



## Aşağı Melet Irmağı (Ordu, Türkiye)'nda Yaşayan *Barbus tauricus* Kessler, 1877 Otolit Kütle Asimetrisinin Belirlenmesi

Seda KONTAŞ<sup>1</sup>  Derya BOSTANCI<sup>2\*</sup>  Nazmi POLAT<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Ordu Üniversitesi, Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi, 52400 Ordu-Türkiye

<sup>2</sup> Ordu Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, 52200 Ordu-Türkiye

<sup>3</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, 55139 Samsun-Türkiye

### Ö Z

Kemikli balıklar, otolit kütle asimetrisinin fizyolojik rolünü değerlendirmede en uygun organizmalardır. Asimetri, balığın vestibular ve işitsel fonksiyonları üzerinde şiddetli etkilere sebep olan bir faktördür ancak bu konuyla ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Türkiye sularındaki tatlı su türlerinin asimetrisi hakkında birkaç çalışma vardır. Bu çalışmanın amacı, *Barbus tauricus* Kessler, 1877'un otolit kütle asimetrisini belirlemektir. Balık örnekleri Temmuz 2010-Ekim 2011 tarihleri arasında serpmeye ağlar kullanılarak aşağı Melet Irmağı'ndan yakalanmıştır. *B. tauricus* bireylerinin sağ ve sol otolitleri arasındaki fark, paired-t testine göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Ortalama  $x$  ve  $|x|$  değerleri  $0,0685 \pm 0,0194$  ve  $0,2377 \pm 0,0135$  olarak hesaplanmıştır. Balık boyu- $x$ , balık boyu- $|x|$  ve balık boyu- $(M_R-M_L)$  arasındaki ilişkiler sırasıyla  $y=0,0011x+0,0434$ ;  $y=0,0066x+0,1457$  ve  $y=0,0000008x+0,00003$  olarak tespit edilmiştir. Otolit kütle asimetrisi değeri, balıkların yaşadıkları ortamla ilişkili olarak ağır metaller, pestisit, tarım ilaçları gibi kirlilik etkenleri, stres oluşturan faktörler, suyun fiziko-kimyasal özelliklerinde meydana gelebilecek değişimler hakkında bilgi verebilir. Diğer tatlı su türlerinde yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında, ortalama otolit kütle asimetrisi değerinin daha yüksek olarak belirlenmesi, ırmağın *B. tauricus* bireyleri üzerindeki çevresel etkisini de ortaya çıkarmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Otolit, kütle asimetrisi, Cyprinidae, *Barbus tauricus*, Aşağı Melet Irmağı.

### MAKALE BİLGİSİ

#### ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geliş : 12.02.2019

Düzeltilme : 04.04.2019

Kabul : 05.04.2019

Yayın : 25.12.2019



DOI:10.17216/LimnoFish.526274

#### \* SORUMLU YAZAR

deryabostanci@gmail.com

Tel : +90 452 233 9149

### Determination of Otolith Mass Asymmetry in *Barbus tauricus* Kessler, 1877 Inhabiting Lower Melet River (Ordu, Turkey)

**Abstract:** Teleost fishes are the most suitable organisms to assess the physiological role of otolithic mass asymmetry. The asymmetry is a factor which caused drastic effects on vestibular and auditory functions of fish. However, there are limited studies on this subject. There are few studies about the asymmetry of freshwater species in Turkish waters. The aim of this study is to determine otolith mass asymmetry of *Barbus tauricus* Kessler, 1877. Fish samples were caught from the Lower Melet River by using cast nets between July 2010 and October 2011. The difference between right and left otoliths of *B. tauricus* was statistically significant according to paired-t test result ( $P < 0.05$ ). The mean values of  $x$  and  $|x|$  were calculated as  $0.0685 \pm 0.0194$  and  $0.2377 \pm 0.0135$ . The relationships between fish length and  $x$ , fish length and  $|x|$  and fish length and  $MR-ML$  determined as  $y=0.0011x+0.0434$ ;  $y=0.0066x+0.1457$ , and  $y=0.0000008x+0.00003$ , respectively. The otolith mass asymmetry value can give information about pollution factors such as heavy metals, pesticides, stress factors, changes in the physico-chemical properties of water in relation to the environment in which fish habitat. Compared with other fresh water studies, the higher mean otolithic mass asymmetry value revealed the environmental impact of the river on *B. tauricus* individuals.

**Keywords:** Otolith, mass asymmetry, Cyprinidae, *Barbus tauricus*, Lower Melet River.

#### Alıntılama

Kontaş S, Bostancı D, Polat N. 2019. Aşağı Melet Irmağı (Ordu, Türkiye)'nda Yaşayan *Barbus tauricus* Kessler, 1877 Otolit Kütle Asimetrisinin Belirlenmesi. LimnoFish. 5(3): 197-203. doi: 10.17216/LimnoFish.526274

## Giriş

Otolitler üç çift halinde, kalsiyum karbonat yapısında olan ve kemikli balıklarda iç kulakta bulunan kemiksi yapılardır. Türe özgü farklı morfolojilere sahip olan otolitler, balık boyu, beslenme, stres gibi farklı ekolojik faktörlerden etkilenmektedir. Aynı zamanda, balık türlerinin yaşam döngüsünü karakterize eden birçok olayı çalışmak amacıyla en çok kullanılan kemiksi yapılardır (Merigot vd. 2007). Yaş ve büyüme, taksonomi, şekil analizleri, av-avcı ilişkileri ve otolit kütle asimetrisi gibi birçok çalışma için otolitlerden faydalanılmaktadır.

