

MURAT NEHRİ'NDE YAKALANAN *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'NİN KAS DOKUSUNDA BAZI METALLERİN BİRİKİM KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF SOME METAL CONCENTRATIONS IN MUSCLE TISSUES OF *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) CAUGHT FROM MURAT RİVER

Muammer KIRICI^{1*}, Mehmet Reşit TAYSI¹, Aydın Şükrü BENGÜ², Ünal İSPİR¹

¹ Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, Bingöl, Türkiye

² Bingöl Üniversitesi, Merkezi Laboratuvarı, Bingöl, Türkiye

Geliş Tarihi: 30 Ekim 2012 **Kabul Tarihi:** 28 Aralık 2012

ÖZET

Bu çalışmada; Murat Nehri (Bingöl, Genç)'nden Kasım 2010 - Haziran 2011 tarihleri arasında yakalanan 37 adet *Capoeta trutta*'nın kas dokularında mangan (Mn), bakır (Cu), krom (Cr), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), çinko (Zn) ve kobalt (Co)'ın birikim düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Metallerin birikim düzeyleri Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre (AAS) cihazı kullanılarak ppm cinsinden tespit edildi. Cr ve Cd, AAS tayin sınırları dışında olup hiçbir dokuda tespit edilmedi. Mn, Cu, Ni, Zn ve Co'ın bütün dokularda bulunduğu belirlendi. Elde edilen değerler, Tarım Bakanlığı ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirtilen kabuledilebilir değerler ile karşılaştırıldığında balık örneklerinin maksimum kabuledilebilir limitleri aşmadığı tespit edilmiştir. Balıklarda bulunan metal değerleri, balık dokularında kabul edilebilir metal değerlerinin altında bulunduğu için insan sağlığına zararlı olmadığı belirlendi.

Anahtar Kelimeler: *Capoeta trutta*, Murat Nehri, Metal Konsantrasyonu, Kas Doku

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the levels of manganese (Mn), copper (Cu), chrome (Cr), cadmium (Cd), nickel (Ni), zinc (Zn) and cobalt (Co) in muscle of 37 *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) caught in Murat River (Bingöl, Genç) between November 2010 - June 2011. Accumulation levels of metals were detected from the kind of ppm by using device of Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Cr and Cd were not found in detectable levels in any muscles according to results obtained by AAS. Mn, Cu, Ni, Zn and Co were found in all muscles examined. The results shows that muscle tissues weren't excess of maximum acceptable limits that are defined by the Ministry of Agriculture and World Health Organization. Because they exist in fish tissue under acceptable metal levels, it was determined that they are not dangerous for human healthy.

Keywords: *Capoeta trutta*, murat river, metal concentration, muscle tissue

*Sorumlu Yazar: muammerkirici@hotmail.com

GİRİŞ

Çevre, doğa ve insan tarafından biçimlenen öğelerin ve koşulların tümüdür. İnsan ve çevre birbirini bütünleyen, karşılıklı etkileşim içinde olan kavramlardır. Ancak son yıllarda insan-doğa ilişkilerinin olumsuz yönden çeşitli boyutlara ulaştığı görülmektedir. Çünkü insanoğlu varoluşundan itibaren kendi yaşamsal ve kültürel faaliyetleri için doğal çevresini kirletmiş, değiştirmiş ve doğadaki dengeleri bozmuştur. Doğal çevre; düzensiz ve denetimsiz gelişen endüstri, nüfusun aşırı artması, kaynakların aşırı tüketilmesi gibi faktörlerle tahrip olmuştur. Hayatın temel öğeleri olan hava, su ve toprakta oluşan kirlilik ise insan hayatını ve geleceğini olumsuz yönde etkilemektedir. Özellikle doğal su kaynaklarında meydana gelen kirlilik su kaynaklarının sürekliliğini etkileyecek boyutlara ulaşmıştır. Böylece suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri olumsuz yönde değişmiştir (Yıldız vd., 2000).

