

**MARMARA DENİZİNDE YAŞAYAN BAZI
BALIK TÜRLERİNİN DOKULARINDAKİ
MİNERAL VE AĞIR METAL SEVİYELERİNİN
BELİRLENMESİ**

Teoman Özgür SÖKMEN

**Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Anabilim Dalı
Prof. Dr. Telat YANIK**

2011

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MARMARA DENİZİNDE YAŞAYAN BAZI BALIK TÜRLERİNİN
DOKULARINDAKİ MİNERAL VE AĞIR METAL SEVİYELERİNİN
BELİRLENMESİ**

Teoman Özgür SÖKMEN

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2011

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**MARMARA DENİZİNDE YAŞAYAN BAZI BALIK TÜRLERİNİN KAS
DOKULARINDAKİ MİNERAL VE AĞIR METAL SEVİYELERİNİN
BELİRLENMESİ**

Prof.Dr.Telat YANIK danışmanlığında, Teoman Özgür SÖKMEN tarafından hazırlanan bu çalışma 26/08/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr.Orhan ERDOĞAN

İmza :

Üye : Prof.Dr.Telat YANIK

İmza :

Üye : Prof.Dr.Muhammed ATAMANALP

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr.Ömer AKBULUT
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirilerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MARMARA DENİZİNDE YAŞAYAN BAZI BALIK TÜRLERİNİN DOKULARINDAKİ MİNERAL VE AĞIR METAL SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ

Teoman Özgür SÖKMEN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Su Ürünleri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Telat YANIK

Bu araştırmada, Marmara denizinden yakalanan Barbun (*Mullus barbatus*), Lipsos (*Scorpaena scrofa*), Lüfer (*Pomatomus saltatrix*), İstavrit (*Trachurus trachurus*) ve Sardalya (*Sardine pilchardus*) gibi bazı balık türlerinin dokularındaki mineral (P, K, Ca, Na, Mg) ve ağır metal (Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Cd, Cr, Ni, Al, B, Se) seviyeleri tespit edilmiştir. Her balık türünden 10 adet alınarak dokularındaki mineral ve ağır metal seviyeleri ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer), (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) cihazında, her metal için belirtilen dalga boyunda karşı okuma yapılarak tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirmeler neticesinde balıkların dokularındaki mineral ve ağır metal seviyelerinin tür seviyesinde önemli derecede ($p<0,05$) farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir.

2011, 35 sayfa

Anahtar Kelimeler: Marmara denizi, barbun, lipsos, lüfer, istavrit, sardalya, balık, kas dokusu

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF MINERAL AND HEAVY METAL LEVELS OF SOME FISH SPECIES LIVING IN MARMARA SEA

Teoman Özgür SÖKMEN

Atatürk University
Institute of Science and Technology
Department of Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Telat YANIK

This study was conducted to compare mineral (P,K,Ca,Na,Mg) and heavy metal (Fe,Cu,Zn,Mn,Pb,Cd,Cr,Ni,Al,B,Se) levels of some fish species namely red mullet (*Mullus barbatus*), red scorpionfish (*Scorpaena scrofa*), bluefish (*Pomatomus saltatrix*), horse mackerel (*Trachurus trachurus*) and Sardine (*Sardine pilchardus*) living in the Marmara sea. Ten fish from each species were analyzed in order to determine mineral and heavy metal levels by using ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer) (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) in which specific wavelenghts were used for each mineral/metal. According to the evaluation of the determined results of the present study it was found that mineral and heavy metal levels in muscle were varying significantly ($p<0,05$) depending on the fish species.

2011, 35 pages

Keywords: Marmara sea, red mullet, red scorpionfish, bluefish, horse mackerel, sardine, fish, muscle tissue

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimimin her aşamasında bana yol gösteren, desteğini hiçbir zaman esirgemeyen danışmanım, değerli hocam Sayın Prof. Dr. Telat YANIK'a, Sayın Yrd. Doç. Dr. Esat Mahmut KOCAMAN'a ve Sayın Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP'a; istatistik analizlerin değerlendirilmesinde yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Nurinisa ESENBUĞA'ya ve Sayın Tayfun KARATAŞ'a teşekkür ederim.

Teoman Özgür SÖKMEN

Ağustos 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
KISALTMALAR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM	15
3.1. Materyal	15
3.1.1. Balık türleri.....	15
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Mineral ve ağır metal analizi.....	15
3.2.1.a. Örneklerin hazırlanması	15
3.2.1.b. Standart çözeltilerin hazırlanması	16
3.2.1.c. Örneklerin değerlendirilmesi.....	17
3.2.2. İstatistik analizler	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	19
4.1. Balık Türlerinin Dokularındaki Mineral Madde içerikleri	19
4.2. Ağır Metal İçerikleri.....	22
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	29
KAYNAKLAR.....	33
ÖZGEÇMİŞ.....	36

KISALTMALAR

Al	Aliminyum
B	Bor
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Cm	Santimetre
Cr	Krom
Cu	Bakır
G	Gram
H₂O₂	Hidrojen peroksit
HNO₃	Nitrik asit
l	Litre
K	Potasyum
Kg	Kilogram
M	Molarite
mg	Miligram
Mg	Magnezyum
ml	Mililitre
Na	Sodyum
ng	Nanogram
Ni	Nikel
°C	Derece celcius
P	Fosfor
Pb	Kurşun
ppb	Milyarda bir kıs
ppm	Milyonda bir kıs
ppt	Trilyonda bir kıs
S	Saniye
S	Kükürt
Se	Selenyum
µg	Mikrogram

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Marmara Denizi	6
Şekil 2.2. Lipsos (<i>Scorpaena scrofa</i>).....	7
Şekil 2.3. Sardalya (<i>Sardine pilchardus</i>)	8
Şekil 2.4. Barbun Balığı (<i>Mullus barbatus</i>)	8
Şekil 2.5. İstavrit (<i>Trachurus trachurus</i>)	9
Şekil 2.6. Lüfer (<i>Pomatomus saltatrix</i>)	9
Şekil 2.7. Lüfer (<i>Pomatomus saltatrix</i>)	15

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Endüstride En Çok Kullanılan Ağır Metaller	2
Çizelge 3.1. Metallerin, Dalga Boyları ve Okuma Aralıkları	17
Çizelge 4.1. Türler arası varyans analiz tablosu: P	19
Çizelge 4.2. P elementi için türler arasındaki farklılıklar	19
Çizelge 4.3. Türler arası varyans analiz tablosu: K	20
Çizelge 4.4. K elementi için türler arasındaki farklılıklar	20
Çizelge 4.5. Türler arası varyans analiz tablosu: Ca	20
Çizelge 4.6. Ca elementi için türler arasındaki farklılıklar	20
Çizelge 4.7. Türler arası varyans analiz tablosu: Na	21
Çizelge 4.8. Na elementi için türler arasındaki farklılıklar	21
Çizelge 4.9. Türler arası varyans analiz tablosu: Mg	21
Çizelge 4.10. Mg elementi için türler arasındaki farklılıklar	21
Çizelge 4.11. Türler arası varyans analiz tablosu: Al	22
Çizelge 4.12. Al elementi için türler arasındaki farklılıklar	22
Çizelge 4.13. Türler arası varyans analiz tablosu: B	22
Çizelge 4.14. B elementi için türler arasındaki farklılıklar	23
Çizelge 4.15. Türler arası varyans analiz tablosu: Cd	23
Çizelge 4.16. Cd elementi için türler arasındaki farklılıklar	23
Çizelge 4.17. Türler arası varyans analiz tablosu: Cr	23
Çizelge 4.18. Cr elementi için türler arasındaki farklılıklar	24
Çizelge 4.19. Türler arası varyans analiz tablosu: Cu	24
Çizelge 4.20. Cu elementi için türler arasındaki farklılıklar	24
Çizelge 4.21. Türler arası varyans analiz tablosu: Fe	24
Çizelge 4.22. Fe elementi için türler arasındaki farklılıklar	25
Çizelge 4.23. Türler arası varyans analiz tablosu: Mn	25
Çizelge 4.24. Türler arası varyans analiz tablosu: Se	25
Çizelge 4.25. Türler arası varyans analiz tablosu: Ni	25
Çizelge 4.26. Ni için türler arasındaki farklılıklar	26
Çizelge 4.27. Türler arası varyans analiz tablosu: Pb	26
Çizelge 4.28. Pb elementi için türler arasındaki farklılıklar	26

Çizelge 4.29. Türler arası varyans analiz tablosu: S.....	26
Çizelge 4.30. S elementi için türler arasındaki farklılıklar	27
Çizelge 4.31. Türler arası varyans analiz tablosu: Se.....	27
Çizelge 4.32. Se elementi için türler arasındaki farklılıklar	27
Çizelge 4.33. Türler arası varyans analiz tablosu: Zn	27
Çizelge 4.34. Zn elementi için türler arasındaki farklılıklar.....	28

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artması ve buna karşılık ortaya çıkan beslenme sorunları ve kaliteli protein ihtiyacı araştırmacıları yeni kaynaklar bulmaya yönlendirmiştir. Sucul canlılardan elde edilen proteinin diğer hayvansal kaynaklardan elde edilen proteinlerden daha ucuz olması, sucul canlıların önemini artırmış bu kaynakların korunması ve verimli bir şekilde kullanılması zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır.

Türkiye’de üretilen su ürünlerinin 2010 yılında 653 bin ton olarak gerçekleştiği ve bir önceki yıla göre yüzde 4.83 arttığı, ortalama yüzde 61,2’si deniz balıklarından, yüzde 7.05’i diğer deniz ürünlerinden yüzde 6.16’sı iç sulardan ve yüzde 25.59’u yetiştiricilikten sağlandığı (TÜİK 2010) tarafından bildirilmiştir.