Otolitler, hem deniz hem de tatlı su balık türleri için kolaylıkla ulaşılabilen kemiksi yapılardır. Otolitlerin kolayca elde edilebilmeleri, otolit kütle asimetrisinin balık üzerindeki fizyolojik rolünü belirlemede kullanılacak kemikli balıkları, uygun organizmalar durumuna getirmektedir (Lychakov vd. 2006). Genel olarak, balıklarla yapılan çalışmalarda sagitta ve asteriskus otolitleri incelendiğinde, deniz balıklarında sagitta otolitlerinin en büyük otolit çifti olduğu ve dolayısıyla en büyük kütleyle sahip olduğu görülürken, tatlı suda yaşayan Cyprinidae türlerinde asteriskus otolitlerinin kütlelerinin daha büyük olduğu görülmektedir (Secor vd. 1992).

Sağ ve sol otolit çiftleri arasındaki kütle farkından kaynaklanan otolit kütle asimetrisi, balıklardaki vestibüler boşluk bozukluklarının oluşumunda etkili olan önemli faktörlerden biri olduğu belirtilmektedir (Lychakov ve Rebane 2004). Asimetri, balıkların işitsel ve vestibüler fonksiyonları üzerinde güçlü değişimlere sebep olmakla birlikte (Lychakov vd. 2006), balıkların otolitlerinde kütle asimetrisi oluşması durumunda, genellikle bireylerin davranışlarında önemli değişikliklere yol açmaktadır (Lychakov ve Rebane 2004; Jawad 2013). Bu güne kadar konuyla ilgili olarak, tatlı su ve deniz balıklarında az sayıda çalışma yapılmış ve bu balık türlerinde bilgi elde edilmiştir (Lychakov vd. 2006; Jawad vd. 2010; Jawad vd. 2011; Jawad 2013; Jawad ve Sadighzadeh 2013; Bostancı vd. 2017b; Kontaş vd. 2017; Yedier vd. 2017; Yedier vd. 2018b).

Balık türlerinin sagitta ve asteriskus otolitleri, ülkemizin hem deniz hem de tatlı su habitatlarında yaşayan balık türlerinde, farklı tekniklerin kullanıldığı çeşitli amaçlarla yapılan çalışmalarda ana materyal olarak kullanılmıştır. Bunlardan bazıları şu şekilde özetlenebilir: a) balık boyu-otolit ölçümleri arasındaki ilişkilerin hesaplanmasında [*Barbus tauricus* (Kontaş ve Bostancı 2015), *B. grypus* (Düşükcan vd. 2015), *Alburnus* spp. (Tsagarakis vd. 2015), *Garra rufa* (Yedier vd. 2016), *Diplodus puntazzo* (Bostancı vd. 2016), *Atherina boyeri* (Bostancı vd. 2017a), *B. grypus* (Düşükcan ve Çalta 2018) ve *Capoeta trutta* (Düşükcan 2018)];

b) tür ayrımında *Alburnus* spp. (Bostancı vd. 2015); c) otolit morfolojisinde (Assis 2003; Tuset vd. 2008); d) stok ve popülasyon ayrımında *Atherina boyeri* (Bostancı ve Yedier 2018; Yedier vd. 2019). Deniz balıklarındaki otolit asimetrisi çalışmalarının (Lychakov vd. 2006; Jawad vd. 2010; Jawad vd. 2011; Jawad 2013; Jawad ve Sadighzadeh 2013; Bostancı vd. 2018; Kontaş vd. 2018; Yedier vd. 2018a, 2018b) yanı sıra, tatlı sularda yapılan çalışmalar da vardır (Lychakov vd. 2006; Bostancı vd. 2017b; Kontaş vd. 2017; Yedier vd. 2017).

Balık türleri, yaşadıkları sucül sistemlerin çevresinde yer alan tarım alanlarından gelen pestisit, tarım ilaçları, evsel, endüstriyel ve kentsel atıklara bağlı ağır metal ve diğer kirleticilerden etkilenir. Bunun sonucunda ise, bu etkiyi fizyolojik ve davranışsal olarak gösterirler. Bu çalışmanın amacı; maruz kaldıkları doğal ve antropojenik stresin önceden tayininde de kullanışlı bir metot olarak değerlendirilen otolit kütle asimetrisi ( $x$ ) ve mutlak otolit kütle asimetrisini ( $|x|$ ), Ordu ili içme su kaynağı olarak da kullanılan Melet Irmağı'nda yayılış gösteren *B. tauricus* türünde belirlemektir. Ayrıca türün total boyu ile otolit kütle asimetrisi, mutlak otolit kütle asimetrisi ve otolit kütle farkı ( $M_R - M_L$ ) değerleri arasındaki ilişkiler de araştırılmıştır.

## Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Melet Irmağı (Ordu) üzerinde yer alan Topçam Barajı'nın alt bölgelerinde kalan aşağı havzasında yaşayan *B. tauricus* ( $n=269$ ) örnekleri Temmuz 2010-Ekim 2011 tarihleri arasında serpmeye ağlar kullanılarak balıkçılar yardımıyla yakalanmıştır (Şekil 1). Yakalanan örnekler, Ordu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Hidrobiyoloji Laboratuvarı'na getirilmiş ve analizleri yapılana kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Balık bireylerinin total boyları  $\pm 1$  mm ve ağırlıkları  $\pm 0.1$  g hassasiyetle ölçülmüştür. Diseksiyonları yapılan örneklerin, sağ ve sol asteriskus otolitleri dikkatli bir şekilde çıkarıldıktan sonra temizlenerek analizlere kadar muhafaza edilmiştir. Hesaplamalar kırılmış parçası olmayan sağ ve sol otolit çiftlerinde yapılmıştır (Şekil 2).

