

Keban Baraj Gölü'nde Yaşayan Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)'nın Otolit Biyometrisi^a

Burcu SAYIN¹, Metin ÇALTA^{1*}

¹Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi 23119 Elazığ

*mcalta@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 11.02.2017; Kabul/Accepted: 24.02.2017)

Özet

Bu çalışmada, Elazığ Keban Baraj Gölü'nden yakalanan aynalı sazan (*C. carpio* L., 1758)'de otolit biyometrisi araştırıldı. Bu amaçla, Kasım 2016-Aralık 2016 tarihleri arasında toplam 120 örnek (54 dişi ve 66 erkek) incelendi. Balık örneklerinin toplam boy ve ağırlıkları belirlendikten sonra, gonadları incelenerek eşey tespiti yapıldı. Daha sonra her bir balığın sağ ve sol otolitleri çıkartıldı ve temizlendi. Otolit ağırlıkları 0,0001 g hassasiyette tartıldı. Otolit boyu ve otolit genişliği bilgisayar destekli görüntü analiz programı kullanılarak 0,001mm hassasiyetle ölçüldü. Balıkların ortalama otolit ağırlığı (mg) değerleri (sağ otolit-sol otolit) tüm populasyon, dişiler ve erkekler için sırasıyla (3,38-3,37), (3,29-3,29) ve (3,45-3,44) olarak belirlendi. Ortalama otolit boyu (mm) değerleri sırasıyla (2,57-2,57), (2,56-2,54) ve (2,58-2,59) olarak, ortalama otolit genişliği (mm) değerleri ise sırasıyla (1,61-1,62), (1,60-1,60) ve (1,62-1,63) olarak belirlendi. Sağ-sol otolit verileri ile dişi-erkek otolit verileri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulundu ($P>0,05$). Otolit biyometrisi-balık boyu ilişkisi de incelendi.

Anahtar Kelimeler: Keban Baraj Gölü, Aynalı sazan, *Cyprinus carpio*, Otolit biyometrisi

Otolith Biometry of Mirror Carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) Living in Keban Dam Lake

Abstract

In this study, otolith biometry of mirror carp (*C. carpio* L., 1758) obtained from Keban Dam Lake were examined. For this purpose, 120 individuals (54 females and 66 males) were studied during November 2016-December 2016. After total length and weight of fish samples were determined, their sexes were also determined by examining of gonads. Then right and left otoliths were removed and cleaned. Otoliths weight were determined to the nearest ± 0.0001 g. The lengths and widths of otoliths were measured to the nearest ± 0.001 mm with a computer-aided image analysis program. The mean otolith weight (mg) values (right otolith-left otolith) of all population, the females and the males were (3.38-3.37), (3.29-3.29) and (3.45-3.44) respectively. The mean otolith length (mm) values were found to be (2.57-2.57), (2.56-2.54) and (2.58-2.59) respectively and the mean otolith width (mm) values were determined as (1.61-1.62), (1.60-1.60) and (1.62-1.63) respectively. The differences between right and left otolith data and between female-male otolith data were not statistically significant ($P> 0.05$). Otolith biometry-fish length relationships were also studied.

Key Words: Keban Dam Lake, Mirror carp, *Cyprinus carpio*, Otolith biometry

1. Giriş

Sazan (*C. carpio* Linnaeus, 1758) Cyprinidae ailesine ait ılıman, yavaş akışlı veya durgun, genellikle vejetasyonun olduğu zemini gevşek olan su kaynaklarını tercih eden bir balıktır. Uygun şartlarda, 120cm uzunluğa, 40kg ağırlığa ulaştıkları belirtilmektedir [1]. Bugüne kadar yakalanan en yaşlı birey 38 kg olarak kaydedilmiştir [1]. Ayrıca, Cyprinidae ailesi tüm

balık aileleri içerisinde en büyüğü olup, başlıca Avrupa, Asya, Afrika ve Kuzey Amerika olmak üzere çok geniş bir coğrafik dağılıma sahiptir [2]. Tüm dünyada yaklaşık olarak 2900 türünün olduğu belirtilmektedir [3]. Ülkemiz balık faunası içerisinde yaklaşık 130 tür ile temsil edilen en geniş ailedir [4]. Aynalı sazan *C. carpio*'un bir üyesi olup diğer üyelere genotipik farklılık göstermektedir. Bu farklılık fenotipte pul şekillenmesini etkilemektedir [5].

^aFırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: SÜF.16.02).

Otolitler tüm kemikli balıklarda denge ve işitme organları olarak görev yapan, sagitta, asteriscus ve lapillus olarak adlandırılan 3 çift kalkerleşmiş yapılardır [6-7]. Otolitler balığın hayat hikâyesini sürekli kaydeden yapılardır [8]. Bu nedenle, otolit biyometrisi balığın büyümesi, yaşı ve ontogenetiği hakkında sağlıklı bilgiler vermektedir. Zira otolitler balık ile birlikte oluşan ve balığın yaşamı boyunca büyümeye devam eden yapılardır [9].

Son zamanlarda otolit morfolojisi ve biyometrisi hakkındaki çalışmalar görüntüleme sistemlerindeki gelişmelere bağlı olarak hız kazanmıştır. Otolit biyometrisi-balık boyu ilişkisi farklı balık türleri için birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir [10-15]. Bu konuda ülkemizde de

farklı su kaynaklarında yaşayan değişik balık türleri üzerine yapılmış çok sayıda araştırma mevcuttur [16-27]. Fakat Keban Baraj Gölü'nde yaşayan aynalı sazanda otolit biyometrisi üzerine bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile Keban Baraj Gölü'nde yaşayan aynalı sazanın otolit biyometrisi belirlenerek, balık büyüklüğü ile ilişkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

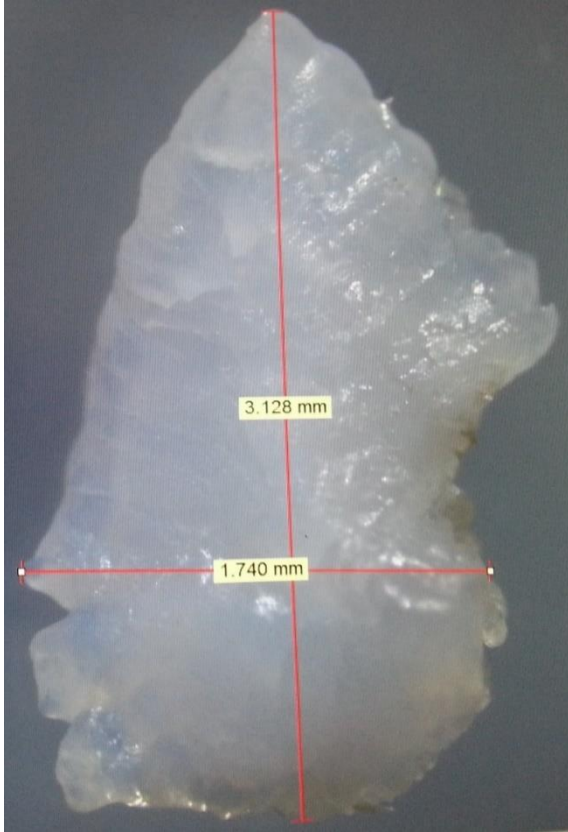
Bu çalışmada toplam 120 adet aynalı sazan kullanıldı. Balıklar Keban Baraj Gölü setine yakın bölgeden (Şekil 1) Kasım 2016-Aralık 2016 aylarında farklı göz açıklıklarındaki balık ağları ile yakalandı.



Şekil 1. Balıkların yakalandığı Keban Baraj Gölü setine yakın bölge (38° 48' 23.67"K ve 38° 46' 23.88"D) [28].

Yakalanan balıklar Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler laboratuvarına getirilerek, temiz su ile yıkandı ve kurutuldu. Balık ağırlıkları $\pm 0,1g$ hassasiyetle tartıldı. Balıkların toplam boyları ölçüm tahtasında ± 1 mm hassasiyetle ölçüldü. Balıkların eşeylerini tespit etmek için karınları açıldı ve gonadları makroskobik olarak incelenerek eşey tespiti yapıldı. Balıkların sağ ve sol sagittal otolitleri pens yardımıyla ayrı ayrı çıkarılarak içi sıcak su dolu petri kabına konuldu. Üzerindeki yabancı maddeler temizlenerek etiketlendi ve kilitli poşetlerde muhafaza edildi. Otolit ağırlıkları RADWAG marka AS 220.R2 serisi hassas