Ülkemiz su ürünleri içinde ekonomik değeri olan su ürünlerinin sayısı 100’ü geçmemekte ve balık üretiminin ortalama yüzde 80-90’ı göçmen (pelajik) türlerden oluşmaktadır. Marmara’da hamsi, istavrit, kefal, Akdeniz’de sardalya, kefal, Ege Denizinde sardalya, Karadeniz’de hamsi, istavrit, lüfer, kefal, torik, palamut ekonomik değere sahip pelajik türlerdir. Demarsal balıklardan (Dip balıkları) Ege ve Akdeniz’de çipura, kalkan, berlam ve ısmarkoz. Karadeniz’de kalkan, mezgit ekonomik değere sahip türlerdir. 2000 yılına kadar dünya su ürünleri üretiminde ki artış ülkemizde de paralel olarak artmış ve son yıllarda aşırı avlanma ve kirlenme sonucu ekolojik dengenin bozulması bir zincir olarak bütün sucul canlıların üretiminde önemli azalmalara sebep olmuştur (DPT 2001).

Bu kirlenmeden en büyük payı denizler almıştır. Gelişi güzel atılan her türlü atık nehir ve atmosfer yolu ile denizlere taşınmıştır. Kirlenme etkileri direkt ya da dolaylı yollardan insan sağlığını tehdit eder duruma gelmiştir. Kimyasal kirleticiler sucul canlıların renk, koku ve tatlarında büyük oranda değişikliklere sebep olmaktadır. Bu kirleticilere maruz kalan deniz ürünlerinin tüketimi insan vücudunda, birikimlere ve kimyasal zehirlenmelere sebep olmaktadır.

Balık kasının biyokimyasal yapısı balık türünün yaşadığı ortam ve balık türüne göre değişiklikler gösterir. Bunun sebebi her balık türünün kendine özgü beslenme şekilleri ve yaşadığı ortam farklılıklarıdır (Göğüş ve Kolsarıcı 1992).

Balıkların avlandıkları mevsime göre biyokimyasal yapılarında değişimler gözlenmektedir (Kolakowska *et al.* 1989). Balık etindeki minerallerin miktarı 1mg/100 g (10 ppm)'ın üzerindedir (Mendenhall 1972). Ortalama mineral değerini tespit etmek oldukça zordur. Balık büyüklüğü, türü, cinsiyet, mevsim, yaşadığı ortam, beslenme şekilleri, suyun sıcaklığı ve tuzluluk miktarı gibi birçok faktöre bağlıdır (Perez-Martin 1986).

Sanayileşmenin büyük ölçüde artması ve iklim değişiklikleri son yıllarda suyun önemini artırmış ülkelerin stratejik planlamalarında önemli bir yer edinmiştir. Gelecekte su için ülkeler arası savaşların bile çıkabileceği stratejistler tarafından dillendirilmeye başlanmıştır. Burdan yola çıkarak temiz ve kullanılabilir suların değeri artmış bilimsel çalışmalar bu yöne kaymıştır. Bilimsel çalışmalar, organik maddeler, endüstriyel atıklar, petrol türevleri, tarımsal gübreler, deterjanlar, radyoaktivite, pestisitler, kimyasal atıklar gibi insan yaşamını etkileyen ve ekolojik dengeyi tehdit eden bu faktörlerin etkisiyle uğraşmaya başlamıştır. Birçok ağır metal sanayide kullanılmakta ve atık olarak doğaya karışabilmektedir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Endüstride En Çok Kullanılan Ağır Metaller (Dean *et al.* 1972)

Endüstri Dalı	cd	cr	cu	fe	hg	mn	pb	ni	sn	zn
Kağıt karton ve selüloz sanayi		x	x		x		x	x		x
Organik kimyasallar ve petrokimya	x	x		x	x		x		x	x
Alkaliler, klor, inorganik kimyasallar	x	x		x	x		x		x	x
Gübreler	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Petrol rafinerileri	x	x	x	x			x	x		x
Demir-çelik dökümhaneleri	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Demir-çelik dışındaki metal sanayi	x	x	x		x					

Çizelge 1.1. (devam)

Endüstri Dalı	cd	cr	cu	fe	hg	mn	pb	ni	sn	zn
Motorlu taşıt ve uçak kaplaması	x	x	x		x			x		
Cam, çimento ve asbest üretimi		x								
Tekstil sanayi		x								
Deri tabaklanması		x								
Buharla çalışan elektrik santralleri		x								

Ağır metal zehirlenmelerinin ilk ortaya çıktığı ülke Japonya'dır. Ağır metal içeren kömürlerin endüstride yoğun bir şekilde kullanılması ağır metal kirliliğinin insan sağlığını tehdit eden seviyelerine gelmesine sebep olmuştur. Yoğunluğu 5g/cm^3 ten daha büyük olan metaller ağır metaller olarak tanımlanmıştır. Bunlar, Kurşun(Pb), kadmiyum (Cd), krom (Cr), demir (Fe), kobalt (Co), bakır (Cu), nikel (Ni), cıva (Hg), çinko (Zn), Mangan (Mn), gümüş (Ag), Kalay (Sn)'dir.

Ağır metaller, endüstriyel atık suların içme sularına karışması yoluyla veya ağır metallerle kirlenmiş partiküllerin tozlaşması yoluyla da hayvan ve insanlar üzerinde etkin olurlar (Kahvecioğlu vd. 2002). Ağır metal kirliliği ve deniz ekosistemlerindeki etkileri birçok uluslararası yayınlarda bildirilmiştir (Bryan 1976).

Ağır metal kaynaklarını, deniz suyuna karışan fabrika, şehir ve ev atıkları, oluşturmaktadır.

Metabolik atıklar, su borularının korozyonu sonucu oluşan Cu, Pb, Zn, Cd ve deterjan gibi temizlik maddelerinin içerdiği Fe, Mn, Cr, Ni, Co, Zn, As bu tip atıkları oluştururlar (Bryan 1976). Ağır metal birikimi, düşük oranda fitoplankton içeren sulardaki balıklarda az, yüksek oranda fitoplankton içeren sulardaki balıklarda, ise daha çok görülür. Etil ve uzun ömürlü balıklarda birikim daha iyi gözlemlenebilir ve balıklar ağır metalleri farklı organlarında depolarlar. Depolama ve detoksifikasyonda rol alan organlar karaciğer, böbrek ve kemiklerdir (Oehlenschläger 2000).

Enzimler aracılığı ile vücuttaki ağır metallerin konsantrasyonu düzenlenir. Bazı organizmalarda bu düzenleme yapılamadığı için çok yüksek düzeyde ağır metal birikimine rastlanılabilir.

Ağır metaller vücuda alındıktan sonra organizma savunmaya geçer toksik etkiyi minimum düzeye indirmek için metal bağlayıcı proteinler ve metallothioneinleri devreye sokar. Örneğin, kerevitlerde (*Austropotamobius pallipes*) normal konsantrasyonun yaklaşık 30 katı kadar Zn'nin vücuda alımını takiben bu metalin kan proteinleri tarafından bağlanabildiği bununla birlikte bunun geçici olduğu ve fazlalığın çoğunun 2 gün içinde hepatopankreas tarafından absorbe edildiği bulunmuştur (Bryan 1976). Sucul organizmaların çoğunda Fe için ferritin, Cd, Zn, Hg ve Cu için metallothionein gibi depo proteinleri, bulunmaktadır. Örneğin Kaya balığının inorganik Cd' ye maruz bırakılmasıyla kaya balığının (*Sebastodes caurinus*) karaciğerinde Cd-metallothioneinin ortaya çıktığı söylenmiştir (Bryan 1976).

Ağır metaller organizmaya sindirim veya solunum yolu ile geçerler. Vücuttan atılım ise yaygın olarak idrar yoluyla olur. Metaller birçok hücrenin aktivasyonu için gereklidir (Hughes 1996). Pb ve Cd gibi ağır metallerin çok düşük oranda, Cu, Zn gibi ağır metallerin belirli limitlerin üzerinde vücuda alınması hayati sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Dünya ve ülkemizde sağlığı tehdit eden gıdalardaki ağır metal seviyeleri belli limitlerle sınırlandırılmıştır. Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen tüketim için balıklarda ki maksimum ağır metal seviyeleri Cu:20 mg/kg Zn:50mg/kg, Pb:1mg/kg, Cd:0.1mg/kg'dır (Anonymous 1997). Avrupa Konseyi tarafından belirlenen maksimum tüketim sınırları ise Cd için 0,2 mg/kg olup, Pb, Cu, Zn için aynıdır (Council of Europe, 1996; MAFF 1995). Bazı ağır metallerin belirlenen sınırların üzerinde vücuda alınması durumunda, Cd: Itai-Itai hastalığı, organlarda kanser, kemik kırılması ve şiddetli ağrılara Cu: Wilson hastalığı, böbrek bozuklukları ve nörolojik bozukluklara Zn: Gastrointestinal bozukluklara Pb: Beyinde hasar, kansızlık, böbrek hastalıkları, ve nörolojik fonksiyon bozukluklarına sebep olmaktadır (Oehlenschläger 2000; Yazkan vd. 2002).

Bu çalışmada belirtilen ağıır metallerin seviyeleri tespit edilip insan sağlığı açısından bir tehdit unsuru olup olmadığı araştırılmıştır. Halkımızın belirtilen konsantrasyon sınırları üzerinde su ürünlerini tüketmemesi için gerekli önlem ve uyarıların yapılması gereklidir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ



Şekil 1.1. Marmara Denizi

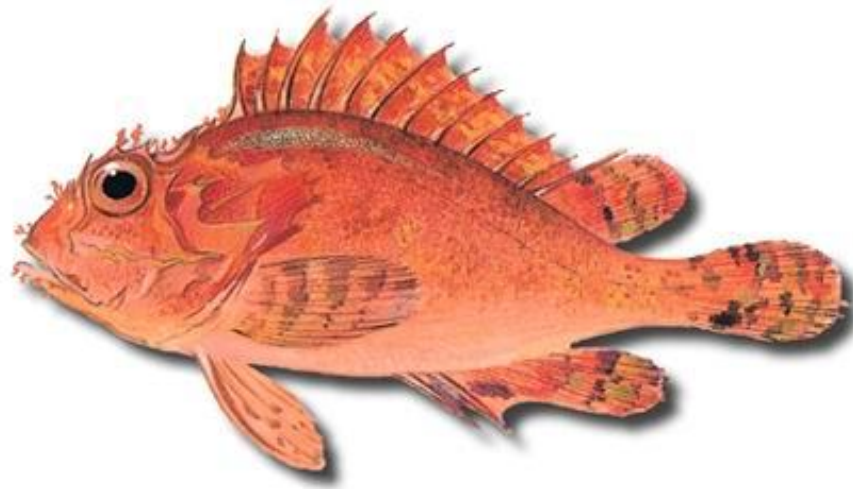
Marmara Denizi, Karadeniz ve Ege Deniz'i arasında kalan bir iç denizdir. Türkiye'nin Asya ve Avrupa yakalarını da birbirinden ayırır. Adalarında bol miktarda mermer bulunduğu için adı Marmaros (Yunanca mermer demek)'dan gelmektedir. Marmara Denizi'nin yüzölçümü 11,350 kilometre karedir. Marmara Denizi'nin tuzluluk oranı ortalama binde 22'dir. Yüzey tabaka sıcaklık kış mevsiminde 4-5°C'ye kadar düşebilmekte, yaz aylarında ise 25°C'ye kadar çıkabilmektedir

Marmara Denizinin kirlilik düzeyi artık beş duyu organımızla hissedilir duruma gelmiştir. Kirlilik düzeyi 1975 yılından beri suyun kendi kendini arıtabilme kapasitesinin üzerine çıkmıştır. Bu durum Marmara ekosistemini derinden etkilemiş birçok canlı türünün yok olmasına ve ekonomik değere sahip bazı balık türlerinde üretim azalmasına yol açmıştır (Artüz 2002).