Sağ ve sol otolitlerin ağırlıkları Precisa XB220A marka hassas terazide  $\pm 0,0001$  g hassasiyetle tartılmıştır. Balıkların sağ ve sol otolit ağırlıkları arasındaki farkın araştırılması amacıyla paired-t testi kullanılmıştır. Otolit değişkenlerinin tanımlayıcı istatistiklerinin belirlenmesi ve paired-t testi için MİNİTAB 17.0 istatistik programı kullanılmıştır.

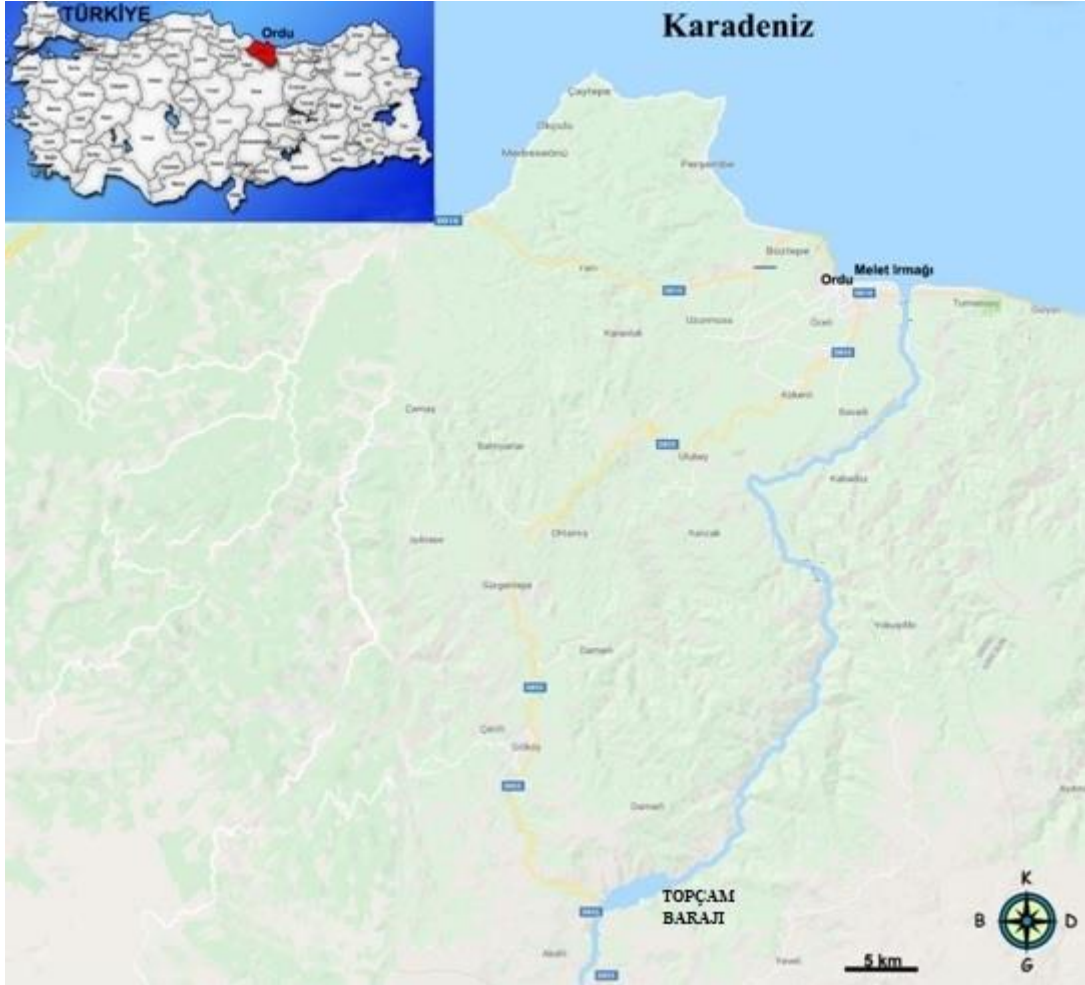
Otolit kütle asimetrisi ( $x$ ), sağ ve sol otolitlerin kütleleri arasındaki farkın ortalama otolit kütlelerine bölünmesiyle hesaplanır. Otolit kütle asimetrisi ( $x$ ) değerinin hesaplanmasında;

