

## Seyhan Baraj Gölü'ndeki Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Sudak (*Stizostedion lucioperca* L., 1758)'larda Fe, Zn, Cd Düzeylerinin Belirlenmesi

M. Ziya Lugal Göksu, Fatma Çevik, Özlem Fındık, Ercan Sarıhan

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 01330, Balcalı, Adana, Türkiye

**Abstract:** *Investigation of Fe, Zn and Cd in Mirror Carp (Cyprinus carpio L., 1758) and Pike Perch (Stizostedion lucioperca L., 1758) from Seyhan Dam Lake.* In this study, the accumulation levels of Fe, Zn and Cd in the edible parts of Mirror Carp and Pike Perch from Seyhan Dam Lake were determined. The samples, collected monthly in 1998 and were analyzed by AAS techniques. The levels of heavy metals were detected as Fe>Zn>Cd. The accumulation levels of the metals varied as follows; in Mirror Carp, Fe  $1.93 \pm 0.36 \mu\text{gg}^{-1}$ , Zn  $0.84 \pm 0.57 \mu\text{gg}^{-1}$  and Cd  $0.46 \pm 0.10 \mu\text{gg}^{-1}$ ; in Pike Perch, Fe  $1.85 \pm 0.20 \mu\text{gg}^{-1}$ , Zn  $0.54 \pm 0.22 \mu\text{gg}^{-1}$  and Cd  $0.49 \pm 0.09 \mu\text{gg}^{-1}$  (wet weight).

**Key Words:** Heavy metal, *Cyprinus carpio*, *Stizostedion lucioperca*, Mirror Carp, Pike Perch, Seyhan Dam Lake.

**Özet:** Bu çalışmada, Seyhan Baraj Gölündeki balıklardan, Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Sudak (*Stizostedion lucioperca* L., 1758)'ın yenilebilir kısımlarında, Fe, Zn ve Cd birikimi belirlenmiştir. Örnekler, aylık alınmış (1998'de) ve AAS yöntemi ile analiz edilmiştir. Ağır metal birikim sıralaması, Fe>Zn>Cd şeklinde bulunmuştur. Ortalama birikim değerleri, Aynalı Sazan'da Fe  $1.93 \pm 0.36 \mu\text{gg}^{-1}$ , Zn  $0.84 \pm 0.57 \mu\text{gg}^{-1}$ , Cd  $0.46 \pm 0.10 \mu\text{gg}^{-1}$  ve Sudak'da Fe  $1.85 \pm 0.20 \mu\text{gg}^{-1}$ , Zn  $0.54 \pm 0.22 \mu\text{gg}^{-1}$ , Cd  $0.49 \pm 0.09 \mu\text{gg}^{-1}$  (yaş ağırlık) olarak saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır metal, *Cyprinus carpio*, *Stizostedion lucioperca*, Aynalı Sazan, Sudak, Seyhan Baraj Gölü.

### Giriş

Ağır metaller, az miktarda bulunsalar bile, sucul canlıların bünyelerinde giderek artan oranlarda birikerek, zehir etkisi yapacak düzeylere ulaşabilmektedirler. Ikuta (1985), ağır metal birikimine dikkat çekerek, beslenme alanlarındaki kirliliğin, çift kabuklular ve diğer su canlılarında sorun oluşturduğunu bildirmektedir.

Kargın ve Erdem (1991), Cd, Cu, Cr, Ni, Zn ve Mn gibi ağır metallerin, canlı bünyesinde biriktiğini, belirli miktarın aşılması halinde zehir etkisi yaptığını, birikim miktarının etki süresi ve

ortam değişimine göre arttığını bildirmektedirler.

Uysal ve Tuncer (1984), ağır metallerin deniz ürünlerinin bünyesinde biriktiğini ve birikimin beslenme, yaş ve yaşam alanları ile ilişkili olduğunu bildirmektedirler.

Ağır metal birikiminde canlıların hareket yeteneklerine göre, "Balık, karides (kas dokusu)<midye<zooplankton, istridye, perifiton" olarak sıralandığı ve nektonik canlılardaki birikim saptama çalışmalarında, canlı hareketinden dolayı, örnek alma bölgesinin önemsiz olduğu bildirilmektedir (Ramelow *et al.*, 1989).

