

T.C.
AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI MEVSİMLERDE *Clarias gariepinus* (Burchell,
1822) TÜRÜNÜN KAS, KARACİĞER, SOLUNGAÇ,
YARDIMCI SOLUNUM ORGANI VE BEYİN
DOKULARINDA BAZI ESER ELEMENT
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Taylan AKTAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

KIRŞEHİR 2013

T.C.
AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI MEVSİMLERDE *Clarias gariepinus* (Burchell,
1822) TÜRÜNÜN KAS, KARACİĞER, SOLUNGAÇ,
YARDIMCI SOLUNUM ORGANI VE BEYİN
DOKULARINDA BAZI ESER ELEMENT
DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ**

Taylan AKTAŞ

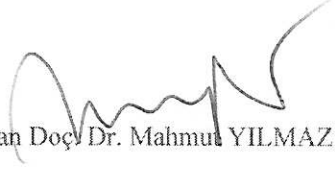
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Alpaslan DAYANGAÇ

KIRŞEHİR 2013

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.


Başkan Doç. Dr. Mahmut YILMAZ

Üye Doç. Dr. Alpaslan DAYANGAÇ



Üye Doç. Dr. Harun ÇİFTÇİ



Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../20..

Doç. Dr. Mahmut YILMAZ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Bu tezde; karabalık (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) türünün kış ve yaz mevsimlerinde, mevsimsel değişikliğe bağlı olarak kas, karaciğer, solungaç, yardımcı solunum organı ve beyin dokularındaki Al, Cu, Zn, Fe, Mn ve Cr düzeylerindeki değişimler araştırıldı. Tezdeki deneysel uygulama izni için, 04.07.2011 tarih ve 2011/02 Protokol numaralı Ahi Evran Üniversitesi Deneysel Hayvanları Etik Kurulu tarafından onay alındı. Tezde kullanılan hayvanlar Adana Ceyhan nehri havzasında bulunan drenaj kanallarından temin edildi ve çalışma kış mevsiminde 4 adet dişi balık ve yaz mevsiminde 4 adet dişi balık örneklenerek deney grupları, kış ve yaz grubu olmak üzere iki gruba ayrıldı. Çalışılan örneklerin analizleri AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrometresi) cihazı ile yapıldı. Çalışmada bulunan, kış ve yaz mevsimleri olarak karşılaştırılan gruplarda; Al elementinin; yaz mevsiminin kış mevsimine oranla kas ve solungaçta azalış göstermesinin, beyinde ise artış göstermesinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0,05$) tespit edilmiştir. Cu, Zn ve Mn elementlerinde; yaz mevsiminde ki birikim düzeyinin kış mevsimine göre düşüş göstermesi, sadece solungaçta istatistiksel açıdan anlamlı olarak ($p<0,05$) tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Mn elementinin yaz mevsimindeki birikim düzeyinin kış mevsimine oranla artış göstermesi, yardımcı solunum organı ve beyinde istatistiksel açıdan anlamlı olarak ($p<0,05$) hesaplanmıştır. Fe elementinin, yaz mevsimindeki birikim düzeyinin kış mevsimine oranla azalış göstermesi, yalnızca kas dokuda istatistiksel açıdan anlamlı olarak ($p<0,05$) tespit edilmiştir. Cr elementi birikim düzeylerinin tayin sınırının altında olması nedeniyle, istatistiksel açıdan değerlendirilmemiştir. Sonuç olarak; *Clarias gariepinus* türünün incelenen dokularında, bazı elementlerin birikim düzeylerinde mevsimsel bakımdan değişimler hesaplandı. Bu değişikliklerin; yaşam şartlarının farklılaşmasıyla doku ve organlarda meydana gelen metabolik değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Clarias gariepinus*, Eser Element, Dokular, Organlar.

Sayfa Sayısı: 62

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Alpaslan DAYANGAÇ

ABSTRACT

In this thesis; Al, Cu, Zn, Fe, Mn and Cr elements levels of African catfish (*Clarias gariepinus*) species were investigated in winter and summer seasons in muscle, liver, gill, accessory respiratory organ and brain tissues. Experimental application permit was given by 04.07.2011 dated and 2011/02 protocol numbered Ahi Evran University Experimental Animal Ethics Committee. Used animals in thesis were obtained in Adana Ceyhan basin located drainage canals and this study was separated to two groups including four female fishes in winter and four male fishes in summer. Analysis of study samples was made with AAS instrument (Atomic Absorption Spectrometry). In compared winter and summer groups; Aluminum, summer showed decrease in proportion to winter in muscle and gill. At the same time, aluminum showed increase in brain. As a result, this accumulation levels were found meaningful as a statistically ($p<0,05$). Summer showed decrease in proportion to winter in Cu, Zn and Mn elements was found meaningful as a statistically in only gill ($p<0,05$). At the same time, summer showed increase in proportion to winter in Mn element was found meaningful as a statistically in accessory respiratory organ and brain ($p<0,05$). Summer showed decrease in proportion to winter in Fe element was found meaningful as a statistically in only muscle tissue ($p<0,05$). Cr element is below the limit of quantification. Therefore, it was not evaluated as a statistically. As a result, seasonal changes were calculated in investigated tissues of *Clarias gariepinus* species in accumulation levels of some elements. We think differentiation of living conditions and metabolic changes in tissues and organs cause these changes.

Key Words: *Clarias gariepinus*, Trace Element, Tissues, Organs.

Number of Pages: 62

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Alpaslan DAYANGAÇ

TEŞEKKÜRLER

Öğrencilik hayatım boyunca desteğini esirgemeyen ve bana, güzel bir geleceğe sahip olma şansını tanıyan, her zaman engin bilgi, görgü ve deneyimini benim ile paylaşan, yol göstericim ve canımdan değerli hocam Doç. Dr. Alpaslan DAYANGAÇ'a, bilimsel desteğini hiç esirgemeyen ve üniversitemizi aydınlık günlere taşıyan değerli Rektörümüz Sayın Prof. Dr. S. Kudret SAYLAM'a içtenlikle sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım. Ayrıca laboratuvar çalışmalarında eser element düzeylerinin incelenmesi konusunda yardım ve desteklerini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Harun ÇİFTÇİ'ye, Biyoloji Anabilim Dalı Başkanı Doç. Dr. Mustafa ÖZKAN'a, biyoloji bölümü laboratuvar imkanlarını kullanmamı sağlayan Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü Doç. Dr. Mahmut YILMAZ'a ve Doç. Dr. Muhammet GAFFAROĞLU'na içtenlikle teşekkür eder ve istatistiklerin yapılmasında yardım ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. H. Turan AKKOYUN'a teşekkür ederim. Hayatımın her anında yanımda olan ve olacaklarını bildiğim değerli babam Muzaffer AKTAŞ'a, değerli annem Handan AKTAŞ'a, kardeşim Berika Eylül AKTAŞ'a ve dostlarıma sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Taylan AKTAŞ

Aralık, 2013

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜRLER	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
TABLOLAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)	1
1.1.1. <i>Clarias gariepinus</i> Türünün Sistematikteki Yeri	2
1.1.2. <i>Clarias gariepinus</i> 'un Morfolojik Özellikleri	2
1.1.3. <i>Clarias gariepinus</i> 'un Beslenme ve Üreme Özellikleri	4
1.1.4. <i>Clarias gariepinus</i> 'un Biyolojik Açıdan Önemi	7
1.2. <i>Clarias gariepinus</i> 'da ÇALIŞILAN ELEMENTLER.....	7
1.2.1. Bakır.....	7
1.2.2. Çinko.....	8
1.2.3. Demir	10
1.2.4. Alüminyum	12
1.2.5. Krom	13
1.2.6. Mangan	14
2. MATERYAL VE METOD	15
2.1. ANALİZDE KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER.....	15
2.2. BALIK ÖRNEKLERİNİN AĞIR METAL ANALİZİNE HAZIRLANMASI	15
2.3. ATOMİK ABSORBSİYON SPEKTROMETRESİ (AAS)	16
2.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZLER.....	18
3. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	18
3.1. <i>Clarias gariepinus</i> 'un DOKULARINDA ÖLÇÜLEN ESER ELEMENT DÜZEYLERİ.....	18

4. TARTIŞMA VE SONUÇ	30
4.1. TARTIŞMA.....	30
4.2. SONUÇ	34
5. KAYNAKLAR	36
6. ÖZGEÇMİŞ	50

TABLolar DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1. <i>Clarias gariepinus</i> 'un kış mevsiminde farklı organlarında ölçülen ortalama Al, Cu, Zn, Fe, Mn ve Cr düzeyleri (µg/g).....	19
Tablo 2. <i>Clarias gariepinus</i> 'un yaz mevsiminde farklı organlarında ölçülen ortalama Al, Cu, Zn, Fe, Mn ve Cr düzeyleri (µg/g).....	24
Tablo 3. Kış ve yaz mevsimlerinde; kas, karaciğer, solungaç, YSO ve beyin dokularındaki eser element düzeyleri (µg/g) ile bu mevsimsel düzeylerinin karşılaştırılması.....	29

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1. <i>Clarias garepinus</i> 'da solungaç kapağı altına yerleşik bulunan brankial kemerler (Graaf ve Janssen, 1996).....	3
Şekil 2. <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822).....	4
Şekil 3. <i>Clarias gariepinus</i> 'un vücut ağırlığına bağlı olarak beslenme miktarlarındaki değişim (Munro, 1967).....	4
Şekil 4. Dişi <i>Clarias gariepinus</i> 'un ovaryumu.....	5
Şekil 5. <i>Clarias gariepinus</i> 'da kur hareketleri (Bruton, 1979).....	6
Şekil 6. Kış mevsiminde <i>Clarias gariepinus</i> 'un dokularındaki ortalama Al düzeyleri ($\mu\text{g/g}$).....	21
Şekil 7. Kış mevsiminde <i>Clarias gariepinus</i> 'un dokularındaki ortalama Cu düzeyleri ($\mu\text{g/g}$).....	21
Şekil 8. Kış mevsiminde <i>Clarias gariepinus</i> 'un dokularındaki ortalama Zn düzeyleri ($\mu\text{g/g}$).....	22
Şekil 9. Kış mevsiminde <i>Clarias gariepinus</i> 'un dokularındaki ortalama Fe düzeyleri ($\mu\text{g/g}$).....	22
Şekil 10. Kış mevsiminde <i>Clarias gariepinus</i> 'un dokularındaki ortalama Mn düzeyleri ($\mu\text{g/g}$).....	23
Şekil 11. İlkbahar mevsiminde <i>Clarias gariepinus</i> 'un dokularındaki ortalama Al düzeyleri ($\mu\text{g/g}$).....	26

Şekil 12. İlkbahar mevsiminde <i>Clarias gariepinus</i> 'un dokularındaki ortalama Cu düzeyleri ($\mu\text{g/g}$).....	26
Şekil 13. İlkbahar mevsiminde <i>Clarias gariepinus</i> 'un dokularındaki ortalama Zn düzeyleri ($\mu\text{g/g}$).....	27
Şekil 14. İlkbahar mevsiminde <i>Clarias gariepinus</i> 'un dokularındaki ortalama Fe düzeyleri ($\mu\text{g/g}$).....	27
Şekil 15. İlkbahar mevsiminde <i>Clarias gariepinus</i> 'un dokularındaki ortalama Mn düzeyleri ($\mu\text{g/g}$).....	28

SİMGELER VE KISALTMALAR

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
Al	Alüminyum
Cu	Bakır
Zn	Çinko
Fe	Demir
Mn	Mangan
Cr	Krom
P	Fosfor
Cd	Kadmiyum
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
YSO	Yardımcı Solunum Organı
HNO₃	Nitrik Asit
HCIO₄	Perklorik Asit
H₂O₂	Hidrojen Peroksit
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
AAS	Atomik Absorbsiyon Spektrometresi (Alevli)
EPA	Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Ajansı)

1. GİRİŞ

1.1. *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)

Uluslararası literatürde “African catfish” olarak isimlendirilen *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822); Afrika tatlısu balıkları arasında en yaygın olan balık türüdür (Nguyen ve Janssen, 2002). Karabalık 1970’ler de Avrupa, Asya ve Latin Amerika içlerine kadar sokuldu ve dünyada yetiştiriciliği yapılan en önemli ikinci yayın balığı grubu oldu (Richter ve ark., 1995). Karabalık (*Clarias gariepinus*) Siluriformes ordosuna ait, Claridae familyasına mensup olup ülkemizde kara yayın veya sekiz bıyık olarak bilinmektedir.

Bu balık türü ülkemizin Antalya’dan Antakya’ya kadar olan sahil kuşağı akarsuları ve tatlı su kaynaklarında doğal olarak bulunmaktadır (Tekelioğlu, 1980). *C. gariepinus*’un Güney Afrika’daki Orange nehri’nden tüm Afrika boyunca ve Türkiye’ye kadar yayılış gösterdiği, doğal göller, balık havuzları, akar sular, derin ve sığ sularda yaşayabildikleri bilinmektedir (Spataru ve ark., 1987). Antalya’dan Antakya’ya kadar olan sahil kuşağı akarsuları ve tatlı su kaynaklarının bulunduğu bölgede geniş bir alanda çeltik ekimi yapılması ve DSİ tarafından çok miktarda drenaj kanallarının açılması, bu balığın üreyip gelişebilmesi için uygun bir ortam oluşturmaktadır (Tekelioğlu, 1980). *Clarias gariepinus* ile birlikte diğer clariid türlerinin (*C. batrachus*, *C. macrophalus*, *C. fuscus*) yıllık üretiminin 38.730 ton olduğu bildirilmektedir (FAO, 1993).

Bu tür akarsu ve nehirlerde göç etme özelliği sebebiyle potamodromdur (göçmen balık) ve pH 6,5-8,0 ve 8,0-35 °C arasında bulanık sularda yaşayabilirler (Teugels, 1986). Karabalığın bir çok araştırmacı tarafından piscivorous (balık tüketen) özellik taşıdığıda bildirilmiştir.

Asi (Orontes) Nehri karabalıklarının mide içerikleri üzerine yaptıkları araştırmada bu balıkların insekta larvalarını yoğun olarak tükettiklerini göstermiştir (Yalçın ve ark., 2001).

Karabalıklar, sudaki ve havadaki oksijenden yararlanma özelliğine sahiptir. Karabalığın çevre isteklerinin az oluşu, düşük oksijen ve yoğun stoklama oranlarında da gelişebilmesi, farklı besinleri değerlendirme kabiliyetinde olması, bu türün üretimini avantajlı kılan özelliklerdendir (Tekelioğlu, 1996).

