sonuçların çevre sa lı ı açısından öneminin ortaya konması bakımından de erlidir. Bu tür çalı malarından elde edilen sonuçların gelecek yıllar ve ku aklara aktarılacak çok önemli bilgiler içermesi de çalı manın ayrı bir boyutunu ortaya koymaktadır.

Bu ara tırmada gerek biyolojisi gerekse zeminde ya am sürmesi nedeniyle kıkırdaklı balıklardan olan vatoz türleri içerisinde yer alan kemane balı ının ele alınması sebebi, bu türle ilgili imdiye kadar söz konusu körfezlerde bu tür bir çalı manın yapılmamı olmasıdır. Dolayısıyla, ba ta ekonomik öneme sahip balık türleri olmak üzere di er balıklar, kabuklular ve besin zincirindeki di er canlıları da içeren çalı maların yapılması körfez ekosistemlerin sa lı ı açısından gereklidir.

Canlıların ötesinde, körfez suyu, çökelti ve askıdaki katı madde gibi ekosistem elemanlarında da periyodik olarak ağır metal birikimleri incelenmelidir.

Di er taraftan çalı ma süresince yapılan gözlemlerde ele alınan körfezlerde, kemane balı ının yakalandıktan sonra canlı veya ölü olarak deniz ortamına geri atılması ya da ölü olarak karaya çıkarılarak bırakılması hem sucul hem de karasal ekosistem ve çevre sa lı ına etkisi açısından dü ündürücü bulunmaktadır. Ara tırmanın yürütüldü ü körfezlerde bazı vatoz türlerine yo un olarak rastlanmasına ra men, bazı türlerin çok seyrek ve hatta bazen hiç avlanamadı ı da gözlenmiştir. Çe itli kaynaklarda bu iki körfezde de var oldu u belirtilen en az 8-10 türe bu ara tırma süresince rastlanılamamı tır. Dolayısıyla sucul ekosistem zincirinde önemli bir yere sahip olan kıkırdaklı balıklardan vatozlar üzerinde biyoloji içerikli farklı çalı maların da yapılmasının bu konuları aydınlatabilmesi açısından son derece önemli olaca ı dü ünülmektedir.

Günümüzde çevre ve özellikle su konusundaki olumsuzluklar göz önüne alındı ında, bu tür ara tırmaların ülkemizin di er koy ve körfezleri ile açık deniz sistemlerinde farklı canlı türleri, su, çökelti ve askıdaki katı madde gibi cansız materyaller üzerinde de yapılmasının desteklenmesinin gereklili i bir kez daha görülmü tür. Çünkü açık denizleri kontrol edebilmek hem hukuksal ve ekonomik hem

de teknik sebeplerden dolayı zor olabilir. Fakat koy ve körfezler gibi sucul ekosistemleri kontrol edebilmek ülkeler için daha kolaydır.

KAYNAKLAR

- Alquezar, R., Markich, S.J. and Booth, D.J., 2006. Metal accumulation in the smooth toadfish, *Tetractenos glaber*, in estuaries around Sydney, Australia. **Environmental Pollution**, 142; 123-131.
- 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 the Total Environment**, 201; 211-224.
- Anan, Y., Kunito, T., Tanabe, S., Mitrofanov, I. and Aubrey, D.G., 2005. Trace element accumulation in fishes collected from coastal waters of the Caspian Sea. **Marine Pollution Bulletin**, 51; 882-888.
- Andres, S., Ribeyre, F., Tourencq, J.N. and Boudou, A., 2000. Interspecific comparison of cadmium and zinc contamination in the organs of for fish species along a polymetallic pollution gradient (Lot River, France). **The Science of Total Environment**, 248; 11-25.
- Anonim, 2002. **Su Ürünleri Kanunu ve Su Ürünleri Yönetmeli i**. Tarım ve Köy leri Bakanlığı 1, Koruma Kontrol Genel Müdürlü ü, s 78, Ankara.
- Anonim, 2008a. <http://www.denizce.com/dbalikgoster.asp?adi=VATOZ>.
- Anonim, 2008b. <http://www.forumps.com/odev/5747-turkiyede-cevre-kirliligi.html>.
- Anonymus, 2005. <http://www.epa.gov>, Environmental Protection Agency (EPA) National Recommended Water Quality Criteria Correction.
- Anonymus,2008.[http://www.fishbase.org/Summary/speciesSummary.php?ID=5016 &genusname=Rhinobatos&speciesname=rhinobatos](http://www.fishbase.org/Summary/speciesSummary.php?ID=5016&genusname=Rhinobatos&speciesname=rhinobatos).
- Ba usta, N., 1997. **skenderun Körfezi'nde Bulunan Plajik ve Demersal Balıklar**. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, s 221, Adana.
- Beyazıt, N. ve Peker, ., 1998. Atıksularda A ır Metal Kirlili i ve Giderim Yöntemleri. In: Atlı, V., Belenli . (Eds), **Kayseri I. Atıksu Sempozyumu Bildirileri**, 22-24 Haziran 1998, Kayseri, 209-215.
- Boeck, G.D., Grosell, M. and Wood, C., 2001. Sensitivity of the spiny dogfish (*Squalus acanthias*) to waterborne silver exposure. **Aquatic Toxicology**, 54; 261-275.
- Bustamante, P., Bocher, P., Chérel, Y., Miramand, P. and Caurant F., 2003. Distribution of trace elements in the tissues of benthic and pelagic fish from the Kerguelen Islands, **The Science of the Total Environment**, 313; 25-39.
- Canlı, M. and 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.

