

Köyceğiz Lagünü'ndeki (Muğla) Üç Farklı Kefal Türü İçin Balık Boyutları - Otolit Boyutları Arasındaki İlişkiler

İsmail REİS^{1*}, Celal ATEŞ²

^{1,2}Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Avlama Teknolojisi Anabilim Dalı, 48000 Kötekli, Mentеше-Muğla

¹<https://orcid.org/0000-0003-4599-6780>, ²<https://orcid.org/0000-0002-7336-0387>

✉: ismailreis@mu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Köyceğiz Lagünü'ndeki üç kefal balığı türünde balık boyutu ve otolit boyutları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. 119 adet *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, 91 adet *Chelon labrosus* (Risso, 1827) ve 53 adet *Chelon saliens* (Risso, 1810) olmak üzere toplam 263 adet kefal balığının toplam boyu ile sağ ve sol otolitlerinin boyu, genişliği ölçülmüş ve ağırlıkları tartılmıştır. Sağ ve sol otolit ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmadığı için bu çalışmada sağ ve sol otolit ölçümlerinin ortalaması kullanılmıştır. Kefal balıklarının ortalama total boyları *M. cephalus*, *C. labrosus* ve *C. saliens* için sırasıyla 29.0 cm, 26.0 cm, 22.5 cm olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada incelenen balıklarda en büyük otolit boyu 11.66 mm ile *M. cephalus* bireylerinde, en küçük otolit boyu ise 2.93 mm ile *C. saliens* bireylerinde ölçülmüştür. Otolit ölçümleri ve toplam uzunluk arasındaki biyometrik ilişkiler, incelenen tüm türlerin güvenilir boyut tahminleri için oldukça uygun olduğunu göstermiştir ($r^2=0.912$).

Su Ürünleri

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 26.02.2021

Kabul Tarihi : 09.09.2021

Anahtar Kelimeler

Otolit biyometrisi

Mugil cephalus

Chelon labrosus

Chelon saliens

Köyceğiz Lagünü

Relationships Between Fish Sizes and Otolith Sizes for Three Different Gray Mullet Species from Köyceğiz Lagoon (Muğla)

ABSTRACT

In this study, the relationships between fish sizes and otolith sizes were investigated in three mullet species from the Köyceğiz Lagoon. Total length of 263 mullets, 119 *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758, 91 *Chelon labrosus* (Risso, 1827) and 53 *Chelon saliens* (Risso, 1810), and the length, width and weight of right and left otoliths were measured. The difference between right and left otolith measurements was not statistically significant, thus the average of right and left otolith measurements was used in this study. The average total lengths of mullets were determined as 29.0 cm, 26.0 cm, 22.5 cm for *M. cephalus*, *C. labrosus* and *C. saliens*, respectively. In this study, the largest otolith length was measured in *M. cephalus* individuals with 11.66 mm, and the smallest otolith length was measured in *C. saliens* individuals with 2.93 mm. Biometric relationships between otolith measurements and total length have shown that all studied species are quite suitable for reliable size estimates.

Fisheries

Research Article

Article History

Received : 26.02.2021

Accepted : 09.09.2021

Keywords

Otolith biometry

Mugil cephalus

Chelon labrosus

Chelon saliens

Köyceğiz Lagoon

Atıf Şekli: Reis İ, Ateş C 2022. Köyceğiz Lagünü'ndeki (Muğla) Üç Farklı Kefal Türü İçin Balık Boyutları - Otolit Boyutları Arasındaki İlişkiler. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (4): 909-915. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.885559>

To Cite : Reis İ, Ateş C 2022. Relationships Between Fish Sizes and Otolith Sizes for Three Different Gray Mullet Species from Köyceğiz Lagoon (Muğla). KSU J. Agric Nat 25 (4): 909-915. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.885559>

GİRİŞ

Mugilidae familyasının üyeleri olan kefal balıkları; subtropikal, tropikal ve ılıman denizlerde yaşayabilen dünya çapında bir dağılıma sahip deniz balıklarıdır. Sadece denizlerde değil, aynı zamanda türlere bağlı

olarak kıyı lagünlerinde, göllerde ve nehirlerde yaşam döngüsünün bir kısmını veya tüm yaşam döngülerini de geçirebilmektedirler (González-Castro ve Ghasemzadeh, 2016). Mugilidae türleri ekolojik önemi olduğu kadar dünyanın belirli bölgelerindeki

insan popülasyonları için de önemli bir besin kaynağıdır (Whitfield ve ark., 2012). Mugilidae familyası dünyada 30 cins ve 79 tür balık ile temsil edilmektedir (Froose ve Pauly, 2019; Fricke ve ark., 2020). Türkiye denizlerinde Mugilidae familyasına ait sekiz balık türü yaşamaktadır: *Mugil cephalus*, *Chelon labrosus*, *Chelon saliens*, *Chelon auratus*, *Chelon ramada*, *Oedalechilus labeo*, *Liza carinata*, *Planiliza haematocheila* (Turan, 2016).

