

## Sakarya Nehri Çeltikçe Çayı'nda Yaşayan *Leuciscus cephalus* L., 1758 Dokularında Ağır Metal Birikimi

### Heavy Metal Deposition In The Tissues of *Leuciscus cephalus* L., 1758 Living in Çeltikçe Stream Of Sakarya River

Mustafa AKGÜN

G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, 06500-Teknikokullar/Ankara-TÜRKİYE

Ali GÜL

G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, 06500-Teknikokullar/Ankara-TÜRKİYE

Mehmet YILMAZ

G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi, Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı, 06500-Teknikokullar/Ankara-TÜRKİYE

#### ÖZET

*Bu çalışmada, Çeltikçe Çayı'nda (Sakarya Nehri) yaşayan Leuciscus cephalus L., 1758 bireylerinin karaciğer, kas ve solungaçlarında Zn, Cd, Pb ve Cu'nun birikim düzeyleri araştırılmıştır. Dokulardaki ağır metal birikiminin tespitinde Anodik Sıyırma Voltametri (ASV) yöntemi kullanılmıştır. Zn, Cd ve Pb'nin en fazla karaciğerde (98,5000 ppm, 4,5354 ppm ve 38,9649 ppm), Cu'nun ise kasta 6,0330 ppm olduğu tespit edilmiştir. Vücut ağırlığı ile kastaki Zn, Cd ve Cu miktarı arasında pozitif, Pb miktarı arasında negatif bir ilişki olduğu saptanmıştır. Vücut ağırlığı ile karaciğer ve solungaçtaki Zn, Cd ve Pb miktarı arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** *Leuciscus cephalus*, ağır metal, birikim, anodik sıyırma voltametri, Çeltikçe Çayı, Sakarya Nehri

#### ABSTRACT

*This study is concerned with the determination of Zn; Cd, Pb and Cu levels deposited in the livers, muscles and gills of Leuciscus cephalus L., 1758 living in Çeltikçe stream of Sakarya river by the use of Anodic Stripping Voltammetry (ASV). It was observed that Zn, Cd and Pb were mostly deposited in liver (98.5000 ppm, 4.5354 ppm and 38.9649 ppm respectively) while the highest, Cu level was found in muscles with 6.0330 ppm. It was observed that there was a positive relation between the body weight and Zn, Cd and Cu contents. Pb level on the other hand was found to be negatively correlated with*

*the body weight. There was also a positive correlation between the body weight and Zn , Cd and Pb levels in liver and gills .*

**Keywords:** *Leuciscus cephalus*, heavy metal, deposition, anodic stripping voltammetry, Çeltikçe Stream, Sakarya River.

## 1. Giriş

Su kaynaklarının kirlenmesi; daha çok sanayi ve yerleşim atıklarının artılmadan ya da yetersiz arıtma ile akarsu, göl ve denize bırakılmaları sonucu oluşmaktadır. Endüstriyel kuruluşların çoğunun ürettiği ağır metal içeren atıklarla, sucul ortamlarda ciddi kirlenmeler olmaktadır. Sucul ekosistemlerde biyolojik çevrimin bir halkası olan balıklar önemli bir protein kaynağıdır. Balıklar ciddi boyutlarda metal kirliliğine maruz kalmaktadır. Ağır metaller, sucul ekosistemlerde yüksek konsantrasyonda organizmalar için potansiyel olarak toksik etki yaparlar (Bryan, 1976).

Sucul organizmaların bazıları ağır metalleri belli bir dereceye kadar bünyelerinde depolayabilirler. Bu ağır metaller, organizmalar için zehirli veya zararlı olmasa bile besin zinciri yoluyla insana ulaştığında, insan sağlığını etkilerler (Merlini, 1971). Balık dokularındaki metal konsantrasyonlarının; sudaki besin zincirine, av rekabetine, su kimyasına ve göldeki hidrodinamiklere bağlı olarak değiştiği ifade edilmiştir (Förstner, 1981).