$$x = (M_R - M_L) M^{-1}$$

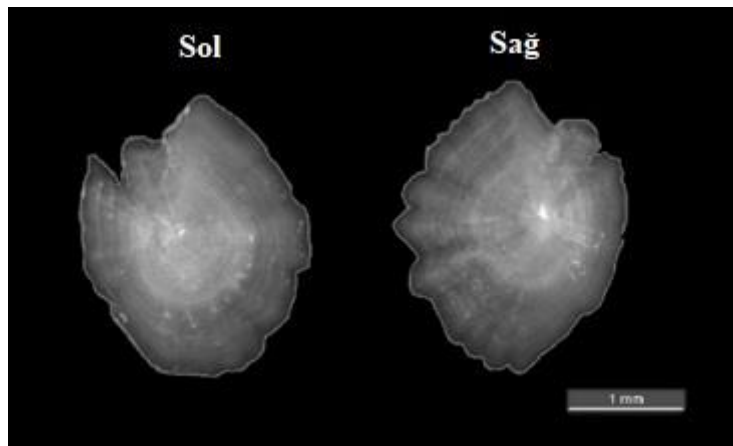
formülünden yararlanılmıştır. Formülde,  $M_R$  ve  $M_L$  değerleri sırasıyla sağ ve sol otolitlerin ağırlıklarını,  $M$  ise tüm otolitlerin ortalama ağırlığını ifade etmektedir. Mutlak otolit kütle asimetrisi ( $|x|$ ) değeri, *B. tauricus* bireylerinde hesaplanan  $x$  değerlerinin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Türün total boyu ve otolit kütle asimetrisi ( $x$ ) değeri arasındaki ilişki;

$$m = a \times l + b$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Formülde, " $l$ "; balığın total boyu, " $a$ "; otolitin karakteristik büyüme oranı katsayısı ve " $b$ "; denklemdaki tür için bir sabittir. Otolit kütle asimetrisi değeri ( $x$ ), balık türleri arasında teorik olarak -0,2 ve +0,2 değerleri arasındadır. "0" değeri kütle asimetrisinin olmadığını ifade eder ( $M_R = M_L$ ) (Lychakov vd. 2006). Ayrıca, balık boyu ve otolit kütle farkı ( $M_R - M_L$ ) arasındaki ilişki de hesaplanmıştır.



Şekil 1. Melet Irmağı'nın genel görünüşü.



Şekil 2. *B. tauricus*'un asteriskus otolit çiftinin genel görünüşü

## Bulgular

Bu çalışmada, Melet Irmağı'ndan örneklenen *B. tauricus* örneklerinin total boyları 8,7-23,4 cm, ağırlıkları ise 4,03-122,83 g aralığında değişmektedir (Kontaş 2012). Otolit kütle asimetrisi çalışılan ve bir tatlı su balığı olan *B. tauricus*'un asteriskus otolitleri 0,0001-0,0021 g aralığında değişim göstermektedir. Sağ ve sol otolit ağırlıkları karşılaştırıldığında, sağ otolitlerin sol otolitlerden daha büyük olduğu ve yapılan paired-t testi sonucunda aralarındaki kütle

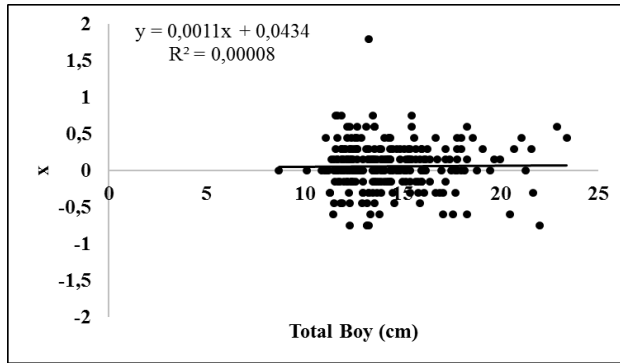
farkının da istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P < 0,05$ ) belirlenmiştir (Tablo 1).

Yapılan hesaplamalar sonucunda, Melet Irmağı'nda yaşayan *B. tauricus* türünün, ortalama otolit kütle asimetrisi ( $x$ ) değeri  $0,0685 \pm 0,0194$  ve ortalama mutlak otolit kütle asimetrisi ( $|x|$ ) değeri  $0,2377 \pm 0,0135$  olarak tespit edilmiştir. Sağ ve sol otolitlerin arasındaki kütle farkının ortalama değeri ise  $0,000046 \pm 0,000013$  olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

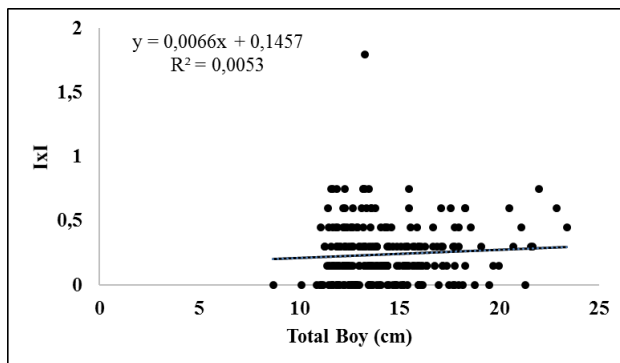
**Tablo 1.** *B. tauricus*'un otolit değişkenlerinin tanımlayıcı istatistikleri (n=269)

Değişkenler	Ortalama $\pm$ SH	Minimum - Maksimum	P Değeri
Sağ Otolit Ağırlığı (g)	$0,000691 \pm 0,000025$	0,0001 - 0,0021	P<0,05
Sol Otolit Ağırlığı (g)	$0,000645 \pm 0,000024$	0,0001 - 0,0020	
$X$	$0,0685 \pm 0,0194$	-0,7487 - 1,7969	
$ x $	$0,2377 \pm 0,0135$	0,0000 - 1,7969	
$(M_R - M_L)$	$0,000046 \pm 0,000013$	-0,0005 - 0,0012	