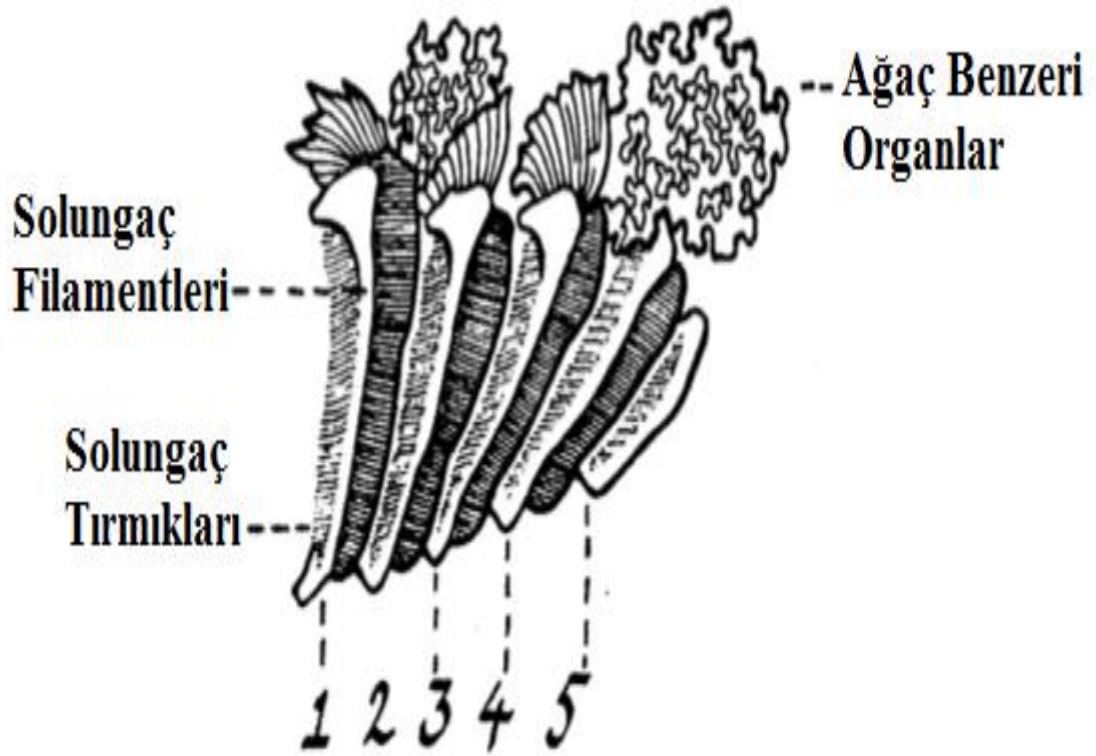
1.1.1 *Clarias gariepinus* Türünün Sistematikteki Yeri

Alem	: Animalia
Filum	: Chordata
Alt Filum	: Vertebrata
Üst Sınıf	: Osteichthyes
Sınıf	: Actinopterygii
Alt Sınıf	: Neopterygii
Üst Takım	: Ostariophysi
Takım	: Siluriformes
Familya	: Clariidae
Cins	: <i>Clarias</i> (Scopoli, 1777)
Tür	: <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822) (Anonim, 2013a)

1.1.2 *Clarias gariepinus*'un Morfolojik Özellikleri

Karabalık; yalancı akciğerlere, uzun bir vücuda, yüksek bir gelişim oranına ve durgun ortamlarda dikkate değer bir yaşam kapasitesine sahiptir (Donnelly, 1973). Ayrıca yeni ortamlara çok kolay bir biçimde uyum sağlayabilirler (Mwebaza-Ndawula, 1984). Doğada 59 kg canlı ağırlığına ve 1,4 metreye kadar

büyüebilmektedir. Baş; karın bölgesinden sırt bölgesine doğru yassılaştırılmıştır. Vücut; yumuşak, pulsuz ve güçlü bir deri ile kaplıdır. Deri üzerinde çok sayıda düzensiz şekil gösteren benekler bulunmaktadır. Burun ucu dişi bireylerde; yuvarlak, erkek bireylerde ise hafif sivridir. Dört çift bıyığa sahiptirler, bunlar: Bir çifti üst çenede, üç çifti ise alt çenede ki konuma yerleşik biçimdedir (Geldiay ve Balık, 1996). Gözler; küçük ve yuvarlak olup, ağız; alt konumlu büyük ve yaygındır. Gövde ve kuyruk bölgelerinde; kısmi bilateral, basık, küçük tip, dorsal ve kanal tipi ventral yüzgeçlere sahiptir (Sarıhan ve Cengizler, 1997). Hava kesesi, farinks ve solungaç boşluğu ile bağlantılı, yoğun kan damarları içeren dokularla çevrelenmiş yardımcı solunum organı bulunmaktadır. Bu organ, *Clarias gariepinus*'un su dışında saatlerce, çamur bataklığında ise haftalarca hayatta kalmasına izin vermektedir (Bekmezci, 2010).



Şekil 1. *Clarias gariepinus*'da solungaç kapağı altına yerleşik bulunan brankial kemerler (Graaf ve Janssen, 1996).

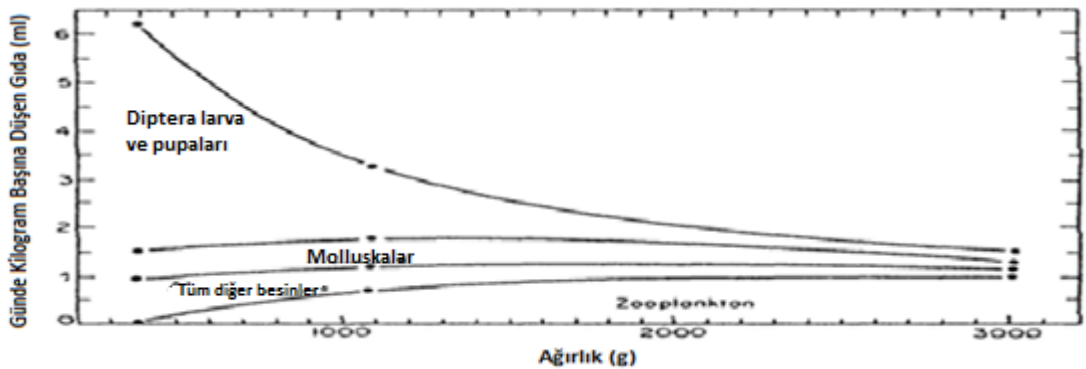
Şekil 2’de gösterildiği gibi vücut rengi; genellikle, sırt kısmı koyu kahverengi, yan kısımlar gri ve kahverengi, karın kısmı kemik renkli, karın yüzgeci kenarlarında sarıdır (Çelikkale, 1988).



Şekil 2. *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822).

1.1.3 *Clarias gariepinus*’un Beslenme ve Üreme Özellikleri

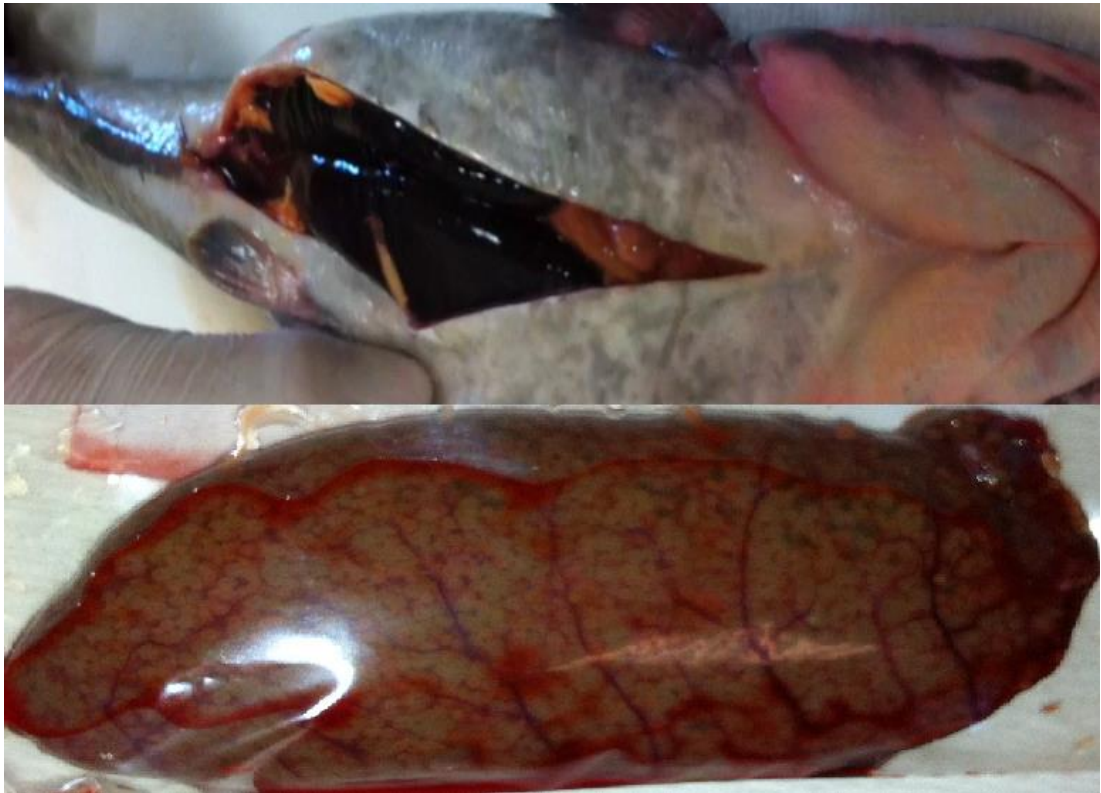
Clarias gariepinus, omnivor (hepçil, hepobur) beslenme şekline sahip yırtıcı balık olarak tanımlanabilen bir canlıdır (Graaf ve Janssen, 1996). Çoğunlukla böcek, plankton, yengeç, karides ve diğer omurgasız hayvanlarla beslenmektedir. Şekil 3’te gösterildiği üzere *Clarias gariepinus*’un vücut ağırlığı arttıkça; diptera larva ve pupaları beslenme miktarı ciddi bir düşüş yaşamış fakat mollusca, diğer besinler ve zooplankton ile beslenme miktarı hafif artış göstermesine rağmen yaklaşık 3 kg vücut ağırlığı sonrasında tüm yediği besin miktarları sabit bir süreklilik göstermiştir.



Şekil 3. *Clarias gariepinus*’un vücut ağırlığına bağlı olarak beslenme miktarlarındaki değişim (Munro, 1967).

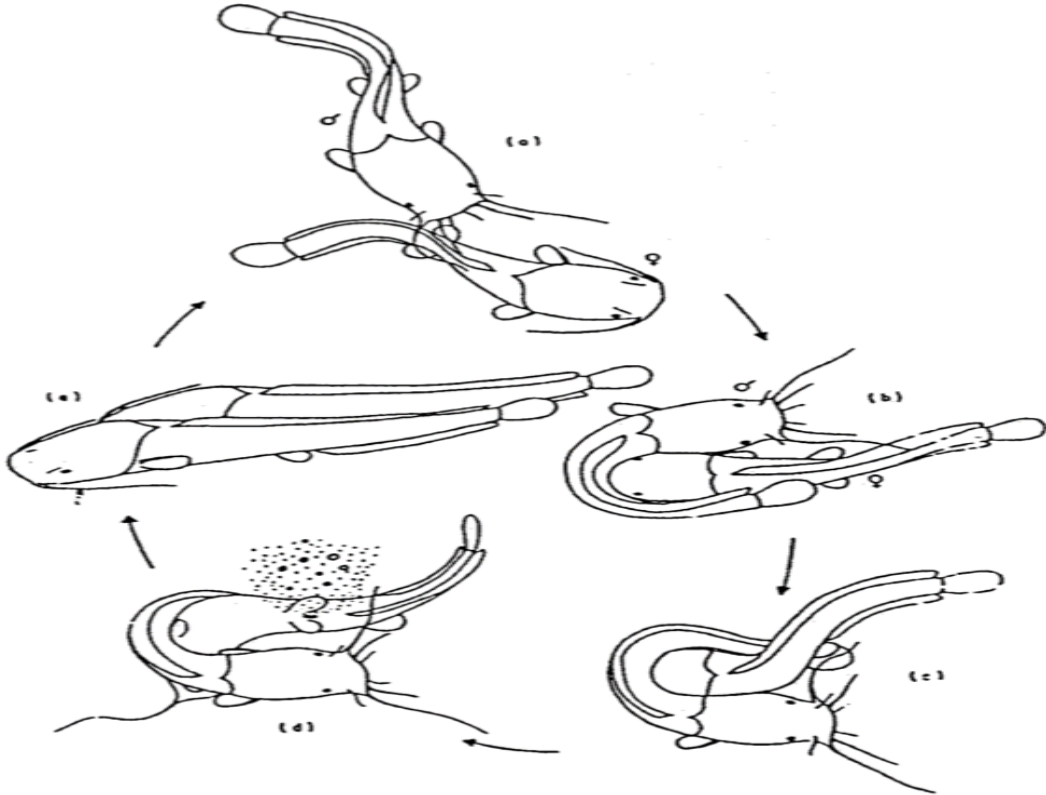
Clarias gariepinus ayrıca; ölmüş kuş, çürümüş meyve ve bitki tohumları ile de beslenebilir (Ergene ve ark., 1999). Yapılmış olan araştırmalarda *Clarias gariepinus*'un diptera larvaları olmak üzere arthropodları da tükettikleri ve yaz aylarında daha çok beslendikleri gözlemlenmiştir (Yalçın ve ark., 2001). Buldukları ortamdan elde ettikleri çoğu besinden faydalanan *Clarias gariepinus*'un, doğal koşullardaki büyüme özellikleri araştırılmış ve sıcak su periyodunda 9 ay içerisinde 18-20 cm boya eriştikleri belirtilmiştir (Clay, 1979).

Şekil 4'te de gösterildiği üzere *Clarias gariepinus*'un olgun dişileri, vücut ağırlığının büyük bir kısmını kaplayan bir çift ovaryuma sahiptir ve bu ovaryumları, genellikle yağmurlu dönemlerde olgunlaşma göstererek üremeye hazır duruma gelir. Ayrıca ovaryumlarda ki olgunlaşma süreci, yıllık su sıcaklıkları ve ışık periyodunda ki değişimlerden etkilenmekte olup, yağış nedeniyle artış gösteren su seviyesi nedeniyle yumurtlama dönemi tetiklenmiş olur (Graaf ve Janssen, 1996).



Şekil 4. Dişi *Clarias gariepinus*'un ovaryumu.

Erkek *Clarias gariepinus*'da ürogenital açıklık, dışarı doğru uzandığı için dişi ve erkek balıklar birbirlerinden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Tekelioğlu, 1996). Yapılmış olan önceki çalışmalar ışığında, *Clarias gariepinus* türünün dişi ve erkek bireylerinin bir yaşını doldurduğunda eşeysel olgunluğa ulaşmaya başladıkları, iki yaşında ise tüm populasyonun ergenliğe ulaştığı gözlemlenmiştir. Ergenliğe ulaşmış dişi ve erkek balıklar çiftleşmek için kur yapma hareketleri gösterir. Bu kur hareketinde ki duruşa amplexus ismi verilirken, sığ sularda çiftleşme için izole olmuş dişi – erkek çiftinin bu duruş pozisyonu Şekil 5'te gösterildiği gibi kavisli "U" şeklindedir (Bruton, 1979).



Şekil 5. *Clarias gariepinus*'da kur hareketleri (Bruton, 1979).

Clarias gariepinus'da gonad gelişiminin kış döneminde başladığı, mayıs-ağustos ayları arasında 21-30 °C'de ise üremenin gerçekleştiği bilinmektedir (Yalçın ve ark., 2001).

1.1.4 *Clarias gariepinus*'un Biyolojik Açıdan Önemi

Özellikle sıcak durumdaki bölgelerde geniş bir yayılış gösteren *Clarias gariepinus*'un çevre isteklerinin az oluşu, düşük oksijen ve yoğun stoklama oranlarında da gelişebilmesi, farklı besinleri değerlendirme kabiliyetinde olması bu türün üretimini avantajlı kılan özelliklerden biridir (Tekelioğlu, 1996). Çok sayıda yumurta üretebilmeleri ve kültüre alındıkları zaman dilimi içerisinde kolay döllenebilmeleri açısından en ideal türler arasındadır (Hecht ve ark., 1996). pH değişimlerine toleranslı olan bu balıklar, 0-12 ppt tuzluluk değerleri arasında yaşamlarını sürdürebilmektedir (Narin, 2003).

Clarias gariepinus'un bataklık ve çamurlu yerlerde yaşaması, dipten beslenmesi; etinde istenmeyen bir kokuya neden olduğu için çok fazla besin olarak tüketilmemektedir. Bu durum, *Clarias gariepinus*'un ekonomik açıdan değerlendirmesini sınırlamaktadır. Ancak Uzak Doğu ve Afrika ülkelerinde sevilerek tüketilmektedir (Bilgin ve ark., 2001, Çelikkale, 1988).

1.2. *Clarias gariepinus*'da ÇALIŞILAN ELEMENTLER

1.2.1. Bakır

Bakır; atom numarası 29, atom ağırlığı 63,546 g/mol, yoğunluğu 8,9 g/cm³, erime noktası 1083 °C olan bir metaldir (Anonim, 2006). Biyolojik sistemlerde +2 ve +1 valanslı olarak bulunan bakır, oksidoredüksiyon olaylarında rol oynar. (Özden, 2008).

Bakır (Cu) doğada çok yaygın olarak bulunan ve organizmalar için eser miktarlarda gereksinim duyulan bir elementtir (Duffus, 1980). Sulardaki doğal derişimi $\leq 5 \mu\text{g/L}$ (Alabaster and Lloyd, 1980) olmasına karşın çeşitli alanlardaki yaygın kullanımını sonucu, bu derişimin çok üzerine çıkabilmektedir. Bakırın meydana getirmiş olduğu toksisitenin, çözünebilir formları ile ilişkisi olup, bunlar Cu⁺² ve Cu(OH)₂'dir. Omurgalı canlılarda kemik oluşumu, kalbin gelişimi, omuriliğin miyelinleşmesi ve doku pigmentasyonunda görev yapar (Cousins, 1985). Bununla

birlikte süperoksit dismutaz, askorbik asit oksidaz, sitokrom oksidaz ve monoamin oksidaz gibi çeşitli enzimler aktivite için prostetik grup olarak bakır içermektedir (Berman, 1980; Torres ve ark., 1987). Ancak günümüzde endüstride ve tarımdaki yaygın kullanımı, su ortamlarında bakır derişiminin istenilmeyen düzeylere çıkmasına neden olmuştur. İnsanların bakırını, diğer metallere göre daha iyi regüle edebilmelerine karşın, yüksek miktarlarda alınan bakır önemli sağlık problemlerine yol açabilmektedir (Timoçin, 2008).