Tarımsal mücadelede fungusid, herbisid ve algisid olarak kullanılan bakır sülfat, Türkiye’de geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bakır, çoğunlukla ince bağırsakta aktif ve pasif transportla absorbe edilir. Bakır, karaciğerde serüloplazmin yapısına girerek kana salınır. Plazmada bulunan total bakırın % 95'ten fazlası serüloplazmin yapısındadır ve bu şekilde dokulara taşınır (Bora, 1981). Çinko, biyolojik olaylarda önemli rol oynar. Sucul ortamdaki yüksek çinko konsantrasyonu, insan aktiviteleri ve şehirleşme ile bağlantılı olup, boya sanayi, madencilik, elektro-kaplama ve sentetik fiber üretiminden kaynaklanabilmektedir (Boguis, 1969). Çinko-bakır kombinasyonunun, bakırın toksik etkisini birkaç kat daha arttırdığı belirtilmektedir (Metelw and Kanaev, 1971). Ayrıca çinko-bakır kombinasyonunun, bu iki metalin ayrı ayrı birikimleri üzerinde zıt etki yaptığı belirtilmektedir (Windom, 1991). Endüstriyel kaynaklı kirlenmeye bağlı olarak

doğal sulardaki kurşun miktarı yüksek değerlere çıkabilir. Kurşunun balıklar üzerindeki zehirli etkisi sertlik ve çözünmüş oksijen miktarının artışı ile azalır (WHO, 1984a). Kadmiyum, sindirim ve solunum yolları aracılığı ile kolayca absorblanan, vücutta birikim yapan ve zehirlilik etkisi yüksek olan bir metaldir (Mc Neely et al., 1979). Vücut tarafından absorblanan kadmiyum, kana geçer ve vücudun belli bölgelerinde depolanır. Böbrekler ve karaciğer kadmiyumun depolandığı başlıca bölgelerdir (WHO, 1984b). Sucul organizmalar yüksek kadmiyum derişimlerine karşı hassastırlar. Kadmiyum sucul canlıların üremelerini de etkiler. Çinko, bakır gibi ağır metallerin de suda bulunmasının kadmiyumun zehirli etkisini arttırdığı belirtilmektedir (Mc Neely et al., 1979).

Metallerle kirletilmiş sulara yaşayan balıkların fizyolojik fonksiyonlarında olumsuz etkiler olduğu bildirilmektedir. Metal kirliliğine maruz kalan balıkların bağışıklık sisteminde zayıflama olduğu, bu nedenle bulaşıcı hastalıklara yakalanma ve ölüm riskinin arttığı belirtilmiştir (Larsson and Haux, 1985).

Türkiye içsularında çok geniş bir yayılış gösteren *L. cephalus* bireyleri omnivor karakterli olup, her çeşit sucul böcekleri, kurtları, molluskları, balık yumurtalarını, çeşitli su bitkilerini ve tohumlarını yiyerek yaşarlar. Çok yaşlı bireyler ise, tamamen predatör özellik kazanır ve çoğunlukla çeşitli balıkların genç yavrularıyla beslenirler (Geldiay and Balık, 1988). Bu araştırmada Sakarya Nehri Çeltikçe Çayı'nda yaşayan *L.cephalus* bireylerinin kas, karaciğer ve solungaç dokularında Zn, Cd, Pb ve Cu birikim düzeylerinin belirlenmesi ve gıda zincirinde bu balığın tüketildiğine dikkati çekmek amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Çeltikçe Çayı'ndan avlanan balıklar polietilen kaplarda aynı gün laboratuvara getirilmiş ve formaldehitte muhafaza edilmiştir. Ağırlıkları belirlenen balıkların kas, karaciğer ve solungaçları alınmış ve %70'lik alkolde muhafaza edilmiştir. Bu organlar 105 °C'de 24 saat bekletilip kurutularak sabit tartıma getirilmişlerdir. Bu numunelere perklorik asit ilave edilmiş ve elektrikli ısıtıcı üzerine alınarak dokuların çözünmesi sağlanmıştır.