terazide $\pm 0,0001g$ hassasiyetle tartıldı. Otolit boyutları ise bilgisayar destekli Leica S8APO marka mikroskop yardımıyla Leica Application Suit (LAS V4.8) programı kullanılarak 0,001 mm hassasiyette iki eksen üzerinde ölçüldü (Şekil 2). Ölçümlerde otolit boyu (OB) ve otolit genişliği (OG) tespit edildi. Sağ ve sol otolit çiftleri biyometrisi arasındaki fark ile erkek ve dişi bireylerin otolit biyometrisi arasındaki fark Student t-testi ile değerlendirildi. Erkek ve dişi birey sayıları arasındaki farkın önemlilik testi için Ki-kare testi uygulandı.



Şekil 2. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan aynalı sazan'da otolit boyu ve otolit genişliği ölçümü.

3. Bulgular

Çalışmada incelenen 120 adet aynalı sazanın yaş grupları ve eşeylere göre dağılımları Tablo 1'de görülmektedir. İncelenen balıkların %55'inin erkek, %45'inin ise dişi bireylerden oluştuğu ve 2-8 yaş grupları arasında dağılım gösterdiği tespit edildi. En fazla bireyi erkeklerde 3. yaş grubundaki balıkların, dişilerde ise 3 ve 4. yaş grubundaki balıkların oluşturduğu ve popülasyonda genellikle erkek bireylerin dişi bireylerden fazla olduğu görülmektedir. Bununla birlikte E/D oranının doğal olasılık olarak kabul edilen 1/1'den istatistiki olarak farklı olmadığı (*Ki-kare Test: $\chi^2=0,27$; $P>0,05$*) belirlendi.

Çalışmada incelenen toplam 120 aynalı sazan için toplam boy ve ağırlık dağılımları Tablo 2'de görülmektedir. Erkek ve dişi bireylerin ağırlıkları ve total boyları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (*Student t-test: $P>0,05$*).

İncelenen aynalı sazan popülasyonunun tüm bireyleri için sağ ve sol otolit ağırlıkları, boyları ve genişlikleri Tablo 3'de verilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmede sağ ve sol otolitlerin

ağırlık, boy ve genişliklerinin aralarındaki farklar önemsiz bulunmuştur (*Student t-test: $P>0,05$*)

Tablo 1. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan 120 adet aynalı sazan'da yaş gruplarına göre eşey dağılımları.

Yaş grubu	Erkek		Dişi		Tüm bireyler		E/D oranı	χ^2
	N	%N	N	%N	N	%N		
2	8	6,67	6	5,00	14	11,67	1,33	0,59
3	22	18,33	18	15,00	40	33,33	1,22	0,53
4	18	15,00	18	15,00	36	30,00	1,00	1,00
5	6	5,00	4	3,34	10	8,34	1,50	0,52
6	8	6,68	4	3,34	12	10,02	2,00	0,22
7	2	1,66	2	1,66	4	3,32	1,00	1,00
8	2	1,66	2	1,66	4	3,32	1,00	1,00
Toplam	66	55,00	54	45,00	120	100,00	1,22	0,27

Tablo 2. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan aynalı sazan örneğinde ağırlık ve toplam boy dağılımları.

	Ağırlık (g)		Toplam boy (cm)	
	Erkek	Dişi	Erkek	Dişi
Ort.	386,10	360,19	28,73	28,17
Min.	163,60	175,90	21,50	22,30
Mak.	724,00	900,10	37,00	37,50
SS	188,89	191,50	4,80	4,54
SH	32,88	36,85	0,84	0,87
t-test	$P>0,05$		$P>0,05$	

Ort: Ortalama değer; Min: En küçük değer; Mak: En büyük değer; SS: Standart sapma; SH: Standart hata