Tüm kemikli balıklarda üç çift otolit (sagitta, asteriscus ve lapillus) bulunur. Sagittalar, kemikli balıkların çoğunda en büyük otolit çiftidir ve büyük boyutu ile farklı büyüme halkaları nedeniyle balıkların yaşını ve büyümesini belirlemek için kullanılır (Harvey ve ark., 2000). Otolitler denge ve işitmede işlev görür; kalsiyum karbonattan oluşurlar ve kemikli balıkların iç kulaklarında bulunurlar (Campana, 2004). Genellikle mide içeriklerinde ve balıkla beslenen yırtıcıların dışkılarında bulunurlar. Otolitlerden elde edilen bilgiler, balık uzunluğu ve büyümesi gibi verilerle birlikte, popülasyon tanımlama, yaşlanma ve beslenme çalışmaları ile stok değerlendirmeleri için yararlı bir araç olabilir (Harvey ve ark., 2000; Hüseyin ve ark., 2010; Jawad ve ark., 2011). Otolitler aynı zamanda şekil ve sindirime karşı dirençleri bakımından türler arası farklılıkları nedeniyle avın boyutunu ve kimliğini tahmin etmek için kullanılırlar (Battaglia ve ark., 2010).

Deniz ve tatlı su balıklarının otolit biyometrisi ve balık boyu-otolit boyu arasında ilişki ile ilgili birçok çalışma mevcuttur, *Lepidorhombus boscii* Bostancı ve Polat (2008), *Pomacanthus arcuatus* Steward ve ark., (2009), *Scomberesox saurus saurus* Agüera ve Brophy (2011), *Carangoides coeruleopinnatus* Jawad ve Almamry, (2012), *Engraulis encrasicolus* ve *Sardina pilchardus* Bilge, (2018) ve *Merlangius merlangus*

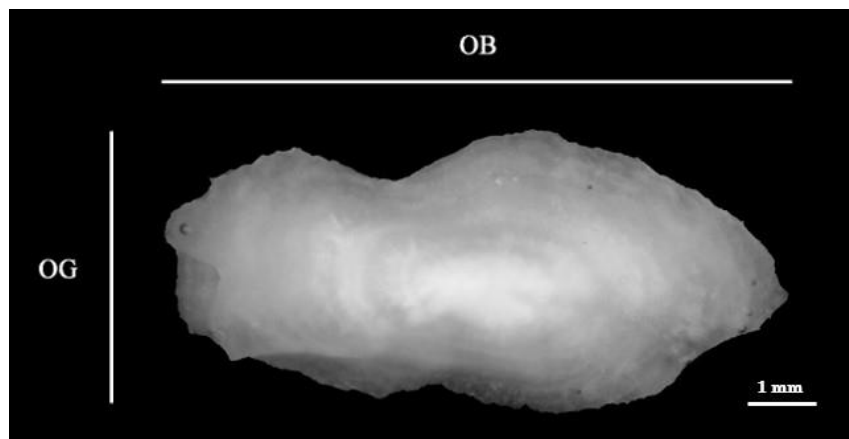
Yıldız, (2020) bunlardan bazılarıdır.

Bu çalışmada, Köyceğiz Lagünü'ndeki üç kefal balığı türünde balık boyu ve otolit boyutları arasındaki ilişkiler incelenmiştir: Has kefal *Mugil cephalus*, kalın dudaklı kefal *Chelon labrosus* ve ilarya balığı *Chelon saliens*. Bu çalışmanın amacı, Köyceğiz Lagünü'ndeki üç kefal balığı türü için balık boyu ile otolit boyutları arasındaki ilişkiler ile morfolojileri hakkında yeni veriler sunmaktır. Bu verilerin mide içeriği ve besin etkileşimleri inceleyen araştırmacılara ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, bu çalışma Köyceğiz Lagünü'ndeki balık boyutu ve otolit ölçümleri arasındaki ilişkileri inceleyen ilk çalışmadır.