Numunelerdeki ağır metallerin ölçümleri CHI firmasının geliştirdiği 660B model elektrokimyasal analizörde Anodik Sıyırma Voltametri (ASV) yöntemi ile yapılmıştır. ASV ile çok sayıda element tayin edilebilir ve son derece duyarlıdır (Bord and Faulkner, 1980). İçerisindeki ağır metal miktarının belirlenmesi istenilen numuneler, ASV’de önce analiz edildikten sonra içinde numunede bulunan metallerin bilinen konsantrasyonlarını içeren standartlar eklenmiş ve metallerin kalibrasyon eğrileri çıkarılmıştır. Daha sonra bu kalibrasyon eğrileri yardımıyla başlangıçta numunelerdeki ağır metal konsantrasyonları ppm olarak hesaplanmıştır.

Örneklerin dokularındaki metal birikimleri ile vücut ağırlıkları arasındaki ilişkiyi belirlemek için korelasyon katsayıları (r) ve dokularında belirlenen ağır metal değerleri arasındaki farklılıkların önemlilik dereceleri de t testi ile araştırılmıştır (Düzgüneş, 1983).

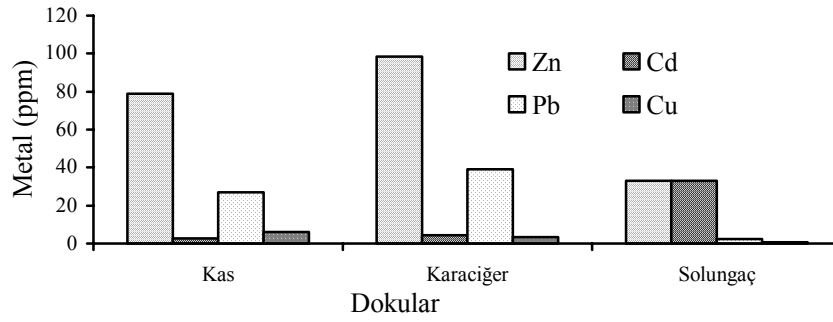
### 3. Bulgular

*L. cephalus*’un kas, karaciğer ve solungaçlarında belirlenen Zn, Cd, Pb ve Cu miktarları, dokularında tespit edilen ağır metal değerleri ile vücut ağırlığı arasındaki korelasyon değerleri de (r) Çizelge 1’ de verilmiştir. Zn’nin en fazla karaciğer, sonra kas ve solungaçta, Cd’nin ve Cu’nun en fazla kas, karaciğer ve solungaçta, Pb’nin ise en fazla karaciğer, sonra kas ve solungaçta biriktiği belirlenmiştir (Şekil 1). Vücut ağırlığı ile kastaki Zn, Cd ve Cu miktarı arasında pozitif, Pb miktarı arasında negatif bir ilişki olduğu saptanmıştır. Vücut ağırlığı ile karaciğer ve solungaçtaki Cu miktarı arasında pozitif, Zn, Cd ve Pb miktarları arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

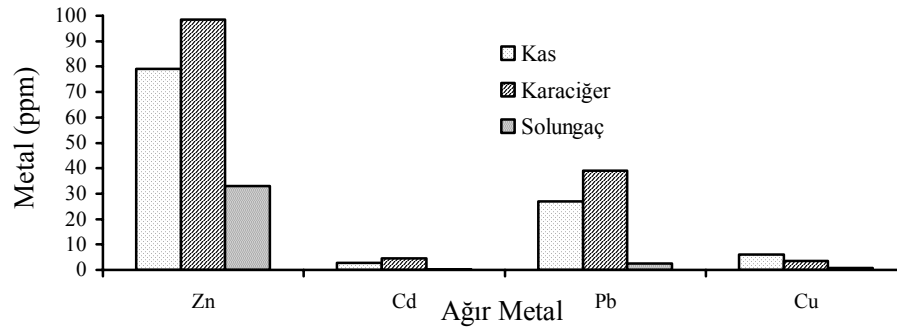
Çizelge 1. *Leuciscus cephalus*'un dokularındaki Zn, Cd, Pb ve Cu değerleri (ppm)