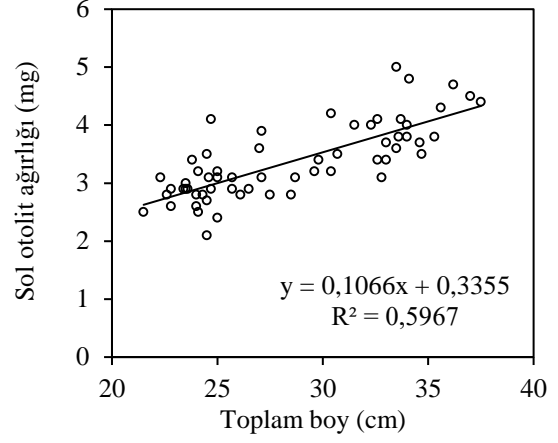
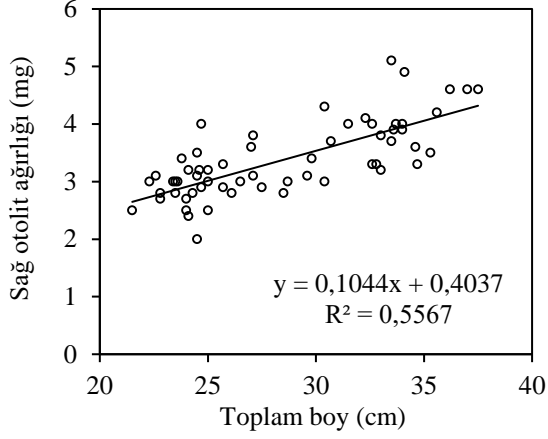
Tablo 3. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan aynalı sazan örneklerinde otolit ağırlığı, boyu ve genişliği.

	Otolit ağırlığı (mg)		Otolit boyu (mm)		Otolit genişliği (mm)	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
Ort.	3,38	3,37	2,57	2,57	1,61	1,62
Min.	2,00	2,10	2,19	2,18	1,42	1,42
Mak.	5,10	5,00	3,08	3,03	1,83	1,85
SS	0,65	0,64	0,23	0,23	0,11	0,12
SH	0,08	0,08	0,03	0,03	0,01	0,02
t-test	$P>0,05$		$P>0,05$		$P>0,05$	

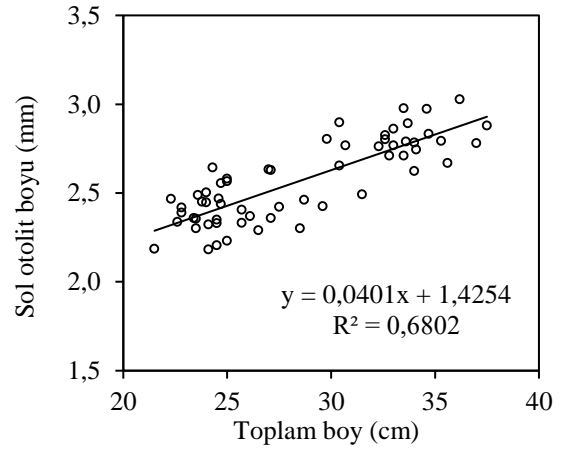
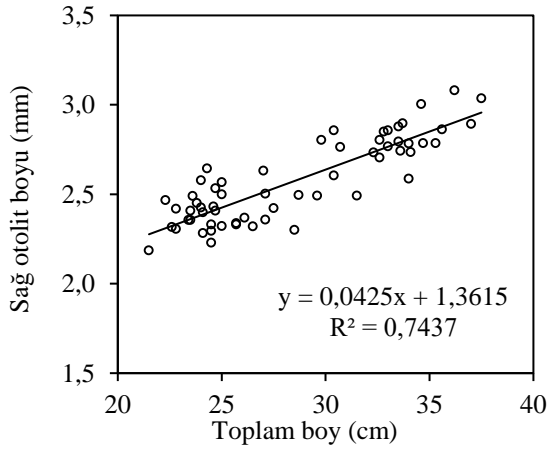
Keban Baraj Gölünden yakalanan aynalı sazan popülasyonunun toplam balık boyu-sağ otolit ağırlığı ve toplam balık boyu-sol otolit ağırlığı ilişkisi doğrusal olup, determinasyon katsayıları sırasıyla $R^2=0,5567$ ve $R^2=0,5967$ olarak bulunmuştur (Şekil 3). Buna göre Keban Baraj Gölü aynalı sazan popülasyonunun sağ otolit ağırlık artışının yaklaşık olarak %56, sol otolitte ise %60 oranında balık boyu artışına bağlı olduğu görülmektedir. İncelenen balık örneklerinde toplam balık boyu-sağ otolit boyu ve toplam balık boyu-sol otolit boyu ilişkisi doğrusal olup, determinasyon katsayıları sırasıyla $R^2=0,7437$ ve $R^2=0,6802$ olarak bulunmuştur