MATERYAL ve METOD

Çalışma materyalini oluşturan toplam 263 adet balık örneği Ocak 2017-Aralık 2017 tarihleri arasında Köyceğiz Lagünü'nden dalyan avcılık yöntemi, uzatma ağı, ıgırıp ve serpmeye ağ kullanılarak yakalanmıştır. Laboratuvara getirilen balıkların total boyları (TB, ± 0.1 cm) ölçülmüş ve total ağırlıkları (TA, ± 0.01 g) tartılmıştır. Balıkların solungaç boşluğundan girilerek bir pens yardımıyla sağ ve sol sagittal otolitler çıkarıldı ve içerisinde % 10'luk NaOH çözeltisi bulunan petri kaplarında temizlendikten sonra kurutulularak muhafaza edilmiştir.

Fokustan geçen rostrum ve postrostrum eksenindeki en uzun boyut otolit boyu (OB), ventral ve dorsal yüzeyler arasındaki en uzun boyut ise otolit genişliği (OG) olarak tanımlanmıştır (Tuset ve ark., 2008) (Şekil 1).



Şekil 1. Kefal balığı otolitinde Otolit boyu (OB) ve Otolit genişliği (OG).

Figure 1. Otolith length (OL) and otolith width (OWt) in grey mullet otolith.

Her sagittal otolit boyu ve genişliği stereo zoom mikroskobu (Olympus SZX-16) yardımıyla bir oküler mikrometre aracılığıyla distal yüzeyde ve aynı eksen üzerinde mm cinsinden ölçülmüştür. Sağ ve sol otolit

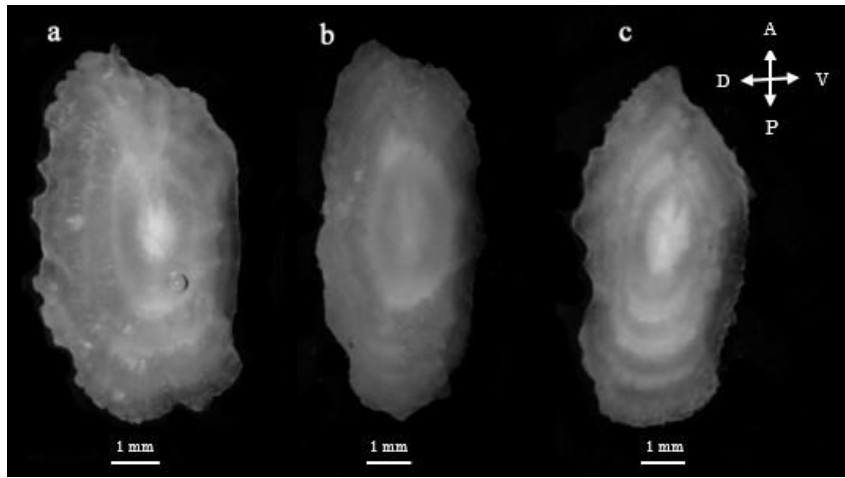
ağırlıkları (OA) hassas terazi ile (± 0.0001 g) tartılmıştır. Sağ ve sol otolitler arasındaki farklar Paired *t*-testi ile araştırılmıştır. Yapılan Paired *t*-testi, sağ ve sol sagitta boyutlarının önemli ölçüde farklı olmadığını ($P>0.05$) göstermiştir. Bu nedenle,

sağ ve sol otolit ölçümlerinin ortalaması kullanılarak her parametre için tek bir regresyon bildirilmiştir. Otolit boyutları ile balık boyu arasındaki ilişkiler, hem doğrusal ($y = ax + b$) hem de üssel ($y = ax^b$) regresyon modelleri kullanılarak oluşturulmuştur: (TB-OB, TB-OG, TB-OA, TA-OB, TA-OG, TA-OA, OA-OB, OG-OB ve OA-OG). En yüksek r^2 katsayısına sahip olan model, yukarıda belirtilen ilişkileri tanımlamak için seçilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada 119 adet *M. cephalus*, 91 adet *C. labrosus* ve 53 adet *C. saliens* olmak üzere toplam 263 adet kefal balığı incelenmiştir. İncelenen kefal