Günümüzde teknoloji ve sanayinin ilerlemesine paralel olarak doğal denge bozulmakta ve su kaynakları kirlenmektedir. Doğal dengeyi bozan başlıca unsurlar şunlar; organik maddeler, metaller, petrol türevleri, yapay tarımsal gübreler, deterjanlar, radyoaktivite, pestisitler, inorganik tuzlar, yapay organik kimyasal maddelerdir (Köse, 2007). Çevresel kirlenmeye neden bu unsurlar sonucu meydana gelen kirlilik, her geçen gün daha fazla ekosistemi ve insanları tehdit eder hale gelmektedir. Çevresel şartlar göz önüne alındığında metaller en tehlikeli çevre kirleticilerdir, çünkü; fiziksel yollarla ayrışmamakta ve uzun süre varlığını sürdürmektedir (Kassai *et al.*, 2008). Biyolojik döngünün bir halkasını oluşturan ve önemli bir protein kaynağı olarak tüketilen balıklarda giderek artan ağır metal birikimi hem balıklarda toksik etki yapmakta hem de insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Dural vd., 2007).

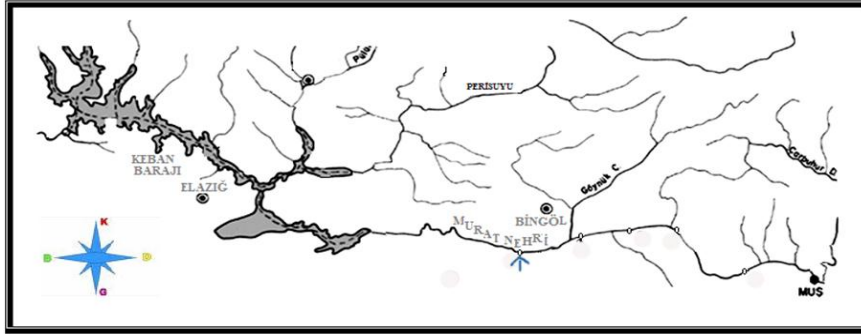
Bingöl ili ve çevre iller için hayati öneme sahip olan, Murat nehrinin çevresinde önemli yerleşim yerleri bulunmaktadır. Bu yerleşim yerlerinin nüfusu giderek artmakta ve buna paralel olarak çevreye özellikle Murat nehrine akan kanalizasyon miktarını arttırmaktadır. Ayrıca Murat Nehri çevresindeki tarımsal faaliyetlerde kullanılan zirai ilaçlar, erozyon yağmur suları, rüzgarlar ve atıkların direkt Murat Nehrine deşarj edilmektedir. Bunun sonucu

olarak sucul ortam metal yönünden zenginleşmekte ve canlı yaşamı tehdit etmektedir.

Bu çalışmada Murat Nehri'nden yakalanan ve bölge halkı tarafından yoğun bir şekilde besin olarak tüketilen sazangiller ailesine ait *Capoeta trutta*'nın kas dokusunda Mn, Cu, Cr, Cd, Ni, Zn ve Co'nun birikim düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Murat nehri, Doğu Anadolu'da, Van Gölü'nün kuzeyinde Aladağ'dan ve Muratbaşı Dağı'ndan çıkan kolların birleşmesiyle oluşan ve Batıya doğru hareketle Bingöl İli Genç İlçesinin kuzeyinden geçerek Keban Barajı'na akan 722 km uzunluğunda bir nehirdir. Bingöl ili içindeki toplam uzunluğu 96 km olup Bingöl İlinin en önemli su kaynağından biridir.



Şekil 1. Murat Nehri (İstasyon Ok ile Gösterilmiştir)

Bu çalışma Kasım 2010- Haziran 2011 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Balık örnekleri, aylık olarak daha önceden belirlenen istasyondan (Şekil 1) alınmıştır. Yakalanan balık örnekleri Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Araştırma Laboratuvarına getirilerek ağırlık ve total uzunlukları tespit edilmiştir. Yaş tayini pullardan yapılmıştır. Balıklardan 3-5 g olacak şekilde kas doku alınmıştır. Örnekler ısıya dayanıklı küçük cam şişeler içerisine konup 105 °C'de 24 saat bekletilerek kurutulmuş ve daha sonra 3 ml HNO₃ ilave edilerek 24 saat için oda sıcaklığında bekletilmiştir. Alınan numuneler ısıtıcı tabla üzerinde çok düşük ısıda renkli buhar kayboluncaya kadar yavaş yavaş ısıtılarak mineralize olması sağlanmıştır. Örneklerin renkli buharı tamamen kaybolduktan sonra