- Carvalho, C.E.V., Rezende, C.E., Ferreira, A.G., Faria, V.V., Gomes, M.P. and Cavalcante, M.P.O., 2000. Trace metal in fish tissue from Southern Brazilian Coast. In: 11th Annual International Conference on Heavy Metals in the Environment (J. Nriagu, Editor), Contribution #1225. **University of Michigan, School of Public Health, Ann Arbor, MI** (CD-ROM). <http://www.cprm.gov.br/pgagem/Manuscripts/carvalhoctrace.htm>
- Ço un, H., Yüzerero lu, T.A., Kargin, F. and Fırat, Ö., 2005. Seasonal variation and tissue distribution of heavy metals in shrimp and fish species from the Yumartalik coast of skenderun Gulf, Mediterranean. **Bull. Environ. Contam. Toxicol**, 75; 707-715.
- Dalman, Ö., Demirak, A. and 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.
- Dural, M., Göksu, M.Z.L., Özak, A.A. and 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 Çamlık lagoon of the eastern coast of Mediterranean (Turkey). **Environmental Monitoring and Assessment**, 118; 65-74.
- Dural, M., Göksu, M.Z.L. and Özak, A.A., 2007. Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla lagoon. **Food Chemistry**, 102; 415-421.
- Fernandes, C., Fontainhas-Fernandes, A., Peixoto, F. and Salgado, M.A., 2007. Bioaccumulation of heavy metals in *Liza saliens* from the Esmoriz-Paramos coastal lagoon, Portugal. **Eco Toxicology and Environmental Safety**, 66; 426-431.
- Grosell, M., Wood, C.M. and Walsh, P.J., 2003. Copper homeostasis and toxicity in the elasmobranch *Raja erinacea* and teleost *Myoxocephalus octodecemspinosus* during exposure to elevated water-borne copper. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C**, 135; 179-190.
- Ikem, A. and Egiebor, N.O., 2005. Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama (USA). **Journal of Food Composition and Analysis**, 18; 771-787.
- Jones, G.B. , Mercurio, P. and Olivier, F., 2000. Zinc in fish, crabs, oysters, and mangrove flora and fauna from Cleveland Bay. **Marine Pollution Bulletin**, 41; 345-352.
- Kalay, M., Ay, Ö. and Canlı, M., 1999. Heavy metal concentrations in fish tissues from the Northeast Mediterranean Sea. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 63; 673-681.
- Kargı, F., 1995. **Çevre Mühendisli inde Biyoprosesler**, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, 2. Baskı. zmir.