Aşırı düzeydeki bakırın su canlıları üzerindeki etkilerinin bazıları şunlardır (Kruger, 2002):

- Balıklarda bazı biyokimyasal, anatomik, fizyolojik ve davranışsal değişikliklere sebep olur.
- Hücrelerde yağ peroksidasyonuna neden olur.
- Kalp atışında yavaşlama, hızlı oksijen alımı ve anemiye neden olur.
- Solungaçlarda mukozada birikerek strese hatta ölüme yol açan solunum rahatsızlıklarına neden olur.
- Büyümeyi yavaşlatır.
- Omur hasarları ve nörolojik bozukluklara neden olur.
- Kan ve karaciğerde enzim aktiviteleri, hematolojik parametreler ve plazma iyon konsantrasyonu gibi aktiviteleri etkiler ve solungaçta iyon transferine engel olur.

1.2.2. Çinko

Çinko; insanlar, bitkiler ve hayvanlar için önemli ve yaşamsal bir elementtir. Gelişme, deri bütünlüğü ve fonksiyonu, yumurta olgunlaşması, bağışıklık gücü, yara iyileşmesi ve karbonhidrat, yağ, protein, nükleik asit sentezi gibi önemli metabolik prosesler için gereklidir (Türkoğlu, 2008). Ayrıca, sucul ortamlarda genellikle eser miktarlarda bulunmakla birlikte gerek doğal gerekse endüstriyel, madencilik ve tarımsal aktiviteler gibi temelde antropojenik kaynaklı faktörlerin etkisi ile giderek

artan derişimlerde bulunurlar. Bunun bir sonucu olarak, balıkların da içinde bulunduğu sucul organizmalar metallerin artan derişimlerinin etkisinde kalırlar (Cicik, 2003).

Çinko, biyomembranların stabilizasyonunda önemli bir role sahiptir. Bununlar birlikte, dildeki tat alma reseptörlerinin ve nazal boşluktaki koku alma reseptörlerinin düzenli olarak çalışmasını sağlamaktadır. Bu element insan vücuduna yetersiz miktarda alındığında iştah kaybı, tat ve koku duyularında azalma, yara iyileşmesinde gecikme, bağışıklık sisteminde zayıflama, gençlerde büyüme sorunları, dermatolojik problemler ve en önemlisi yeni doğacak bebeklerde doğum sırasında ve sonrasında sağlık problemleri meydana getirir. Çinkonun gerekenden fazla alınması durumunda iştah ve bağışıklık sistem aktivitesinin azalması, yaraların geç iyileşmesi, derideki aşırı hassasiyetler, kolesterolün yükselmesi, karın ağrısı, ishal, sindirimde sıkıntı gibi rahatsızlıklara neden olur (Kahvecioğlu ve ark., 2004; Çalışkan, 2005).

Çinko aynı zamanda kadmiyum gibi tehlikeli olarak bilinen ağır metallerin toksik etkisi ve alımında koruyucu ve engelleyici özelliği açısından önemlidir. Çinko elementinin balık bünyesinde eksik olarak değerlendirilen düzeylerde bulunması deri lezyonlarına, özefagus epitelyum hücrelerinde bozukluklara, iskelet anomalilerine, büyüme gerilemesine ve iştah kaybına neden olur (Kruger, 2002).

Çinko elementinin su canlıları için optimal düzeyden farklı miktarlarda bulunduğu esnada vermiş olduğu zararlar şu şekildedir (Kruger, 2002):

- Deri lezyonları, hemorajiler ve omur hasarlarına neden olma.
- Balıkta ovaryum membranında ki incelmeye bağlı yumurtlama sırasında ovaryumun yırtılması.
- Gonat faaliyetlerine engel olma.
- Embriyonik gelişimine zarar verme.
- Yumurtadan çıkan larvaların çinko elementine maruz kalmalarına bağlı olarak, kulak kapsülleri ve göz anatomisinde şekil bozuklukları, ağız ve solungaç kemerlerinde hasara neden olma.

1.2.3. Demir

Demir; atom numarası 26, atom ağırlığı 55,845 (2) g/mol, yoğunluğu 7,86 g/cm³, erime noktası 1538 °C, kaynama noktası 2861 °C olan bir elementtir (Anonim, 2009).

Demir, oksijen transport ve kullanılmasında fonksiyon gösteren hem proteinlerinin üretimi için gereklidir (Lanzkowsky, 2000). Demir, ferröz (Fe⁺²) ve ferrik (Fe⁺³) durumlar arasında birbirine dönüşme özelliği nedeniyle oksijenasyon, hidroksilasyon ve benzeri diğer birçok metabolik olayı katalize eder (Ünal ve Yetgin, 2003). Toplam vücut demir miktarı yaklaşık 3-4 gramdır ve çoğu eritrosit yapısındaki hemoglobinde bulunur (Andrews, 2000). Demir içeren hemoglobin, miyogloblin ve sitokromlar toplam vücut demirinin %70- 90'ını içerir. Geri kalan kısım ise ferritin ve hemosiderin olarak karaciğer, dalak ve kemik iliğinde depolanır (Lanzkowsky, 2000). Eritrosit yıkımı sonucu ortaya çıkan hem ve hemoglobin hemopeksin ve haptoglobulin tarafından alınır ve tekrar eritrosit yapımında kullanılmak üzere kemik iliğine veya depolanmak üzere karaciğere taşınır (Hagar ve ark., 2002).

Günlük demir ihtiyacının yaklaşık 20 mg'ı hemoglobin katabolizmasından sağlanır. Geri kalan ise demir depolarından veya demir emilimi ile sağlanır (Fairbanks, 1995).

❖ **Demir kompartmanları:**

- **Hemoglobin:** Vücuttaki en büyük demir kompartmanıdır.
- **Depo demiri:** Ferritin ve hemosiderin olmak üzere iki formda bulunur. Serum ferritini başlıca intrasellüler demir depo proteindir, en fazla bulunduğu yer demir içeren bileşiklerin sentezinin olduğu eritroid ana hücreler ile demir metabolizması ve depolanmasında rol oynayan makrofaj ve hepatositlerdir (Ünal ve Yetgin, 2003). Ferritin az miktarda plazmada da bulunur ve çoğu kez serum miktarı ile tüm demir deposu arasında uyum vardır. Ancak bir akut faz reaktanıdır ve demir eksikliğine

işaret eden değeri 10- 12 mg/dl'nin altıdır. Hipotiroidi ve C vitamini eksikliğinde de düşük bulunabilir (Ülkü, 2001).

- **Hemosiderin:** Kemik iliği, dalak ve karaciğer gibi organlarda demir birikimi sonucu oluşur. Demirin aşırı arttığı durumlarda tüm dokularda da birikebilir. Hemosiderinin içindeki demirin kullanılabilirliği ferritinden çok daha azdır (Ünal ve Yetgin, 2003).
- **Myoglobin demiri:** İskelet ve kalp kası miyoglobin içerir ve miyoglobinde yaklaşık 130 mg demir bulunur.
- **Diğer doku demiri:** Enzimlerin, sitokrom ve miyoglobin yapısındaki demirdir. Yaklaşık 6-8 mg'dır.
- **Labil havuz:** Hem ve depo demir yapısına girmeden önce plazmadan ayrılarak interstisyel ve intrasellüler alana giren demir miktarını gösterir. Yaklaşık 80 mg'dır.
- **Transport demiri:** Plazmada transferrine bağlı olarak bulunan demirdir. Transferrin, primer olarak hepatositlerde sentezlenen, lokal olarak beyin ve testis dokusunda da sentezlendiği gösterilen, 80000 dalton ağırlığında bir proteindir. Her transferrin molekülünde iki ferrik demir bağlanma kısmı vardır. Normal koşullarda transferrinin 1/3'ü demir ile bağlıdır.

Aşırı dozda demir alımı sonucu ölüm riski büyüktür ve Hemochromatosis, hemosidenosis ve polycythemia'ya yol açabilir (Grobler ve ark., 1989).

Demir eksikliğinde ise; anoreksi, pika – pagofaji ve jeofaji, atrofik glossit, disfaji, ösofageal webler, gastrik asidite azalması, eksudatif enteropati, eritrosit kaybı, malabsorbsiyon sendromu, disakkaridaz azalması (özellikle laktaz), kurşun ve kadmiyum emiliminin artması, iletişim bozuklukları, irritabilite, halsizlik ve azalmış aktivite, kardiak hipertrofi, kalp yetmezliği, miyoglobin ve sitokrom C'de azalma,

kırık iyileşmesinde gecikme, enfeksiyonlara eğilimde artma, kemik iliği hücrelerinde DNA ve RNA sentezinde azalma, demir içeren enzimlerde azalma (süksinik dehidrogenaz, akonitaz) gibi sorunlara neden olmaktadır (Ergin, 2005).

Demir elementi; *Clarias gariepinus* türünde biyoakümüülasyonu yüksek düzeyde olan bir element olup, bu elementin yapılmış olan çalışmalar doğrultusunda biyokonsantrasyon düzeyi “karaciğer > kas > serum” olarak belirtilmektedir (Adham ve ark., 1999).

1.2.4. Alüminyum

Alüminyum; periyodik cetvelin III A grubu elementlerinden olup, atom numarası 13 olan yumuşak ve hafif bir metaldir ve mat, gümüşümsü renktedir (Çoğun ve Uras, 2012).

Alüminyum, günümüz tıbbında kan durdurucu ve damar büzücü olarak kullanılmaktadır.

Yerkabuğunun % 8'inin alüminyumdan oluşması ile birlikte; besinlerde, suda ve hayvansal dokularda bol miktarda bulunmaktadır (Koivistoinen, 1980). Alüminyum canlı organizmalarda besin yoluyla çok düşük düzeylerde alınımı olan bir elementtir. Bu düşük seviyeli alüminyum konsantrasyonu; zararlı değildir fakat yüksek konsantrasyonlara yükseldiğinde zehirleyici bir etkiye sahip olmaktadır.

Alüminyum; tatlı su balıklarında akut iyon regülasyonu, solunum rahatsızlıklarına, hatta solungaçlarda Al^{+3} olarak depolanmasına neden olmaktadır (Poleo, 1995). Alüminyum, balık solungaçlarının fonksiyonlarını etkilediği için iyon regülasyonu ve solunumu doğrudan etkiler (Neville, 1985; Howells ve ark., 1994). Alüminyum birçok katyon ile (Ca, Mg, Na ve H) balık solungaç yüzeylerine bağlanmada rekabet eder (Exley ve ark., 1991).

Su ortamının sıcaklığı (Heath, 1987), pH'si (Çoğun ve Kargin, 2004), tuzluluğu (Viarengo, 1985) ve suyun sertliği (Wood, 2001) gibi su değişkenleri, balığın metal alım düzeyini ve toksisitesini etkilemektedir. Bu gibi çevre faktörlerinin yanı sıra; balığın yaşı, ağırlığı, metabolik aktivitesi, beslenme

alışkanlığı, üremesi gibi faktörlerde metal alımını ve toksisitesini doğrudan etkilemektedir (Heath, 1987; Romeo ve ark., 2000).

1.2.5. Krom

Vücutta insülin hareketini sağlayarak karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkileyen krom, doğada her yerde bulunan bir metal olup havada $>0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ve kirlenmemiş suda ortalama $1\mu\text{g}/\text{L}$ bulunur. Pek çok toprakta az miktarda krom (2 – 60 mg/kg) bulunurken, kirlenmemiş bazı topraklarda bu değer 4 g/kg'a kadar çıkmaktadır (Mertz, 1987). İlk kez 1789'da Fransız L. N. Vauquelin tarafından üretilmiş ve çok renkliliğinden dolayı Yunanca'da renkler anlamına gelen krom olarak isimlendirilmiştir. Günümüzde özellikle alaşım elementi olarak kullanılmaktadır.

Krom içeren minerallerin endüstriyel oksidasyonu ve fosil yakıtların, ağaç ve kağıt ürünlerin yanması neticesinde doğada (hexavalent) altı değerlikli krom oluşmaktadır. Okside krom; havada ve saf suda nispeten kararlı iken ekosistemdeki organik yapılarda, toprakta ve suda üç değerliğe geri redüklenir. Kromun kayalardan ve topraktan suya, ekosisteme, havaya ve tekrar toprağa olmak üzere doğal bir dönüşümü vardır. Ancak yılda yaklaşık olarak 6700 ton krom bu çevrimden ayrılarak deniz sularına geçerek okyanus tabanında çökelir (Anonim, 2013b).

Kromun başta insan bünyesinde olmak üzere canlı organizmalardaki davranışı, oksidasyon kademesine ve oksidasyon kademesindeki kimyasal özelliklerine ve bulunduğu ortamdaki fiziksel yapısına bağlıdır (Mertz, 1987).

İnsanlar; krom veya krom bileşiklerini hava, yiyecek, içecek veya deri teması ile almaktadır. Hava ve suda ki krom seviyesi genellikle düşüktür ve bundan dolayı kendi kimyasal yapısında zaten bulunan birçok bitki, meyve, et ve maya gibi besinler insanların almış olduğu kromun önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Çalışkan, 2005).

1.2.6. Mangan

Mangan veya manganez; atom numarası 25, simgesi Mn olan elementtir (Anonim, 2013c). Biyolojik sistemlerde +2 veya +3 valanslı olarak bulunan mangan, hem enzim aktivatörü hem de metallo enzimlerin bir bileşeni olarak fonksiyon görür. Doğada serbest halde genellikle demir elementi ile birlikte bulunur. Biyolojide, mangan II iyonlarının birçok fonksiyonu olmakla birlikte birçok enzimde kofaktör olarak görev alır. Bu enzimlere örnek olarak; oksidoredüktazlar, transferazlar, hidrolazlar, liyazlar, izomerazlar ve ligaz verilebilir (Emsley, 2001). Mangan enzimleri organizmalarda serbest süperoksit radikallerinin detoksifikasyonunda önemli bir role sahiptir (Jerome ve ark., 2013). Mangan ayrıca fotosentetik bitkilerin gelişen kompleks oksijen fonksiyonlarında da önemli bir yere sahiptir.

İnsan vücudunda yaklaşık 12 mg kadar mangan depo edilmektedir. Bu depo edilen mangan konsantrasyonunun en yoğun olduğu dokular karaciğer, böbrek ve pankreas (Çalışkan, 2005); daha düşük konsantrasyona sahip dokular ise beyin, kalp, akciğer ve kas dokudur (Kalaycıoğlu ve ark., 2006).

Mangan; ince barsaklardan zayıf olarak absorbe edilir. Yüksek düzeyde Ca, P, Fe, lif ve fitat; mangan absorpsiyonunu azaltır. Absorbe edilen mangan, portal dolaşıma geçtiğinde α_2 -makroglobuline hızla bağlanarak karaciğere taşınır, manganın bir kısmı sistemik sirkülasyona dahil olur ve transferrine bağlanır. Atılımı ise çoğunlukla safrayla olur (Kalaycıoğlu ve ark., 2006).

Mangan eksikliğinde evcil hayvanlarda büyümede gerileme, iskelet bozuklukları, dejenere olmuş üreme fonksiyonları, yeni doğanlarda ataksi, lipit ve karbonhidrat metabolizması bozuklukları görülür. Erkeklerde epididimisteki dejenerasyonlarla ilişkili kısırılık, tavuklarda perozis oluşur (Kalaycıoğlu ve ark., 2006).

Mangan, insan vücudunda yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu toksik etki göstermektedir. Bu toksik etkinin en fazla gözlemlendiği bölgeler solunum sistemi ve beyindir (Olojo ve Ladeji, 2012). Bunun sonucu olarak beyinde oluşan toksik etki, halüsinasyonlara, unutkanlığa ve sinir sistemi hasarına (Verity, 1999);

solunum sisteminde oluşan toksik etki ise, akciğer embolisine ve enfeksiyöz bronşitise neden olmaktadır (McMillan, 1999).