(Şekil 4). Buna göre aynalı sazın popülasyonunda sağ otolit boyu artışının yaklaşık olarak %74, sol otolit boyu artışının ise yaklaşık olarak %68

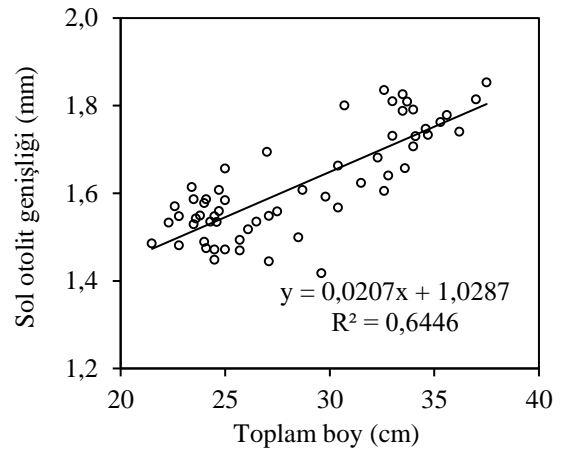
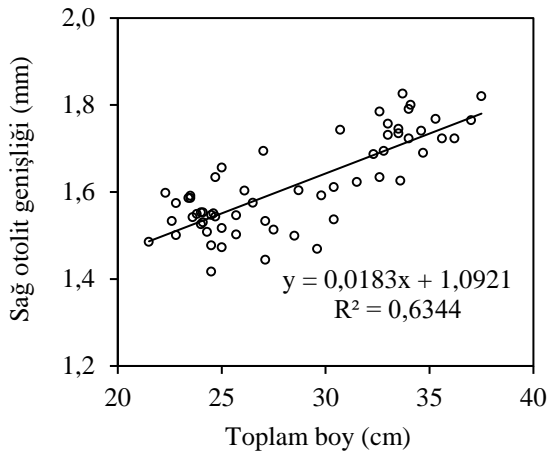
oranında balık boyu artışına bağlı olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan aynalı sazın popülasyonunda toplam boy-otolit ağırlığı ilişkisi.



Şekil 4. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan aynalı sazın popülasyonunda toplam boy-otolit boyu ilişkisi.



Şekil 5. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan aynalı sazın popülasyonunda toplam boy-otolit genişliği ilişkisi.

Keban Baraj Gölünden elde edilen aynalı sazan bireylerinde toplam balık boyu-sağ otolit genişliği ve toplam balık boyu-sol otolit genişliği ilişkisi doğrusal olup, determinasyon katsayıları sırasıyla $R^2=0,6344$ ve $R^2=0,6446$ olarak bulunmuştur (Şekil 5). Buna göre, Keban Baraj Gölü aynalı sazan popülasyonunun sağ otolitte genişliğine büyümenin yaklaşık olarak %63, sol otolitte ise %60 oranında balık boyu artışına bağlı olduğu görülmektedir. Buna göre toplam balık boyu ile otolite ait veriler arasında ilişkinin %56-%74 arasında olduğu görülmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Keban Baraj Gölü'nden yakalanan aynalı sazan popülasyonunda otolit ağırlığı, otolit boyu ve otolit genişliği bakımından sağ ve sol otolit çiftleri karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak önemli bir farklılık görülmemiştir ($P>0,05$). Bu nedenle, aynalı sazan türü ilgili yapılacak yeni çalışmalarda otolitlerin birbirinden ayırt edilmeden kullanılabilmesi, sağ veya sol otolit çiftinden herhangi birisinin tercihini yapılabileceğini göstermektedir. Benzer olarak diğer bazı balık türlerinde sağ ve sol otolitlerin biyometrisinde anlamlı bir farkın olmadığını gösteren bulgular mevcuttur [15, 22, 29, 30] Bununla birlikte asimetric vücut yapısı gösteren bazı yassı balık türleri ile yapılan otolit çalışmalarında [31-34]: sağ ve sol otolitler arasında morfolojik ve büyüklük farklılığı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bilateral simetrik bir vücut yapısı gösteren *Uranoscopus scaber*'de sağ ve sol otolit biyometrisi farklılığı belirlenmiştir [20]. Bu durum, sağ ve sol otolit çiftleri arasında görülebilecek biyometrik farklılıkların yassı balıklara özgü olmadığını, bilateral simetrik balıklarda da olabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, bu araştırma ile Keban Baraj Gölü'nde yaşayan aynalı sazan popülasyonunda otolit biyometrisi ilk defa incelenmiş olup, sağ ve sol otolitler arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Ayrıca balık boyu ile otolit ağırlığı, boyu ve genişliği arasındaki ilişkinin iyi bir düzeyde olduğu (%56-%74) belirlenmiştir.