balıklarında sagittal otolitler boyu eninden uzun dikdörtgenimsi şekildedir. Otolitlerin dorsal ve ventral kenarları kıvrımlı ve düzensiz bir yapıya sahiptir. Otolitlerin rostrum kısmı sivri bir şekildeyken postrostrum kısmı daha yuvarlaktır (Şekil 2). Çalışmada 119 adet *M. cephalus*, 91 adet *C. labrosus* ve 53 adet *C. saliens* olmak üzere toplam 263 adet kefal balığı incelenmiştir. İncelenen kefal balıklarında sagittal otolitlerin boyu eninden daha uzun dikdörtgenimsi şekildedir. Otolitlerin dorsal ve ventral kenarları kıvrımlı ve düzensiz bir yapıya sahiptir. Otolitlerin rostrum kısmı sivri bir şekildeyken postrostrum kısmı daha yuvarlaktır (Şekil 2).



Şekil 2. Kefal balıklarının sol otolit görüntüsü. a. *C. labrosus*, (30.7 cm TB) b. *C. saliens*, (30.7 cm TB) c. *M. cephalus*, (30.7 cm TB). A=Anterior; P=Posterior; D= Dorsal; V= Ventral.

Figure 2. Left otolith image of grey mullet. a. *C. labrosus*, (30.7 cm TB) b. *C. saliens*, (30.7 cm TB) c. *M. cephalus*, (30.7 cm TB). A= Anterior; P= Posterior; D= Dorsal; V= Ventral.

Türlerin ortalama total boy, ağırlık, otolit boyu, otolit ağırlığı, otolit genişliği ve standart sapmaları Çizelge 1'de verilmiştir. Kefal balıklarının ortalama total boyları *M. cephalus*, *C. labrosus* ve *C. saliens* için sırasıyla 29.0 cm, 26.0 cm, 22.5 cm ve ağırlıkları 278.97 g, 198.11 g, 132.24 g olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada incelenen balıklarda en küçük otolit ağırlığı 0.0025 g, en büyük otolit ağırlığı 0.1058 g ve en büyük otolit boyu 11.66 mm ile *M. cephalus* bireylerinde belirlenmiş, en küçük otolit boyu ise 2.93 mm ile *C. saliens* bireylerinde ölçülmüştür.

Araştırmada elde edilen balık ve otolit boyutları arasındaki ilişkiler Çizelge 2'de sunulmuştur. Balık boyu ile otolit boyu arasındaki ilişkiyi belirlemek için doğrusal regresyon analizi, otolit ve balıkların boyları ve ağırlıkları arasındaki ilişkileri tanımlamak için üssel bir regresyon modeli kullanılmıştır. Hesaplanan regresyonlar sonucunda balık ve otolit boyutları arasında korelasyon katsayısı (r^2) yüksek (0.864 – 0.983) olan ilişkiler tespit edilmiştir.

Ayrıca her tür için total boy (TB) – otolit boyu (OB), total boy (TB) – otolit ağırlığı (OA) ve total boy (TB)

– otolit genişliği (OG) grafikleri şekil 3'te verilmiştir.

Bu çalışmada Köyceğiz Lagünü'nde örneklenen kefal balığı otolitleri Tuset ve ark., (2008)'nin otolit atlasında ve Fortunato ve ark., (2014) yapmış oldukları çalışmalarda olduğu gibi boyu eninden uzun dikdörtgen şeklinde ve düzensiz çıkıntılı kenarları ile benzer morfolojik özelliklere sahiptir. Ayrıca, bu çalışmanın otolit morfolojisi sonuçları daha önce Basra Körfezi'nde *M. cephalus* için yapılan (Salehi ve ark., 2016) ve Homa Lagünü'nde *M. cephalus*, *C. labrosus*, *C. saliens*, *C. auratus* (Akyol ve Kınacıgil, 2001) için yapılan çalışmalar ile benzer bulunmuştur.

Sağ ve sol bölge otolit çiftleri otolit boyutları açısından incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmaması ($P>0.05$), otolitlerin birbirinden ayırt edilmeden sağ veya sol otolit seçiminin yapılabileceğini ya da ortalama değerlerin kullanılabilceğini göstermektedir. Bu nedenle kefal balığı ile yapılan otolit morfolojisi çalışmalarının sağ-sol otolit farklılıkları dikkate alınmadan değerlendirilebileceği söylenebilir.