2. MATERYAL VE METOD

2.1. ANALİZDE KULLANILAN ARAÇ VE GEREÇLER

Element düzeyleri belirlenecek olan dokuları, balık vücudundan ayırmak amacı ile bisturi, doku makası ve pens; doku örneklerini tartmak amacı ile hassas terazi; doku örneklerini kurutmak amacı ile etüv; doku örneklerini çözmek amacı ile perklorik asit (HClO₄) ve nitrik asit (HNO₃) kullanılmıştır. Çözme işlemi sonrasında doku örneklerini seyreltmek için ise demineralize ve deiyonize edilmiş saf su kullanılmıştır.

2.2. BALIK ÖRNEKLERİNİN AĞIR METAL TESPİTİNE HAZIRLANMASI

Çalışmada hayvan materyali olarak Ceyhan nehri havzasında bulunan drenaj kanallarından 4 adet kış mevsiminde, 4 adet yaz mevsiminde karabalık (*Clarias gariepinus*) toplanmıştır. *C. gariepinus* türü balıklar buz içerisinde laboratuvara getirildi ve steril ortamda öncelikli olarak baş kısımları gövdeden ayrılıp, steril bir bistüri ile anüsten girilmek suretiyle karın boşluğuna ensizyon yapılarak iç organları çıkarıldı. Ensizyon sonucu elde edilen kas, karaciğer, solungaç, yardımcı solunum organı ve beyin etiketleme işlemi sonrasında analiz yapılıncaya dek derin dondurucuda bekletilmiştir. Sonrasında derin dondurucudan alınan örnekler petrilere konularak 45 °C'de etüvde 4 – 5 gün kurumaya bırakılmıştır. Kurutulmuş örnekler hassas terazide tartılarak gramajları 0,5 g'a ayarlanmıştır. Daha sonrasında ise; tartım işlemi yapılan örnekler teflon tüplere konularak içerisine 1 ml derişik perklorik asit

ve 5 ml derişik nitrik asit eklenerek teflon içerisindeki asit karışımının örneklere iyi nüfuz etmesi amacı ile bir saat beklenmiştir. Bir saat sonrasında kapakları sıkı bir şekilde kapatılan teflon tüpler mikrodalga çözünürleştirme cihazına yerleştirilmiş ve 15'er dakikalık periyotlarla 4 kez 450 W'lık mikrodalga gücüyle etkileştirilmiştir (15'er dakikalık her periyot sonrasında tüpler mikrodalgadan alınarak içerisindeki gaz, çeker ocak yardımı ile çekilir). 4 kez tekrarlanan bu işlem sonrasında tüpler mikrodalgadan alınarak soğumaya bırakılır. Sonrasında, teflon tüpler içerisindeki çözeltiler cam beherlere konularak 50 – 100 °C'de elektrikli ısıtıcıda buharlaştırma işlemi yapılır ve ortamdaki fazla asitler buharlaştırılır (bu işlem sonrasında çözünmeyen örnekler kalır ise derişik (% 30, w/w) hidrojen peroksit (H₂O₂) eklenerek buharlaştırmaya devam edilir. Bu süregelen işlemler tamamlandıktan sonra ise elde edilen çözeltiler önce süzülüp sonrasında 1 ml steril bir mezür içerisine alınarak üzerine 9 ml saf su eklenip, 10 ml'ye tamamlanır. Daha sonrasında, cam tüplere aktarılan örnekler AAS (Atomik Absorbsiyon Spektrometresi)'de analiz edilinceye kadar ışık almayan ve serin bir ortamda bekletilir. Ardından, hazırlanan örnekler AAS'de analiz edilir (Narin ve ark., 2000).

2.3. ATOMİK ABSORBSİYON SPEKTROMETRESİ (AAS)

AAS yöntemi ile metalik özellik gösteren yaklaşık 70 kadar elementin nicel tayinini yapmak mümkündür.

Cihazın gerçek anlamda kullanımı 1955 yılında başlamıştır. Walsh, Alkemade ve Milatz, birbirinden bağımsız olarak yürüttükleri çalışmalar neticesinde 1955 yılında yaptıkları yayınlarda atomik absorbsiyon spektroskopisinin temel bir analitik yöntem olduğunu ortaya koymuşlardır (Haswell, 1991).

Serbest haldeki tüm element atomları, üzerlerine düşen kendilerine özgü dalga boylarındaki ışınları absorblar. Spektroskopik tayinlerde elementin bu absorbsiyon dalga boylarından biri kullanılır. Genellikle seçilen dalga boyu, absorbsiyonun en şiddetli olduğu dalga boyu olup rezonans dalga boyu olarak ifade edilir. Böylece seçilen dalga boyunda küçük derişimlerde bile absorbsiyon değerleri

okunabilir. Tayin ortamında elementin rezonans hattıyla spektral girişim oluşturan element veya moleküller var ise, girişimin olmadığı fakat absorpsiyon şiddetinin derişim tayini için yeterli olabileceği başka bir absorpsiyon hattı seçilir.

AAS yönteminde bir elementin nicel tayini, derişimleri bilinen standart çözeltilerin absorbanslarıyla örnek çözeltilisinin absorbansı karşılaştırılarak yapılır. Katı veya sıvı örnekleri atomlaştırmadan önce uygun çözeltileri hazırlanır. Örnek çözeltileri hazırlanırken tayin elementinin atomlaşma verimini olumsuz yönde etkilemeyen, girişimlerin olmadığı ve yeterli absorpsiyon şiddetinin alınabileceği ortam şartları ayarlanmalıdır. Örnek ve standartların absorbansları, cihazın bütün parametreleri ayarlandıktan sonra aynı şartlarda ara verilmeden ölçülmelidir.

AAS'de örnek çözeltilisinin derişimini belirlemek amacıyla iki farklı yöntem izlenir (Yalçınkaya, 2005):

- Kalibrasyon Yöntemi

Bu yöntem için, tayin edilecek elementin stok standart çözeltilerinden belirli derişimlerde en az üç kalibrasyon çözeltilisi hazırlanır. Kalibrasyon ve örnek çözeltilerinin derişimlerine karşılık absorbansları grafiğe geçirilir ve elde edilen noktalar birleştirilerek bir doğru çizilir. Bu grafiğe "kalibrasyon eğrisi" denir.

Kalibrasyon eğrisinden yararlanarak, absorbans değerlerine karşılık gelen derişim bulunur. Örnek çözeltilerinin absorbansları kalibrasyon eğrisinde absorbansın derişimle doğrusal olarak değiştiği aralıkta olmalıdır. Örnek çözeltilerinin absorbansları bu aralığın dışında ise seyreltme veya deriştirme yolu ile bu aralığa çekilmelidir. Çok sayıda örnek çözeltilisine uygulanabilmesi bu yöntemin üstünlüğüdür (Yalçınkaya, 2005).

- Standart Katma Yöntemi

Genellikle tayini yapılacak örnek çözeltilerinin çok çeşitli bileşenler içermesi, kalibrasyon çözeltilerinin ise bu bileşenleri içermemesi tayinler için önemli bir

sorundur. Böyle çözeltilerin analizinde örnek bileşenlerinden dolayı oluşabilecek girişimler nedeniyle doğru sonuca ulaşmak oldukça güçtür. Standart katma yöntemi kullanılarak daha doğru sonuçlara ulaşmak mümkündür.

Standart katma yönteminde tayini yapılacak örnekten en az üç eşit kısım alınır. Birinci kısma yalnızca çözücü, diğerlerine ise artan belirli miktarlarda kalibrasyon çözeltileri katılıp her biri çözücü ile eşit hacme tamamlanır.

Absorbanslar okunur ve katılan derişime karşı absorbans grafiği çizilir. Elde edilen doğrunun derişim eksenini kestiği noktanın absorbans eksenine olan uzaklığı örneğin derişimine karşılık gelir. Bu yöntem, analiz edilecek örneklerin sayısının fazla olması halinde, çözeltilerin hazırlanması için çok fazla zaman gerektirmesi ve analiz süresinin uzaması sebebiyle kolay değildir (Yalçınkaya, 2005).

2.4. İSTATİSTİKSEL ANALİZLER

İstatistiksel hesaplamalarda IBM SPSS 21 programı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar “One - Way Anova” testine tabi tutulmuş olup balık doku ve organlarında belirlenen metal birikimleri ve mevsimler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla “Kruskal-Wallis Testi” yapılmıştır. Bununla birlikte, balık örneklerinde tespit edilen ağır metal değerlerinin incelenen organlar arasındaki farklılık derecesini saptamak amacı ile “t testi” uygulanmıştır (Düzgüneş, 1983).

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. *Clarias gariepinus*'un DOKULARINDA ÖLÇÜLEN ESER ELEMENT DÜZEYLERİ

Araştırmada Ceyhan nehri havzasında bulunan drenaj kanallarından örneklenen *Clarias gariepinus* türünün kas, karaciğer, solungaç, yardımcı solunum

organi ve beyin dokularındaki Al, Cu, Zn, Fe, Mn ve Cr düzeyleri sırasıyla tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 1. *Clarias gariepinus*'un kış mevsiminde farklı organlarında ölçülen ortalama Al, Cu, Zn, Fe, Mn ve Cr düzeyleri ($\mu\text{g/g}$) (n=4).

		KAS	KARACİĞER	SOLUNGAÇ	YSO	BEYİN
Al	Minimum	6,40	5,00	5,80	5,88	8,95
	Maksimum	12,00	7,40	12,60	17,75	18,20
	Ortalama	8,9000	6,4500	9,6500	9,8025	12,1825
	Standart Hata	1,18181	0,58523	1,42683	2,75971	2,14873
	Standart Sapma	$\pm 2,36361$	$\pm 1,17047$	$\pm 2,85365$	$\pm 5,51943$	$\pm 4,29747$
Cu	Minimum	TSA	6,72	0,27	0,26	TSA
	Maksimum	0,07	68,44	0,75	1,43	TSA
	Ortalama	0,0175	27,2875	0,5150	0,9775	TSA
	Standart Hata	0,0175	14,04735	0,10958	0,27232	TSA
	Standart Sapma	$\pm 0,035$	$\pm 28,09471$	$\pm 0,21917$	$\pm 0,54463$	TSA
Zn	Minimum	3,80	20,20	23,60	10,94	1,76
	Maksimum	14,20	125,80	37,20	30,00	12,11
	Ortalama	8,1500	50,0500	28,6500	22,0375	4,9200
	Standart Hata	2,22467	25,45864	3,09987	4,1465	2,42243
	Standart Sapma	$\pm 4,44934$	$\pm 50,91729$	$\pm 6,19973$	$\pm 8,29299$	$\pm 4,84487$
Fe	Minimum	7,05	61,80	17,01	30,04	3,78
	Maksimum	10,89	1401,80	93,92	87,82	14,99
	Ortalama	8,6375	530,0800	38,9650	62,8300	8,0300
	Standart Hata	0,81053	307,43143	18,44309	12,1124	2,49113
	Standart Sapma	$\pm 1,62106$	$\pm 614,86286$	$\pm 36,88618$	$\pm 24,22481$	$\pm 4,98226$
Mn	Minimum	TSA	1,35	10,33	0,50	TSA
	Maksimum	0,72	5,00	23,14	1,44	TSA
	Ortalama	0,1975	2,7275	17,7500	1,0100	TSA
	Standart Hata	0,17495	0,85511	3,08315	0,20273	TSA
	Standart Sapma	$\pm 0,34989$	$\pm 1,71021$	$\pm 6,16629$	$\pm 0,40546$	TSA
Cr	Minimum	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
	Maksimum	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
	Ortalama	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
	Standart Hata	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
	Standart Sapma	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA

TSA: Tayin Sınırının Altında.

Tablo 1’de gözlemlendiği üzere, *Clarias gariepinus*'un kış mevsiminde farklı organlarındaki alüminyum değerleri incelendiğinde; kas dokusu için minimum değer: 6,4 $\mu\text{g/g}$, maksimum değer: 12 $\mu\text{g/g}$; karaciğer için minimum değer: 5 $\mu\text{g/g}$,

maksimum değer 7,4 µg/g; solungaç için minimum değer: 5,8 µg/g, maksimum değer: 12,6 µg/g; yardımcı solunum organı (YSO) için minimum değer: 5,88 µg/g, maksimum değer: 17,75 µg/g; beyin için minimum değer: 8,95 µg/g, maksimum değer: 18,2 µg/g'dir.

Clarias gariepinus'un kış mevsiminde farklı organlarındaki bakır değerleri incelendiğinde (Tablo 1); kas dokusu için minimum değer tayin sınırının altında iken maksimum değer: 0,07 µg/g; karaciğer için minimum değer: 6,72 µg/g, maksimum değer 68,44 µg/g; solungaç için minimum değer: 0,27 µg/g, maksimum değer: 0,75 µg/g; yardımcı solunum organı (YSO) için minimum değer: 0,26 µg/g, maksimum değer: 1,43 µg/g; beyin için ise değerler tayin sınırının altında olması nedeniyle 0 µg/g'dir.

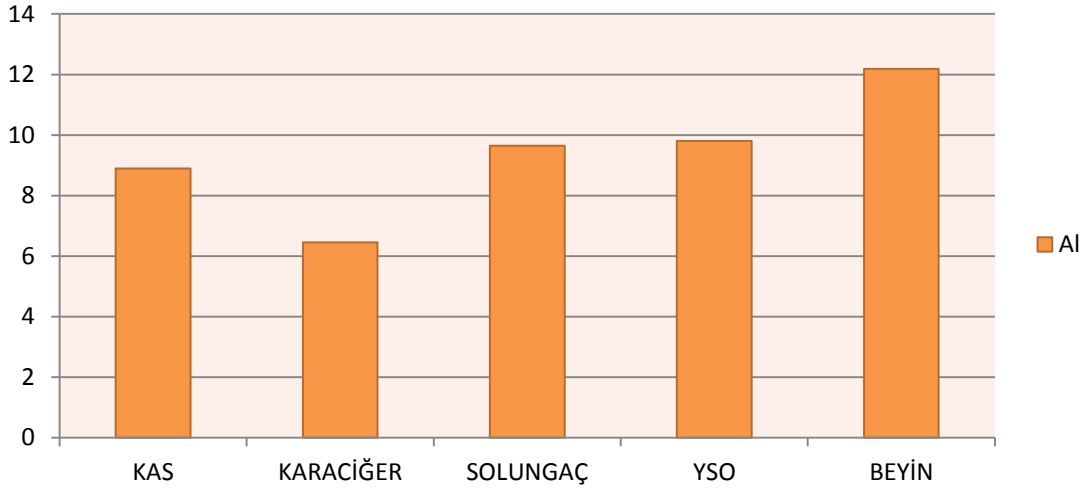
Clarias gariepinus'un kış mevsiminde farklı organlarındaki çinko değerleri incelendiğinde (Tablo 1); kas dokusu için minimum değer: 3,8 µg/g, maksimum değer: 14,2 µg/g; karaciğer için minimum değer: 20,2 µg/g, maksimum değer 125,8 µg/g; solungaç için minimum değer: 23,6 µg/g, maksimum değer: 37,2 µg/g; yardımcı solunum organı (YSO) için minimum değer: 10,94 µg/g, maksimum değer: 30 µg/g; beyin için minimum değer: 1,76 µg/g, maksimum değer: 12,11 µg/g'dir.

Clarias gariepinus'un kış mevsiminde farklı organlarındaki demir değerleri incelendiğinde (Tablo 1); kas dokusu için minimum değer: 7,05 µg/g, maksimum değer: 10,89 µg/g; karaciğer için minimum değer: 61,8 µg/g, maksimum değer 1401,8 µg/g; solungaç için minimum değer: 17,01 µg/g, maksimum değer: 93,92 µg/g; yardımcı solunum organı (YSO) için minimum değer: 30,04 µg/g, maksimum değer: 87,82 µg/g; beyin için minimum değer: 3,78 µg/g, maksimum değer: 14,99 µg/g'dir.