Kaynaklar

1. <http://www.fishbase.se/summary/Cyprinus-carpio.html>

2. Nelson, J.S. (2006). Fishes of the World. 4th ed. Hoboken, NY, USA: John Wiley & Sons, Inc.
3. Eschmeyer, W.N. and Fong, J.D. (2011). Pisces. In Zhang ZQ, editor. Animal Biodiversity: An Outline of Higher-Level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Zootaxa 3148). Auckland, New Zealand: Magnolia Press, pp. 26-38.
4. Geldiay, R. ve Balık, S. (1999). Türkiye Tatlısu Balıkları (Ders Kitabı). Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No: 46, Ders Kitabı Dizini No: 16, Bornova-İzmir. 532s.
5. Kirpichnikov, V.S. (1999). Genetics and breeding of common carp. INRA Editions, Paris, 104p.
6. Das, M. (1994). Age determination and longevity in fishes. *Gerontology*, **40**: 70-96.
7. Popper, A.N., Ramcharitar, J. and Campana, S.E. (2005). Why otoliths? Insights from inner ear physiology and fisheries biology. *Mar. Fresh. Res.* **56**: 497-504.
8. ICES. (2004). Recruitment studies: Manual on precision and accuracy of tools. By M. Belchier, C. Clemmesen, D. Cortes, T. Doan, A. Folkvord, A. Garcia, A. Geffen, H. Høie, A. Johannessen, E. Moksness, H. de Pontual, T. Ramirez, D. Schnack, and B. Sveinsbo. *ICES Techniques in Marine Environmental Sciences*, No:33, 35p.
9. Mendoza, R.P.R. (2006). Otoliths and their applications in fishery science. *Ribarstvo*, **64**: 89-102.
10. Longenecker, K. (2008). Relationships between otolith size and body size for Hawaiian reef fishes. *Pac. Sci.*, **62**: 533-539.
11. Battaglia, P., Malara, D., Romeo, T. and Andaloro, F. (2010). Relationships between otolith size and fish size in some mesopelagic and bathypelagic species from Mediterranean Sea (Strait of Messina, Italy). *Sci. Mar.*, **74**: 605-612.
12. Zorica, B., Sinovcic, G. and Kec, V.C. (2010). Preliminary data on the study of otolith morphology of five pelagic fish species from the Adriatic Sea (Croatia). *Acta Adriat.*, **51**: 89-96.
13. Potier, M., Menard, F., Benivary, H.D. and Sabatie, R. (2011). Length and weight estimates from diagnostic hard part structures of fish, crustacean and cephalopods forage species in the Western India Ocean. *Environ. Biol. Fish.*, **92**: 413-423.
14. Skeljo, F. and Ferri, J. (2012). The use of otolith shape and morphometry for identification and size-estimation of five wrasse species in predator-prey studies. *J. Appl. Ichthyol.*, **28**: 524-530
15. Dehghani, M., Kamrani, E., Salarpouri, A. and Sharifian, S. (2016). Otolith dimensions (length, width), otolith weight and fish length of *Sardinella sardensis* (Day, 1878), as index for environmental studies, Persian Gulf, Iran. *Marine Biodiversity Records*, **9**: 44