Denizler, göller ve akarsular, her zaman atık alanları olarak düşünülmüş, ancak atıkların, bu sulara yaşayan su ürünlerinde ve insanlarda çeşitli etkiler yapabileceği düşünülmemiştir. Günümüzde gelişen çevre bilinciyle, zararlı atıkların sulara atılması önlenirken, besin zinciri ve insan üzerindeki etkileri de araştırılmaktadır.

Bu çalışmada, Çukurova Bölgesi'nin önemli su kaynaklarından Seyhan Baraj Gölü'nde avlanarak bölge halkının beslenmesine sunulan, ekonomik değerdeki balık türlerinden Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) ve Sudak (*Stizostedion lucioperca* L., 1758)'daki Fe, Zn, ve Cd birikim düzeyleri araştırılmıştır.

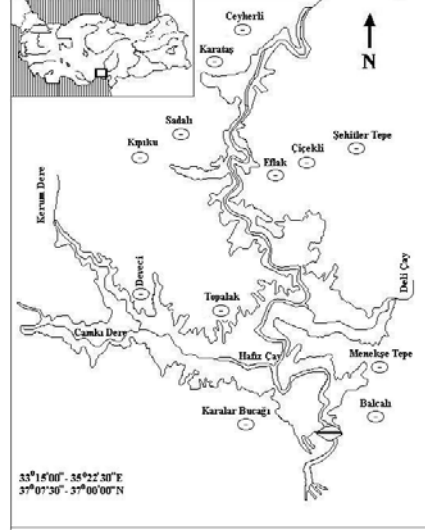
### Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Seyhan Baraj Gölü'nde (Adana) yürütülmüştür (Şekil 1)

Aynalı sazan ve sudak örnekleri balıkçılardan rasgele sağlanmıştır. Örnekler, 1998 yılında, av yasağının uygulandığı dönem (Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz) dışındaki 8 aylık sürede aylık olarak alınmış, balıkların yenilebilir kısımlarındaki demir (Fe), çinko (Zn) ve kadmilyum (Cd) birikimleri yaş ağırlık olarak saptanmıştır.

Doku örnekleri, Bernhard (1976)'a göre hazırlanmış; 1 g alınan kas dokusunun yakma işlemi, 2 ml perklorik asit ve 2 ml nitrik asit ilavesiyle teflon kaplarda, mikrodalga fırında yapılmıştır. Örneklerin ağır metal içeriklerinin belirlenmesinde Perkin Elmer 2380 model

Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi kullanılmıştır.



Şekil 1. Seyhan Baraj Gölü.

Balıklardaki ağır metal birikimlerinin ağırlık, boy ve türe bağlı karşılaştırmaları One-Way Anova ve Duncan testi yöntemiyle yapılmıştır. Bu analizler için, SPSS paket programı kullanılmıştır (Anonim, 1993).

### Bulgular

Balıklarda belirlenen ortalama ağır metal birikim değerleri, balık türlerine göre Tablo 1'de, ağırlık gruplarına göre Tablo 2'de, boy gruplarına göre Tablo 3'de, aylara göre aynalı sazan için Şekil 2'de, sudak için Şekil 3'de, verilmiştir.

Tablo 1. Aynalı sazan ve sudakta Fe, Zn, Cd birikim değerleri

Balıklar	Fe ( $\mu\text{g g}^{-1}$ yaş ağı)	Zn ( $\mu\text{g g}^{-1}$ yaş ağı)	Cd ( $\mu\text{g g}^{-1}$ yaş ağı)
Aynalı Sazan	1.93 ± 0.36	0.84 ± 0.57	0.46 ± 0.10
Sudak	1.85 ± 0.20	0.54 ± 0.22	0.49 ± 0.09

Tablo 1'de, birikim düzeyleri, yıllık ortalama, aynalı sazanda Fe  $1.93 \pm 0.36 \mu\text{g g}^{-1}$ , Zn  $0.84 \pm 0.57 \mu\text{g g}^{-1}$  ve Cd  $0.46 \pm 0.10 \mu\text{g g}^{-1}$ ; sudakta Fe

$1.85 \pm 0.20 \mu\text{g g}^{-1}$ , Zn  $0.54 \pm 0.22 \mu\text{g g}^{-1}$  ve Cd  $0.49 \pm 0.09 \mu\text{g g}^{-1}$  (yaş ağırlık) olarak belirlenmiştir.