1 ml H₂SO₄ ilave edilmiştir. Çözünen örnekler 50 ml.lik balon jöjelere aktarılmış ve distile su ile 50 ml.ye tamamlanmıştır. Balon jöjelerdeki örnekler, içerisine 1-2 damla HNO₃ ilave edilmiş cam tüplere bırakılarak analize hazır duruma getirilmiştir. Ayrıca yukarıdaki işlemler aynı şekilde uygulanarak kör numunesi de hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerde ağır metal analizleri, Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi (Perkin Elmer As 800) kullanılarak ölçülmüştür. Konsantrasyonu, ölçülmesi istenen elementin, önce bilinen farklı konsantrasyonlardaki standartları hazırlanarak alette ölçülmesi sonucu, kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Daha sonra, örneklerden okunan absorban değerleri standart eğri yardımı ile konsantrasyona çevrilmiş ve element konsantrasyonları ppm olarak hesaplanmıştır (Canpolat ve Çalta, 2001).

Elde edilen verilerin istatistik analizleri SPSS 11.00 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır.

BULGULAR

Çalışma süresince toplam 37 adet *Capoeta trutta* incelenmiştir. Ağırlıkları ortalama 84±21.05 gr, total uzunluklarının ortalaması 127±34.76 mm ve yaşları 2±0.58 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

AAS cihazı kullanılarak incelenen balıkların kas dokularında; Mn, Cu, Cr, Cd, Ni, Zn ve Co'nun birikim düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Cd ve Cr konsantrasyon düzeyleri AAS'nin ölçüm değerlerinin altında bulunduğu için belirlenememiştir. Ortalama değerler göz önüne alındığında Mn, Cu, Ni, Zn ve Co bütün kas dokularında tespit edilmiştir.

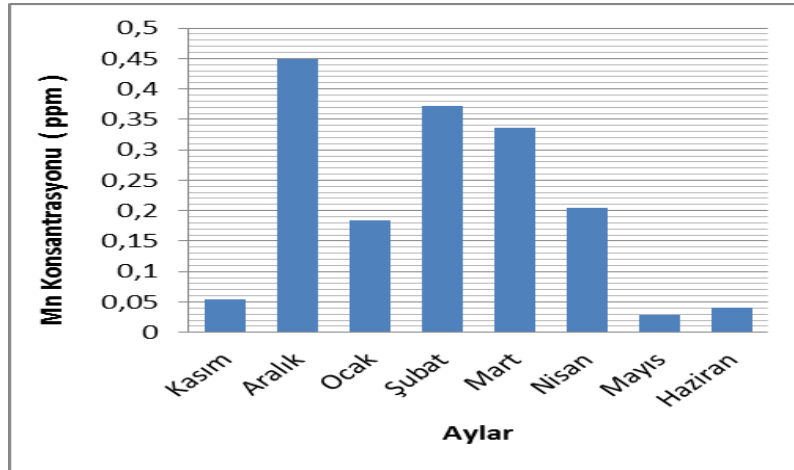
Tablo 1. Uluslararası standartlara göre balık dokularındaki bazı metallerin kabuledilebilir değerleri (mg/kg).

	Pb	Cu	Ni	Mn	Cd	Zn	Cr	Kaynaklar
WHO 1989	2.00	30	0.5-1.0	1.00	1.00	100	-	Mokhtar, 2009; Öztürk vd., 2009
EC 2005	0.2	-	-	-	0.05	-	-	EC, 2005
MAFF 1995	2.00	20	-	-	-	50	-	Ikema and Egieborb, 2005
UNEP	0.3	-	-	-	0.3	-	-	UNEP, 1985
TGK	0.2	20	-	-	0.05	-	-	TGK, 2002