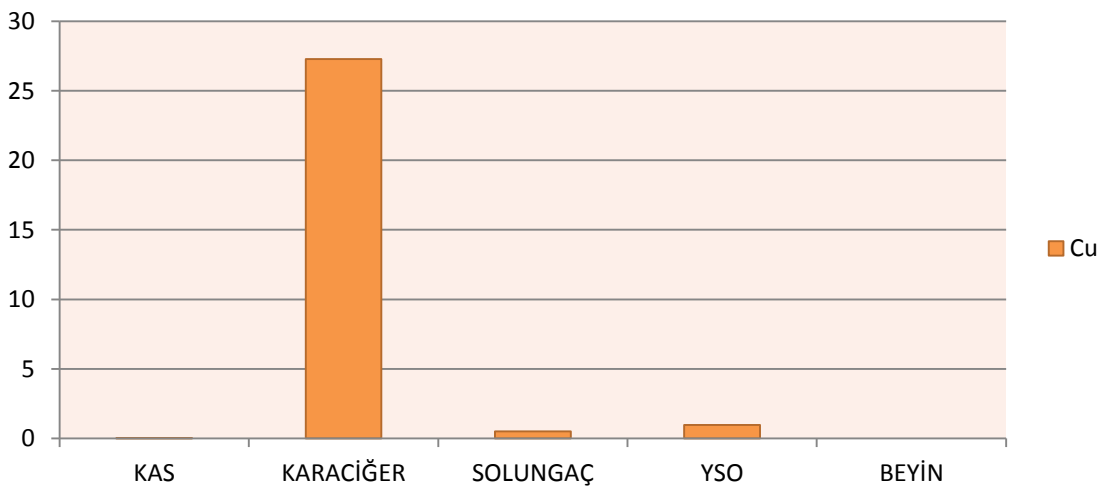
Clarias gariepinus'un kış mevsiminde farklı organlarındaki mangan değerleri incelendiğinde (Tablo 1); kas dokusu için minimum değer tayin sınırının altında olması nedeniyle 0 µg/g, maksimum değer: 0,72 µg/g; karaciğer için minimum değer: 1,35 µg/g, maksimum değer 5 µg/g; solungaç için minimum değer: 10,33 µg/g, maksimum değer: 23,14 µg/g; yardımcı solunum organı (YSO) için minimum

değer: 0,5 µg/g, maksimum değer: 1,44 µg/g; beyin için ise değerler tayin sınırının altındadır.

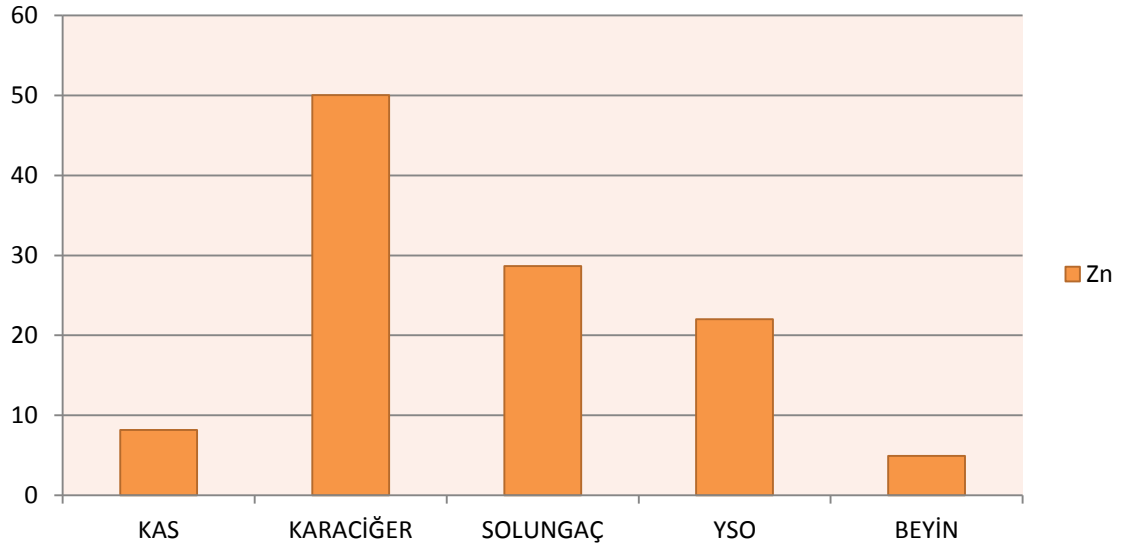
Clarias gariepinus'un kış mevsiminde farklı organlarındaki krom değerleri incelendiğinde (Tablo 1); tüm dokulardaki değerler tayin sınırının altında olması nedeniyle 0 µg/g'dır.



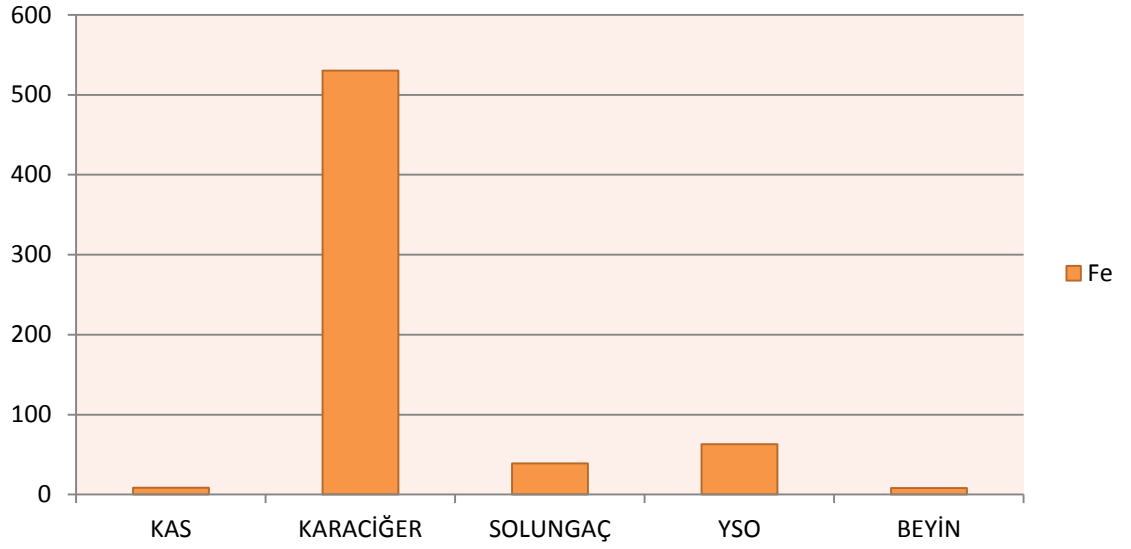
Şekil 6. Kış mevsiminde *Clarias gariepinus*'un dokularındaki ortalama Al düzeyleri (µg/g).



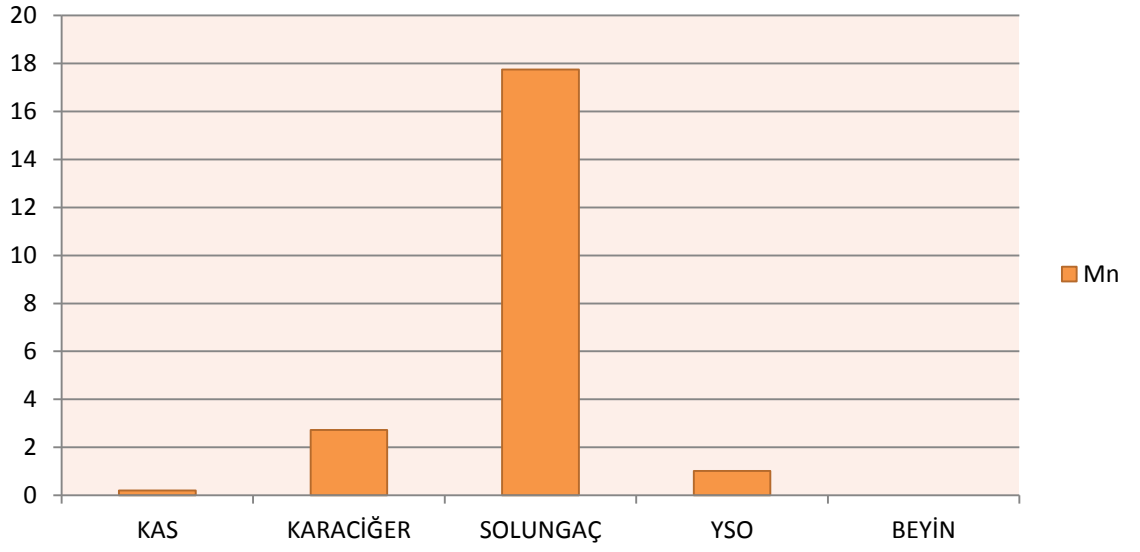
Şekil 7. Kış mevsiminde *Clarias gariepinus*'un dokularındaki ortalama Cu düzeyleri (µg/g).



Şekil 8. Kış mevsiminde *Clarias gariepinus*'un dokularındaki ortalama Zn düzeyleri (µg/g).



Şekil 9. Kış mevsiminde *Clarias gariepinus*'un dokularındaki ortalama Fe düzeyleri (µg/g).



Şekil 10. Kış mevsiminde *Clarias gariepinus*'un dokularındaki ortalama Mn düzeyleri (µg/g).

Yapılan araştırmada; *Clarias gariepinus*'un dokularının kış mevsimindeki element birikim düzeylerinin, karşılaştırması yapıldığında alüminyumun en fazla beyinde, en az karaciğerde (Şekil 6), bakırın en fazla karaciğerde, en az ise kas dokuda biriktiği (Şekil 7), çinkonun en fazla karaciğerde, en az beyinde (Şekil 8), demirin en fazla karaciğerde, en az kas doku ve beyinde (Şekil 9), manganın en fazla solungaçta, en az beyin ve kas dokuda (Şekil 10) biriktiği gözlemlenmektedir. Kromun ise tayin sınırının altında olması nedeniyle hiçbir dokuda tespit edilemediği gözlemlenmiştir.

Tablo 2. *Clarias gariepinus*'un yaz mevsiminde farklı organlarında ölçülen ortalama Al, Cu, Zn, Fe, Mn ve Cr düzeyleri ($\mu\text{g/g}$) (n=4).

		KAS	KARACİĞER	SOLUNGAÇ	YSO	BEYİN
Al	Minimum	4,98	5,93	4,53	11,20	19,97
	Maksimum	5,20	6,32	4,86	11,57	20,34
	Ortalama	5,0750	6,1125	4,7350	11,4000	20,1950
	Standart Hata	0,05188	0,08976	0,07194	0,07627	0,08026
	Standart Sapma	$\pm 0,10376$	$\pm 0,17951$	$\pm 0,14387$	$\pm 0,15253$	$\pm 0,16052$
Cu	Minimum	TSA	5,10	TSA	0,58	TSA
	Maksimum	TSA	5,23	TSA	0,72	TSA
	Ortalama	TSA	5,1650	TSA	0,6425	TSA
	Standart Hata	TSA	0,03227	TSA	0,02955	TSA
	Standart Sapma	TSA	$\pm 0,06455$	TSA	$\pm 0,05909$	TSA
Zn	Minimum	2,97	15,30	4,52	15,30	2,15
	Maksimum	3,20	15,8	4,63	15,89	2,34
	Ortalama	3,0875	15,5675	4,5850	15,6300	2,2275
	Standart Hata	0,05963	0,10274	0,02327	0,12349	0,04029
	Standart Sapma	$\pm 0,11927$	$\pm 0,20549$	$\pm 0,04655$	$\pm 0,24698$	$\pm 0,08057$
Fe	Minimum	2,45	54,12	14,30	63,89	3,38
	Maksimum	2,62	56,80	14,50	64,90	3,67
	Ortalama	2,5300	55,6150	14,4025	64,4425	3,4900
	Standart Hata	0,03629	0,57454	0,04871	0,23732	0,06646
	Standart Sapma	$\pm 0,07257$	$\pm 1,14907$	$\pm 0,09743$	$\pm 0,47465$	$\pm 0,13292$
Mn	Minimum	TSA	0,86	0,70	1,67	2,56
	Maksimum	TSA	1,13	0,81	1,80	2,70
	Ortalama	TSA	0,9850	0,7625	1,7375	2,6350
	Standart Hata	TSA	0,05545	0,02428	0,02689	0,02901
	Standart Sapma	TSA	$\pm 0,11091$	$\pm 0,04856$	$\pm 0,05377$	$\pm 0,05802$
Cr	Minimum	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
	Maksimum	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
	Ortalama	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
	Standart Hata	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA
	Standart Sapma	TSA	TSA	TSA	TSA	TSA

TSA: Tayin Sınırının Altında.

Tablo 2’de gözlemlendiği üzere, *Clarias gariepinus*’un yaz mevsiminde farklı organlarındaki alüminyum değerleri incelendiğinde; kas dokusu için minimum değer: 4,98 $\mu\text{g/g}$, maksimum değer: 5,2 $\mu\text{g/g}$; karaciğer için minimum değer: 5,93 $\mu\text{g/g}$, maksimum değer 6,32 $\mu\text{g/g}$; solungaç için minimum değer: 4,53 $\mu\text{g/g}$, maksimum değer: 4,86 $\mu\text{g/g}$; yardımcı solunum organı (YSO) için minimum değer: 11,2 $\mu\text{g/g}$, maksimum değer: 11,57 $\mu\text{g/g}$; beyin için minimum değer: 19,97 $\mu\text{g/g}$, maksimum değer: 20,34 $\mu\text{g/g}$ ’dir.

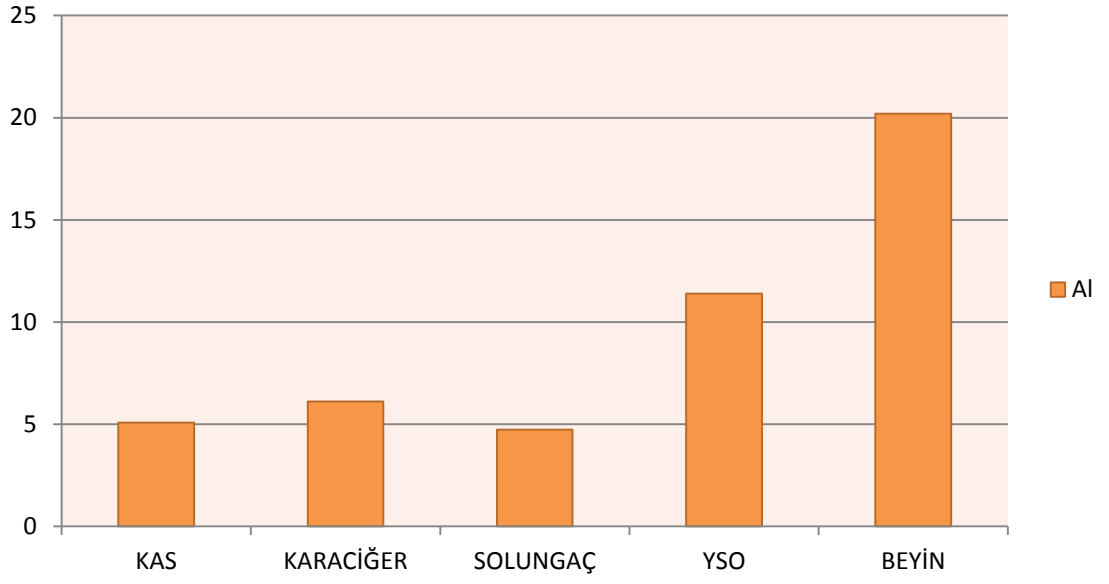
Clarias gariepinus'un yaz mevsiminde farklı organlarındaki bakır değerleri incelendiğinde (Tablo 2); kas dokusu için değerler tayin sınırının altında olması nedeniyle 0 µg/g; karaciğer için minimum değer: 5,1 µg/g, maksimum değer 5,23 µg/g; solungaç için değerler tayin sınırının altında olması nedeniyle 0 µg/g; yardımcı solunum organı (YSO) için minimum değer: 0,58 µg/g, maksimum değer: 0,72 µg/g; beyin için değerler tayin sınırının altında olması nedeniyle 0 µg/g'dir.

Clarias gariepinus'un yaz mevsiminde farklı organlarındaki çinko değerleri incelendiğinde (Tablo 2); kas dokusu için minimum değer: 2,97 µg/g, maksimum değer: 3,2 µg/g; karaciğer için minimum değer: 15,3 µg/g, maksimum değer 15,8 µg/g; solungaç için minimum değer: 4,52 µg/g, maksimum değer: 4,63 µg/g; yardımcı solunum organı (YSO) için minimum değer: 15,3 µg/g, maksimum değer: 15,89 µg/g; beyin için minimum değer: 2,15 µg/g, maksimum değer: 2,34 µg/g'dir.