Marmara denizi su ürünleri endüstrisinde ekonomik değeri olan 127 balık türü, 1975

'ten sonra azalarak 4-5'e kadar düşmüştür. Türkiye genelindeki Marmara denizinin su ürünleri endüstrisine katkısı %22'lerden %9'lara düşmüştür. "Bir ekosistemde tür zenginliği (tür sayısı) azaldığı zaman, ortamda bulunan türlerin fert adetlerinde artış olur" Marmara ekosisteminde bulunan; *Noctiluca miliaris* (Yakamoz), *Nitzschia*, *Pleurobrachia*, *Beroe*, *Aurelia* (Denizanası) gibi planktonik canlılar veya *Gracillaria*, *Cystoceira*, *Codium* gibi algler, *Trachurus trachurus* (İstavrit), *Mulus surmuletus* (Tekir) gibi balık türlerinin 1975'lerden bu yana, denizi gözle görülebilecek şekilde değiştirmesi, balıkçılık ekonomimizi sarsacak şekilde ve aynı zamanda da, diğer türlerin zararına olan boyutlarda kitlesel çoğalmaları, gözlenmiştir. Bu durum zaman, zaman karşımıza televizyon ve gazetelerde balık bolluğu ya da avlanma yasakları ve alınan tedbirlerin sonuç verdiği şeklinde yorumlara yol açmaktadır. Sonuç olarak, Marmara denizine deşarj edilen atıklar ve içerdikleri toksik ve organik maddelerin bu denizimizde yaşayan canlılara yaptığı etki, bundan zarar gören türlerin ortadan kalkmasına, böylece besin zincirinin halkalarının kopmasına neden olmaktadır (Artüz 2002).

Bu araştırmada, Marmara denizinden yakalanan bazı balık türlerinin; Barbun balığı (*Mullus barbatus*), Lipsos balığı (*Scorpaena scrofa*), Lüfer balığı (*Pomatomus saltatrix*), İstavrit balığı (*Trachurus trachurus*), Sardalya balığı (*Sardine pilchardus*) dokularındaki mineral (P, K, Ca, Na, Mg) ve ağır metal (Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Cd, Cr, Ni, Al, B, Se) seviyelerini belirlemek amaçlanmıştır.



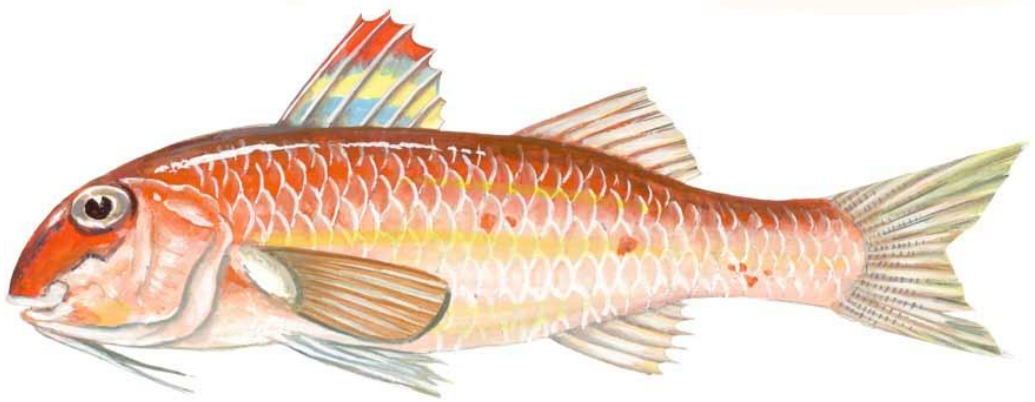
Şekil 2.2. Lipsos (*Scorpaena scrofa*)

50-60 cm ye 4-5 kg'a kadar büyüeyebilen Lipsos (*Scorpaena scrofa*) balıkları sıcak ve ılık sahillerimizin sahil kıyılarından 1000 m'ye kadar inen derinliklerde bitkilerle örtülü taşlık çakıllı ve kumlu yüzeylerde yaşarlar. Özellikle Marmara ve Ege Denizinde yaşarlar. Eti çok lezzetli ve yarıdır. Et yiyen bir balık olup ilkbahar aylarında ürerler, yaklaşık 3000 yumurta dökerler dikenleri oldukça zehirlidir.



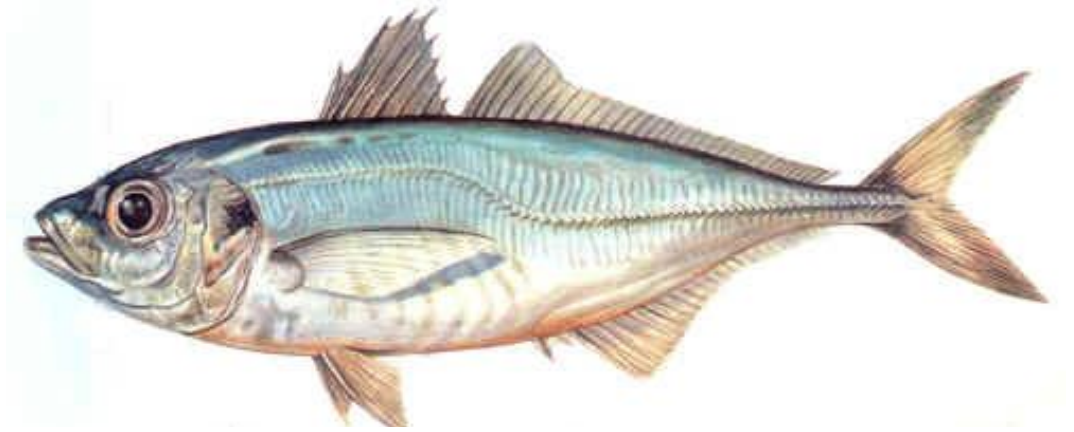
Şekil 2.3. Sardalya (*Sardine pilchardus*)

Sürü halinde, yazın orta kışın derin sularda yaşayan gezici balıklardır. Ateş balığı diye de tanınır. Boyları ortalama 15 cm'dir. En çok 20-22 cm boyundadır. Balık yavruları ve plankton yiyerek beslenir. Karadeniz, Marmara, Çanakkale Boğazı ve kuzey Egede bulunur. Ekonomik değeri yüksek eti lezzetlidir. Üremeleri nisandan eylüle kadar geniş bir devrede ve çok kereler olur. Yaklaşık 20000 yumurta dökerler.



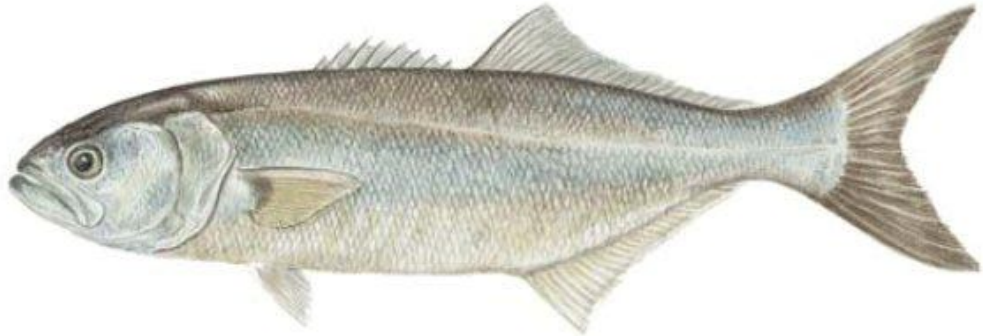
Şekil 2.4. Barbun balığı (*Mullus barbatus*)

Marmara, Akdeniz, Karadeniz ve Atlantik sularında yaşarlar. Sıcak ve ılık denizlerin kumlu, çamurlu sahillerinde 300 m' ye varan derinliklerde yaşarlar. Ortalama 10-12 cm en çok 40 cm' ye kadar büyür. Etçil balıklardır. Suyun sıcaklığına göre derinlerden sahile mevsimsel göçler yaparlar. 10 yıl gibi uzun süre yaşayabilirler. Ekonomik değeri yüksek eti lezzetlidir.



Şekil 2.5. İstavrit (*Trachurus trachurus*)

Marmara ve Karadeniz' e özgü bir türdür Akdeniz' de de bulunur. Ortalama 18-20 cm en çok 60 cm'ye kadar büyür. Et obur balıklardır. Balık yavruları ve planktonlarla beslenir. Pelajik balıklardandır. Kışı derinlerde yazı kıyılarda geçirir, 400-500 m derinliklere inebilir, genelde sürüler halinde yaşar, bazı sürüler baharda Karadeniz'e sonbaharda Marmara'ya geçer. 10000-12000 yumurta döker. Ekonomik değeri yüksek eti lezzetlidir. Küçüklerine kıraça denir, Karagöz, Sarıkuyruk isimlerini de alırlar.