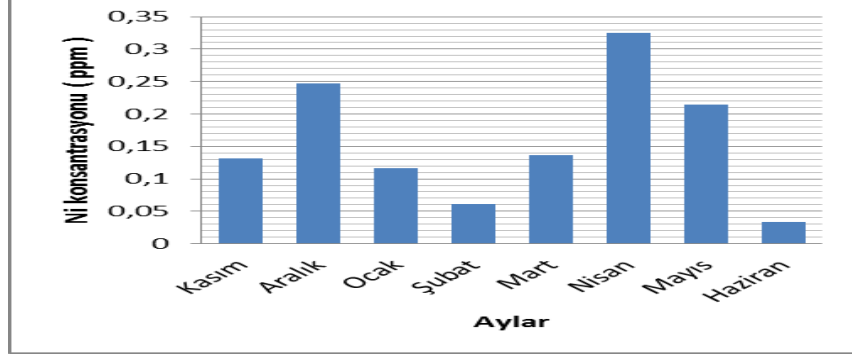
Murat Nehri'nde Yakalanan Capoeta Trutta (Heckel, 1843)'Nin Kas Dokusunda

Tablo 2. Murat Nehri (Bingöl)' nde yakalanan *Capoeta trutta*'nın kas dokularında tespit edilen ağır metal düzeyleri.

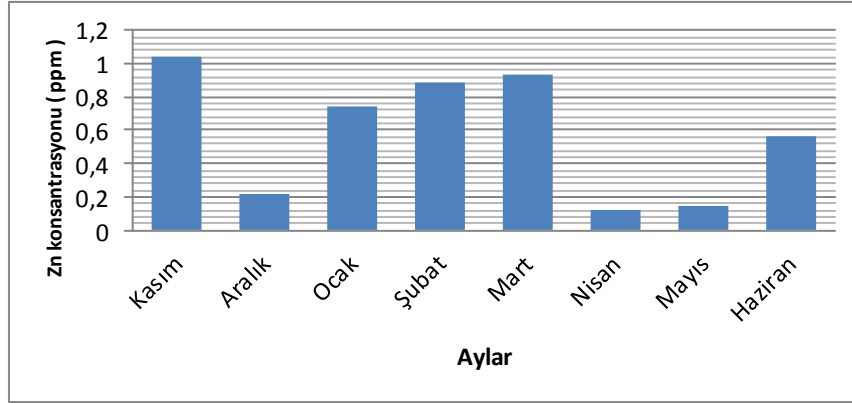
	Mn	Cu	Ni	Zn	Co
Kasım 2010	Min: 0.018 Ort: 0.055 Mak:0.169	Min: 0.013 Ort: 0.147 Mak:0.255	Min: 0.034 Ort: 0.132 Mak:0.213	Min: 0.782 Ort: 1.044 Mak:1.443	Min: 0.001 Ort: 0.074 Mak:0.104
Aralık 2010	Min: 0.354 Ort: 0.449 Mak:0.560	Min: 0.700 Ort: 0.837 Mak:1.004	Min: 0.158 Ort: 0.247 Mak:0.314	Min: 0.133 Ort: 0.214 Mak:0.260	Min: 0.023 Ort: 0.031 Mak:0.037
Ocak 2011	Min: 0.167 Ort: 0.184 Mak:0.201	Min: 0.431 Ort: 0.492 Mak:0.563	Min: 0.097 Ort: 0.116 Mak:0.137	Min: 0.676 Ort: 0.741 Mak:0.804	Min: 0.011 Ort: 0.014 Mak:0.016
Şubat 2011	Min: 0.296 Ort: 0.372 Mak:0.467	Min: 0.267 Ort: 0.361 Mak:0.408	Min: 0.035 Ort: 0.061 Mak:0.100	Min: 0.771 Ort: 0.891 Mak:1.154	Min: 0.013 Ort: 0.016 Mak:0.021
Mart 2011	Min: 0.208 Ort: 0.337 Mak:0.457	Min: 0.242 Ort: 0.353 Mak:0.431	Min: 0.097 Ort: 0.137 Mak:0.151	Min: 0.796 Ort: 0.933 Mak:1.101	Min: 0.011 Ort: 0.019 Mak:0.027
Nisan 2011	Min: 0.191 Ort: 0.205 Mak:0.231	Min: 0.573 Ort: 0.608 Mak:0.679	Min: 0.299 Ort: 0.325 Mak:0.348	Min: 0.102 Ort: 0.121 Mak:0.153	Min: 0.001 Ort: 0.001 Mak:0.001
Mayıs 2011	Min: 0.016 Ort: 0.028 Mak:0.042	Min: 0.255 Ort: 0.276 Mak:0.293	Min: 0.124 Ort: 0.215 Mak:0.342	Min: 0.084 Ort: 0.151 Mak:0.216	Min: 0.000 Ort: 0.001 Mak:0.002
Haziran 2011	Min: 0.014 Ort: 0.041 Mak:0.057	Min: 0.857 Ort: 0.905 Mak:1.007	Min: 0.016 Ort: 0.033 Mak:0.058	Min: 0.487 Ort: 0.566 Mak:0.699	Min: 0.009 Ort: 0.012 Mak:0.015