Çizelge 1. Köyceğiz Lagünü'nden avlanan kefal balıklarının total boy, ağırlık, otolit boyu, otolit ağırlığı, otolit genişliği ve standart sapmaları

Table 1. Total length, weight, otolith length, otolith weight, otolith width and standard deviations of grey mullet caught from Köyceğiz Lagoon

Tür Species	N	Balık boyutları (Fish sizes)		Otolit boyutları (Otolith sizes)		
		Total Boy Ortalama(±SS) Min.-Maks. Total length Mean(±SD) Min.-Max.	Ağırlık Ortalama(±SS) Min.-Maks. Weight Mean(±SD) Min.-Max.	Boy Ortalama(±SS) Min.-Maks. Length Mean(±SD) Min.-Max.	Ağırlık Ortalama(±SS) Min.-Maks. Weight Mean(±SD) Min.-Max.	Genişlik Ortalama(±SS) Min.-Maks. Width Mean(±SD) Min.-Max.
<i>M. cephalus</i>	119	29.0 ±8.18 (8.9-46.9)	278.97 ±213.79 (8.17-963.83)	8.04 ±1.67 (3.33-11.66)	0.0460 ±0.03 (0.0025-0.1058)	3.47 ±0.62 (1.98-5.05)
<i>C. labrosus</i>	91	26.0 ±6.72 (10.8-38.9)	198.11 ±115.45 (10.05-545.80)	6.88 ±1.11 (4.14-9.46)	0.0324 ±0.01 (0.0070-0.0740)	3.58 ±0.63 (2.10-4.62)
<i>C. saliens</i>	53	22.5 ±8.64 (7.0-34.4)	132.24 ±100.14 (2.64-334.11)	6.49 ±1.75 (2.93-8.85)	0.0266 ±0,02 (0.0030-0.0616)	3.08 ±0.63 (1.66-3.93)

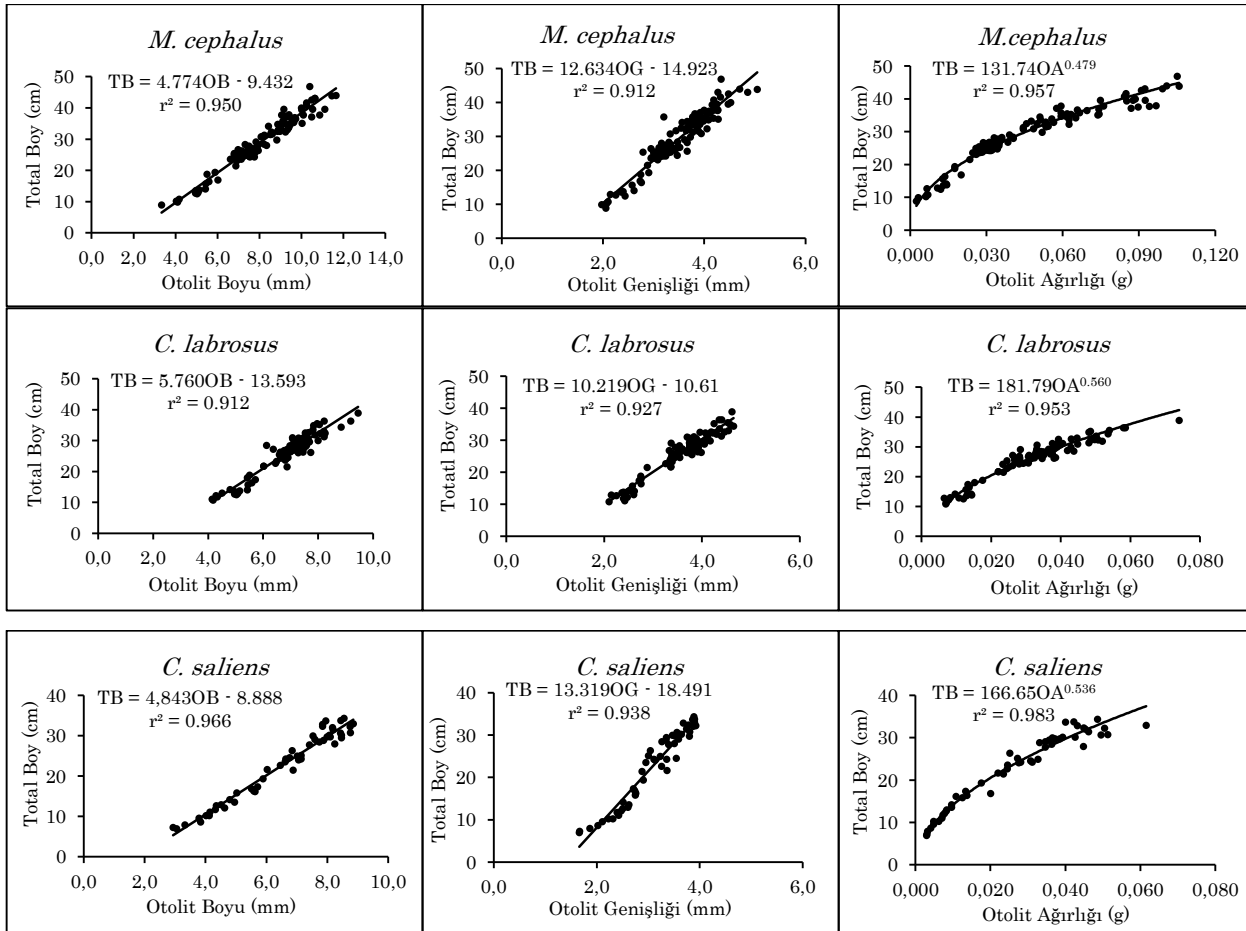
N: Örnek sayısı, Min: Minimum, Maks: Maksimum, ±SS: Standart Sapma