Metal (ppm)	Kas	r	Karaciğer	r	Solungaç	r	
Zn	$\bar{x} \pm S$	79,0408±38,052	0,7267	98,5000±78,427	-0,2585	32,9105±7,363	-0,3002
	SH	10,170		20,960		1,967	
	Min	41,6724		52,5188		20,6674	
	Max	119,7805		350,6689		54,5896	
Cd	$\bar{x} \pm S$	2,7901±0,920	0,6298	4,5354±2,409	-0,1294	0,2428±0,047	-0,4963
	SH	0,246		0,644		0,012	
	Min	2,1783		1,6866		0,1404	
	Max	3,8348		9,2500		0,3090	
Pb	$\bar{x} \pm S$	27,0386±9,762	-0,1181	38,9649±16,901	-0,1480	2,4219±0,567	-0,5768
	SH	2,609		4,517		0,151	
	Min	20,5000		21,6269		1,3853	
	Max	41,3734		70,8155		3,2164	
Cu	$\bar{x} \pm S$	6,0330±10,227	0,2168	3,4653±3,505	0,0663	0,7950±0,801	0,6092
	SH	2,733		0,936		0,214	
	Min	1,5243		1,1617		0,3878	
	Max	38,5630		147,6093		30,0380	

Metal birikimlerinin dokular arasındaki farklılığının önemlilikleri (t testi) hesaplanmış ve değerler Çizelge 2 ve Şekil 2'de görülmektedir. Zn'nin karaciğer-solungaç ve kas-solungaçta, Pb'nin tüm dokular arasında, Cd'nin karaciğer-solungaç ve kas-solungaçta, Cu'nun karaciğer-solungaçtaki birikim düzeyleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır.

Şekil 1. *Leuciscus cephalus*'un dokularındaki ağır metal birikim düzeyleriÇizelge 2. *Leuciscus cephalus*'un dokularındaki Zn, Cd, Pb ve Cu değerlerinin karşılaştırılması

Metal	Karaciğer–Solungaç		Karaciğer–Kas		Kas–Solungaç	
	t	p	t	p	t	p
Zn	3,115	p>0,05	0,835	p<0,05	4,454	p>0,05
Pb	8,086	p>0,05	2,286	p>0,05	9,432	p>0,05
Cd	6,664	p>0,05	2,533	p>0,05	10,355	p>0,05
Cu	2,782	p>0,05	0,889	p<0,05	1,912	p<0,05

Şekil 2. *Leuciscus cephalus*'un dokularında biriken ağır metal düzeylerinin karşılaştırılması

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada; Çeltikçe Çayı'ndan avlanan *L. cephalus* bireylerinde ağır metallerin dokulardaki birikim düzeyinin Zn, Cd ve Pb'nin karaciğer>kas>solungaç; Cu'nun ise kas>karaciğer>solungaç şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin ortalama ağırlığının 40,57 g (35-64 g) olduğu saptanmıştır. Vücut ağırlığı ile kastaki Zn, Cd ve Cu düzeyleri arasında pozitif; Pb miktarı arasında negatif ilişki olduğu anlaşılmıştır. Vücut ağırlığı ile karaciğer ve solungaçtaki Cu düzeyi arasında pozitif; Zn, Cd ve Pb miktarları arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ağır metallerin dokulardaki birikim düzeylerinin karşılaştırılmasında; Zn'nin karaciğer-solungaç ve kas-solungaçta, Pb'nin tüm dokular arasında, Cd'nin karaciğer-solungaç ve kas-solungaçta, Cu'nun karaciğer-solungaçtaki birikim düzeyleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır.

Bu araştırmadaki ağır metaller için kabul edilebilir limit değerlerin Zn 50 ppm, Cd 0,1 ppm, Pb 0,4 ppm ve Cu 20 ppm olarak belirtilmiştir (Anonim, 1997). Çeltikçe Çayı'ndaki *L. cephalus*'ta tespit edilen Zn, Cd ve Pb düzeylerinin kabul edilebilir limit değerlerin üstünde, Cu'nun ise kabul edilebilir limit değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir.