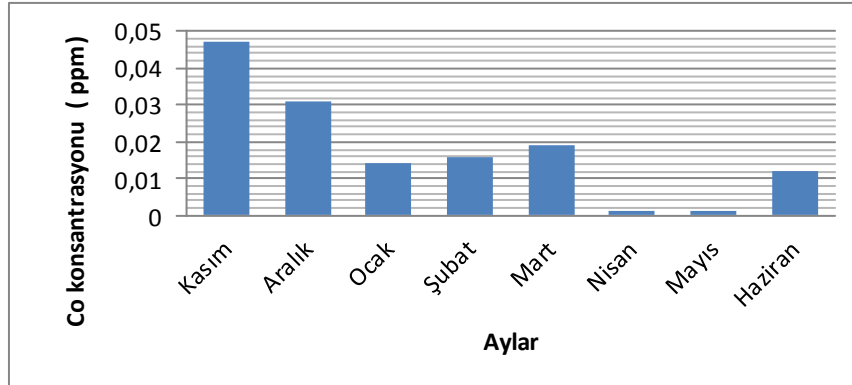
Şekil 2a. Murat Nehri'nde yakalanan *Capoeta trutta*'nın kas dokularında tespit edilen Mn konsantrasyonunun aylara göre değişimleri.



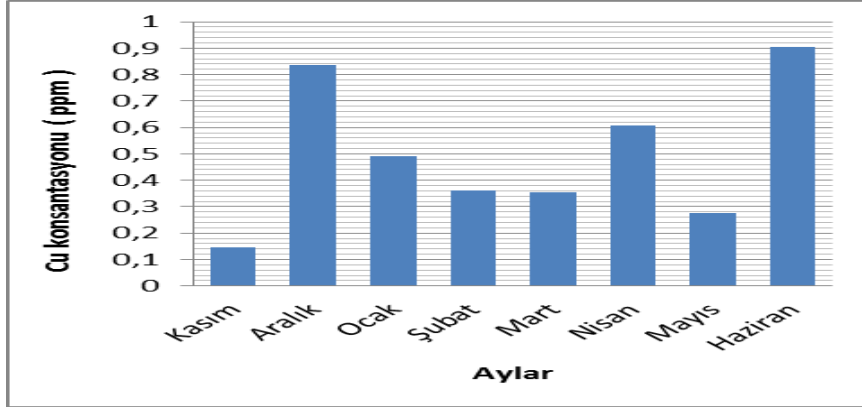
Şekil 2b. Murat Nehri'nde yakalanan *Capoeta trutta*'nın kas dokularında tespit edilen Ni konsantrasyonunun aylara göre değişimleri.



Şekil 2c. Murat Nehri'nde yakalanan *Capoeta trutta*'nın kas dokularında tespit edilen Zn konsantrasyonunun aylara göre değişimleri.



Şekil 2d. Murat Nehri'nde yakalanan *Capoeta trutta*'nın kas dokularında tespit edilen Co konsantrasyonunun aylara göre değişimleri.



Şekil 2e. Murat Nehri'nde yakalanan *Capoeta trutta*'nın kas dokularında tespit edilen Cu konsantrasyonunun aylara göre değişimleri.