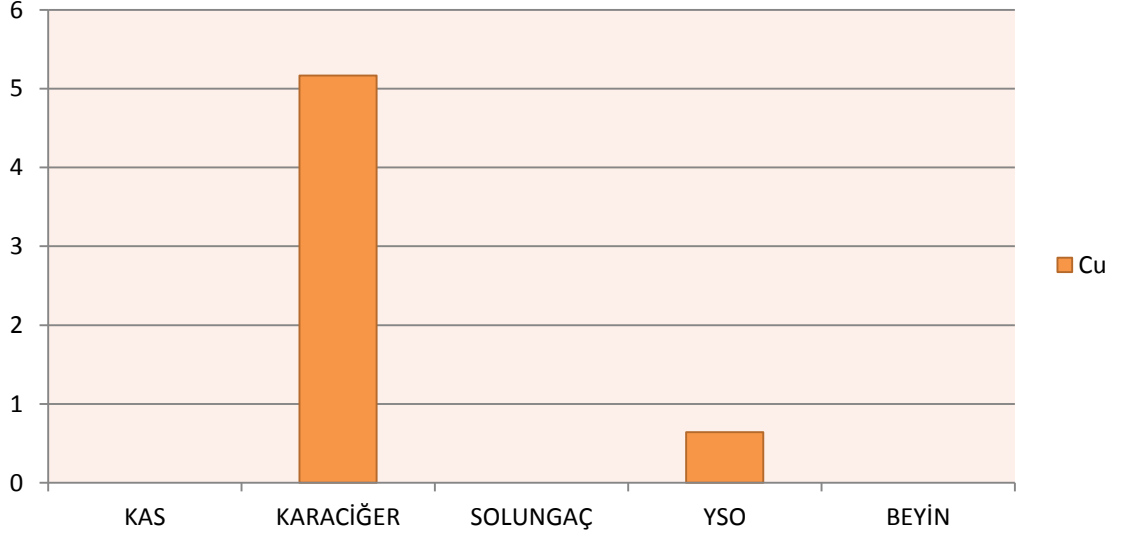
Clarias gariepinus'un yaz mevsiminde farklı organlarındaki demir değerleri incelendiğinde (Tablo 2); kas dokusu için minimum değer: 2,45 µg/g, maksimum değer: 2,62 µg/g; karaciğer için minimum değer: 54,12 µg/g, maksimum değer 56,8 µg/g; solungaç için minimum değer: 14,3 µg/g, maksimum değer: 14,5 µg/g; yardımcı solunum organı (YSO) için minimum değer: 63,89 µg/g, maksimum değer: 64,9 µg/g; beyin için minimum değer: 3,38 µg/g, maksimum değer: 3,67 µg/g'dir.

Clarias gariepinus'un yaz mevsiminde farklı organlarındaki mangan değerleri incelendiğinde (Tablo 2); kas dokusu için değerler tayin sınırının altında olması nedeniyle 0 µg/g; karaciğer için minimum değer: 0,86 µg/g, maksimum değer 1,13 µg/g; solungaç için minimum değer: 0,7 µg/g, maksimum değer: 0,81 µg/g; yardımcı solunum organı (YSO) için minimum değer: 1,67 µg/g, maksimum değer: 1,8 µg/g; beyin için minimum değer: 2,56 µg/g, maksimum değer: 2,7 µg/g'dir.

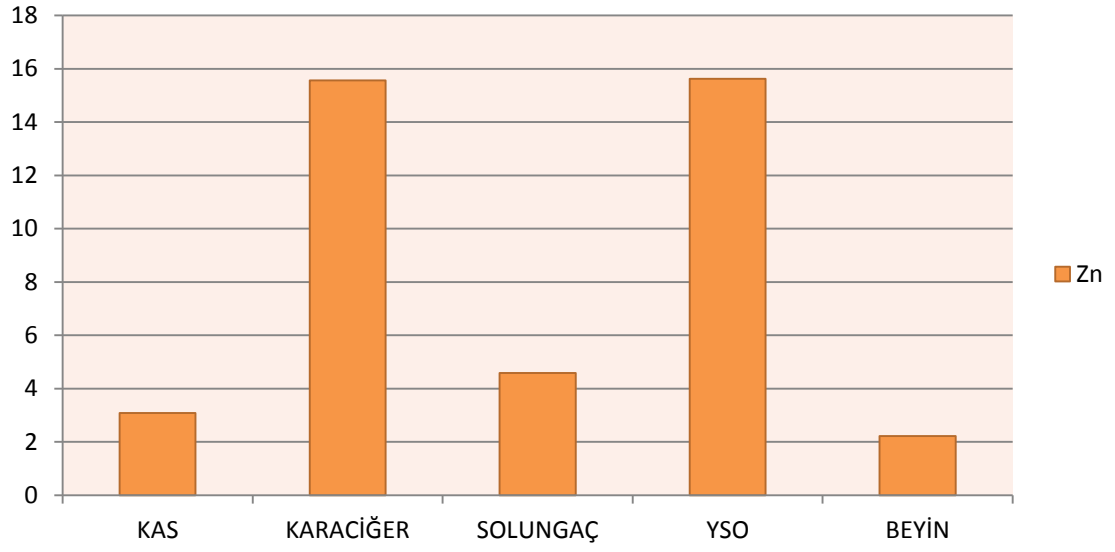
Clarias gariepinus'un yaz mevsiminde farklı organlarındaki krom değerleri incelendiğinde (Tablo 2); tüm dokulardaki değerler tayin sınırının altındadır.



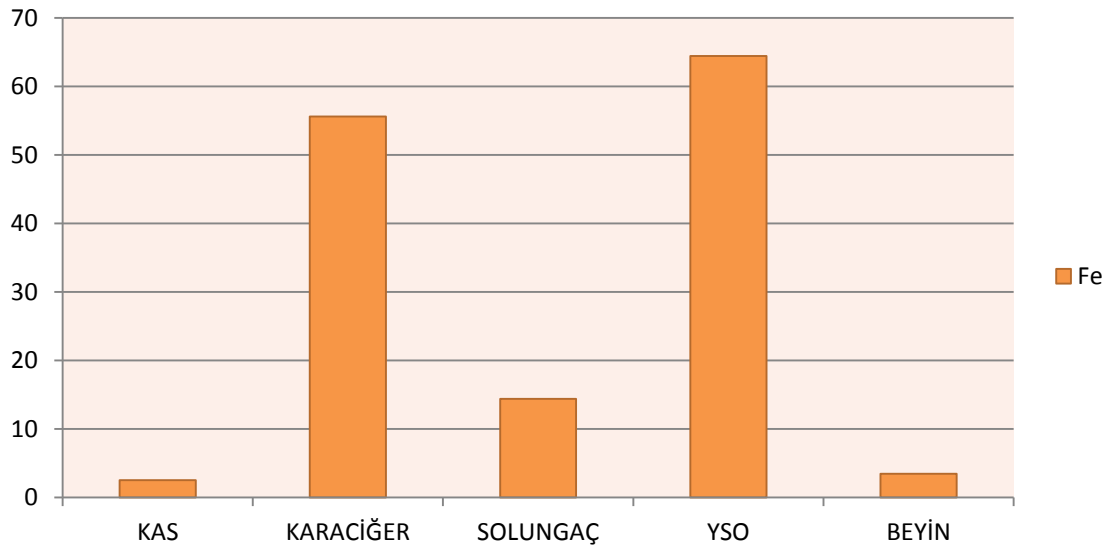
Şekil 11. İlkbahar mevsiminde *Clarias gariepinus*'un dokularındaki ortalama Al düzeyleri (µg/g).



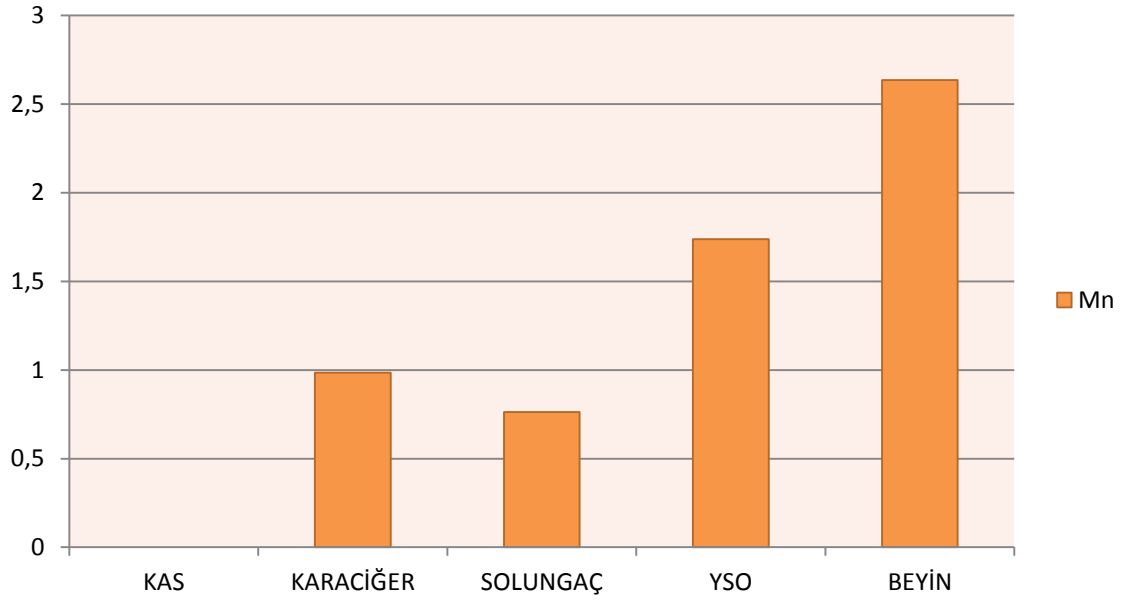
Şekil 12. İlkbahar mevsiminde *Clarias gariepinus*'un dokularındaki ortalama Cu düzeyleri (µg/g).



Şekil 13. İlkbahar mevsiminde *Clarias gariepinus*'un dokularındaki ortalama Zn düzeyleri (µg/g).



Şekil 14. İlkbahar mevsiminde *Clarias gariepinus*'un dokularındaki ortalama Fe düzeyleri (µg/g).



Şekil 15. İlkbahar mevsiminde *Clarias gariepinus*'un dokularındaki ortalama Mn düzeyleri (µg/g).

Yapılan araştırmada; *Clarias gariepinus*'un dokularının yaz mevsimindeki element birikim düzeylerinin, karşılaştırması yapıldığında alüminyumun en fazla beyinde, en az kas doku ve solungaçta (Şekil 11), bakırın en fazla karaciğerde, en az ise kas doku, solungaç ve beyinde biriktiği (Şekil 12), çinkonun en fazla karaciğer ve yardımcı solunum organında (YSO), en az beyinde (Şekil 13), demirin en fazla yardımcı solunum organında, en az kas doku ve beyinde (Şekil 14), manganın en fazla beyinde, en az ise kas dokuda (Şekil 15) biriktiği gözlemlenmektedir. Kromun ise tayin sınırının altında olması nedeniyle hiçbir dokuda tespit edilemediği gözlemlenmiştir.

Tablo 3. Kış ve yaz mevsimlerinde; kas, karaciğer, solungaç, YSO ve beyin dokularındaki eser element düzeyleri ($\mu\text{g/g}$) ile bu mevsimsel düzeylerinin karşılaştırılması ($p < 0,05$).

ELEMENT	DOKU	KIŞ (ort.)	YAZ (ort.)	P
Al	Kas	8,9	5,075	0,018*
	Karaciğer	6,45	6,1125	0,589
	Solungaç	9,65	4,735	0,014*
	YSO	9,8025	11,4	0,584
	Beyin	12,1825	20,195	0,010*
Cu	Kas	0,0175	TSA	0,356
	Karaciğer	27,2875	5,165	0,166
	Solungaç	0,515	TSA	0,003*
	YSO	0,9775	0,6425	0,267
	Beyin	TSA	TSA	-----
Zn	Kas	8,15	3,0875	0,063
	Karaciğer	50,05	15,5675	0,224
	Solungaç	28,65	4,585	0,000*
	YSO	22,0375	15,63	0,173
	Beyin	4,92	2,2275	0,309
Fe	Kas	8,6375	2,53	0,000*
	Karaciğer	530,08	55,615	0,174
	Solungaç	38,965	14,4025	0,231
	YSO	62,83	64,4425	0,898
	Beyin	8,03	3,49	0,118
Mn	Kas	0,1975	TSA	0,302
	Karaciğer	2,7275	0,985	0,088
	Solungaç	17,75	0,7625	0,002*
	YSO	1,01	1,7375	0,012*
	Beyin	TSA	2,635	0,000*
Cr	Kas	TSA	TSA	-----
	Karaciğer	TSA	TSA	-----
	Solungaç	TSA	TSA	-----
	YSO	TSA	TSA	-----
	Beyin	TSA	TSA	-----

*Her bir parametrenin, dokularda ki mevsimsel değişimi bakımından istatistiksel farklılığını ifade etmektedir ($p < 0,05$). TSA: Tayin Sınırının Altında.

Tablo 3’de gözlemlendiği üzere, kış ve yaz mevsimlerinde; çalışılan dokulardaki eser element birikim düzeylerine bakıldığında, Al elementinin; yaz mevsiminin kış mevsimine oranla kas ve solungaçta azalış göstermesinin, beyinde ise artış göstermesinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0,05$) tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, Cu, Zn ve Mn elementlerinin; yaz mevsiminin kış mevsimine oranla birikim düzeylerinde azalış göstermesi, sadece solungaçta istatistiksel açıdan anlamlı olarak ($p<0,05$) tespit edilmiştir. Bununla birlikte Mn elementinin; yaz mevsiminin kış mevsimine oranla birikim düzeylerinde artış göstermesi de yardımcı solunum organı (YSO) ve beyin dokuda istatistiksel açıdan anlamlı olarak ($p<0,05$) tespit edilmiştir. Fe elementinin; yaz mevsiminin kış mevsimine oranla birikim düzeylerinde azalış göstermesinin, yalnızca kas dokuda istatistiksel açıdan anlamlı olarak ($p<0,05$) tespit edilmiştir. Cr elementi ise; tüm dokularda tayin sınırının altında olması sebebi ile tespit edilememiş ve istatistiksel açıdan değerlendirmeye alınmamıştır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. TARTIŞMA

Yapmış olduğumuz bu çalışmada, Ceyhan nehri havzasında bulunan drenaj kanallarından örneklenen *Clarias gariiepinus* türünün kas, karaciğer, solungaç, yardımcı solunum organı ve beyin dokularında ki toksik etkiye sahip olabilen Al, Cu, Zn, Fe, Mn ve Cr elementlerinin konsantrasyonları ve bu elementlerin çalışılan örneklerdeki mevsimsel değişimleri araştırılmıştır.

Akuatik ortamlarda doğal koşullarda düşük derişimlerde bulunan ağır metaller temelde antropojenik faktörlerin etkisiyle yüksek derişimlere ulaşarak akuatik organizmalarda habitat derişimlerine, toplu ölümlere ya da hoşgörüsü yüksek türlerin dokularında birikerek yaşamsal olaylarda derişikliklere neden olduğu

gibi, artan derişimler de besin zinciri aracılığı ile de üst trofik düzeyleri etkilemektedir (Heath, 1995).

Suyun kimyasal özellikleri, organik bileşikler, büyüme oranı, beslenme biçimi ve habitat seçimi gibi biyolojik faktörler de ağır metallerin balıklardaki birikimini etkiler (McFarlane ve Franzin, 1980; Campbell ve Stokes, 1985; Bradley ve Morris, 1986; Dallinger ve ark., 1987; Sprenger ve ark., 1988; Iivonen ve ark., 1992).

Önceki yapılan çalışmalarda, sucul organizmalarda; ağır metal birikimi ve bu elementlerin toksik etkileri, ortamın biyotik ve abiyotik faktörleri ile doğrudan ilişkili olduğu belirtilmiştir (Pickering ve Henderson, 1966; Alabaster ve Lioyd, 1980; Van Der Putte ve ark., 1981; Martin ve ark., 1981; Spry ve Wiener, 1991; Kock ve ark., 1996; Nussey ve ark., 2000; Adhikari ve ark., 2006).

Yapılan çalışmada; *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) türü bireylerinde, kış mevsiminde Al elementi birikimi en az karaciğerde, yaz mevsiminde ise en az solungaçta tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra kış mevsiminde ki dokular arası Al birikim düzeyleri “karaciğer < kas < solungaç < yardımcı solunum organı < beyin” olarak sıralanmakta olup yaz mevsiminde ise “solungaç < kas < karaciğer < yardımcı solunum organı < beyin” olarak sıralanmaktadır. Bununla birlikte Al elementi birikimleri ile mevsimler arasındaki ilişkiye bakıldığında; kas ve solungaç için istatistiksel olarak anlamlı azalış tespit edilmiş olup, beyin için istatistiksel olarak anlamlı artış tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Karaciğerde ki azalışın ve yardımcı solunum organında ki artışın ise istatistiksel olarak anlamsız olduğu ($p > 0,05$) hesaplanmıştır.