Şekil 2.6. Lüfer (*Pomatomus saltatrix*)

Gezici balıklardan olan lüfer, Karadeniz ile Ege denizi arasında dolaşır. Büyümesinin aşamaları içinde çeşitli isimler alır, 10 cm ye kadar olanlara defne yaprağı, 15-18cm arası çinekop, 18-25cm sarıkanat, 28-35cm lüfer, 35 cm den büyük olanlara kofana denir. Etçil balıklardır. Ilık suların 10-200 m derinliklerinde yaşar. Üreme mevsimi bahar sonu ile yaz ayları başıdır. 6000-8000 arası yumurta verir. Ekonomik değeri yüksek eti lezzetlidir.

Kocahan (1999), “Marmara Denizi Demersal balıklarında Ağır Metal Kirliliği”, çalışmasında Marmara denizinde 28.08.1996 ve 9.10.1996 tarihleri arasında trol ile avlanan berlam, mezgit, öksüz, barbunya, kırlangıç, karides ve benekli haninin yumuşak dokusunda Hg, Pb, Cd, Cu, Zn ve Fe konsantrasyonlarını tespit etmiştir. Maksimum ölçüm sonuçları: Mezgit’te 0,0817 µg/g cıva ve 0,156 µg/g kurşun: benekli kırlangıçta 0,0224 µg/g kadmiyum ve 1,8102 µg/g demir: karideste 2,4354 µg/g bakır ve 4,131 µg/g çinko olarak saptamıştır. Berlam, mezgit ve karides’te boy ile cıva miktarının arttığı, hani ve barbunya örneklerinde boy artışı ile kadmiyum miktarının arttığı, berlam örneklerinde boy küçülmesiyle ile bakır ve çinko miktarının azaldığı, hani ve öksüz örneklerinin boy azalması ile bakır miktarının azaldığı mezgit örneklerinde boy azalması ile çinko ve demir miktarının azaldığı ayrıca benekli kırlangıç örneklerinde ise boy azalması ile demir miktarının azaldığını saptamıştır.

Ünsal vd. (1991), “Orta ve Doğu Karadeniz’de Ekonomik Önemi Olan Deniz Organizmalarında Ağır Metallerin Belirlenmesi” başlıklı çalışmalarında Karadeniz’de yaşayan ve besin olarak kullanılan bazı organizmalarda bulunan hamsi (*Engraulis encrasicolus*) ve İstavrit (*Trachurus trachurus*) ile demersal türlerden mezgitte (*Merlangius merlangus euxinus*) cıva, bakır, ve kurşun düzeylerini belirlemiş bu düzeylerin yer ve zamana bağlı olarak değişimlerini incelemişlerdir. Ayrıca deniz suyundan önemli miktarda kirlетici aldıkları ve bu özelliklerinden dolayı kirlilik düzeyinin belirlenmesinde “indikatör organizma” olarak kabul edilen midye (*Mytilus galloprovincialis*) ve planktonlarda (fito-zooplankton) kaynak (kirli) ve referans (temiz) istasyonlardan örneklenerek analizleri yapmışlardır. Elde edilen sonuçlardan; Haziran ve Ekim aylarında analiz edilen organizmalarda cıva konsantrasyonunun arttığı, bakır

konsantrasyonunun ise azaldığı saptanmışlardır. Kurşun değerleri yaz aylarında en yüksek seviyeye ulaşmış, sonbahar ve kış aylarında azalmıştır. Bakır konsantrasyonlarının Doğu Karadeniz'in doğusuna gidildikçe arttığı ve Samsun ve Hopa'da yüksek olduğu, kurşun konsantrasyonlarının ise batıda özellikle Sinop'ta yüksek olduğu saptanmışlardır. Bazı istisnalar dışında cıva konsantrasyonlarının, örnekleme bölgelerinde eşit düzeyde olduğunu saptanmışlardır. Ortalama değerler, deniz ürünlerinde kabul edilebilir üst limit değerleri ile karşılaştırıldığında, çalışılan organizmalarda ölçülen bakır, cıva ve kurşun değerleri genel olarak uluslararası limitlerin altındadır.

Yazkan vd. (2000), "Antalya Körfezinde Avlanan Bazı Balık Türlerinde Cu, Zn, Pb ve Cd İçeriği", başlıklı çalışmalarında 2000 yılı Ocak, Şubat ve Mart aylarında Antalya körfezinde avlanan balık türlerinin (*Mullus barbatus*, *Mugilcephalus*, *Trachurus trachurus*, *Pagellus acarne*, *Dicentrarchus labrax*, *Sparus auratus*, *Sardinella aurita*, *Boops boops*, *Scomber japonicus*, *Solea solea*) kas ve karaciğer dokusunda Cu, Zn, Pb ve Cd içeriklerini belirlemişlerdir. Araştırma sonuçları balıkların kas dokusunda Cu ve Zn içeriğinin sırası ile 0,51-3,66 mg/kg ve 3,17-11,36 mg/kg, karaciğerlerinde ise 0,83-4,44 mg/kg ve 3,97-15,14 mg/kg arasında değiştiğini saptamışlardır. Ağır metaller arasında insan sağlığı açısından toksisitesi yüksek metallerden olan Pb ve Cd ise balık örneklerinin kas dokusunda sırası ile 0,00-2,05 mg/kg ve 0,00-0,13 mg/kg, karaciğer dokusunda ise 0,00-2,25 mg/kg ve 0,03-0,15 mg/kg değerleri arasında saptamışlardır.

Yılmaz (2003), "İskenderun Körfezi'nden Avlanan Has Kefal (*Mugil cephalus* L.) ve Çipura (*Sparus aurata* L.)'da Ağır Metal Düzeylerinin Karşılaştırılması", başlıklı çalışmasında İskenderun Körfezi'nde üç istasyonda avlanan has kefal (*Mugil cephalus*) ve çipura'nın (*Sparus aurata*) üreme organları, deri ve kas dokularında Fe, Cu, Ni, Cr, Pb ve Zn düzeyleri belirlemiştir. Ağır metal düzeylerinin, istasyonlara, balık türlerine ve doku tiplerine göre değişim gösterdiğini saptamıştır. Genelde haskefal' deki (*M. cephalus*) metal birikimlerinin çipura' dan (*Sparus aurata*) daha yüksek olduğunu saptamıştır. Has kefal' in kasında en yüksek Cu, Zn, Fe, Pb, Ni ve Cr düzeyleri sırasıyla 1,39, 47,25, 66,38, 10,02, 1,34 ve 1,71 µg/g yaş ağırlık ve gonadında 44,50, 269,06,

332,56, 90,97, 9,17 ve 8,68 µg/g yaş ağırlık olarak saptamıştır.

Doğu Akdeniz’de ekonomik önemi olan balıklardaki bazı önemli iz metaller araştırılmış ve *Upeneus moluccensis*’in kas dokusunda Zn 16,7-19,3 mg/kg, Cu 2,0-3,1 mg/kg, Cr 0,3-0,7 mg/kg, Cd 0,08 mg/kg; *Saurida undosquamis*’te Zn 15,8-16,5 mg/kg, Cu 1,4-1,5 mg/kg, Cr 0,4-0,8 mg/kg, Cd 0,03-0,08 mg/kg; *Chelidonichthys lucernus* için Zn 21,2 mg/kg, Cu 3,64 mg/kg, Cr 0,18 mg/kg, Cd 0,02 mg/kg; *T. mediterraneus* için Zn 12,2-31,6 mg/kg, Cu 0,30-6,24 mg/kg Cr 0,04-0,42 mg/kg, Cd 0,03-0,15 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Hornung and Ramelow 1987).

Chandrashekar and Deosthale (1993) Hindistan’daki 17 deniz ve 3 tatlı su balığının 100 gr kas dokusunda 4,7-51,14 mg, Ca, 29-54,3 mg, Mg, 0,5-1,8 mg, Fe, 1,1-3,2 mg, Zn, 22-106,9 µg, Cu, 9,7-79,7 µg, Mn ve 15,8-69,3 µg Cr bulunduğunu bildirmişlerdir.

Doğu Akdeniz’in derin sularındaki köpek balıklarının özellikle *Centrophorus granulosus* ve *Galeus melastomus*’un değişik dokularındaki metal seviyeleri Atlantik’ten yakalanan aynı türlerle karşılaştırıldığında Doğu Akdeniz’deki bu türlerin metal seviyesinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Hornung *et al.* 1993).

Dicle Nehri’nde bulunan *Capoeta capoeta* umbla örneklerinde Cu ve Zn miktarlarının çok yüksek olduğu, bu kirliliğin bölgenin jeokimyasal yapısı ve Ergani bakır fabrikasından oluşan kontaminasyonla ilgili olduğu tespit edilmiştir (Ünlü ve Gümgüm 1993).

Hoffman *et al.* (1994) *Clarias gariepinus* filetosunda tespit ettikleri mineral maddelerden Ca, K ve Mg konsantrasyonlarını sırasıyla 50 mg/100g, 401 mg/100g ve 61 mg/100g (yaş ağırlık); Fe, Cu, Zn, Mn içeriklerini ise sırasıyla 24 mg/100g, 2,20 mg/100g, 21,23 mg/100g, 0,50 mg/100g olarak bildirmişlerdir.