Dipsiz Çayı'ndaki *L. cephalus* bireylerinde solungaçtaki Zn, Cd ve Pb'nin kasta daha yüksek düzeyde olduğu ancak Cu seviyesinin kasta yüksek olduğu belirtilmektedir. Cu ve Cd'nin yasal limitlerin altında, Pb ve Zn'nin ise yasal limitlerin üzerinde olduğu bildirilmektedir (Demirak et al., 2006). Sazanlarda Cu birikiminin karaciğer>böbrek>gonad>kas şeklinde olduğunu belirtilmektedir (Karahan, 1991). Altınkaya Baraj Gölü'ndeki *Cyprinus carpio* bireylerinde, kasta Zn miktarının 16,98 µg/g (y.a.) olduğu saptanmıştır. Gerek Cu gerekse Zn için birikim miktarlarının karaciğer>solungaç>kas şeklinde olduğu bildirilmektedir. Belirlenen değerlerin insan sağlığını etkileyecek düzeyde olmadığı da ifade edilmektedir (Öztürk ve Bat, 1995). Dicle Nehri'nde ki *Capoeta capoeta* örneklerinde Cu ve Zn düzeylerinin karaciğer ve kas dokularında yüksek olduğu bildirilmektedir. Yine Dicle Nehri'ndeki *Capoeta trutta*

dokularındaki Cu'nun kasta 29,90 µg/g, karaciğerde 85,52 µg/g; Zn'nin kasta 53,07 µg/g, karaciğerde 88,43 µg/g olduğu bildirilmektedir (Ünlü ve Gümgüm, 1993). *Salmo gairdneri*'de, Cu konsantrasyonu karaciğer>solungaç>kas; Zn ise solungaç>karaciğer>kas şeklinde tespit edilmiştir (Dallinger ve Kautzky 1985). *Salmo gairdneri*'nin karaciğerinde Cu'nun 50,2, Zn'nin 34,1 ppm (k.a.); kasta ise Cu'nun 2,1, Zn'nin 25,1 ppm (k.a.) olduğu saptanmıştır (Carpene and Cattani 1990). İzmit Körfezi'nden avlanan *Trachurus trachurus*'un dokularında Cu'nun en fazla karaciğer, sonra kas ve solungaçta, Zn'nin ise; öncelikle solungaçta, sonra karaciğer ve kasta biriktiği belirtilmektedir (Çetinbaş, 2003). Antalya Körfezi'nden avlanan *Mullus barbatus*, *Mugil cephalus*, *Trachurus trachurus*, *Pagellus acarne*, *Dicentrarchus labrax*, *Sparus auratus*, *Sardinella aurita*, *Boops boops*, *Scomber japonicus*, *Solea solea*'da kasta Cu miktarının 0,51-3,66 mg/kg, Zn miktarının 3,17-11,36 mg/kg, Pb miktarının 0,00-2,05 mg/kg ve Cd miktarının ise 0,00-0,13 mg/kg olduğu belirtilmektedir. Karaciğerde Cu'nun 0,83-4,44 mg/kg, Zn'nin 3,97-15,14 mg/kg, Pb'nin 0,00-2,25 mg/kg, Cd'nin ise 0,03-0,15 mg/kg değerleri arasında olduğu saptanmıştır. Bu sonuçların gıda kodeksi limitlerine göre henüz bir tehlike oluşturmadıkları da belirtilmektedir (Yazkan ve ark., 2002). İskenderun Körfezi'nden avlanan *Mugil cephalus*'un kas dokusunda bakırın 1,39, çinkonun 47,75 ve kurşunun 10,02 µg/kg (y.a.) olduğu saptanmıştır (Yılmaz, 2005). Atatürk Baraj Gölü'ndeki balık türlerinden *Acanthobrama marmid*, *Chalcalburnus mossulensis*, *Chondrostoma regium*, *Carasobarbus luteus*, *Capoetta trutta*, *Cyprinus carpio*'da Cu ve Zn birikiminin karaciğer>solungaç>kas şeklinde olduğu bildirilmektedir (Karadede ve Ünlü, 2000). Rockail Boğazı'ndaki *Nezumia aequalis*, *Lepidion eques*, *Raja fyllae*'nin dokularındaki Cu'nun en fazla karaciğerde 1,92-3,07 mg/kg, solungaçlar da 0,47-0,93 mg/kg ve kasta 0,17-0,33 mg/kg olduğu belirtilmektedir. Zn'nin karaciğerde 15,05-17,97 mg/kg, solungaçlarda 12,89-29,88 mg/kg ve kasta 2,62-5,53 mg/kg şeklinde olduğu tespit edilmiştir (Mormede ve Davies, 2001). Marcovecchio ve ark. (1990), balıklarda Cu konsantrasyonunun artan vücut ağırlığı ile azaldığını ifade etmektedirler.