Cu elementi birikim düzeyi kış mevsiminde, söz konusu elementin tayin sınırının altında olması sebebi ile en az beyinde gözlemlendiği kabul edilmiş olup, yaz mevsiminde ise birikim düzeyi tayin sınırının altında olması sebebiyle kas, solungaç ve beyin dokularında 0 µg/g olarak tespit edilmiş ve en az düzeyde olduğu kabul edilmiştir. Bununla birlikte kış mevsiminde ki dokular arası Cu birikim düzeyleri “beyin < kas < solungaç < yardımcı solunum organı < karaciğer” olarak sıralanmakta olup yaz mevsiminde ise “kas ≈ solungaç ≈ beyin < yardımcı solunum organı < karaciğer” olarak sıralanmaktadır. Cu elementi birikim düzeyleri ile mevsimler arasındaki ilişkiye bakıldığında; solungaç için istatistiksel olarak anlamlı azalış tespit edilmiş olup ($p < 0,05$); kas, karaciğer, yardımcı solunum organı için

tespit edilen azalışın istatistiksel olarak anlamsız olduğu belirlenmiş ($p>0,05$) ve beyinde Cu elementi birikiminin, tayin sınırının altında olması sebebi ile istatistiksel hesaplaması yapılamamıştır.

Asi Nehri'nde önceki yıllarda yapılmış olan çalışmalarda kas dokuda ki Cu elementi seviyeleri, mevcut değerlerimizden düşük bulunmuştur. Sonuçlardaki bu farklılıklar, araştırma yapılan bölgelerin çevrelerinde ki; karasal ortamların özellikleri, endüstriyel, evsel ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanabilir. Fakat yapmış olduğumuz çalışmada Cu elementi düzeyinin daha düşük seviyede çıkması, bölgede ki suların atıklar vasıtasıyla doğrudan veya dolaylı yoldan suların kirlenmesinin, eski dönemlere göre daha az gerçekleştiğini ifade etmektedir (Doğan, 2004; An ve Kampbell, 2003; Turgut, 2003; Cataldo ve ark., 2001; Türkmen, 2003; Nguyen ve ark., 2005; Stead – Dexter ve Ward, 2004; Singh ve ark., 2005; Çalışkan, 2005).

Zn elementinin her iki mevsimde de birikim düzeyinin en az tespit edildiği doku beyin olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra; Zn elementinin kış mevsimi birikim düzeyleri “beyin < kas < yardımcı solunum organı < solungaç < karaciğer” olarak sıralanmakta olup, yaz mevsiminde ise “beyin < kas < solungaç < karaciğer < yardımcı solunum organı” olarak sıralanmıştır. Zn elementi birikim düzeyleri ile mevsimler arasındaki ilişkiye bakıldığında; yalnızca solungaç için istatistiksel olarak anlamlı azalış tespit edilmiş olup ($p<0,05$); diğer dokular için birikim düzeylerinde ki azalışın istatistiksel olarak anlamsız olduğu ($p>0,05$) tespit edilmiştir.

Fe elementi birikim düzeyi kış mevsiminde en az beyinde tespit edilmiş olup, yaz mevsiminde ise en az kas dokuda tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra; Fe elementinin kış mevsimi birikim düzeyleri “beyin < kas < solungaç < yardımcı solunum organı < karaciğer” olarak sıralanmakta olup, yaz mevsiminde ise “kas < beyin < solungaç < karaciğer < yardımcı solunum organı” olarak sıralanmıştır. Fe elementi birikim düzeyleri ile mevsimler arasındaki ilişkiye bakıldığında; yalnızca kas doku için istatistiksel olarak anlamlı azalış tespit edilmiş olup ($p<0,05$); diğer dokular için birikim düzeylerinde ki artış veya azalışların istatistiksel olarak anlamsız olduğu ($p>0,05$) tespit edilmiştir.

Mn elementi birikim düzeyi kış mevsiminde, söz konusu elementin tayin sınırının altında olması sebebi ile en az beyinde gözlemlenmekte olup, yaz

mevsiminde ise en az birikim düzeyi tayin sınırının altında olması sebebiyle kas dokusunda 0 µg/g olarak tespit edilmiştir. Bununla birlikte kış mevsiminde ki dokular arası Mn birikim düzeyleri “beyin < kas < yardımcı solunum organı < karaciğer < solungaç” olarak sıralanmakta olup, yaz mevsiminde ise “kas < solungaç < karaciğer < yardımcı solunum organı < beyin” olarak sıralanmıştır. Mn elementi birikim düzeyleri ile mevsimler arasındaki ilişkiye bakıldığında; solungaç için istatistiksel olarak anlamlı azalış olduğu tespit edilmiş olup (p<0,05), yardımcı solunum organı ve beyin için ise istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu (p<0,05) tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra; kas ve karaciğer dokuları için birikim düzeylerinde tespit edilmiş azalışın istatistiksel olarak anlamsız olduğu (p>0,05) belirlenmiştir.

Cr elementi birikim düzeyleri, tayin sınırının altında olması nedeniyle istatistiksel açıdan değerlendirmeye alınmamıştır.

Genellikle element birikim düzeylerinin mevsimler arasında en az yaz mevsiminde, en fazla kış mevsiminde; dokular arasında ise genellikle en az kas, en fazla karaciğer dokusunda olduğu saptanmıştır. Önceki yıllarda yapılmış olan çalışmalarda balık dokularında ağır metal birikiminin en düşük düzeyde gözlemlendiği kas dokusu iken en yüksek solungaç ve karaciğer dokularında gözlemlenmiştir (Canlı ve ark., 1998; Amundsen ve ark., 1997; Karadede ve Ünlü, 2000; Doğan, 2004; Maracovecchio, 2004; Kirby ve ark., 2001; Eastwood ve Couture, 2002; Farkas ve ark., 2000; Karadede ve ark., 2004).

Clarias gariepinus türü ile yapılan bu çalışmada genel olarak ağır metal birikim düzeyinin en yüksek olduğu organ karaciğer olarak tespit edilmiş olup; Karadede ve arkadaşları'nın (1997) Atatürk Baraj Gölü'nde yakaladıkları *Mastacembelus simack* türü üzerinde ağır metal birikimi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada; Cu, Fe ve Zn' un en fazla karaciğerde biriktiğini belirtmişlerdir.

Mendil ve Uluözlü'nün (2007), Belpınarı, Ataköy, Bedirkale, Akın, Boztepe ve Avara göllerinden yakaladıkları *Silurus glanis*, *Capoeta tinca*, *Leuciscus cephalus*, *Carassius gibelio* ve *Cyprinus carpio* türlerinde bazı elementlerin (Fe, Mn, Zn, Pb, Cr, Ni ve Cd) birikim düzeylerini araştırmışlardır. Ve elde etmiş oldukları sonuçlara göre çalışılmış olan balıklarda en fazla konsantrasyona sahip element Fe olarak tespit edilmiştir.

Kas, karaciğer, solungaç, yardımcı solunum organı ve beyin örnekleri ile yapmış olduğumuz çalışmada her iki mevsimde de karaciğer ve solungacın, çalışmış olduğumuz elementlerden Cr hariç tümünde kas dokuya oranla daha yüksek düzeyde birikim olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda; Doğan (2004), Hatay'daki dört adet tatlı su kaynağından (Asi Nehri, Yenişehir Gölü, Kırıkhan Gölbaşı Gölü ve Tahta Köprü Barajı) “sarı benli” olarak isimlendirilen balığın (*Carasobarbus luteus* Heckel, 1843) kas, karaciğer, solungaç ve deri dokusunda ağır metal düzeylerini incelemiştir. Ortalama değerlerde *C. luteus*'un ağır metal konsantrasyonlarının organlara göre değişken olduğunu gözlemiştir. Fakat genel olarak karaciğer ve solungacın, kas dokudan daha yüksek metal birikimi gösterdiğini ve kastaki birikimlerin su ürünleri için belirlenen tüketilebilirlik sınırlarının altında olduğunu bildirmiştir.

4.2. SONUÇ

Ceyhan nehri havzasında bulunan drenaj kanallarından örneklenen *Clarias gariepinus* türü ile yapmış olduğumuz bu çalışmada; örneklenmiş olan balığın kas, karaciğer, solungaç, yardımcı solunum organı (YSO) ve beyin dokularında ki ağır metal birikim düzeyleri araştırılmıştır.

Drenaj kanallarının taban kısmında yaşamlarını sürdüren *Clarias gariepinus* türü balıkların yapılan araştırmalar sonucunda; çalışılmış olan her iki mevsimde de tüm dokularında Cr elementi birikimine, tayin sınırının altında olması nedeniyle rastlanılmamıştır. Bunun yanı sıra, kış mevsiminde; Cu ve Mn elementi tayin sınırının altında olması sebebiyle beyinde tespit edilememiş olup, yaz mevsiminde ise; Cu elementi kas, solungaç ve beyinde; Mn elementi yalnızca kas dokuda, tayin sınırının altında olması sebebiyle tespit edilememiştir.

EPA (Environmental Protection Agency)'ya göre balıklar için Al, Cu, Zn, Fe, Mn ve Cr elementlerinin kabul edilebilir sınır değerleri ile yapmış olduğumuz çalışma sonucunda tespit edilen element birikim düzeyleri karşılaştırıldığında, tespit etmiş olduğumuz element birikim düzeylerinin, EPA sınır değerlerinin altında olduğu gözlemlenmiştir.

Özellikle Afrika kıtasında Nijerya halkının ve Adana Ceyhan bölgesindeki yerel halkın bol tükettiği, ekonomik öneme sahip “African Catfish” olarak isimlendirilen Karabalık (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822)’ın yenilebilir kısımlarındaki Al, Cu, Zn, Fe, Mn ve Cr elementi konsantrasyonlarının kabul edilebilir sınırların altında bulunması sebebiyle insan tüketimi için risk taşımadığı ve rahatlıkla tüketilebileceği önerilebilir.

Sonuç olarak, Ceyhan bölgesindeki drenaj kanallarından örneklenen Karabalıkların çalışılan dokularında, ciddi birikim gözlemlenmemiştir. Bununla birlikte; aynı dokuda ki eser element birikim düzeyinin farklı mevsimlerde istatistiksel açıdan farklılık göstermesi; balıkların yaşam ortamı olan suların, besinsel değerlerinden ve balıkların yaşam ortamı şartlarındaki değişikliklerin metabolizmaya etkilerinden kaynaklandığı söylenebilir.

5. KAYNAKLAR

Adham, K. G., Hassan, L. F., Taha, N., Amin, T. H., 1999. “*Impact of Hazardous Exposure to Metals in the Nile and Delta Lakes on the Catfish Clarias lazera*” Environmental Monitoring and Assessment, Volume 54, s107 – 124.

Adhikari, S., Ghosh, L. and Ayyappan, S., 2006 “*Combined Effects of Water pH and Alkalinity on the Accumulation of Lead, Cadmium and Chromium to Labeo rohita (Hamilton)*” International Journal of Environmental Science and Technology, Volume 3, s289-296.

Alabaster, J.S. and Lioyd, R., 1980. “*Water Quality Criteria for Freshwater Fish*” European Inland Fisheries Advisory Commission Report (FAO), Butterworths, London-Boston, s297.

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, Volume 201, s211-224.

An, Y. J. and Kampbell, D. H., 2003. “*Total, Dissolved, and Bioavailable Metals at Lake Texoma Marinas*” Environmental Pollution, Volume 122, s253–9.

Andrews N. C., 2000. “*Iron Metabolism: Iron deficiency and iron overload*” Annual Review of Genomics and Human Genetics; Volume 1, s75-98.

Anonim, 2006. *Copper (Cu) – Chemical Properties, health and environmental effects.* www.lenntech.com/periodic-chart-elements/Cu-en.htm. Erişim tarihi: 16.10.2013. 12.56.

Anonim, 2009. *itai-itai disease.* http://en.wikipedia.org/wiki/Itai-itai_disease. Erişim tarihi: 17.10.2013, 14.46.

Anonim, 2013a. *Clarias gariepinus*. http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=164125. Erişim tarihi: 17.10.2013, 15.03.

Anonim, 2013b. <http://www.inchem.org>. 17.10.2013, 17.26.

Anonim, 2013c. *Mangan*. http://en.wikipedia.org/wiki/Manganese#Biological_role. Erişim tarihi: 23.10.2013, 18.42.

Bekmezci, H. D., 2010. “*Aşağı Seyhan Ovası Drenaj Sistemlerindeki Kirlilik Etmenlerinin Clarias gariepinus’da Toksik Etkileri*” Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Adana, s57-59.

Berman, E., 1980. “*Copper in “Toxic metals and their analysis”*” Heyden and Son Ltd., London, Volume 12, s293.

Bilgin, ř., Ünlüsayın, M. ve Gülyavuz, H., 2001. “*Utilization of Clarias gariepinus (Burchell 1822) according to different processing methods and determination of chemical components (in Turkish)*” Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, Volume 25, s309- 312.

Bradley, R. W., Morris, J. R., 1986. “*Heavy Metals in Fish from A Series of Metal-Contaminated Lakes Near Sudbury, Ontario*” Water, Air and Soil Pollution Volume 27, s341-354.

Bruton, M. N., 1979. “*The breeding biology and early development of Clarias gariepinus (Pisces, clariidae) in lake*” Transactions of The Zoological Society of London, s1-46.

Campbell, P. G. C., Stokes, P. M., 1985. “*Acidification and Toxicity of Metals to Aquatic Biota*” Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences Volume 42, s2034-2049.

Canlı, M., Ay, Ö. and Kalay, M., 1998. “*Levels of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu, Cr and Ni) in Tissue of Cyprinus carpio, Barbus capito and Chondrostoma regium from the Seyhan River, Turkey*” Turkish Journal of Zoology, Volume 22, s149-157.

Cataldo, D., Colombo, J.C., Boltovskoy, D., Bilos, C. and Landoni, P., 2001. “*Environmental Toxicity Assessment in the Paraná River Delta (Argentina): Simultaneous Evaluation of Selected Pollutants and Mortality Rates of Corbicula fluminea (Bivalvia) Early Juveniles*” Environmental Pollution, Volume 112, s379-389.

Cicik, B., 2003. “*Bakır – Çinko Etkileşiminin Sazan (Cyprinus carpio L.)’nın Karaciğer, Solungaç ve Kas Dokularındaki Metal Birikimi Üzerine Etkileri*” Ekoloji Çevre Dergisi, Volume 12, Issue 48, s32 – 36.

Clay, D., 1979. “*Sexual maturity and stream of the African catfish (Clarias gariepinus) with an observation on the spawning behaviour of the Nile catfish (Clarias lazera)*” Zoological Journal of the Linnean Society, Volume 65, s351-365.

Cousins, R. J., 1985. “*Absorbtion, Transport and Hepatic Metabolism of Copper and Zinc: Special Reference to Metallothionein and Ceruloplasmin*” Physiological Reviews, Volume 65, s238 – 309.

Cotton A. and G. Wilkinson, 2009. “*Advanced Inorganic Chemistry - A Comprehensive Text*” Fourth Edition, Chapter Seven.

Çalışkan, E., 2005, “*Asi Nehri’nde su, sediment ve Karabalık (Clarias gariepinus Burchell, 1822)’ta ağır metal birikiminin araştırılması*” T. C. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s64.

Çelikkale, M. S., 1988. “*İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği*” Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Volume 1, Issue 124, s419., Trabzon.

Çoğun, H. Y., Kargın, F., 2004. “*Effects of pH on the mortality and accumulation of copper in tissues of Oreochromis niloticus*” Chemosphere, Volume 55, s277 – 282.

Çoğun, H. Y., Uras, G., 2012. “*The protective effect of calcium on aluminum toxicity in Oreochromis niloticus tissues*” Ege Journal of Fish Aquatic Science, Volume 29, s41 – 47.

Dallinger, R., Prosi, F., Senger, H., Back, H., 1987. “*Contaminated Food and Uptake of Heavy Metals by Fish (A Review and Proposal for Further Research)*” Oecologia (Berlin). Volume 73, s91-98.

Doğan, M., 2004. “*Hatay Bölgesindeki Su Kaynaklarından Alınan Balık (Carasobarbus luteus, HECKEL, 1843) ve Su Örneklerinde Ağır Metal Düzeyleri*” Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s60.

Donnelly, B. G., 1973. “*Aspects of behaviour in the catfish Clarias gariepinus (Pisces: Clariidae) during periods of habitat desiccation*” Arnoldia, Volume 6, s1–8.

Duffus, J. H., 1980. “*Environmental Toxicology*” Edward Arnold (publishers) Ltd., London, Great Britain, s164.