Canlı ve Kargın (1995) *Cyprinus carpio* ve *Tilapia nilotica*’yı 4,8 ve 16 günlük sürelerle 1 ppm Cd, Pb, Ni ve Cr derişimlerinin etkisine bırakarak balıkların karaciğer,

beyin, solungaç ve kas dokularında 16 gün süreyle metal birikimini incelemişlerdir. En yüksek birikimin karaciğerde gerçekleştiğini; metaller arasında Pb'nin en yüksek, Cr'nin ise en düşük seviyede birikim gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Yapılan bir araştırmada Göksu Deltasında bulunan organizmalar ve değişik çevrelerdeki bazı ağır metal birikimini tespit etmek amacıyla bu bölgedeki plankton, yengeç, su kuşları vs. bazı canlılar ile kefal (*M. cephalus*) ve sazan (*C. carpio*) balıklarında Hg, Pb, Ni, Cd, Cr konsantrasyonu incelenmiştir. Araştırma sonunda balık ve su kuşlarının karaciğerindeki Hg ve Pb birikiminin kas dokusundakinden daha yüksek olduğu; sazanla karşılaştırıldığında Hg'nin kefal karaciğerinde daha yüksek konsantrasyonda bulunduğu bildirilmiştir. Bunun *C. carpio*'nun yıl boyunca Göksu deltasında yaşaması ve dipteki bitki ve küçük canlılarla beslenmesi, *M. cephalus*'un ise yıl boyunca hem tatlı su hem de denizde bulunmalarından kaynaklandığı ileri sürülmüştür. Ancak *M. cephalus* ve *C. carpio*'nun karaciğerindeki Pb eşit seviyede bulunmuş (karaciğerde sırasıyla 0,412 ppm ve 0,453 ppm; kas dokusunda 0,216 ve 0,372 ppm), organizmalarda Ni birikimine rastlanmamıştır. Cr ve Cd seviyesinin ise sınır değerlerinin altında kaldığı saptanmıştır (Ayaş ve Kolankaya 1996).

Hamza-Chaffai *et al.* (1996) Tunus kıyılarından avladıkları farklı balıklardaki ağır metal içeriklerini incelemişlerdir. *L. aurata*'nın kas doku ve karaciğerinde sırasıyla Cd için 0,09-6,23 µg/g, Cu için 5,70-276 µg/g ve Zn için 32-160 µg/g (kuru ağırlık) değerlerini saptamışlardır. Araştırmacılar Güney Akdeniz kıyılarında yeterince metal konsantrasyon çalışmalarının bulunmadığını, 1977 yılında Roth *et al.* tarafından yapılan çalışmada *S. solea*'nın kas dokusunda Cd için 0,20 µg/g, Cu için 1,40 µg/g ve Zn için 22 µg/g değerlerinin bulunduğunu bildirmişlerdir.

Kargın (1996) tarafından yapılan araştırmada Cd'ye maruz kalan örneklerin solungaç ve karaciğerindeki protein konsantrasyonunda artış olduğu ancak kas dokusundaki protein konsantrasyonunun azaldığını tespit edilmiştir. Kas dokusuyla karşılaştırıldığında karaciğerdeki metal seviyelerinin daha yüksek olduğu; bütün metallerin *M. barbatus*'ta daha yüksek seviyelerde olduğu bildirilmiştir (Kargın 1996).

Dicle Nehri'ndeki kefallerin (*Liza abu*) çeşitli dokularında tespit edilen ağır metal miktarlarının Ergani bakır fabrikasından nehre olan bulaşma yüzünden yüksek seviyelerde olduğu bildirilmiştir (Ünlü vd. 1996).

Atta *et al.* (1997) Mısır'daki balık çiftliklerinden temin edilen *T. nilotica*'nın filetolarındaki Cd, Cu, Pb ve Zn içeriklerini sırasıyla 1,92, 18, 12,1 ve 101 µg/g olarak tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

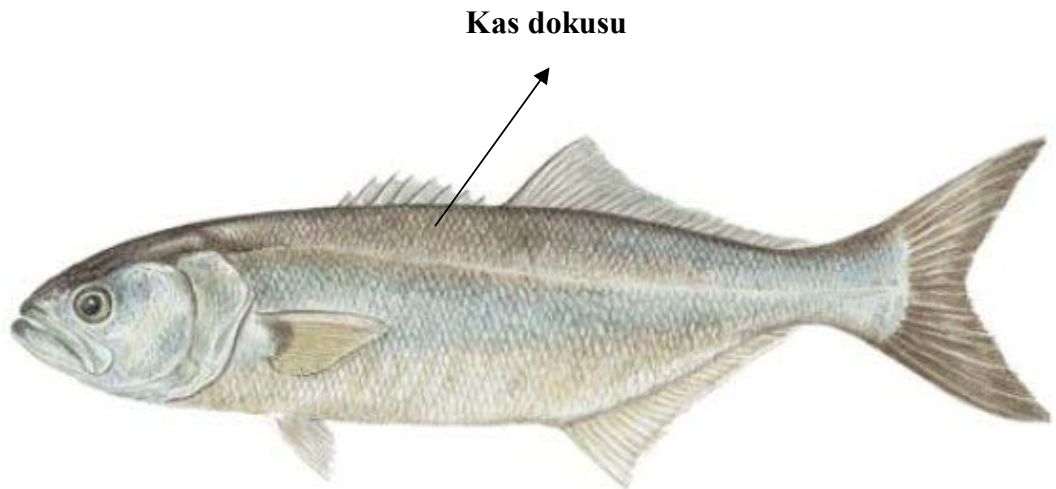
3.1.1. Balık Türleri

Marmara denizinden balıkçılar tarafından yakalanan balık örnekleri 2011 yılının Temmuz ayında temin edilmiştir. Deneme materyali olarak demersal ve pelajik balık türleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan demersal türler: barbun balığı (*Mullus barbatus*), lipsos balığı (*Scorpaena scrofa*); pelajik türler: lüfer balığı (*Pomatomus saltatrix*), istavrit balığı (*Trachurus trachurus*), sardalya balığı (*Sardine pilchardus*)'dır. Çalışmada, pazarlama boyundaki balıklar tercih edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Mineral ve Ağır Metal Analizi

3.2.1.a. Örneklerin Hazırlanması



Şekil 2.7. Lüfer (*Pomatomus saltatrix*)

2011 yılının temmuz ayında İstanbul'dan ticari olarak satış yapan balıkçılardan temin edilen ve her tür için 10 adet olmak üzere toplam 50 adet balık buz kutusuna konularak ve aralarına buz kalıpları yerleştirildikten sonra Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi işleme laboratuvarına getirilmiştir. Balıklar fileto haline getirildikten sonra, her balık için 10 g kas dokusundan örnek alınmıştır. Kas örnekleri tamamen parçalandıktan sonra 100°C'deki etüvde kurutulmuştur. Kurutulan örnekler toz haline getirildikten sonra hava almayan poşetlere konulmuştur.

Her balığın kas dokusundan 0,3 g örnek alınarak plastik tüpler içerisine konulmuş ve üzerine önce 3ml Hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hemen ardından 2 ml Nitrit oksit (NO_3) eklenmiş ve 10 dakika bekletilmiştir. 10 dakika sonra tüplerin ağızları kapatılarak mikrodalga fırında yirmi beş dakika yakma işlemine tabi tutulmuştur. Yakma işlemi 3 farklı adımda (1. adım; 145 °C de % 75 mikrodalga gücün de 5 dakika, 2. adım; 180°C de % 90 mikrodalga gücünde 10 dakika ve 3. adım 100 °C de % 40 mikrodalga gücün de 10 dakika) 40 bar basınca dayanıklı mikrowave yağ yakma ünitesinde (speedwave MWS-2 Bergh of productts + Instruments Harresstr. 1. 72800 Enien Gernmany) yapılmaktadır (Mertens 2005). Yakma işleminden ardından tüplerin kapakları açılmış ve tüp içerisindeki gazın çıkması için bir süre beklenilmiştir. Numunelerdeki gaz çıkışı tamamlandıktan sonra çözünen örnekler filtre kâğıdından geçirilmiş ve toplam hacim 50 ml olacak şekilde üzerine distile su ilavesi yapılarak okumaya hazır hale getirilmiştir.

3.2.1.b. Standart Çözeltilerin Hazırlanması

Balık etindeki her metalin konsantrasyonu için 7 ayrı standart çözelti hazırlanarak kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Kalibrasyon için High Purity Marka standartlar kullanılmıştır. Standart çözeltilerden elde edilen kalibrasyon eğrisinde en az % 90 korelasyon sağlanmıştır.

3.2.1.c. Örneklerin Değerlendirilmesi

Örnekler ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer) (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) cihazında okunmuştur (Mertens 2005).

Gaz fazına geçen örnekler ICP cihazına verildikten bir süre sonra rezonans ışınlar yaymaya başlarlar. Yayılan ışınların dalga boylarına göre ölçüm yapılır. Metallerin okunduğu dalga boyları ve okuma sınır değerleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Ölçümler sonucunda örneklerin içerdiği metal miktarlarına ait değerler matematiksel formül üzerinden mg/kg olarak kuru ağırlık üzerinden hesaplanmıştır (Ersoy 2006).

$$\text{Metal Konsantrasyon(mg/kg)} = \{ (\text{Sonuç-Blank}) \times \text{Seyreltme Oranı} \} / \{ \text{Örnek Miktarı} \}$$

Çizelge 3.1. Metallerin, Dalga Boyları ve Okuma Aralıkları (Ersoy 2006)

Elementler	Dalga Boyu (nm)	Okuma Aralığı (ppm)
P	832,1	0,20-10000
K	766,4	0,10-5000
Ca	317,9	0,0003-15
Na	330,2	0,010-500
Mg	279,0	0,001-50
Fe	259,9	0,015-750
Cu	324,7	0,020-1000
Zn	213,8	0,009-450
Mn	257,6	0,003-150
Pb	220,2	0,14-7000
Cd	226,5	0,015-750
Cr	267,7	0,040-2000
Ni	231,6	0,060-3000
Al	254,3	0,06-200
B	230,4	0,040-800
S	231,1	0,022-2000

3.2.2. İstatistik Analizler

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Varyans analizi (ANOVA), grup ortalamalarının karşılaştırılmasında Duncan testi (SPSS paket programında) kullanılmış, biyolojik araştırmalarda en çok kullanılan ($P=0,05$) nem seviyesi seçilmiştir (Düzgüneř vd. 1983).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Deneme gruplarında mineral ve ağır metal seviyelerine ilişkin sonuçlar materyal ve yöntem bölümünde belirtilen esaslara göre belirlenmiştir.