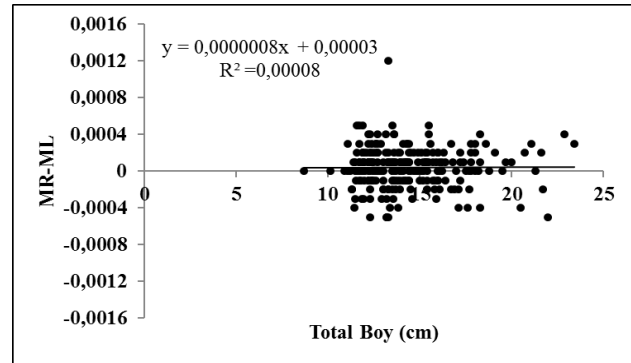
Regresyon analizi grafiği incelendiğinde, *B. tauricus* türü için total boy ile otolit kütle asimetrisi arasında bir ilişki bulunmadığı belirlenmiştir ( $y = 0,0011x + 0,0434$ ,  $R^2 = 0,00008$ ) (Şekil 3). Aynı şekilde, balık boyu ile mutlak otolit kütle asimetrisi ( $|x|$ ) arasında da bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir ( $y = 0,0066x + 0,1457$ ,  $R^2 = 0,0053$ ) (Şekil 4). Balık boyu ile otolit kütle farkı ( $M_R - M_L$ ) arasında belirlenen ilişkinin denklemi de  $y = 0,0000008x + 0,00003$  ( $R^2 = 0,00008$ ) olarak hesaplanmıştır (Şekil 5).



**Şekil 3.** Total boy ile otolit kütle asimetrisi ( $x$ ) değeri arasındaki ilişki.



**Şekil 4.** Total boy ile mutlak otolit kütle asimetrisi ( $|x|$ ) değeri arasındaki ilişki.



**Şekil 5.** Total boy ile otolit kütle farkı ( $M_R - M_L$ ) arasındaki ilişki.

## Tartışma ve Sonuç

Otolit kütle asimetrisi ( $x$ ) değeri, genel olarak -0,2 ve +0,2 arasındadır (Lychakov vd. 2006). Yaptığımız çalışmada, *B. tauricus* için bu değer -0,7487 ile 1,7969 aralığında hesaplanmıştır. Bireysel olarak düşünüldüğünde, *B. tauricus* türü için hesaplanan otolit kütle asimetrisi ( $x$ ) değeri, genel olarak balık türleri için beklenen sonuçlara benzer şekilde -0,2 ile +0,2 değerleri arasında tespit edilmemiştir. Ancak, ortalama otolit kütle asimetrisi değeri ( $x = 0,0685$ ) belirtilen aralıkta hesaplanmıştır. Diğer taraftan, birçok deniz balığı türünde otolit kütle asimetrisi 0,05 değerinden daha düşük hesaplanmıştır (Lychakov vd. 2006) ve hesaplanan  $x$  değeri de büyüme oranına bağlı değildir (Jawad ve Sadighzadeh 2013). Daha önce yapılan çalışmalarda hesaplanan ortalama mutlak otolit kütle asimetrisi değerleri incelendiğinde (Tablo 2), Lychakov vd. (2006)'nın bazı tatlı su türlerinde hesapladıkları mutlak otolit kütle asimetrisi değerleri *Carassius auratus* için  $0,03209 \pm 0,00634$ ; *Cyprinus carpio* için  $0,03615 \pm 0,00361$  olarak tespit edilmiştir. Bostancı vd. (2017b) ise Melet Irmağı'nda yaşayan *Capoeta*

*banarescui* türü için ortalama mutlak otolit kütle asimetrisi değerini  $0,08558 \pm 0,00322$  olarak belirlemiştirlerdir. Tatlı su balıklarında hesaplanan  $x$  değerinin *B. tauricus*'ta daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Lychakov vd. (2006), balığın kulağındaki akustik ve vestibular fonksiyonun kütle asimetrisinden dolayı azalabileceğini ve bu durumun daha önceki matematiksel modellerle gösterildiğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda, balık türlerindeki otolit kütle asimetrisinin nispeten

daha yüksek değerleri akustik fonksiyonu değiştirebilmekte ve anormal balık davranışlarına sebep olabilmektedir (Lychakov ve Rebane 2004, 2005). Ayrıca, Lychakov ve Rebane (2005)'nin çalışmalarında belirtildiği gibi, başın her iki tarafındaki otolitler arasında oluşan kütle farkı nedeniyle, otolitler arası hareket uyumsuzluğu ve uyuşmazlıktan dolayı sesin alınması ve dengede zorluk yaşanabileceği bildirilmiştir.

**Tablo 2.** Deniz ve tatlı su habitatlarındaki bazı balık türlerinde ortalama mutlak otolit kütle asimetrisi ( $|x|$ ) değerleri.