- Kaya, S., Pirinçci, I. ve Bilgili, A., 1998. **Çevre Bilimi ve Çevre Toksikolojisi**. Medisan Yayın Serisi, Yayın No:36.
- Keskin, Y., Ba kaya, R., Özyaral, O., Yurdun, T., Lüleci, N.E. and Hayran, O., 2007. Cadmium, lead, mercury, copper in fish from Marmara sea, Turkey. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 78; 258-261.
- Kosanovic, M., Hasan, M.Y., Subramanian, D., Al Ahbabi, A.A.F., Al Kathiri, O.A.A., Aleassa, E.M.A.A. and Adem, A., 2007. Influence of urbanization of the western coast of the United Arab Emirates on trace metal content in muscle and liver of wild Red-spot emperor (*Lethrinus lentjan*). **Food and Chemical Toxicology**, 45; 2261-2266.
- Kwon, T.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.
- Lacerda, L.D., Paraquetti, H.H.M., Marins, R.V., Rezende, C.E., Zalmon, I.R., Gomes, M.P. and Farias, V., 2000. Mercury content in shark species from the south-eastern Brazilian Coast. **Rev. Brasil. Biol.**, 60; 571-576.
- Linde, A.R., Sanchez-Galan, S., Izquierdo, J.I., Arribas, P., Maranon, E. and Garcy'a-Vazquez, E., 1998. Brown trout as biomonitor of heavy metal pollution: effect of age on the reliability of the assessment, **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 40; 120-125.
- Marcotrigiano, G.O. and Storelli, M.M., 2003. Heavy metal polychlorinated biphenyl and organochlorine pesticide residues in marine organisms: risk evaluation for consumers. **Veterinary Research Communications**, 27 Suppl. 1; 183-195.
- Michael, S.W., 1993. Reef sharks and rays of the world. A guide to their identification, behavior, and ecology. **Sea Challengers, Monterey, California**. 107 p.
- Minareci, O., Öztürk, M. ve Minareci, E., 2004. Manisa Belediyesi Evsel Atık Su Arıtma Tesisinin, Gediz Nehrinin A ır Metal Kirlili ine Olan Etkilerinin Belirlenmesi. **Trakya Univ J Sci.**, 5(2); 135-139.
- 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.
- Nauen, C.E., 1983. Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products. **FAO Fish Circular**, (764): 102 p.
- Özdemir, H. ., 1981. **Genel Anorganik ve Teknik Kimya**. Matbaa Teknisyenleri Basımevi, stanbul.
- Parlak, H., 1985. **Mugil spp. ve Chasmichtys glusus Üzerinde Kadmiyum, Demir ve Kur unun Ayır Ayır ve Birlikte Olu turdukları Toksik Etkilerin Ara tırılması**, (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Hidrobiyoloji Anabilim Dalı.
- Pedersen, B., 1996. Metal concentration in biota in the North sea: changes and causes. **ICES Journal of Marine Science**, 53; 1008-1013.

- Romeoa, M., Siaub, Y., Sidoumou, Z. and Gnassia-Barelli, M., 1999. Heavy metals distribution in different fish species from the Mauritania coast, **The Science of the Total Environment**, 232; 169-175.
- Rowe, A., Nixon, E., Mcgovern, E., Mcmanus, M. and Smyth, M., 1998. Metal and organo-chlorine concentrations in fin-fish from Irish waters in 1995. **Fishery Leaflet**, 176.
- Salim, A., Hassanin, M.A. and Zohair, A., 2003. A Simple Procedure for Reducing Lead Content in Fish. **Food and Chemical Toxicology**, 41; pp 595-597.
- Sawyer, C.N., Mccarty, P.L. and Parkin, G.F., 1994. **Chemistry for Environmental Engineering**. Fourth Edition, McGraw-Hill Book Co., Singapore.
- Sivaperumal, P., Sankar, T.V., and Nair, P.G.V., 2007. Heavy metal concentrations in fish, shellfish and fish products from internal markets of India vis-a-vis international standards. **Food Chemistry**, 102; 612-620.
- Soliman, Z.I., 2006. A study of heavy metals pollution in some aquatic organisms in Suez Canal in Port-Said Harbour. **Journal of Applied Sciences Research**, 2(10); 657-663.
- 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.
- Storelli, M.M., Storelli, A., Giacomini-Stuffler, R. and Marcotrigiano, G.O., 2005. Mercury speciation in the muscle of two commercially important fish, hake (*Merluccius merluccius*) and striped mullet (*Mullus barbatus*) from Mediterranean sea: estimated weekly intake. **Food Chemistry**, 89; 295-300.
- Szefer, F., Domagala-Wieloszwska, M., Warzocha, J., Garbacik-Wsolowska, A. and Ciesielski, T., 2003. Distribution and relationships of mercury, lead, cadmium, copper and zinc in perch (*Perca fluviatilis*) from Pomeranian Bay and Szczecin Lagoon, southern Baltic. **Food Chemistry**, 81; 73-83.
- engül, F., 1993. **Çevre Kimyası**. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, zmir.
- Tamira, C., Shane, S.Q.H. and Ambrose, R.F., 2001. Trace metals in fish and invertebrates of there California Coastal Wetlands, **Marine Pollution Bulletin**, 42; 224-232.
- Tepe, Y., Türkmen, M. and Türkmen, A., 2007. Assessment of heavy metals in two commercial fish species of four Turkish seas. **Environmental Monitoring and Assessment**, DOI 10.1007/s 10661-007-0079-3.
- TKB, 2002. **Su Ürünleri Kanunları ve Yasakları**, Tarım ve Köyi leri Bakanlığı 1, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlü ü, Ankara.
- Topcuo lu, S., Kırba o lu, Ç. and Güngör, N., 2002. Heavy metals in organisms and sediments from Turkish Coast of the Black Sea, 1997-1998, **Environmental International**, 1069; 1-8.