Tablo 2 ve Şekil 2 incelendiğinde, ağır metal birikimi bakımından örnek alınan 8 ayın ortalaması sırasıyla Zn>Cu>Mn>Ni>Co olduğu görülmektedir.

İncelenen metallerin tamamı içinde en fazla bulunan Zn olup maksimum 1.443 ppm olarak bulunmuştur. Tüm aylara göre en az tespit edilen metal ise Co olup Mayıs ayında tespit edilmiştir. Ayrıca Cr ve Cd ise çalışmanın yapıldığı ayların tamamının da AAS cihazının ölçüm sınırları dışında olup hiçbir ayda bulunamamıştır.

Tablo 2 incelendiğinde, Kasım, Ocak, Şubat ve Mart aylarında Zn; Aralık, Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında Cu balık kas dokusunda en fazla biriken metaller olarak tespit edilmiştir. Bununla beraber Kasım ayında en az tespit edilen Mn olurken, diğer tüm aylarda Co en az tespit edilen metaldir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Yoğun zirai faaliyetlerin yapıldığı Murat Nehri çevresinde kullanılan zirai ilaçlar ve yerleşim yerlerinde bırakılan kanalizasyon atıkları, çevreyi kirletmekte, erozyon, yağmur suları, rüzgarlar ve atıkların direkt Murat Nehrine deşarj edilmesiyle akuatik ortam ağır metal yönünden zenginleşmekte, bunun bir sonucu olarak canlı yaşam etkilenmektedir. Yapılan bu araştırmada *Capoeta trutta*'nın kas dokusundaki metal düzeylerinin kabul edilebilir değerler içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, kas dokuda en fazla birikim gösteren metal Zn olup bunu sırasıyla sırasıyla Cu, Mn, Ni ve Co izlemektedir. Kır ve

Tumantozlu (2012), Karacaören-II baraj gölünde *Cyprinus carpio* balıklarında ağır metal birikimi üzerine yaptıkları çalışmada kas dokusunda en fazla biriken metalin Zn olduğunu tespit etmişlerdir. Zn'den sonra en fazla biriken metaller sırasıyla Fe, Al, Sr ve Mn olarak tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada bizim çalışmamıza paralel olarak Cr ve Cd hiçbir dokuda tespit edilememiştir. Köse ve Uysal (2008), cinsi olgunluğa erişmemiş pullu sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'ların dokularındaki metal birikimi üzerine yapmış olduğu çalışmada kasta metal birikimini sırasıyla Ca>Mg>Zn>Fe>Cd şeklinde tespit etmiştir. Canpolat ve Çalta (2001) tarafından *Aconthobrama marmid* türü üzerinde yapılan çalışmada, kas dokuda Co, Cr, Cd ve Pb tespit edilememiştir. Kasta en fazla birikim gösteren ağır metalin Zn olup bunu sırasıyla Fe, Cu ve Mn izlediğini tespit etmişlerdir. Çalta ve ark. (2000), Keban Baraj Gölü'nde *Capoeta trutta*'nın çeşitli doku ve organlarında ağır metal birikimini incelemişlerdir. Sonuçta kas dokuda en fazla birikim gösteren ağır metal Zn olup bunu sırasıyla Fe ve Mn izlediğini tespit etmişlerdir. Canpolat (2001), Hazar Gölü'nden yakalanan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'da bazı ağır metal miktarlarını incelemiştir. Araştırma sonucuna göre incelenen doku ve organlarda en yüksek birikim gösteren metalin Zn olduğunu belirlemiştir. Bu araştırmacıların bulguları, bizim bulgularımızı destekler niteliktedir.