Tablo 2'de, Aynalı sazanda en

yüksek birikim, Cd için 1. ağırlık grubunda,  $0.56 \pm 0.04 \mu\text{gg}^{-1}$ ; Fe için 2. ağırlık grubunda,  $2.29 \pm 0.62 \mu\text{gg}^{-1}$ ; ve Zn için 6. ağırlık grubunda,  $1.79 \pm 0.00 \mu\text{gg}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Sudakta 5. ve 6. ağırlık gruplarında örnek alınmamıştır. Diğer gruplarda en yüksek birikim, Fe için 8. ağırlık grubunda,  $1.98 \pm 0.19 \mu\text{gg}^{-1}$ ; Zn için 3. ağırlık grubunda,  $0.67 \pm 0.37 \mu\text{gg}^{-1}$ ; ve Cd için 7. ağırlık grubunda,  $0.55 \pm 0.00 \mu\text{gg}^{-1}$  olarak saptanmıştır.

Ağırlığa göre yapılan istatistik analizlerde, sudak grupları arasındaki fark Fe, Zn ve Cd bakımından istatistik olarak önemsiz; aynalı sazan grupları arasındaki fark, Fe ve Zn için istatistik olarak önemsiz, fakat Cd için önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). Aynalı sazan için, Cd'daki bu farklılığın, Duncan testi sonucunda, 2. gruptan kaynaklandığı saptanmıştır.

**Tablo 2.** Aynalı sazan ve sudakta ağırlık gruplarına göre Fe, Zn, Cd birikim düzeyi.

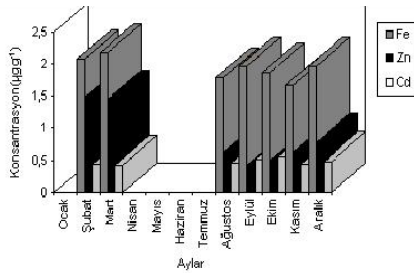
Balıklar	Ağırlık Grupları (g)	Demir (Fe) ( $\mu\text{gg}^{-1}$ yaş ağı)	Çinko (Zn) ( $\mu\text{gg}^{-1}$ yaş ağı)	Kadmiyum (Cd) ( $\mu\text{gg}^{-1}$ yaş ağı)
Aynalı Sazan	59.9 – 89.9	$1.99 \pm 0.24$	$1.16 \pm 0.69$	$0.56 \pm 0.04$
	90.9 – 120.9	$2.29 \pm 0.62$	$1.17 \pm 0.94$	$0.34 \pm 0.19$
	121.9 – 151.9	$1.80 \pm 0.19$	$0.40 \pm 0.22$	$0.49 \pm 0.03$
	152.9 – 182.9	$1.85 \pm 0.06$	$0.77 \pm 0.46$	$0.46 \pm 0.05$
	183.9 – 213.9	$1.85 \pm 0.43$	$0.66 \pm 0.18$	$0.46 \pm 0.05$
	214.9 – 244.9	$1.79 \pm 0.00$	$1.79 \pm 0.00$	$0.47 \pm 0.00$
	245.9 – 275.9	$1.74 \pm 0.00$	$0.69 \pm 0.00$	$0.51 \pm 0.00$
	276.9 – 306.9	$1.81 \pm 0.39$	$0.59 \pm 0.15$	$0.43 \pm 0.03$
Sudak	29.2 – 69.2	$1.83 \pm 0.20$	$0.56 \pm 0.24$	$0.51 \pm 0.05$
	70.2 – 110.2	$1.90 \pm 0.17$	$0.42 \pm 0.04$	$0.37 \pm 0.22$
	111.2 – 151.2	$1.75 \pm 0.37$	$0.67 \pm 0.37$	$0.47 \pm 0.04$
	152.2 – 192.2	$1.90 \pm 0.00$	$0.57 \pm 0.00$	$0.51 \pm 0.00$
	193.2 – 233.2	-	-	-
	234.2 – 274.2	-	-	-
	275.2 – 315.2	$1.88 \pm 0.00$	$0.56 \pm 0.00$	$0.55 \pm 0.00$
	316.2 – 356.2	$1.98 \pm 0.19$	$0.51 \pm 0.01$	$0.53 \pm 0.05$