	n	Lokasyon	Ortalama $ x  \pm SH$	Kaynaklar
<b>Deniz Türleri</b>				
<i>Merluccius merluccius</i>	27	Akdeniz	$0,09326 \pm 0,0607$	Lychakov vd. 2006
<i>Pagellus erythrinus</i>	18	Akdeniz	$0,02374 \pm 0,0063$	Lychakov vd. 2006
<i>Sciaenops ocellatus</i>	196	Meksika Körfezi	$0,03161 \pm 0,0029$	Lychakov vd. 2006
<i>Beryx splendens</i>	32	Umman Denizi	$0,0177 \pm 0,0142$	Jawad vd. 2010
<i>Rhynchorhamphus georgi</i>	124	Umman Denizi	$0,3529 \pm 0,0081$	Jawad vd. 2011
<i>Carangoides caeruleopinnatus</i>	150	Umman Denizi	$0,0886 \pm 0,2418$	Jawad 2013
<i>Liza klunzingeri</i>	30	Basra Körfezi	$0,16667 \pm 0,0142$	Jawad ve Sadighzadeh 2013
<i>Solea solea</i>	50	İskenderun Körfezi	$0,04301 \pm 0,0050$	Yedier vd. 2018b
<i>Solea solea</i>	50	Mersin Körfezi	$0,04558 \pm 0,0079$	Yedier vd. 2018b
<b>Tatlı Su Türleri</b>				
<i>Carassius auratus</i>	45	Japon iç suları	$0,03209 \pm 0,0063$	Lychakov vd. 2006
<i>Cyprinus carpio</i>	103	Japon iç suları	$0,03615 \pm 0,0036$	Lychakov vd. 2006
<i>Poecilia reticulata</i>	27	Japon iç suları	$0,05797 \pm 0,0095$	Lychakov vd. 2006
<i>Alburnus chalcoides</i>	25	Curi Irmağı	$0,1135 \pm 0,0577$	Kontaş vd. 2017
<i>Alburnus mossulensis</i>	130	Munzur Nehri	$0,07745 \pm 0,0098$	Yedier vd. 2017
<i>Capoeta banarescui</i>	236	Melet Irmağı	$0,08558 \pm 0,0032$	Bostancı vd. 2017b
<i>Barbus tauricus</i>	269	Melet Irmağı	$0,2377 \pm 0,0135$	Bu çalışma

Bilateral simetrik kemikli balıklarda, otolit kütle asimetrisi değerinin düşük seviyede olması asteriskus otoliti için tipiktir (Lychakov vd. 2006). Yaptığımız çalışmada, tatlı suda yaşayan bilateral simetrik kemikli bir balık türü olan *B. tauricus*'a ait ortalama otolit kütle asimetrisi değerinin  $0,0685$  olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1). Aynı akarsuda yaşayan *C. banarescui* türünde otolit kütle asimetrisini değerlendirmek amacıyla yapılan bir diğer çalışmada bu değer  $-0,00803$  olarak hesaplanmıştır (Bostancı vd. 2017b). Aynı bölgede yaşayan farklı iki türe ait ortalama otolit kütle asimetrisi değerleri incelendiğinde,  $x$  değerinin *B. tauricus*'da *C. banarescui* türünden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, otolit kütle asimetrisi değerinin asteriskus otoliti için düşük değerlerde olduğunu ve türler arasında değişiklik gösterdiğini belirtmektedir. Bunun sebebi, farklı türlerin çevresel

kirlilik, stres, rekabet gibi faktörlerden farklı şekillerde etkilenmesidir. Aynı zamanda,  $-0,2$  ile  $+0,2$  değerleri arasında olması beklenen ortalama  $x$  değerinin, *B. tauricus* türünde de sınır değerler arasında olduğu ve yapılan diğer çalışmalarla uygunluk gösterdiği görülmektedir.

Önceki çalışmaların sonuçları değerlendirildiğinde, otolit kütle asimetri ve mutlak otolit kütle asimetrisi değerlerinin, balıkların büyümesi sırasında değişiklik gösterdiği sonucuna varılmıştır (Lychakov ve Rebane 2004, 2005). Melet Irmağı'nda yaptığımız çalışmanın sonuçları da bu durumla uygunluk göstermektedir. Yaptığımız bu çalışmada da *B. tauricus* için hem otolit kütle asimetrisi hem de mutlak otolit kütle asimetrisinin total boyla ilişkili olmadığı tespit edilmiştir. Bununla beraber, balığın total boyu ile otolitler arasındaki kütle farkı ilişkisi, total boy ile otolit kütle asimetrisi

arasındaki ilişkiden daha kompleks bir yapıya sahip olduğu ifade edilmiş ve otolit kütle farkının ( $M_R-M_L$ ), deniz balıklarında balığın boyuyla arttığı bildirilmiştir (Lychakov vd. 2006). Tatlı su balığı olan *B. tauricus*'ta sağ-sol otolitler arasındaki ağırlık farkı ile total boy arasında anlamlı bir ilişki olmadığı belirlenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, balık boyu ve otolit kütle farkı arasında da bir ilişki olmadığı, türün otolit kütle farkının total boya bağlı olarak artmadığı belirlenmiştir.