Düzgüneş, O., 1983. “*Bilimsel araştırmalarda istatistik prensipleri ve metotları*”. Ege Üniv. Matbaası, İzmir, s21.

Eastwood, S. and Couture, P., 2002. “*Seasonal Variations in Condition and Liver Metal Concentrations of Yellow Perch (Perca flavescens) from a Metal-Contaminated Environment*” Aquatic Toxicology, Volume 58, s43-56.

Emsley, J., 2001. “*Manganese*” *Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements*. Oxford, UK: Oxford University Press. s249–253.

Ergene, S., Portakal, E., Karahan, A., 1999. “*Karyological Analysis and Body Proportion of Catfish (Clariidae, Clarias lazera, Valenciennes, 1840) in the Göksu Delta, Turkey*” Mersin University, Science and Art Faculty, Biology Department Çiftlik, Mersin-TURKEY. Turkish Journal of Zoology, Volume 23, s423–426.

Ergin, F. T., 2005. “*Demir eksikliği anemisinin tiroid hormonları üzerine etkisi*” Uzmanlık Tezi, T. C. Dr. Lütfi Kırdar Kartal Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Kliniği.

Exley, C., Chappell, J. S., Birchall, J. D., 1991. “*A mechanism for acute aluminum toxicity in fish*” The Journal of Theoretical Biology, Volume 151, s418 – 428.

Fairbanks V. F., 1995. “*Iron deficiency anemias*” Mazza J. J., editor: Manual of Clinical Hematology 2nd edition, s17-38.

FAO, 1993. “*Aquaculture production*” FAO Fisheries Circular No. 815, Review 5, Rome, Italy.

Farkas, A., Salanki, J. and Varanka, I., 2000. “*Heavy Metal Concentrations in Fish of Lake Balaton*” Lakes & Reservoirs: Research and Management, Volume 5, s271-279.

Geldiay, R. ve Balık, S., 1996. “*Türkiye Tatlı su Balıkları*” Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 46, Ders Kitabı Dizini No: 16, s532.

Graaf D. G. and Janssen J., 1996. “*Handbook On The Artificial Reproduction And Pond Peering Of The African Catfish Clarias gariepinus In Sub-Saharan Africa*” Nefisco Foundation Amsterdam, The Netherlands, FAO, Fisheries Technical, Rome, s362.

Grobler, E., Du Perez, H. H., Van Vuren, J. H. J., 1989. “*The Toxic Effect of Zinc and Iron on the Routine Oxygen Consumption of Tilapia sparmanii (Cichlidae)*” Comparative Biochemical Physiology, Volume 94, s207 – 214.

Hagar, W., Theil, E. C., Vichinsky, E. P., 2002. “*Diseases of iron metabolism*” In: Vichinsky E, Walters M, Feusner J, editors;The Pediatric Clinics of North America. Philadelphia: WB Saunders, Volume 49, s893-909.

Haswell, S. J., 1991. “*Atomic Absorption Spectrometry*”, Elsevier Science Publishers B. V., Netherlands, s310.

Heath, A. G., 1987. “*Water pollution and fish physiology*” CRC Press, Florida, USA, s24.

Heath, A.G., 1995.”*Water Pollution and Fish Physiology*” CRC Press. New York, Inc. 2nd Edition, s359.

Hecht, T., Wilson, D., Sogeloos, P., De Soete, G., 1996. “*Advances African Catfish Culture Technologies*” Aquatic Living Resources, Cambridge University Press, Volume 9, s198-200.

Howells, G., Dalziel, T. R. K., Reader, J. P., Solbe, J. F., 1994. “*Aluminum and fresh waterfish water quality criteria*” Gordon and Breach Science Publication, s55 – 115.

Iivonen, P., Piepponen, S., Verta, M., 1992. “*Factors Affecting Trace-Metal Bioaccumulation in Finnish Headwater Lakes*” Environmental Pollution, Volume 78, s87-95.

Jerome, R., Silvia, P., Michael, A., 2013. “*Chapter 6 Manganese Homeostasis and Transport*” Metal Ions in Life Sciences, Springer, s34-36.

Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2004. “*Metallerin çevresel etkileri-II*” Metalurji Dergisi, Volume 137, s46 – 51.

Kalaycıoğlu, L., Serpek, B., Nizamlioğlu, M., Başpınar, N., Tiftik, M., 2006. “*Biyokimya*” Nobel Yayın Dağıtım, No. 153, Fen ve Biyoloji Yayınları Dizisi: 10, 3. Basım, Ekim 2006.

Karadede, H., Cengiz, E. I., Ünlü, E., 1997. “*Investigation of heavy Metal Accumulation in Mastacembelus simack (Walbaum, 1792) from the Atatürk Dam Lake*” IX. National Aquaculture Symposium. Isparta, Turkey, Volume 1, s399 – 407.

Karadede, H. and Ünlü, E., 2000. “*Concentrations of Some Heavy Metals in Water, Sediment and Fish Species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey*” Chemosphere, Volume 41, s1371-1376.

Karadede, H., Oymak, S.A. and Ünlü E., 2004. “*Heavy Metals in Mullet, Liza abu, and Catfish, Silurus triostegus, from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey*” Environment International, Volume 30, s183– 188.

Kirby, J., Maher, W. and Krikowa, F., 2001. “*Selenium, Cadmium, Copper, and Zinc Concentrations in Sediments and Mullet (Mugil Cephalus) from the Southern Basin of Lake Macquarie, NSW, Australia*” Archives of Environmental Contamination and Toxicology, Volume 40, s246-256.

Kock, G., Triendl, M. and Hofer, R., 1996. “*Seasonal Patterns of Metal Accumulation in Arctic Char (Salvelinus alpinus) from an Oligotrophic Alpine Lake Related to Temperature*” Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Volume 53, s780-786.

Koivistoinen, P., 1980. “*Mineral element composition of Finnish foods: N, K, Ca, Mg, P, S, Fe, Cu, Mn, Zn, Mb, Co, Ni, Cr, F, Se, Si, Rb, Al, B, Br, Hg, As, Cd, Pb and ash*” Acta Agriculture Scandinavica, Volume 22, s171 – 175.

Kruger, T., 2002. “*Effects of Zinc, Copper and Cadmium on Oreochromis mossambicus Free Embryos and Randomly Selected Mosquito Larvae as Biological Indicators During Acute Toxicity Testing (MSc thesis, not published)*” Rand Africans University, Faculty of Science, Johannesburg S. A.

Lanzkowsky P., 2000. “*Iron-deficiency anemia*” Manual of Pediatric Hematology and Oncology 3rd edition, USA; Academic Press, s33-47.

Maracovecchio, J.E., 2004. “*The Use of Micropogonias furnieri and Mugil liza as Bioindicators of Heavy Metals Pollution in La Plata River Estuary*” Argentina. Science Of The Total Environment, Volume 323, s219-226.

Martin, M., Osborn, K.E., Billing, P. and Glickstein, N., 1981. “*Toxicities of Ten Metals to Crassostrea gigas and Mytilus edulis embryos and Cancer magister Larvae*”, Marine Pollution Bulletin, Volume 12, s305-308.

McFarlane, G. A., Franzin, W. G., 1980. “An Examination of Cd, Cu and Hg Concentrations in Livers of Northern Pike, *Esox lucius* and White Sucker, *Catostomus commersoni*, from Five Lakes Near a Base Metal Smelter at Flin Flon, Manitoba” Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Volume 37, s1573-1578.

McMillan, D. E., 1999. “A brief history of the neurobehavioral toxicity of manganese” Neurotoxicity, Volume 20, s499 – 507.

Mendil, D., Uluözlü, Ö.D., 2007. “Determination of trace metal levels in sediment and five fish species from lakes Tokat, Turkey” Food Chemistry, Volume 101, s739-745.

Mertz, W., 1987. “Trace Elements in Human and Animal Nutrition – 15th Edition” Volume 1, Academic Press.

Munro, J. L., 1967. “The food of a community of East African freshwater fishes” Journal of Zoology, London, Volume 151, s389-415.

Mwebaza-Ndawula, L., 1984. “Food and feeding habits of *Clarias mossambicus* from four areas in the Lake Victoria basin, East Africa” Environmental Biology Fisheries, Volume 10, s69–76.

Narin, G., 2003. “Gölbaşı Gölü’nde (Hatay) bulunan (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)) (Karabalık)’ın Büyüme ve Üreme Özellikleri” Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, s45-48.

Narin, İ., Soylak, M., Elçi, L., Doğan, M., 2000. “Determination Of Trace Metal Ions By AAS In Natural Water Samples After Preconcentration Of Pyrocatechol Violet Complexes On An Activated Carbon Column” Talanta, Issue 6, Volume 52, s1041-1046.

Neville, C. M., 1985. “*Physiological response of juvenile rainbow trout, Salmo gairdneri, to acid and aluminum – prediction of field responses from laboratory data*” Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Volume 42, s2004 – 2019.

Nguyen, L. T. H.; Janssen, C. R., 2002. “*Embryo-Larval Toxicity Tests with the African Catfish (Clarias gariepinus)*” Comparative Sensitivity of Endpoints, Volume 42, s256-262.

Nguyen, H. L., Leermakers, M., Osan, J., Török, S. and Baeyens, W., 2005. “*Heavy Metals in Lake Balaton: Water Column, Suspended Matter, Sediment and Biota*” Science of the Total Environment, Volume 340, s213– 230.

Nussey, G., Van Vuren, J. H. J. and Du Preez, H. H., 2000. “*Bioaccumulation of Chromium, Manganese, Nickel and Lead in the Tissues of the Moggel, Labeo umbratus (Cyprinidae), from Witbank Dam, Mpumalanga*”, Water SA., Volume 26, s269-284.

Olojo, E. A. A., Ladeji, G., 2012. “*Haematological response of the African catfish Clarias gariepinus (Clariidae) exposed to manganese*”. Asian Journal of Biological and Life Sciences, Volume 1, Issue 2, s126 – 133.

Özden, Y., 2008. “*Enne ve Porsuk Barajı Sedimentine Bağlı Ağır Metallerin Cyprinus carpio'nun Değişik Dokularına Biyoakümüülasyonunun Araştırılması*” Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s54.

Pickering, Q. H. and Henderson, C., 1966 “*The Acute Toxicity of Some Heavy Metals to Different Species of Warmwater Fishes*” Air Water Pollution International Journal, Volume 10, s453-463.

Poleo, A. B. S., 1995. “*Aluminium polymerization – a mechanism of acute toxicity of aqueous aluminium to fish*” Aquatic Toxicology, Volume 31, s347 – 356.

Richter, C. J. J., Eding, E. H., Verreth, J. A. J., Fleuren, W. L. G., 1995. “*African catfish (Clarias gariepinus)*” In: Bromage NR, Roberts RJ (eds) Bloodstock management and nutrition and egg and larval quality. Blackwell Scientific Publications, Oxford, s242.

Romeo, M., Bennani, N., Gnassia – Barelli, M., Lafaurie, M., Girard, J. P., 2000. “*Cadmium and copper display different responses towards oxidative stress in the kidney of the sea bass Dicentrarchus labrax*” Aquatic Toxicology, Volume 48, s185 – 194.

Sarihan, E. ve Cengizler, İ., 1997. “*Balık Anatomisi*” Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Ders Kitabı, Adana. s126.

Singh, K. P., Mohan, D., Singh, V. K. and Malik, A., 2005. “*Studies on Distribution and Fractionation of Heavy Metals in Gomti River Sediments—A Tributary of the Ganges, India*” Journal of Hydrology, s1–14.

Spataru, P., Viveen, W. J. A. R., Gophen, M., 1987. “*Food composition of Clarias gariepinus (Cypriniformes, Clariidae) in Lake Kinneret (Israel)*” Hydrobiologia, Volume 144, s77-82.

Sprenger, M. D., McIntosh, A. W., Hoenig, S., 1988. “*Concentrations of Trace Elements in Yellow Perch (Perca flavescens) from Six Acidic Lakes*” Water Air Soil Pollution. Volume 37, s375-388.

Spry, D. J. and Wiener, J. G., 1991. “*Metal Bioavailability and Toxicity to Fish in Low-alkalinity Lakes: a Critical Review*”, Environmental Pollution, Volume 71, s243-304.

Stead-Dexter, K. and Ward, N. I., 2004. “*Mobility of Heavy Metals within Freshwater Sediments Affected by Motorway Stormwater*” Science of the Total Environment s334– 335.

Tekelioğlu, N., 1980. “*Çukurova Bölgesindeki Tatlı Su Kaynaklarında Bulunan Karabalıkların Doğal Koşullarındaki Bazı Vücut Özellikleri ve Yumurta Verimliliği ile Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Balık Üretim Tesislerinde Yetiştirme Olanakları Üzerine Bir Araştırma*” Çukurova Üniversitesi, Zootekni ABD Doktora Tezi, s65-66.

Tekelioğlu, N., 1996. “*İç Su Balıkları Yetiştiriciliği*” Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Yüksekokulu, s339-354.

Teugels, G., 1986. “*A systematic revision of the African species of the genus Clarias (Pisces: Clariidae)*” Annales Musee Royal de l'Afrique Centrale, Volume 247, s1-199.

Timoçin, Ç., 2008. “*İki Farklı Balık Çiftliğinden Örneklenen Clarias gariepinus ve Cyprinus carpio'nun Solungaç, Kas, ve Karaciğer Dokularında Bakır, Çinko, Demir, Krom, Kurşun ve Kadmiyum Düzeyleri*” Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s34-38.

Torres, P., Tort, L., Flos, R., 1987. “*Acute Toxicity of Copper to Mediterranean Dogfish*” Comparative Biochemical Physiology, Volume 86C, Issue 1, s169 – 171.

Turgut, C., 2003. “*The Contamination with Organochlorine Pesticides and Heavy Metals in Surface Water in Küçük Menderes River in Turkey*” Environmental International, Volume 29: s29-32.

Türkmen, A., 2003. “*İskenderun Körfezi’nde Deniz Suyu, Askıdaki Katı Madde, Sediment ve Dikenli Tas İstiridyesi’nde (Spondylus Spinus Schreibers, 1793) Oluşan Ağır Metal Birikimi Üzerine Araştırma*” Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, s152.

Türkoğlu, M., 2008. “*Van gölünden alınan su, sediment ve inci kefal (Chalcalburnus tarichi, Pallas 1811) örneklerinde bazı ağır metal düzeylerinin araştırılması*” Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s59.

Ülkü, B., 2001. “*Demir eksikliği anemisi: Klinik hematolojinin A B C’si*” İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, Anemiler Sempozyumu, İstanbul, s23-32.

Ünal, S., Yetgin, S., 2003. “*Demir eksikliği anemisi. Sosyal pediatri*” Katkı dergisi, Volume 25, s327- 345.

Van Der Putte, I., Lubbers, J. and Kolar, Z., 1981. “*Effect of pH on Uptake, Tissue Distribution and Retention of Hexavalent Chromium in Rainbow Trout (Salmo gairdneri)*”, Aquatic Toxicology, Volume 1, s3-18.

Verity, M. A., 1999. “*Manganese neurotoxicity; a mechanistic hypothesis*” Neurotoxicity, Volume 20, s489 – 497.

Viarengo, A., 1985. “*Biochemical effects of trace metals*” Marine Pollution Bulletin, Volume 16, s153 – 158.

Wood, C. M., 2001. “*Toxic responses of the gill*” Target Organ Toxicity in Marine and Freshwater Teleosts: Organs, CRC Press, London, s1–87.

Yalçın, Ş., Solak, K., Akyurt, İ., 2001. “*Certain Reproductive Characteristic of the Catfish (Clarias gariepinus (Burchell, 1822)) Living in the River Asi, Turkey*” Turkish Journal of Zoology, Tubitak, Volume 25, s453-460.

Yalçinkaya, Ö., 2005. “*Askorbik asit (C vitamini), iyodür ve tiyosülfatın alevli atomik absorpsiyon spektrometresi ile dolaylı yöntemle tayini*”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s52 – 53.

6. ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER	
Adı Soyadı	Taylan AKTAŞ
Doğum Tarihi	09.09.1988
Doğum Yeri	Ankara
Medeni Hali	Bekâr
Uyruğu	T.C.
Adres	Yenice Mah. Gaziosmanpaşa Bulvarı 73/9 KIRŞEHİR/Merkez
Tel	0554 860 24 04
E-mail	taylanaktas@yandex.com
EĞİTİM	
Lise	Anıttepe Lisesi (2005)
Lisans	Ahi Evran Üniversitesi (2007-2011)
YABANCI DİL BİLGİSİ	
İngilizce	IELTS: 4,5 (YDS: 55)