Çizelge 2. Otolit boyutları ile balık boyu ve ağırlığı arasındaki regresyon ilişkisi parametreleri ve tanımlayıcı katsayılar.

Table 2. Regression relationship parameters and descriptive coefficients between fish length and weight with otolith dimensions.

	İlişki Relationship	Regresyon Regression	a	b	r ²
Balık boyu <i>Fish length</i>	TB-OB	Doğrusal	4.774	9.432	0.950
	TB-OA	Üssel	131.74	0.479	0.957
	TB-OG	Doğrusal	12.634	-14.923	0.912
Balık Ağırlığı <i>Fish weight</i>	TA-OB	Üssel	0.026	4.331	0.961
	TA-OA	Doğrusal	8139.6	-96.128	0.914
	TA-OG	Üssel	0.340	5.161	0.913
Otolit <i>Otolith</i>	OB-OA	Üssel	9E-05	2,920	0.957
	OB-OG	Doğrusal	0.351	0.656	0.898
	OG-OA	Üssel	0.001	3.480	0.910
<i>C. labrosus</i>					
Balık boyu <i>Fish length</i>	TB-OB	Doğrusal	5.760	-13.593	0.912
	TB-OA	Üssel	181.79	0.560	0.953
	TB-OG	Doğrusal	10.219	-10.61	0.927
Balık Ağırlığı <i>Fish weight</i>	TA-OB	Üssel	0.010	5.023	0.914
	TA-OA	Doğrusal	8126.3	-64.873	0.916
	TA-OG	Üssel	0.447	4.610	0.923
Otolit <i>Otolith</i>	OB-OA	Üssel	9E-05	2.987	0.941
	OB-OG	Doğrusal	0.528	-0.047	0.864
	OG-OA	Üssel	0.001	2.701	0.921
<i>C. saliens</i>					
Balık boyu <i>Fish length</i>	TB-OB	Doğrusal	4.843	-8.888	0.966
	TB-OA	Üssel	166.65	0.536	0.983
	TB-OG	Doğrusal	13.319	-18.491	0.938
Balık Ağırlığı <i>Fish weight</i>	TA-OB	Üssel	0.022	4.432	0.973
	TA-OA	Doğrusal	5891.2	-24.374	0.902
	TA-OG	Üssel	0.101	5.978	0.951
Otolit <i>Otolith</i>	OA-OB	Üssel	0.0001	2.789	0.978
	OB-OG	Doğrusal	2.674	-1.749	0.919
	OA-OG	Üssel	0.0003	3.742	0.945

TA: Total ağırlık, TB: Total boy, OA: Otolit ağırlığı, OB: Otolit boyu, OG: Otolit genişliği, a ve b: İlişki sabitleri, r²: Korelasyon katsayısı



Şekil 3. Köyceğiz Lagününde avlanan kefal balıklarının total boy (TB) – otolit boyu (OB), total boy (TB) – otolit ağırlığı (OA) ve total boy (TB) – otolit genişliği (OG) ilişkileri.