Çeltikçe Çayı'ndaki *L. cephalus* bireylerinin dokularındaki ağır metal düzeylerinin tespitleri çeşitli araştırmacıların değişik su sistemlerindeki farklı türler için bildirdikleri sonuçların bir kısmı ile benzerlik gösterirken, bir kısmı ile de farklılıklar gösterdiği söylenebilir. Ağır metallerin zehirlilik düzeylerinin canlı türlerine, canlının yaşına, ağır metalin vücuda alınış yollarına, kimyasal özelliklerine, absorblanma miktarına ve ağır metale maruz kalış süresine bağlı olarak değişebileceği belirtilmektedir (Bat ve ark., 1999). Kargın ve Erdem (1989), ağır metallerin balıklardaki konsantrasyonunun, balık türünün beslenme alışkanlığına, yaşadığı ortamdaki ağır metal konsantrasyonuna, ağır metal türüne ve yaşadığı süreye bağlı olarak değişebileceğini, ayrıca balığın organlarında farklılıklar gösterebileceğini de belirtmektedirler. Metal karışımlarının balıklar üzerindeki toksik etkilerinin artışında; sıcaklık, pH, sertlik ve oksijen gibi faktörlerinde etkili olduğu belirtilmektedir (Öztürk ve Bat, 1995).

Endüstriyel etkinin fazla olduğu ve atık su kirliliğinin yoğun görüldüğü alanlardaki sucul ortamlarda yaşayan balıklarda doğal olarak ağır metal birikimi de yüksek olmaktadır. Sakarya Nehri'nin önemli bir kolu olan Çeltikçe Çayı'nda evsel ve endüstriyel kaynaklı atıkların arıtmaya tabi tutulmadan suya karıştığı gözlenmiştir. Bu araştırmadaki sonuçlara göre Çeltikçe Çayı'nda yaşayan *L. cephalus* bireylerinin ağır metal kirliliği tehdidi ile karşı karşıya olduğu söylenebilir.

### **Kaynaklar**

- Anonim, (1997). *Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği*. İstanbul: Dünya Yayıncılık.
- Bat, L., Gündoğdu, A., Öztürk, M., (1999). Ağır metaller. *S.D.Ü. Eğridir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 6, 166–175.
- Bora, T., Delen, N., (1981). *Türkiye'de bitkisel üretimde tarımsal ilaç sorunu ve önerile*. Tar. Kom. Tebl., 809-824, İzmir.
- Bord, J. A., Faulkner, L. R., (1980). *“Electrochemical Methods”* Jonh Wiley & sign inc. 413 U.S.A.
- Boguis, L., (1969). Effects of the endocrine pancreas in Chinese hamsters fed zinc deficient diets. *Acta. Pathol. and Microbiol. Sci.*, 76, 215–228.
- Bryan, G., (1976). *“Heavy metal contamination in the sea in”*: R.Johnston Mar. Poll. Academic Press mc. London, 185-302.