**Tablo 3.** Aynalı sazan ve sudakta boy gruplarına göre Fe, Zn, Cd birikim düzeyi.

Balıklar	Boy Grupları (cm)	Demir (Fe) ( $\mu\text{gg}^{-1}$ yaş ağı)	Çinko (Zn) ( $\mu\text{gg}^{-1}$ yaş ağı)	Kadmiyum (Cd) ( $\mu\text{gg}^{-1}$ yaş ağı)
Aynalı Sazan	15 – 16	$2.19 \pm 0.58$	$1.03 \pm 0.72$	$0.55 \pm 0.62$
	17 – 18	$1.98 \pm 0.08$	$1.79 \pm 0.55$	$0.25 \pm 0.21$
	19 – 20	$1.90 \pm 0.26$	$0.45 \pm 0.18$	$0.50 \pm 0.01$
	21 – 22	$1.88 \pm 0.09$	$0.62 \pm 0.44$	$0.44 \pm 0.13$
	23 – 24	$1.81 \pm 0.39$	$0.77 \pm 0.39$	$0.45 \pm 0.03$
	25 – 26	$1.54 \pm 0.00$	$0.70 \pm 0.00$	$0.40 \pm 0.00$
Sudak	14 – 17	$1.79 \pm 0.21$	$0.46 \pm 0.20$	$0.50 \pm 0.04$
	18 – 21	$1.92 \pm 0.47$	$0.83 \pm 0.44$	$0.46 \pm 0.05$
	22 – 25	$1.85 \pm 0.19$	$0.79 \pm 0.65$	$0.43 \pm 0.05$
	26 – 29	$2.24 \pm 0.00$	$0.41 \pm 0.00$	$0.00 \pm 0.00$
	30 – 33	$1.71 \pm 0.89$	$0.51 \pm 0.02$	$0.47 \pm 0.06$
	34 – 37	$1.68 \pm 0.35$	$0.60 \pm 0.00$	$0.49 \pm 0.00$

Tablo 3’de, boy gruplarında, Aynalı sazanda en yüksek birikim, 1.grupta, Fe  $2.19\pm 0.58\mu\text{gg}^{-1}$ , Cd  $0.55\pm 0.62\mu\text{gg}^{-1}$ ; 2.grupta, Zn  $1.79\pm 0.55\mu\text{gg}^{-1}$  saptanmıştır. Sudakta ise, 4.grupta, Fe  $2.24\pm 0.00\mu\text{gg}^{-1}$ ; 2.grupta, Zn  $0.83\pm 0.44\mu\text{gg}^{-1}$ ; 1.grupta, Cd  $0.50\pm 0.04\mu\text{gg}^{-1}$  bulunmuştur.

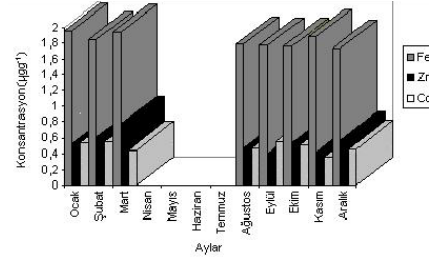
Boya göre yapılan istatistik analizde, sudak boy grupları arasındaki fark Fe ve Zn için istatistik olarak önemsiz, Cd için önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). Sudak için, Cd’deki bu farklılığın, Duncan testi sonucunda 4. gruptan kaynaklandığı anlaşılmıştır. Aynalı sazanda boy grupları arasındaki fark, Fe için istatistik olarak önemsiz, ancak Zn ve Cd için önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). Aynalı sazanda için Zn ve Cd’deki bu farklılığın, Duncan testi sonucunda, 2. gruptan kaynaklandığı saptanmıştır.



Şekil 2. Aynalı sazanda ortalama ağır metal birikimi (aylara göre-µgg⁻¹ yaş ağı.)

Şekil 2’de, Aynalı sazanda, Fe en az Kasım’da  $1,66\mu\text{gg}^{-1}$ , en yüksek Martta  $2,18\mu\text{gg}^{-1}$ ; Zn en az Eylül’de  $0,41\mu\text{gg}^{-1}$ , en yüksek Şubat’ta  $1,47\mu\text{gg}^{-1}$ ; Cd en az Martta  $0,41\mu\text{gg}^{-1}$ , en yüksek Ekim’de  $0,55\mu\text{gg}^{-1}$  bulunmuştur.