16. Ceyhan, T. and Akyol, O. (2006). Age distribution and relationship between fork length and otolith length of bluefish (*Pomatomus saltatrix* L., 1766) in the Sea of Marmara. *EU J. Fish. Aquat. Sci.*, **23**: 369-372.
17. Tarkan, A.S., Gaygusuz, C.G., Gaygusuz, O. and Acıpinar, H. (2007). Use of bone and otolith measure for size-estimation of fish in predator-prey studies. *Folia Zool.*, **56**: 328-336.
18. Bostancı D. and Polat N (2008). Otolith structure, otolith dimensions fish length relationships and age determination of fourspotted megrim *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810). *Journal of FisheriesSciences.com*, **2**: 375-381.
19. Bostancı, D. (2009) Otolith biometry-body length relationships in four fish species (chub, pikeperch, crucian carp, and common carp), *Journal of Freshwater Ecology*, **24**: 619-624
20. Bostancı, D., Yılmaz, S. ve Polat, N. (2009). Otolit biyometrisinin aynı balıkta ve farklı eşeyde değişimine bir örnek: *Uranoscopus scaber* L., 1758. *XV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 01-04 Temmuz 2009*, Rize.
21. Eroğlu, M. and Şen, D. (2009). Otolith size-total length relationship in spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander, 1794) inhabiting in Karakaya Dam Lake (Malatya, Turkey), *Journal of FisheriesSciences.com*, **3**: 342-351.
22. Bostancı, D., Yılmaz, S., Polat, N. and Konaş, S. (2012). İskorpit *Scorpaena porcus* L. 1758'un otolit biyometri özellikleri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, **2**: 59-68.
23. Cengiz, Ö., Özekinci, U., İşmen, A. and Öztekin, A. (2012). Relationship between total length-otolith size of four-spotted megrim, *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810), from Saros Bay (Northern Aegean Sea, Turkey). *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **28**: 429-434.
24. Bilge G (2013). Otolith size–fish size relations in the jewel lanternfish, *Lampanyctus crocodilus* (Actinopterygii: Myctophiformes: Myctophidae), from deepwater environment of the southern Aegean Sea. *Acta Ichthyol. Piscat.*, **43**: 293-296.
25. Doğan, Y. (2014). Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel,1843)'da otolit biyometrisi. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Elazığ, 48s.
26. Dörtbudak, M.Y. ve Özcan, G. (2015). İkizce Çayı'ndaki (Şırnak) siraz balığının [*Capoeta umbla* (Heckel, 1843)] otolit biyometrisi-balık boyu arasındaki ilişki. *Yunus Araştırma Bülteni*, **1**: 67-72.
27. Düşükcan, M., Çalta, M. ve Eroğlu, M. (2015). Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Barbus grypus* Heckel, 1843'de otolit biyometrisi-balık boyu ilişkisi. *Yunus Araştırma Bülteni*, **3**: 21-29.
28. Google Earth (2016).
29. Konaş, S. and Bostancı, D. (2015). Morphological and biometrical characteristics on otolith of *Barbus tauricus* Kessler, 1877 on light and scanning electron microscope. *Int. J. Morphol.*, **33**:1380-1385.
30. Zengin, M., Saygın, S. and Polat, N. (2015). Otolith shape analyses and dimensions of the anchovy *Engraulis encrasicolus* L. in the Black and Marmara Seas. *Sains Malaysiana*, **44**: 657-662
31. Polat, N., Bostancı, D. and Yılmaz, S. (2001). Comparable age determination in different bony structures of *Pleuronectes flesus luscus* (Pallas, 1811) inhabiting Black Sea. *Turkish Journal of Zoology*, **25**: 441-446.
32. Zengin, M., Gümüş, A. and Bostancı, D. (2006). Age and growth of the Black Sea turbot, *Psetta maxima* (L. 1758) (Pisces: Scophthalmidae) estimated by reading otoliths and back-calculation. *Journal of Applied Ichthyology*, **22**: 374-381.
33. Bostancı, D. ve Polat, N. (2007). Dil balığı, *Solea lascaris* (Risso, 1810)'te otolit yapısı, otolit boyutları-balık boyu ilişkileri ve yaş tayini. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **19**: 265-272.
34. Bostancı, D. ve Polat, N. (2008). Benekli pisi, *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810)'nin otolit yapısı, otolit boyutları-balık boyu ilişkileri ve yaş tayini. *Journal of Fisheries Sciences*, **2**: 375-381.