4.1. Balık Türlerinin Dokularındaki Mineral Madde İçerikleri

Dip ve pelajik olmak üzere toplam beş farklı türün dokularındaki mineral madde içerikleri en yüksek P, Ca ve Mg seviyesi lüfer balığında, en yüksek K seviyesi istavrit balığında, en yüksek Na seviyesi barbun balığında belirlenmiştir. En düşük P seviyesi barbun, en düşük K seviyesi lipsos balığında, en düşük Ca ve Mg seviyesi sardalya balığında, en düşük Na seviyesi istavrit balığında belirlenmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistikî olarak önemlidir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.1. Türler arası varyans analiz tablosu: P

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	13954364,38	3,208**
Hata	45	4349262,633	
Genel	49		

** $P < 0,05$

Çizelge 4.2. P elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$ SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	877,610 $\pm$ 183,023	a
İstavrit	10	1124,380 $\pm$ 204,780	b
Lipsos	10	991,400 $\pm$ 163,851	ab
Sardalya	10	1058,320 $\pm$ 154,774	ab
Lüfer	10	1180,860 $\pm$ 302,039	b

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir ($P < 0,05$).

Çizelge 4.3. Türler arası varyans analiz tablosu: K

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	97963449,220	6,296**
Hata	45	15558726,260	
Genel	49		

P<0,01 **

Çizelge 4.4. K elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$ SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	1387,800 $\pm$ 156,872	a
İstavrit	10	1989,850 $\pm$ 310,554	b
Lipsos	10	1223,230 $\pm$ 750,072	a
Sardalya	10	1774,670 $\pm$ 485,516	b
Lüfer	10	1761,690 $\pm$ 644,609	b

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (P<0.01).

Çizelge 4.5. Türler arası varyans analiz tablosu: Ca

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	11768305,25	1,690*
Hata	45	6963257,50	
Genel	49		

*P>0,05

Çizelge 4.6. Ca elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$ SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	122,802 $\pm$ 27,695	a
İstavrit	10	114,591 $\pm$ 18,187	a
Lipsos	10	126,933 $\pm$ 37,386	a
Sardalya	10	102,355 $\pm$ 22,883	a
Lüfer	10	128,884 $\pm$ 21,502	a

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (p>0,05).

Çizelge 4.7. Türler arası varyans analiz tablosu: Na

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	1158123,92	1,189*
Hata	45	974065,21	
Genel	49		

*P>0,05

Çizelge 4.8. Na elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$ SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	591,730 $\pm$ 52,710	a
İstavrit	10	508,230 $\pm$ 121,225	a
Lipsos	10	535,250 $\pm$ 110,738	a
Sardalya	10	519,080 $\pm$ 754,280	a
Lüfer	10	563,450 $\pm$ 115,225	a

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (P>0,05).

Çizelge 4.9. Türler arası varyans analiz tablosu: Mg

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	6907,23	0,116*
Hata	45	59541,01	
Genel	49		

*P>0,05

Çizelge 4.10. Mg elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$ SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	140,720 $\pm$ 18,433	a
İstavrit	10	140,490 $\pm$ 23,091	a
Lipsos	10	142,520 $\pm$ 21,689	a
Sardalya	10	136,170 $\pm$ 27,367	a
Lüfer	10	142,680 $\pm$ 29,742	a

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (P>0,05).

4.2. Ağır Metal içerikleri

Demersal ve pelajik olmak üzere beş farklı balık türünün dokularında tespit edilen ağır metal (Al, B, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, S, Se ve Zn) seviyeleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.11. Türler arası varyans analiz tablosu: Al

Varyans analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	1121,26	4,663***
Hata	45	241,99	
Genel	49		

*** p<0,01

Çizelge 4.12. Al elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$ SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	4,396 $\pm$ 2,28	a
İstavrit	10	2,167 $\pm$ 1,12	ab
Lipsos	10	1,687 $\pm$ 0,37	d
Sardalya	10	3,052 $\pm$ 1,79	bc
Lüfer	10	3,370 $\pm$ 1,51	cd

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0,01).

Çizelge 4.13. Türler arası varyans analiz tablosu: B

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	417,60	3,80***
Hata	45	109,66	
Genel	49		

***P<0,01

Çizelge 4.14. B elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$ SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	2,346 $\pm$ 0,69	ab
İstavrit	10	3,552 $\pm$ 1,06	b
Lipsos	10	2,104 $\pm$ 0,92	a
Sardalya	10	3,272 $\pm$ 1,07	ab
Lüfer	10	3,309 $\pm$ 1,36	ab

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir ($p < 0,01$).

Çizelge 4.15. Türler arası varyans analiz tablosu: Cd

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	0,08	4,53***
Hata	45	0,01	
Genel	49		

*** $P < 0,01$

Çizelge 4.16. Cd elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$ SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	0,047 $\pm$ 0,01	b
İstavrit	10	0,044 $\pm$ 0,01	b
Lipsos	10	0,024 $\pm$ 0,00	a
Sardalya	10	0,040 $\pm$ 0,01	b
Lüfer	10	0,044 $\pm$ 0,01	b

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir ($p < 0,01$).

Çizelge 4.17. Türler arası varyans analiz tablosu: Cr

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	0,049	1,071*
Hata	45	0,046	
Genel	49		

* $P > 0,05$

Çizelge 4.18. Cr elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$ SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	0,66 $\pm$ 0,09	a
İstavrit	10	0,66 $\pm$ 0,17	a
Lipsos	10	0,77 $\pm$ 0,37	a
Sardalya	10	0,59 $\pm$ 0,13	a
Lüfer	10	0,74 $\pm$ 0,17	a

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir ($p>0,05$).

Çizelge 4.19. Türler arası varyans analiz tablosu: Cu

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	100,284	2,653**
Hata	45	37,798	
Genel	49		

** $P<0,05$

Çizelge 4.20. Cu elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$ SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	3,30 $\pm$ 0,47	b
İstavrit	10	3,14 $\pm$ 0,59	ab
Lipsos	10	2,59 $\pm$ 0,80	a
Sardalya	10	3,18 $\pm$ 0,56	b
Lüfer	10	3,41 $\pm$ 0,58	b

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir ($P<0,05$).

Çizelge 4.21. Türler arası varyans analiz tablosu: Fe

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	912,398	5,869**
Hata	45	155,459	
Genel	49		

*** $P<0,01$

Çizelge 4.22. Fe elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$ SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	6,08 $\pm$ 1,09	b
İstavrit	10	5,23 $\pm$ 1,02	b
Lipsos	10	3,66 $\pm$ 1,87	a
Sardalya	10	5,30 $\pm$ 0,95	b
Lüfer	10	5,90 $\pm$ 1,03	b

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (P<0,01).

Çizelge 4.23. Türler arası varyans analiz tablosu: Mn

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	3,639	1,841*
Hata	45	1,976	
Genel	49		

*P>0,05

Çizelge 4.24. Mn elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$ SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	2,40 $\pm$ 0,75	a
İstavrit	10	1,55 $\pm$ 0,30	a
Lipsos	10	2,03 $\pm$ 0,56	a
Sardalya	10	2,04 $\pm$ 1,04	a
Lüfer	10	1,95 $\pm$ 0.62	a

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (P>0,05).

Çizelge 4.25. Türler arası varyans analiz tablosu: Ni

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	0,075	2800**
Hata	45	0,027	
Genel	49		

**P<0,05

Çizelge 4.26. Ni için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$ SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	0,4790 $\pm$ 0,14	b
İstavrit	10	0,4680 $\pm$ 0,18	b
Lipsos	10	0,2900 $\pm$ 0,16	a
Sardalya	10	0,4600 $\pm$ 0,12	b
Lüfer	10	0,5090 $\pm$ 0,18	b

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (P<0,05).

Çizelge 4.27. Türler arası varyans analiz tablosu: Pb

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	0,340	2,931**
Hata	45	0,116	
Genel	49		

**P<0,05

Çizelge 4.28. Pb elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$ SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	0,65 $\pm$ 0,07	b
İstavrit	10	0,53 $\pm$ 0,18	ab
Lipsos	10	0,40 $\pm$ 0,21	a
Sardalya	10	0,58 $\pm$ 0,12	b
Lüfer	10	0,58 $\pm$ 0,20	b

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (P<0,05).

Çizelge 4.29. Türler arası varyans analiz tablosu: S

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	42359097,37	21,168***
Hata	45	2001046,691	
Genel	49		

***P<0,01

Çizelge 4.30. S elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	80,49 $\pm$ 11,32	b
İstavrit	10	81,11 $\pm$ 15,50	b
Lipsos	10	34,37 $\pm$ 16,84	a
Sardalya	10	77,28 $\pm$ 14,99	b
Lüfer	10	82,01 $\pm$ 11,13	b

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (P<0,01).

Çizelge 4.31. Türler arası varyans analiz tablosu: Se

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	3,663	2,157*
Hata	45	1,699	
Genel	49		

*P>0,05

Çizelge 4.32. Se elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	2,99 $\pm$ 0,84	a
İstavrit	10	4,42 $\pm$ 1,35	b
Lipsos	10	3,22 $\pm$ 0,58	ab
Sardalya	10	3,68 $\pm$ 1,67	ab
Lüfer	10	4,16 $\pm$ 1,67	ab

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (P>0,05).

Çizelge 4.33. Türler arası varyans analiz tablosu: Zn

Varyans Analizi	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F
Türler	4	10010,43	2,523*
Hata	45	3968,15	
Genel	49		

*P>0,05

Çizelge 4.34. Zn elementi için türler arasındaki farklılıklar

Türler	Tekerrür	Ortalama $\pm$SD mg/kg	Duncan çoklu karşılaştırma
Barbun	10	18,51 $\pm$ 2,71	a
İstavrit	10	25,88 $\pm$ 6,12	b
Lipsos	10	18,80 $\pm$ 1,95	a
Sardalya	10	23,25 $\pm$ 9,08	ab
Lüfer	10	23,03 $\pm$ 8,19	ab

Farklı harfler gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir ($P>0,05$).