Al-Weher (2008), Ürdün'de *Oreochromis aureus*, *Cyprinus carpio* ve *Clarias lazera* türlerinin kas, kemik, deri, pul ve solungaçlarında Cu, Cd ve Zn birikimlerini araştırmıştır. Çalışmada bütün balıklarda en düşük metal birikimleri kas dokuda elde edilmiştir. Üç balıkta da kas dokuda en yüksek bu çalışmada olduğu gibi Zn tespit edilmiştir. Ardından sırayla Cu ve Cd gelmektedir. Chi *et al.* (2007) Çin'de Taihu Gölünde *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus*, *Hypophthalmichthys molitrix* ve *Aristichthys nobilis* türlerinin kas, karaciğer, gonad, deri ve beyin dokularında Zn, Cu, Cd, Cr ve Pb metallerinin birikimini incelemişlerdir. Çalışmada bütün balıklarda ortalama olarak en düşük metal birikimi kas dokuda olduğu tespit edilmiştir. Kas dokuda metal birikimi bütün balıklarda ortalama olarak sırasıyla şöyledir: Zn>Cu>Pb>Cr>Cd. Usero *et al.* (2003) İspanya'nın Güney Atlantik Sahilinde *Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* ve *Liza aurata* türlerinde karaciğer ve kas dokusunda As, Hg, Mn, Cr, Fe, Cu, Zn, Ni, Cd ve Pb birikimini araştırmıştır. Çalışma sonunda As, Mn ve Cr metallerinin kas dokularında, Hg, Fe, Cu, Zn, Ni, Cd ve Pb

metallerinin karaciğer dokusunda daha fazla biriktiğini tespit etmişlerdir. Kas dokusunda ise yine bizim çalışmamıza paralel olarak Zn metalinin diğer metallere göre daha fazla biriktiğini tespit etmişlerdir.

Balıklarda kas dokusu genelde metallerin bağlanmasında etkin bir doku değildir. Fakat metallerin besin zinciri yolu ile insanlara taşınmasında önemlidir. Bu yüzden balıkların özellikle insan gıdası olarak kullanılan kas dokusunda daha az metal birikiminin olması gıda güvenliği açısından önemlidir. Balıkların doku ve organlarındaki metal birikimi üzerine yapılan birçok çalışmada en yüksek metallerin karaciğer ve solungaç gibi aktif iç organların dokularında biriktiği, en düşük birikimin ise kas dokusunda olduğu görülmüştür (Tekin-Özan ve Kır, 2008; Türkoğlu, 2008; Alhas vd., 2009; Mol *et al.*, 2010; Kır ve Tumantozlu, 2012).

Sonuç olarak, bu çalışmada insanlar tarafından yenen kasadaki birikim düzeyi, Tarım Bakanlığının 1991 yılı ve 20884 sayılı Resmi Gazete'de yayınladığı balık ve yumşakçalar için belirtilen kabul edilebilir ağır metal değerlerinin, WHO (Dünya Sağlık Örgütü), EC (Avrupa Birliği Komisyonu), MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, İngiltere), Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ve Türk Gıda Kodeksi (TGK) tarafından belirtilen kabuledilebilir değerlerin (Tablo 2) altında bulunmuştur. Bundan dolayı Murat Nehrinde bulunan ve insanlar tarafından sevilerek tüketilen *Capoeta trutta*'nın metaller bakımından insan hayatını olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olmadığı anlaşılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre günümüz için bir tehlike söz konusu olmadığı yargısına varsakta, gelişen teknoloji ile birlikte sanayileşme ve şehirleşme nedeniyle büyük tehdit altında olan çevreyi koruyabilmek için şimdiden gerekli tedbirler alınmalıdır. Gerek bu çalışma bölgesi ve gerekse diğer alanlarda balıklardaki ağır metal düzeyleri sürekli olarak kontrol edilmeli ve buna neden olabilecek önlemler alınmalıdır.

KAYNAKLAR

Alhas, E., Oymak, S. A., Karadede-Akın, H., (2009). Heavy metal concentrations in two barbus, *Barbus xanthopterus* and *Barbus rajanorum*