Balıklarda otolit kütle asimetrisi, bireysel olarak balıkların büyümesi esnasında değişebilir. Melet Irmağı'nda yaşayan *B. tauricus* türünün bireysel anlamda otolit kütle asimetrisi değerleri -0,7487 ile 1,7969 değerleri arasında hesaplamıştır. Bu da boy aralığı 8,7-23,4 cm arasında değişen bireylerin oluşturduğu bir örneklemede, bireysel otolit kütle asimetrisinin değişiklik gösterdiğini açıkça belirtmektedir. Bununla birlikte, çoğu balık türünde gözlemlenen, sağ ve sol otolitler arasındaki nispi kütle farkının % 10 - 20 aralığında olduğudur. Yapılan bir çalışmada, deniz balıklarında sağ ve sol otolitler arasındaki nispi kütle farklarının çok büyük veya çok küçük olduğu belirli balık türlerine rastlanmadığı bildirilmiştir (Lychakov ve Rebane 2004). Tatlı su türleri olan *Carassius aurata* ve *Cyprinus carpio*'da (Lychakov vd. 2006) asteriskus otolit çiftleri arasındaki ortalama fark ise sırasıyla 0,03035 ve 0,03491 olarak bulunmuştur. *B. tauricus* için bu değer 0,000046 olarak hesaplanmıştır ve oldukça küçük bir değer olarak göze çarpmaktadır. Bu farklılığın farklı tatlı su habitatlarındaki fiziko-kimyasal yapılarının birbirinden farklı oluşundan, çalışılan türlerin genetik farklılıklarından ve bu habitatlarda yaşayan türlerin farklı ekolojik nişlere sahip olmalarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Orta ve Doğu Karadeniz bölümleri arasında doğal bir sınır oluşturan ve coğrafik öneme sahip olan Melet Irmağı'nda yapılmış bir çalışmada (Kontaş 2018), ırmağın doğal jeolojik konumunun, maden yataklarınca zengin bir bölgede oluşundan ve fındık tarımının yapıldığı arazilerde kullanılan pestisitlerden, ağır metaller ve diğer kirleticilerden dolayı tehdit altında olduğu bildirilmiştir. Bu bölgeden örneklenen *B. tauricus* türüne ait balık bireylerinde belirlenen ortalama mutlak otolit kütle asimetrisi değeri (0,2377) bu etkiyi göstermektedir. Otolit kütle asimetrisi değerinin bilinmesi hem çalışılan bu tür için hem de diğer balık türleri için maruz kaldıkları doğal ve antropojenik stresin önceden tayininde de kullanışlı bir metot olarak görülmektedir.

Aynı zamanda farklı türlerin her biri için de bu ilişkilerin araştırılması, yaşadıkları ortamla ilişkili olarak ağır metaller, pestisit, tarım ilaçları gibi

kirillik etkenlerinin, stres oluşturan faktörlerin, suyun fiziko-kimyasal özelliklerinde meydana gelebilecek değişimlerin önceden tespit edilmesinde kolayca faydalanılabilecek bir metot olarak görülmektedir.

## Kaynaklar

- Assis CA. 2003. The lagenar otoliths of teleosts: their morphology and its application in species identification, phylogeny and systematics. *J Fish Biol.* 62(6):1268-1295.  
doi: 10.1046/j.1095-8649.2003.00106.x
- Bostancı D, Polat N, Kurucu G, Yedier S, Kontaş S, Darçın M. 2015. Using otolith shape and morphometry to identify four *Alburnus* species *A. chalcoides*, *A. escherichii*, *A. mossulensis* and *A. tarichi* in Turkish inland waters. *J Appl Ichthyol.* 31(6): 1013-1022.  
doi: 10.1111/jai.12860
- Bostancı D, Yılmaz M, Yedier S, Kurucu G, Kontaş S, Darçın M, Polat N. 2016. Sagittal Otolith Morphology of Sharpsnout Seabream *Diplodus puntazzo* Walbaum 1792 in the Aegean Sea. *Int J Morphol.* 34(2):484-488.  
doi: 10.4067/S0717-95022016000200012
- Bostancı D, Yedier S, Kontaş S, Kurucu G, Polat N. 2017a. Regional variation of relationship between total length and otolith sizes in the three *Atherina boyeri* Risso, 1810 populations, Turkey. *Ege J Fish Aqua Sci.* 34(1):11-16  
doi: 10.12714/egejfas.2017.34.1.02
- Bostancı, D, Kontaş S, Yedier S, Kurucu G, Polat N. 2017b. Otolith mass asymmetry of *Barbus tauricus* and *Capoeta banarescui* inhabiting Melet River, Ordu, Turkey. Paper presented at: International Ecology Symposium; Kayseri, Turkey.
- Bostancı D, Yedier S. 2018. Discrimination of invasive fish *Atherina boyeri* (Pisces: Atherinidae) populations by evaluating the performance of otolith morphometrics in several lentic habitats. *Fresen Environ Bull.* 27(6): 4493-4501.
- Bostancı D, Türker D, Yedier S, Kontaş S, Kurucu G. 2018. Kuzey Ege Denizi Edremit Körfezi'nde yaşayan sarıkuyruk istavrit, *Trachurus mediterraneus* (Steindachner 1868)'un otolit karakterlerinde dalgalı asimetrisinin incelenmesi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi.* 8(1): 69-78.
- Düşükcan M, Çalta M, Eroğlu M. 2015. Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Barbus grypus* Heckel, 1843'de Otolit Biyometrisi-Balık Boyu İlişkisi (Elazığ, Türkiye). *Yunus Araştırma Bülteni.* 3: 21-29.  
doi: 10.17693/yunus.60726
- Düşükcan M. 2018. Özlüce Baraj Gölü'ndeki *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) populasyonunda Balık Boyu-Otolit Biyometrisi İlişkisi. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi.* 6(6):764-769.  
doi: 10.24925/turjaf.v6i6.764-769.1911
- Düşükcan M, Çalta M. 2018. Karakaya Baraj Gölü'nden Yakalanan *Barbus grypus* Heckel, 1843 Balık Türünde Toplam Boy-Otolit Biyometrisi İlişkisi. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences.* 22: 58-64.  
doi: 10.19113/sdufbed.33853