Marmara denizinden yakalanan beş farklı türün kas dokusundaki en yüksek Fe seviyesi barbun balığında, en yüksek Cu seviyesi lüfer balığında, en yüksek Zn seviyesi istavrit balığında, en yüksek Mn seviyesi barbun balığında en düşük Mn seviyesi ise istavrit balığında, en yüksek Pb seviyesi barbun balığında, en yüksek Cd seviyesi barbun balığında, en yüksek Cr seviyesi lipsos balığında en düşük Cr seviyesi sardalya balığında, en yüksek Ni,S seviyesi lüfer balığında, en yüksek Al seviyesi barbun balığında, en yüksek B seviyesi istavrit balığında, en yüksek Se seviyesi istavrit balığında, en düşük Se seviyesi barbun balığında, en düşük Zn barbun balığında, en düşük Fe, Cu, Pb, Cd, Ni, Al, B,S seviyesi ise lipsos balığında tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Karataş kıyılarından yakalanan on farklı balık türünün (Çipura, kırlangıç, barbun, dil, berlam, gümüş, kolyoz, istavrit, kefal, sardalya) dokularındaki Na seviyelerinin 473,70-1573,03 mg/kg arasında değiştiği bildirmiştir. Aynı çalışmada Ca, K ve Mg seviyesinin sırasıyla 51,73-496.18, 574,34-3374,28 ve 85,19-237,52 mg/kg arasında değiştiğini belirlemiştir (Ersoy 2006). Yapılan bir başka çalışmada ise palamut balığının kırmızı kaslarındaki Na, Ca, P, K ve Mg seviyelerini sırasıyla 117,4, 241,1, 853, 654,9 , 95,3 mg/kg arasında değiştiği buna karşın, beyaz kaslarındaki Na, Ca, P, K ve Mg seviyelerini ise 197,6 , 104,0 , 895 , 914,0 , 134,7 mg/kg olarak belirlemiştir (Öksüz vd. 2008). Bizim çalışmamızda ise dokuların mineral içeriği (P) literatüre göre daha yüksek bulunmuştur. Mineral seviyesinin yüksek olması yaşadığı ortam ve beslenme farklılığından kaynaklanabilir. Yapılan istatistiki analiz sonuçlarına göre gruplar arasındaki fark önemlidir ($p<0,05$).

Karataş kıyılarından yakalanan barbun ve kefalın kas dokusundaki Pb miktarları 5,34 $\mu\text{g/g}$ ve 5,44 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir. Kefal balığının kas dokusundaki Pb oranının barbun balığına nazaran daha yüksek olduğu belirlenmiştir. (Kalay vd. 1999). Balık dokularındaki Pb seviyelerinin balık türü, yakalanma mevsimi ile yakından ilişkili olduğu belirlenmiştir. Türkmen vd. (2004) *Sparus aurata* ve *Sparus undosquamis* balıklarının kas dokularındaki ortalama Pb seviyelerini 2,314 ve 3,474 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Canli ve Atli (2003) *Sparus aurata*'nın kas dokusundaki Pb seviyesini 5.40 $\mu\text{g/g}$ (kuru ağırlık) olarak belirlemişler. Kargın (1996), farklı aylarda *Sparus aurata*'nın kas dokusundaki Pb seviyelerini sırasıyla 19,4 , 28,5 , 21,5 ve 22,2 ppm; olarak belirlemişlerdir. Denizden yakalanan balıkların Pb miktarının tüketim için güvenilirlik sınırı Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Konseyi kararlarında 1 mg/kg olarak belirtilmiştir (Council of Europe 1996 ; Anonymus 1997). Bu çalışmada ise kas dokularındaki Pb seviyesi literatüre göre daha düşük bulunmuştur ve gruplar arasındaki fark istatistikî olarak önemlidir ($p<0,05$). Kas dokularında Pb seviyesinin düşük çıkması, balık türü, yakalanma mevsimi ile yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Kargın (1996) farklı dönemlerde *Sparus aurata*'nın kas dokusunda Cd seviyelerinin 4,1-7,6 µg/g arasında değiştiğini belirlemiştir. Canlı ve Atlı (2003), *Sparus aurata*'nın kas dokusunda Cd seviyelerinin sırasıyla 0,37 ve 0,9 µg/g (kuru ağırlık) olarak belirlemişlerdir. Türkmen vd. (2004) *Sparus undosquamis*, *Mullus Barbatus* ve *Sparus aurata*'nın kas dokularındaki Cd seviyelerinin sırasıyla 1,310 mg/kg, 0,831 mg/kg ve 1,341 mg/kg olarak belirlemiştir. Tüketim için denizden yakalanan balıkların Cd konsantrasyonunun güvenilirlik sınırı Türk Gıda Kodeksinde 0,1 mg/kg; Avrupa Konseyi kararlarında ise 0,2 mg/kg olarak bildirilmiştir (Anonymus 1997; Council of Europe, 1996; Maff 1995). Bu çalışmada ise kas dokularındaki Cd seviyesi literatüre göre daha düşük bulunmuştur ve gruplar arasındaki fark istatistikî olarak önemlidir ($p<0,05$).

Romeo *et al.* (1999), pelajik bir tür olan *Sardinella aurita*'nın kas dokusunda en yüksek Cu değerini 2,8 µg/g olarak belirlemiştir. Demersal bir tür olan *Serranus scriba*'da en düşük Cu konsantrasyonunu 0,3µg/g olarak belirlemiştir. Bustamante *et al.* (2003) pelajik beslenen balıkların kas dokularındaki en düşük Cu konsantrasyonunun 0,1-0,8 µg/g arasında değiştiği, buna karşın dipten beslenen balıklarda en yüksek Cu konsantrasyonu 1,9-3,4 µg/g arasında değiştiğini belirlemiştir. Topçuoglu vd. (2002), Karadeniz'den yakalanan ve besin değeri yüksek olan tirs, hamsi, levrek ve mezgit balığının kas dokusundaki Cu konsantrasyonlarını sırasıyla 4,23, 2,21-3,09, 1,01 ve 1,86-4,54 µg/g olarak bulmuşlardır. Kargın (1996), farklı dönemlerde yakalanan *Sparus aurata*'nın kas dokusundaki Cu konsantrasyonunu sırasıyla 5,8 , 10,7 , 7,6 , 6,0 µg/g olarak belirlemişlerdir. Canlı ve Atlı (2003), *Sparus aurata*'nın kas dokusundaki Cu konsantrasyonunu 2,84 µg/g olarak saptamışlardır. Yılmaz (2003), *Mugil cephalus* ve *Trachurus mediterraneus*'un kas dokusunda Cu seviyelerini 1,45 ve 1,29 µg/g (yas ağırlık) olarak belirlemişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada ise Türkmen ve ark. (2004), üç farklı (*Sparus undosquamis*, *Mullus barbatus* ve *Sparus aurata*'nın) türün kas dokularındaki Cu seviyelerini 1,318 , 2,201 , 1,239 mg/kg (kuru ağırlık) olarak belirlemişlerdir. Kalay vd. (1999), Karataş sahilinden yakaladıkları üç farklı türün (*Mugil cephalus*, *Mullus barbatus*, *Caranx crysos*) kas dokusundaki Cu seviyelerini sırasıyla 5,12 µg/g, 2.87µg/g, 6,15µg/g olarak belirlemişlerdir. Kas dokusunda en düşük

Cu seviyesini *Mullus barbatus*’da belirlenmiştir. Bu çalışmada ise kas dokularındaki Cu seviyesinde literatüre uygun sonuçlar tespit edilmiştir ve gruplar arasındaki fark istatistikî olarak önemlidir ($p<0,05$).

Topçuoğlu vd. (2002) Karadeniz’den yakalanan farklı türdeki balıklar arasında en yüksek Ni değerini hamsi balığında 2,04 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlemiştir. Bununla beraber, ikinci en yüksek Ni değerine ise levrek balığında 0,06 $\mu\text{g/g}$ tespit edilmiştir. Yılmaz (2003), iki farklı türün (*Mugil cephalus* ve *Trachurus mediterraneus*) kas dokusundaki Ni seviyeleri 1,22 ve 0,94 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlemiştir. Yapılan bir başka çalışmada ise Türkmen vd. (2004), üç farklı türün (*Sparus undosquamis*, *Mullus barbatus* ve *Sparus aurata*) kas dokusundaki Ni seviyelerini 6,531-1,359-2,537 mg/kg olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada ise kas dokularındaki Ni seviyesi literatüre göre daha düşük bulunmuştur ve gruplar arasındaki fark istatistikî olarak önemlidir ($p<0,05$).

Topçuoğlu vd. (2002), Karadeniz’den yakalanan farklı türdeki balıkların (tirsi, hamsi, levrek ve mezgit) kas dokusundaki Fe seviyesini sırasıyla 48, 37, 30 ve 46 $\mu\text{g/g}$ olarak bulmuşlardır. Türkmen vd. (2004), iki farklı türün (*Sparus undosquamis*, *Mullus barbatus* ve *Sparus aurata*) kas dokularındaki Fe seviyelerini sırasıyla 4,175-9,682-13,166 mg/kg (kuru ağırlık) olarak belirlemişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada Yılmaz (2003), iki farklı türün (*Mugil cephalus* ve *Trachurus mediterraneus*) kas dokularındaki Fe seviyelerini 7,028, 41,84 $\mu\text{g/g}$ (yas ağırlık) olarak belirlemiştir. Bu çalışmada ise dokulardaki Fe seviyesinde literatüre uygun sonuçlar tespit edilmiştir ve gruplar arasındaki fark istatistikî olarak önemlidir ($p<0,05$).

Karatas Körfezi’nde yapılan bir çalışmada, Kalay vd. (1999) *Mugil cephalus*, *Mullus barbatus*, *Caranx crysos* balıklarının kas dokusundaki Zn seviyesini 24,06-40,8 $\mu\text{g/g}$, arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada, Bustamante et al. (2003) farklı (demersal ve pelajik) türlerin kas dokusundaki Zn seviyelerini 6,6-15 $\mu\text{g/g}$ ve 27,1-31,1 $\mu\text{g/g}$ arasında değişim gösterdiğini, demersal balıkların pelajik balıklara oranla daha yüksek Zn seviyelerine sahip olduğunu belirlemiştir. Deniz balıklarının tüketimi için Zn konsantrasyonunun güvenilirlik sınırını Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa

Konseyi 50 mg/kg olarak belirlemiştir (Council of Europe 1996;Anonymus 1997). Bu çalışmada ise kas dokularındaki Zn seviyesinde literatüre uygun değerler tespit edilmiştir ve gruplar arasındaki fark istatistikî olarak önemlidir ($p<0,05$).