- Topçuo lu, S., Kırba o lu, Ç. and Yılmaz Y.Z., 2004. Heavy metal levels in biota and sediments in the northern coast of the Marmara Sea. **Environmental Monitoring and Assessment**, 96; 183-189.
- Türkman, A., Aslan, . ve Ege, ., 2001. Do al Zeolitlerle Atıksulardan Kur un Giderimi. **Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi**, 3 (2); 13-19.
- Türkmen, A., 2003. **skenderun Körfezi'nde Deniz Suyu, Askıdaki Katı Madde, Sediment ve Dikenli Ta stirdyesi'nde (*Spondylus Spinosus* Schreibers, 1793) Olu an A ır Metal Birikimi Üzerine Ara tırma**. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, s 152.
- Türkmen, A. and Aras, M., 2003. Heavy Metal Correlations in skenderun Bay, North Eastern Mediterranean Sea, Turkey, **International Symposium of Fisheries and Zoology** (In Memory of Ord. Prof. Dr. Curt KOSSWIG in His 100th Birth Anniversary), stanbul, Türkiye, 23-26 October 2003, ORAY, I.K., ÇEL KKALE, M.S., ÖZDEM R, G., Ed., 255-257.
- Türkmen A. and Türkmen, M., 2004. The seasonal variation of heavy metals in the suspended particulate material in the Iskenderun Bay (North-eastern Mediterranean Sea, Turkey), Ege University **Journal of Fisheries & Aquatic Sciences**, 21 (3-4); 307-311.
- Türkmen, A., Türkmen, M. ve Naz, M., 2004. skenderun Körfezi'nde Askıdaki Katı Madde, Sediment ve Dikenli Ta stirdyesi, *Spondylus spinosus*, A ır Metal Deri imleri Arasındaki Korelasyonlar, **Türk Sucul Ya am Dergisi**, 2 (2); 47-54.
- Türkmen, A. and Türkmen, M., 2005. Seasonal and Spatial Variations of Heavy Metals in the Spiny Rock Oyster, *Spondylus spinosus*, from Coastal Waters of skenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 75; 716-722.
- Türkmen, A., Türkmen, M., Tepe, Y. and Akyurt, ., 2005a. Heavy Metals in Three Commercially Valuable Fish Species from skenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey, **Food Chemistry**, 91; 167-172.
- Türkmen, A, Türkmen, M., Naz, M. and Mutlu, E., 2005b. Correlation Between the Heavy Metal Concentrations in SPM and Some Parameters of the Waters of skenderun Bay, Özden, E. (Editor), **Proceeding of the 7th International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 05**, 25-29 October 2005, Ku adası, Turkey, MEDCOAST, Middle East Technical University, Ankara, Turkey, Vol: 1-2; 865-873, 1436p .
- Türkmen, A., Tepe, Y., Türkmen, M. and Naz, M., 2005c. Correlations between the Heavy Metal Concentrations in the Sediment and Spiny Rock Oyster, *Spondylus spinosus*, and the Temperature, PH, Salinity and Oxygen of the

Seawater in the Iskenderun Bay, *EURECO 2005: X. European Ecological Congress*, 08-13 November 2005, Kuşadası, Aydın, Turkey, 331-336.