Şekil 3’de, sudakta Fe en az Aralık’ta  $1.73\mu\text{gg}^{-1}$ , en yüksek Ocak’ta  $1.95\mu\text{gg}^{-1}$ ; Zn en az Eylül’de  $0.40\mu\text{gg}^{-1}$ , en yüksek Mart’ta  $0.77\mu\text{gg}^{-1}$ ; ve Cd en az Kasım’da  $0.35\mu\text{gg}^{-1}$ , en yüksek Şubat’ta  $0.56\mu\text{gg}^{-1}$  saptanmıştır.



Şekil 3. Sudakta ortalama ağır metal birikimi (aylara göre-µgg⁻¹ yaş ağı.)

### Tartışma ve Sonuç

Aynalı sazanda ve sudakta saptanmış olan ortalama ağır metal birikim değerleri, Fe>Zn>Cd şeklinde bulunmuştur. Buna göre Fe, en yüksek birikim gösteren ağır metal olarak belirlenmiştir. İzmir Körfezi’ndeki bir çalışmada, araştırılan 9 ağır metal içinde, balıklarda en fazla Fe’nin birikim gösterdiği bildirilmektedir (Gey ve Mordoğan, 1988).

Araştırma sonucunda elde edilen ağır metal birikim değerleri, bazı bildirişlerle kıyaslanmıştır. Buna göre, Fe için saptanan Aynalı sazandaki  $1.93\pm 0.36\mu\text{gg}^{-1}$  ve sudaktaki  $1.85\pm 0.20\mu\text{gg}^{-1}$  birikim değerleri, pisi balığı için bildirilen  $0.5\mu\text{gg}^{-1}$  ve uskumru, kedi balığı ve somon için bildirilen  $1.0\mu\text{gg}^{-1}$  değerlerine göre yüksek; Zn için saptanan aynalı sazandaki  $0.84\pm 0.57\mu\text{gg}^{-1}$  ve sudaktaki  $0.54\pm 0.22\mu\text{gg}^{-1}$  birikim değerleri, FAO’nun deniz organizmaları için bildirdiği  $3.0-100.0\mu\text{gg}^{-1}$  (yaş ağırlık) ve Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı’nın “Su Ürünlerinin Ağır Metal Kalıntısı ve Mikrobiyolojik Kontrolüne Dair Tebliğ”indeki balıklar için verilen  $50.0\mu\text{gg}^{-1}$  kriterine göre düşük; ve Cd için saptanan aynalı sazandaki  $0.46\pm 0.10\mu\text{gg}^{-1}$  ve sudaktaki  $0.49\pm 0.09\mu\text{gg}^{-1}$  birikim değerleri, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığının “Su Ürünlerinin Ağır Metal Kalıntısı ve Mikrobiyolojik Kontrolüne Dair Tebliğ”indeki balıklar için verilen  $0.1\mu\text{gg}^{-1}$  kriterine göre yüksek değerlerde

bulunmuştur (Oehlenschlager, 1994 ve Anonim, 1991) .

Diğer taraftan, çalışılan her iki balık türünde de, ağır metallere Fe ve Zn ile ilgili en yüksek ortalama birikim değerleri, Ocak-Şubat-Mart döneminde gözlenmiştir. Saptanan bu bulgu, bu metallere çoğunlukla kış mevsiminde birikim gösterdiğini düşündürmektedir. Ege Denizi'nde yapılmış olan bir çalışmada, *Dicentrarchus labrax* ve *Solea vulgaris*'de saptanan ağır metallere birikim düzeylerinin bölgeye, mevsimlere, organizmanın boyuna, ağırlığına ve yaşına göre değişim gösterdiğinin belirlendiği (Gey, 1983) ve başka bir çalışmada da, her mevsimdeki ağır metal birikim düzeylerinin dağılımlarının farklı olduğu belirtilmektedir (Tuncer ve Göksel, 1993).