- Jawad LA, Al-Mumry JM, Al-Busaidi HK. 2010. Otolith mass asymmetry in the teleost *Beryx splendens* Lowe, 1834 (Family: Bercidae) collected from the arabian sea coasts of Sultanate of Oman. *Thalassas*. 26(1):43-47.
- Jawad LA, Al-Mamry JM, Al-Mamari HM, Al-Yarubi MM, Al-Busaidi HK, Al-Mamary DS. 2011. Otolith mass asymmetry in *Rhynchorhamphus georgi* (Valenciennes, 1846) (Family: Hemiramphidae) collected from the Sea of Oman. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*. 17(1):47-55.
- Jawad LA. 2013. Otolith mass asymmetry in *Carangoides caeruleopinnatus* (Rüppell, 1830) (Family: Carangidae) collected from the sea of Oman. *Croatian Journal of Fisheries*. 71:37-41.
- Jawad LA, Sadighzadeh Z. 2013. Otolith mass asymmetry in the mugilid fish, *Liza klunzingeri* (Day, 1888) collected from Persian Gulf near Bandar Abbas. *Anales de Biología*. 35:105-107.  
doi: 10.6018/analesbio.0.35.16
- Kontaş S. 2012. Aşağı Melet Irmağı'nda (Ordu) yaşayan büyük balık (*Barbus tauricus* Kessler, 1877)'in yaş, büyüme ve otolit biyometrisinin belirlenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Ordu Üniversitesi. 97 s.
- Kontaş S, Bostancı D. 2015. Morphological and biometrical characteristics on otolith of *Barbus tauricus* Kessler, 1877 on light and scanning electron microscope. *Int J Morphol*. 33(4): 1380-1385.  
doi: 10.4067/S0717-95022015000400032
- Kontaş S, Bostancı D, Yedier S, Kurucu G, Polat N. 2017. Otolith mass asymmetry of Danube bleak, *Alburnus chalcoides* in Curi River, Ordu, Turkey. Paper presented at: Ecology 2017 International Ecology Symposium; Kayseri, Turkey.
- Kontaş S. 2018. Melet Irmağı su, sediment ve bazı balık türlerinde ağır metal birikimi ve genotoksik etkilerinin araştırılması [Doktora Tezi]. Ordu Üniversitesi. 256 s.
- Kontaş S, Bostancı D, Yedier S, Kurucu G, Polat N. 2018. Investigation of fluctuating asymmetry in the otolith width, length, area and perimeter of *Merlangius merlangus* collected from Middle Black Sea. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*. 4(2):128-138.
- Lychakov DV, Rebane YT. 2004. Otolith mass asymmetry in 18 species of fish and pigeon. *Journal of Gravity Physiology*. 11:17-34.
- Lychakov DV, Rebane YT. 2005. Fish otolith mass asymmetry: morphometry and influence on acoustic functionality. *Hearing Res*. 201(1-2):55-69.  
doi: 10.1016/j.heares.2004.08.017
- Lychakov DV, Rebane YT, Lombarte A, Fuiman LA, Takabayashi A. 2006. Fish otolith asymmetry: Morphometry and modeling. *Hearing Res*. 219(1-2):1-11.  
doi: 10.1016/j.heares.2006.03.019
- Merigot B, Letourneur Y, Lecomte-Finiger R. 2007. Characterization of local populations of the common sole *Solea solea* (Pisces, Soleidae) in the NW Mediterranean through otolith morphometrics and shape analysis. *Mar Biol*. 151(3):997-1008.  
doi: 10.1007/s00227-006-0549-0
- Secor DH, Dean JM, Laban EH. 1992. Otolith removal and preparation for microstructural examination. In: Stevenson DK, Campana SE editors. *Otolith microstructure examination and analysis*. *Can Spec Publ Fish Aquat Sci* 117: p. 19-57.
- Tsagarakis K, Başusta A, Başusta N, Biandolino F, Bostancı D, Buz K, Djodjo Z, Dulcic J, Gökoğlu M, Gücü AC, Machias A, Maravelias CD, Özvarol Y, Polat N, Prato E, Vasilakopoulos P, Yedier S. 2015. New Fisheries-related data from the Mediterranean Sea (October 2015). *Mediterr Mar Sci* 16(3):703-713.  
doi: 10.12681/mms.1477
- Tuset VM, Lombarte A, Assis CA. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Sci Mar*. 72:7-198.  
doi: 10.3989/scimar.2008.72s17
- Yedier S, Kontaş S, Bostancı D, Polat N. 2016. Otolith and scale morphologies of doctor fish *Garra rufa* inhabiting Kangal Balıklı Çermik thermal spring Sivas Turkey. *Iran J Fish Sci*. 15(4):1593-1608.
- Yedier S, Bostancı D, Kontaş S, Kurucu G, Polat N. 2017. Gender-based otolith mass asymmetry of *Alburnus mossulensis* in Munzur River, Turkey. Paper presented at: Ecology 2017 International Ecology Symposium; Kayseri, Turkey.
- Yedier S, Bostancı D, Kontaş S, Kurucu G, Polat N. 2018a. Fluctuating Asymmetry in Otolith Dimensions of *Trachurus mediterraneus* collected from the Middle Black Sea. *Acta Biologica Turcica*. 31(4):152-159.
- Yedier S, Bostancı D, Kontaş S, Kurucu G, Polat N. 2018b. Comparison of Otolith Mass Asymmetry in Two Different *Solea solea* Populations in Mediterranean Sea. *Ordu Üniv Bil Tek Derg*. 8(1):125-133.
- Yedier S, Bostancı D, Kontaş S, Kurucu G, Apaydın Yağcı M, Polat N. 2019. Comparison of otolith morphology of invasive big-scale sand smelt (*Atherina boyeri*) from natural and artificial lakes in Turkey. *Iran J Fis Sci*. 18(4):635-645.  
doi: 10.22092/ijfs.2018.116980