- Türkmen, A., Türkmen, M., Tepe, Y., Mazlum, Y. and Oymael, S., 2006. Heavy Metal Levels in Blue Crab (*Callinectes sapidus*) and Mullet (*Mugil cephalus*) in Iskenderun Bay (North Eastern Mediterranean, Turkey), **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, 77; 186-193.
- Türkmen, M., Türkmen, A., Tepe, Y., Ateş, A. and Gökkuş, K., 2008. Determination of metal contaminations in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean seas: twelve fish species. **Food Chemistry**, 108; 794-800.
- Tüzen, M., 2003. Determination of heavy metals in fish samples of the middle Black Sea (Turkey) by graphite furnace atomic absorption spectrometry. **Food Chemistry**, 27; 521-526.
- Tüzen, M. and Soylak, M., 2007. Determination of trace metals in canned fish marketed in Turkey. **Food Chemistry**, 101; 1378-1382.
- Uluozlu, O.D., Tuzen, M., Mendil, D. and Soylak, M., 2007. Trace metal content in nine species of fish from the Black and Aegean Seas, Turkey. **Food Chemistry**, 104; 835-840.
- Uzunolu, O., 1999. **Gediz Nehrinden Alınan Su ve Sediment Örneklerinde Bazı Ağır Metal Derişimlerinin Belirlenmesi**. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Manisa.
- Ünlü, E. and Gümgüm, B., 1993. Concentrations of Copper and Zinc in Fish and Sediments From the Tigris River in Turkey. **Chemosphere**, Vol.26, No:11, pp 2055-2061.
- Yarsan, E., Bilgili, A. ve Türel, S., 2000. Van Gölü'nden Toplanan Midye (*Unio stevenianus* Krynicki) Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri. **Turk J Vet. Anim. Sci.**, 24; 93-96.
- 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. 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.
- Zauke, G.P., Savinov, V.M., Ritterhoff, J. and Savinova, T., 1999. Heavy metals in fish from the Barents Sea (summer 1994), **The Science of the Total Environment** 227; 161-173.

TE EKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim süresince her türlü konuda desteğini ve yardımlarını esirgemeyen, tezimi tamamlamak için her türlü olanaktan yararlanmamı sağlayan danıman hocam, Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN'e saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım boyunca manevi desteklerini esirgemeyen, çeşitli amaçlarda bilgi ve tecrübeleriyle katkıda bulunan Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. İhsan AKYURT'a saygılarımı sunar ve teşekkürü bir borç bilirim.

Lisansüstü öğrenime başladığım günden beri bilimsel desteğini hiçbir zaman esirgemeyen ve her türlü konuda yardımcı olan, fikirlerinden yararlandığım Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi öğretim üyesi Doç. Dr. Yalçın TEPE'ye teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen Mustafa Kemal Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Aydın DEMİRRCİ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca Yüksek Lisans öğrenimim süresince benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen sevgilim Anıl Meyda Gül KARACA'ya teşekkür ederim.

Son olarak tüm öğrenim hayatım boyunca her türlü maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

ÖZGEÇM

1980 yılında Erzurum'da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Erzurum'da, lise öğrenimimi Çanakkale'de tamamladım. 1999 yılında Konya Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimime başladım ve 2004 yılında Çevre Mühendisi ünvanı ile mezun oldum. 2006 yılınınubat ayında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalında yüksek lisans öğrenimime başladım olup halen devam etmekteyim.

EK:1 EPA (Environmental Protection Agency)' ya göre kabul edilebilir sınır de erleri
(ANON M, 2005a).

METALLER								
	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Zn
BALIK (mg/kg)	1,4	27	4,1	54	410	190	27	410
SU (mg/l)	0,018	0,73	0,11	1,5	11	5,1	0,73	11

EK:2 Su Ürünleri Yönetmeli i ve Su Ürünleri Kanununa Göre çsularda ve Denizlerde
Müsaade Edilebilir Düzeyleri (mg/L) (ANON M, 2002)

Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
0,01	1,0	0,1	0,01	0,7	1,0	0,3	0,1	0,003

EK:3 Su Ürünleri Yönetmeli i ve Su Ürünleri Kanununa Göre Bazı A ır Metallerin Organizmalardaki Müsaade Edilebilir Düzeyleri (mg/kg) (ANON M, 2002)

Organizma	Niteli i	A ır Metal	Düze
Balık	Canlı, i lenmi , taze,	Cd	0,1
	so utulmu , dondurulmu olarak	Pb	1,0
Çift kabuklu	kullanımda	Cu	20
		Zn	50