Araştırmanın yürütüldüğü Seyhan Baraj Gölü'nde, benzer bir çalışmaya rastlanılmadığından, bu araştırma ile elde edilen bulgular, bu göl için ilk veriler olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte, Seyhan Baraj Gölü ile bağlantılı akarsulardan Çakıt Suyu'nda yaşayan balıklardan *Barbus rajanorum* ve *Capoeta barroisi* türlerinde krom (Göksu ve diğ., 1997); Seyhan Nehri'nde yaşayan balıklardan *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* ve *Chondrostoma regium*'un dokularında, ağır metallere Cd, Pb, Cu, Cr ve Ni'in araştırıldığı bildirilmektedir (Canlı ve diğ., 1997).

#### Teşekkür

Bu çalışmaya maddi destek sağlayan Çukurova Üniversitesi Araştırma Fonu Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

#### Kaynakça

- Anonim, 1991. Su Ürünlerinin Ağır Metal Kalıntısı ve Mikrobiyolojik Kontrolüne Dair Tebliğ. Resmi Gazete, Ankara, TOK Bak., S.:20884 sf.5, 1991.  
Anonim, 1993. SPSS For Windows Advanced

Statistics Release, 6.0, 578sf. 1993.

- Bernhard, 1976. Manual of Methods in Aquatic Environment Research, Part 3- Sampling and Analysis of Biological Material. FAO Fisheries Technical Paper (FAO/UNEP). No: 158, M. Bernhard (Consultant), Rome. 1976.  
Canlı, M., Ay, Ö. ve Kalay, M., 1997. Levels of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu, Cr and Ni) in Tissue of *Cyprinus carpio*, *Barbus capito* and *Chondrostoma regium* From The Seyhan River, Tr. J.of Zoo.22 (1998), 149-157, TÜBİTAK, 1997.  
Gey, H., 1983. Türkiye'nin Ege Denizi Kıyılarında Avlanan *Dicentrarchus labrax* L. ve *Solea vulgaris* QUENSEL'de Bazı İz Elementlerin Birikim Düzeylerinin Araştırması. Doktora T., Bornova-İzmir, E. Ü. Fen Fak. Biyol. Böl., 1983.  
Gey, H. ve Mordoğan, H., 1988. İzmir Körfezi'ndeki Bazı Deniz Organizmalarında Ve İç Körfezin Sahil Kenarı Sedimentlerinde Çeşitli Ağır Metallerin Derişimleri. Doğa TU Zooloji Dergisi, 12, 3, Ankara, 1998.  
Göksu, M. Z. L., Çevik, F., Sarıhan, E., 1997. Çakıt Suyunda (Pozantı-Adana) Krom Araştırması, Su Ür. D, Cilt No 14, Sayı 1-2, Sf. 119-126, İzmir. 1997.  
Ikuta, K., 1985. A Comparison On Heavy Metal Contents Between *Batillus cornutus* and *Babylonia japonica*. Reprinted from bulletin of the Faculty of Agriculture, Myazaki University, Vol. 32, No. 1, October 1985.  
Kargın, F. ve Erdem, C., 1991. Accumulation of Copper in Liver, Spleen, Stomach, Intestine, Gill and Muscle of *Cyprinus carpio*. Doğa Tr. J.of Zool., 15,306-314.  
Oehlenschlager, J., 1994. Grundzusammensetzung der Rohwaren. Handbuch Fisch, Enstitüt für Mereskunde, 5.1.1., 4-19, Pallm alle 99., Hamburg, 1994.  
Ramelow, G.J., Webre, C.L., Mueller, C.S., Beck, J.N., Young, J.C., Langley, M.P., 1989. Variations of Heavy Metals and Arsenic in Fish and Other Organisms From The Calcasieu River and Lake, Arch. Environ. Contam. Toxicol. 18, 804-818. Louisiana, New York, 1989.  
Tuncer, S. ve Göksel, H., 1993. Trabzon

Kıyılarından Avlanan Mezgıt (*Merlangius euxinus*)'ta Bazı Ağır Metal (Cu, Mn, Zn) Birikimlerinin Araştırılması. KTÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Trabzon, 1993.

Uysal, H. ve Tuncer, S., 1984. A Comparative Study On Heavy Metal Concentrations in Some Fish Species And in The Sediment From İzmir Bay. VII es Jurnees Etud. Poll, Lucerne.