Karadeniz’de farklı balıkların (tirsi, hamsi, levrek ve mezgit) balığının kas dokusundaki en yüksek Cr değerini 0,84 µg/g olarak hamsi balığında tespit edilmiştir. Topçuoğlu vd. (2002). Karataş sahilinin farklı bölgelerinden yakalanan *Mugil cephalus*, *Mullus barbatus*, *Caranx crysos*’un kas dokusundaki Cr seviyelerinin 1,24-1,29 µg/g, 1,06-1,22 µg/g, 2,07-2,88 µg/g aralığında değiştiğini belirlemişlerdir (Kalay vd. 1999). Bu çalışmada ise kas dokularındaki Cr seviyesi literatüre göre daha düşüktür ve gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$).

Usero *et al.* (2003), *Liza aurata*’nın kas dokusunda Mn seviyesini 1,23-4,61 mg/kg arasında değiştiğini belirlemiştir. Topçuoğlu vd. (2002) Karadeniz’de pelajik olan levrek, hamsi ve tirsi balığının kas dokusundaki Mn seviyelerini 0,69, 1,81-2,99 ve 1,47µg/g olarak belirlemiş, buna karşın dip balığı olan mezgitin kas dokusundaki Mn seviyesini ise 2,22-3,56 µg/g arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bu çalışmada ise dokulardaki Mn seviyesinde literatüre uygun değerler tespit edilmiştir ve gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0,05$).

Yapılan değerlendirmeler neticesinde balıkların dokularındaki mineral ve ağır metal seviyelerinin tür seviyesinde önemli derecede ($p<0,05$) farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2002 Devlet Planlama Teşkilatı Ankara.
- Anonim, 2010. Türkiye İstatistik Kurumu Ankara.
- Artüz, İ. 1977 Marmara denizi ve Boğazlar Bölgesinde Kirlenmenin tarihsel gelişimi ve bugünkü durumu Beşiktaş Rotary Klübü 1977 İstanbul.
- Artüz, İ. 1979. İstanbul Kanalizasyon Projesi Deniz deşarjlarının çevre sorunları açısından incelenmesi (Rapor). İ.Ü. Çev. Sor. Ar. Merk. İstanbul
- Artüz, İ. 1986. Marmara Denizinin Hidrografisi ve Su Kirlenmesi Açısından Bilimsel Etüdü. İ.Ü. Çev. Sor. Ar. Merk. Yay. No3. İstanbul.
- Artüz, İ. 1988 Karadeniz'de yok olan uskumrunun öyküsü. C. B&T 09.01.88 Sayı:45
- Artüz&Artüz&Artüz. 1988 Marmara denizinde 1986-88 Döneminde yapılan Ekolojik Araştırma sonuçları.
- Artüz, İ. 1988. Marmara'da kırmızı rengin nedeni. C. B&T. 28.05.88 sayı 65 sayfa:4
- Artüz, İ. 1988. Marmara'da olağan üstü "kızılsu" olayı. C. B&T. 19.08.89 Sayı:128. sayfa:6
- Artüz, İ. 1989.. Marmara'da olağanüstü "Kızılsu" olayı, Cumhuriyet Bilim-Teknik sayı.128
- Artüz, İ. Ekosistem ve tür çeşitliliği C. B&T 192. Artüz, İ., Artüz, L. 1989 Marmara Denizinde Meydana Gelen Kütlesel Balık Ölüm Olayları Konusunda Rapor. MBB Birliği 1989.
- Artüz, L. 2002. Marmara'da Mavi denizanaları. Cumhuriyet Bilim-Teknik sayı 764.
- Atta, M.B., El-Sebaie, L.A., Noaman, M.A. And Kassab, H.E., 1997. The Effect of Cooking on the Content of Heavy Metals in Fish (*Tilapia nilotica*). Food Chemistry, 58 (1-2): 1-4.
- Ayaş, Z. And Kolankaya, D., 1996. Accumulation of Some Heavy Metals in Various Environments and Organisms at Göksu Delta, Türkiye, 1991-1993. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 56: 65-72.
- Bryan, G.W., 1976a. Heavy Metal Contamination in The Sea (R. JOHNSON editör). Marine Pollution, Academic Press, London, pp.185-302.
- Bryan, G.W., 1976b. Some Aspects of Heavy Metal Tolerance in Aquatik Organisms (A.P.M. LOCKWOOD editör). Effects of Pollutants on Aquatik Organisms, Cambridge University Press, London, pp.7-34.
- Canlı, M. And Kargın, F., 1995. A comparative Study on Heavy Metal (Cd, Cr, Pb and Ni) Accumulation in the Tissue of the Carp *Cyprinus carpio* and the Nile Fish *Tilapia nilotica*. Tr. J. of Zoology, 19: 165-171.
- Chandrashekar, K. And Deosthale, Y.G., 1993. Proximate Composition, Amino Acid, Mineral, and Trace Element Content of The Edible Muscle of 20 Indian Fish Species. Journal of Food Composition and Analysis, 6 (2): 195-200.
- Council of Europe, 1996; MAFF, 1995.
- Dean, J.G., Bosqui, F.L. And Lanouette, V.H., 1972. Removing Heavy Metals From Waste Water. Environ. Sci. Technol., 6: 518-522. Ersoy, B.
- Göğüş, A.K. Ve Kolsarıcı, N., 1992. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 261s.

- Hamza-Chaffai, A., Roméo, M. And El Abed, A., 1996. Heavy Metals in Different from the Middle Eastern Coast of Tunisia. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 56: 766-773.
- Hoffman, L.C., Prinsloo, J.F., Casey, N.H. And Theron, J., 1994. Effects of Five Cooking Methods on The Proximate, Fatty Acid and Mineral Composition of Fillets of the African Sharptooth Catfish, *Claries gariepinus*. *Die SA Tydskrif vir Voedselwetenskap en Voeding*, 6 (4): 146-152.
- Hornung, H. And Ramelow, G.J., 1987. Distribution of Cd, Cr, Cu and Zn in Eastern Mediterranean Fishes. *Marine Pollution Bulletin*, 18 (1): 45-49.
- Hornung, H., Krom, M.D., Cohen, Y. And Bernhard, M., 1993. Trace Metal Content in Deep-Water Sharks from the Eastern Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 115: 331-338.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2002. Metallerin Çevresel Etkileri.
- Kargın, F., 1996. Seasonal Changes in Levels of Heavy Metals in Tissues of *Mullus barbatus* and *Sparus aurata* Collected from Iskenderun Gulf (Turkey).
- Kocahan, İ. "Marmara Denizi Demersal Balıklarında Ağır Metal Kirliliği", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul üniversitesi, Kimyasal Oşinografi anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, (1999) 154.
- Kolakowska, A., Czerniejewska-Surma, B., Kwiatkowska, L., 1989. Seasonal Variation in Properties of Muscle Lipids of Herring (*Clupea harengus* membras), Pelagic Fish. The Resource and its Exploitation, Diamond Jubilee Conference, Torry Research Station, Aberdeen, 27-29 Sept. Poster paper.
- Mendenhall, V.T., 1972. Oxidative Rancidity in Raw Fish Fillets Harvested from the Gulf of Mexico. *J. Food Sci.*, 37: 547-550.
- Mertens, D., 2005a. AOAC Official Method 922.02. Plants Preparation of Laboratory Sample. *Official Methods of Analysis*, 18th edn. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp1-2, AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- Mertens, D., 2005b. AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods. *Official Methods of Analysis*, 18th edn. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp 3-4, AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA
- Oehlenschläger, J., 2000. Identifying Heavy Metals in Fish (H.A. Bremner editör). *Safety and Quality Issues in Fish Processing*, Woodhead Publishing Limited. Cambridge, England, pp.95-108.
- Öksüz, A., Özeren, A., Atlar, A. Palamut (*Sarda SARDIA*) Balıklarının Kırmızı ve Beyaz Kaslarındaki Bazı Biyokimyasal Parametrelerinin Karşılaştırılması. *Journal of Fisheries Sciences.com*. 2(4): 639-644 (2008).
- Pérez-Martín, R.I., 1986. Estudios De Los Procesos Termicos En La Fabrication De Conservas De Atun Blanco Y Su Incidencia En La Calidad. Ph Thesis. Spain, Faculty of Chemistry, University of Santiago.
- Ünlü, E., Gümgüm, B., 1993. Concentrations of Copper and Zinc in Fish and Sediments from the Tigris River in Turkey. *Chemosphere*, 26 (11): 2055-2061.

- Ünlü, E., Akba, O., Sevim, S., Gümgüm, B., 1996. Heavy Metal Levels in Mullet, Liza Abu (HECKEL, 1843) (Mugilidae) from The Tigris River, Turkey. Fresenius Envir Bull., 5: 107-112.
- Ünsal, M., Doğan, M., Ataç, Ü., Yemencioğlu, S., Akdoğan, Ş., Kayıkçı, Y., Aktaş, M. "Orta ve Doğu Karadeniz'de Ekonomik Önemi Olan Deniz Organizmalarında Ağır Metallerin Belirlenmesi", Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, (1991) 55.
- Yazkan, M., Özdemir, F. Ve Gölükcü, M., 2002. Antalya Körfezinde Avlanan Bazı Balık Türlerinde Cu, Zn, Pb ve Cd İçeriği. Turk J Vet Anim Sci., 26: 1309-1313.
- Yılmaz, A.B., 2003. Levels of Heavy Metals (Fe, Cu, Ni, Cr, Pb and Zn) in Tissue of Mugil cephalus and Trachurus mediterraneus from Iskenderun Bay, Turkey. Environmental Research, 92: 277-281.
- Yılmaz, A. "İskenderun Körfezi'nden Avlanan Has Kefal (Mugil cephalus L.) ve Çipura (Sparus aurata L.)'da Ağır Metal Düzeylerinin Karşılaştırılması", Turk J.Vet. Anim. Sci. 29, (2005), 257-262.

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Erzincan’da doğdu. İlk ve ortaokulu Erzincan’da, liseyi İstanbul’da okudu. 1994 yılında Atatürk Üniversitesi Fizik bölümüne girip 1998 yılında mezun oldu. Çeşitli eğitim kurumlarında öğretmenlik yaptı. 2008 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Bölümünde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Evli ve bir çocuk babasıdır.