- Carpene, E., Cattani, O., (1990). Zn and Cu in fish from natural waters and Rearing Ponds in Northern Italy. *Journal of Fish Biology*, 37, 293-299.
- Çetinbaş, A., (2003). *İzmit Körfezi'nde avlanan istavrit (Trachurus trachurus L., 1758) balıklarının dokularında Cu ve Zn birikiminin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniv. Fen Bilimleri Enst., Ankara.
- Dallinger, D., Kautzky, H., (1985). The importance of contaminated food for the uptake of heavy metals by rainbow trout: a field study. *Oecologia (Berlin)*, 67, 82-89.
- Demirak, A., Yılmaz, F., Tuna, A. L., Özdemir, N. (2006). Heavy metals in water, sediment and tissues of *Leuciscus cephalus* from a stream in southwestern Turkey. *Chemosphere*, 63, 1451-1458.
- Düzgüneş, O., (1983). *Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metotları*. İzmir: Ege Üniv. Matbaası.
- Förstner, G., Wittmann, T., (1981). Metal pollution in the aquatic environment, Berlin Heidelberg. *Newyork Springer Verlag*, 3 (21), 271-318.
- Geldiay, R. ve Balık, S., (1988). *Türkiye Tatlısu Balıkları*, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 97, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, 519s.
- Karadede, H. and Ünlü, E., (2000). Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Atatürk Dam Lake. *Chemosphere*, 41, 1371-1376.
- Karahan, B., (1991). *Rasyonla alınan bakırın sazanların dokularında birikimi, büyüme ve üreme özelliklerine etkisi üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bil. Enst., Su Ur. A.D., Ankara.
- Kargın, F., Erdem, C., (1989). Farklı Cu konsantrasyonlarının *T. nilotica*'da birikimi ve mortalite üzerine etkileri. *Ç. Ü. Fen Bil. Ens., Fen ve Müh. Bil. Derg.*, 3 (2), 53-66.
- Larsson, A., Haux, C., (1985). Fish physiology and metal pollution: result and experiences from laboratory and field studies. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 9, 250-281.
- Marcovecchio, J., Moreno, V., Bastida, R., (1990). Tissue distribution of heavy metals in small cetaceans from the Southwestern Atlantic Oceans. *Mar. Pol. Bull.*, 21, 299-304.
- Mc Neely, R. N., Neimanis, V. P., Dwyer, L., (1979). Water quality Sourcebook-A guide to water quality parameters : Inland Waters Directorate, *Water Quality Branch*, Ottawa Canada, 88.
- Merlini, M., (1971). Heavy metal contamination, in impingement of man on the Oceans, *London and Newyork*, 461-468.

- Metelw, V., Kanaev, E., (1971). *Water Toxicology*, Amerind Publishing, Co. Pvt. Ltd. 1-216, Newyork.
- Mormede, S., Davies, I., (2001). Trace elements in deep-water fish sp. from the Rockall Trough, *Fisherles Research*, 51, 197-206.
- Öztürk, M., Bat, L., (1995). *Altinkaya Barajı'nda yaşayan C. carpio türünün çeşitli organ ve dokularındaki bazı ağır metallerin birikimi*, 2. Ul. Eko. ve Çevre Kong. Bild., 651-657, Ankara.
- Ünlü, E., Gümgüm, B., (1993). Concentrations of Cu and Zn in fish and sediments from the Tigris River in Turkey. *Chemosphere*, 26, 2055-2061.
- Yazkan, M., Özdemir, F. and Gölükcü, M., (2002). Antalya Körfezi'nde Avlanan Bazı Balık Türlerinde Cu, Zn, Pb, ve Cd İçeriği. *Türk J.Vet. Anim. Sci. Tübitak*, 26, 1309-1313.
- Yılmaz, A. B., (2005). Comparison of heavy metal levels of grey mullet (*Mugil cephalus* L.) and sea bream (*Sparus aurata* L.) caught in İskenderun Bay (Turkey). *Türk J. Vet. Anim. Sci. Tübitak*, 29, 257-262.
- Windom H., (1991). Distribution of Fe, Mg, Cu, Zn, Ag in oyster along the Georgia coast. *J. Fisheries Res. Board of Canada*, 29, 450-452.
- World Health Organization (WHO), (1984a). Guidelines for drinking water quality, Volume 2, Health criteria and other supporting information : *WHO Publ.*, Geneva, Switzerland, 335.
- World Health Organization (WHO), (1984b). Guidelines for drinking water quality, Volume 1, Recommendations, *WHO Publ.*, Geneva, Switzerland,130.