- mystaceus* from Atatürk Dam Lake, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 148: 11-18.
- Al-Weher, S. M., (2008). Levels of heavy metal Cd, Cu and Zn in three fish species collected from the Northern Jordan Valley, Jordan. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 1: 41-46.
- Canpolat, Ö. (2001). *Hazar Gölü'nde yakalanan Capoeta capoeta umbla (Heckel, 1843)'da bazı ağır metal miktarlarının tespiti*. Yüksek lisans tezi, Fırat Üniv. Fen Bilm. Ens. Su Ürünleri Temel Bilimleri Anabilim Dalı, Elazığ.
- Canpolat, Ö., Çalta, M., (2001). "Keban Baraj Gölü (Elazığ)'nden yakalanan Acanthobrama marmid (Heckel, 1843)'de bazı ağır metal düzeylerinin belirlenmesi", F. Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi, 13(2), 263-268.
- Chi, Q., Zhu, G., Langdon, A., (2007). Bioaccumulation of heavy metals in fishes from Taihu Lake, China. *Journal of Environmental Sciences*, 19: 1500-1504.
- Çalta, M., Canpolat, Ö., Nacar, A. "Elazığ Keban Baraj Gölü'nde yakalanan Capoeta trutta (Heckel, 1843)'da bazı ağır metal düzeylerinin belirlenmesi", *IV. Su Ürünleri Sempozyumu*, s: 800-811, Haziran 2000, Erzurum.
- Dural, M., Göksu M.Z., and Özak, A.A. (2007). Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured from the Tuzla lagoon, *Food Chemistry*, 102: 415-421.
- EC (European Commission), (2005). Commission Regulation (EC) No 78/2005 of 19 January 2005 amending Regulation (EC) No 466/2001 as regards heavy metals, L 16/43-45.
- Ikema, A., Egieborb, N., (2005). Assessment of trace elements in canned fishes (mackerel, tuna, salmon, sardines and herrings) marketed in Georgia and Alabama (United States of America). *Journal of Food Composition and Analysis*, 18: 771-787.
- Kasassi, A., Rakimbei, P., Karagiannidis, A., Zabaniotou, A., Tsiouvaras, K., Nastis, A., (2008). Soil contamination by heavy metals: Measurements from a closed unlined landfill. *Bioresource Technology*, 99: 8578-8584.
- Kır, İ., Tümantozlu, H., (2012). Karacaören-II baraj gölü'ndeki su, sediment ve sazan (*Cyprinus carpio*) örneklerinde bazı ağır metal birikiminin incelenmesi. *Ekoloji*, 21, 82, 65-70.
- Köse, E, Uysal, K. (2008). Cinsi olgunluğa erişmemiş Pullu Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'ların kas, deri ve solungaçlarındaki ağır metal akümülyasyon oranlarının karşılaştırılması, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17: 19-26.

- Köse, E. (2007). Enne Barajı'nda yaşayan balıklarda ağır metal birikiminin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Mokhtar, M., (2009). Assessment level of heavy metals in *Penaeus monodon* and *Oreochromis Spp.* in selected aquaculture ponds of high densities development area. *European Journal of Scientific Research*, 30, p: 348-360.
- Mol, S., Özden, Ö., Oymak, S. A., (2010). Trace metal contents in fish species from Atatürk Dam Lake (Euphrates, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 10: 209-213.
- Öztürk, M., Özözen, G., Minareci, O., Minareci, E., (2009). Determination of heavy metals in fish, water and sediments of Avşar Dam lake in Turkey. *Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng.*, 6(2): 73-80.
- Resmi Gazete, Tebliğler. Sayı: 20884, Sayfa: 5, 28 Mayıs 1991.
- Tekin-Özan, S., Kır, İ., (2008). Seasonal variations of heavy metals in some organs of Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) from Beyşehir Lake (Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 138: 201-206.
- TGK, Türk Gıda Kodeksi, (2002). Resmi Gazete, 23 Eylül 2002, No. 24885.
- Türkoğlu, M., (2008). Van Gölünden alınan su, sediment ve İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas, 1811) örneklerinde bazı ağır metal düzeylerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Van.
- UNEP (1985). Reference Methods for Marine Pollution Studies, Determination of total Hg in marine sediments and suspended solids by cold vapour AAS, p: 26.
- Usero, J., Izquierdo, C., Morillo, J., Gracia, I., (2003). Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from salt marshes on the southern Atlantic coast of Spain. *Environment International*, 29: 949-56.
- Yıldız, K., Sipahioğlu, Ş., Yılmaz, M. (2000). *Çevre Bilimi*, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara, s. 208.