Figure 3. Relationships of total length (TL) - otolith length (OL), total length (TL) - otolith weight (OW) and total length (TL) - otolith width (OWt) of grey mullet caught in Köyceğiz Lagoon.

Sucul ekosistemlerdeki predatörlerin tüketim oranlarını belirlemek için tüketilen avın boyutları hakkında bilgi toplamak gereklidir. Predatör canlıların beslenme alışkanlıklarını inceleyen araştırmacıların otolit morfolojisi ve belirlenmiş denklemlerin tahmini hakkındaki bilgileri kullanarak avların boyutunu ve kütlesini hesaplamaktır (Wood, 2005; Radhakrishnan ve diğ., 2010). Mevcut çalışmanın sonuçları bu ihtiyaca cevap vererek, çeşitli kefal balığı türleri için balık boyu-otolit boyu ilişkileri hakkında bilgi sağlamaktadır. Böylece, incelenen tüm kefal türlerinin uzunluk ve ağırlıkları, bu çalışmada elde edilen regresyonlar yardımıyla yeniden hesaplanabilir.

Otolit ile balık büyüklüğü arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalarda genellikle otolit uzunluğu kullanılmıştır (Şahin ve Güneş, 1998; Harvey ve ark., 2000; Aydın ve ark., 2004; Longenecker, 2008; Cengiz ve ark., 2012; Felix ve ark., 2013). Bu çalışmada hem otolit boyu (OB) hem de genişliği (OG) dikkate alınmıştır. Çoğu kez birden fazla denklem belirlemek (TB – OB, TB – OG) daha uygundur, çünkü otolit ucunun hasar gördüğü durumlarda balık boyunu

hesaplamak imkansız hale gelir.

Ticari önemi olan türlerin balık boyu - otolit boyu ilişkileri ile ilgili birçok çalışma mevcuttur (Harvey ve ark., 2000; Waessle ve ark., 2003; Jawad ve ark., 2011; De La Cruz-Agüero ve ark., 2016; Bilge, 2018; Yıldız, 2020). Ancak, bu çalışmada ele alınan türlerle ilgili balık boyu-otolit boyu ilişkilerini inceleyen çok az çalışma mevcuttur. Dortbudak ve Ozcan (2019) Dicle Nehri'nde abu mullet ile yapmış oldukları çalışmada araştırmamıza benzer şekilde TB-OB, TB-OG, TA-OA ve OB-OG arasındaki ilişkiyi doğrusal bulmuşlardır.

Otolitler, stabil yapıları ve türe özgü özellikleri nedeniyle mide içeriği analizi için güçlü bir araçtır (Polito ve ark., 2011). Balık boyutu ve otolit ölçümleri arasındaki ilişkiler, av türlerinin otolit ölçümlerinden boyutun geriye doğru hesaplanması için yararlı bilgiler sağlamaktadırlar.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, otolit ölçümleri ve toplam uzunluk arasındaki biyometrik ilişkilerin, incelenen tüm türlerin güvenilir boyut tahminleri için oldukça

uygun olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bu araştırmamızın Köyceğiz Lagünü'ndeki avcı-av ilişkilerini anlamada faydalı olacak bilgi boşluğunu dolduracağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından 17/119 proje numarası ile desteklenmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Agüera A, Brophy D 2011. Use of saggital otolith shape analysis to discriminate Northeast Atlantic and Western Mediterranean stocks of Atlantic saury, *Scomberesox saurus saurus* (Walbaum). Fisheries Research, 110(3): 465-471.
- Akyol O, Kinacigil HT 2001. Comparative body and otolith morphometrics of Mugilidae in Homa Lagoon (Izmir Bay, Aegean Sea). Acta Adriatica, 42(2): 3-14.
- Aydin R, Calta M, Sen D, Coban MZ 2004. Relationships between fish lengths and otolith length in the population of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) inhabiting Keban Dam Lake. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(9): 1550-1553.
- Battaglia P, Malara D, Romeo T, Andaloro F 2010. Relationships between otolith size and fish size in some mesopelagic and bathypelagic species from the Mediterranean Sea (Strait of Messina, Italy). Scientia Marina, 74: 605-612.
- Bilge G 2018. Relationship between sagittal otolith size and fish size in *Engraulis encrasicolus* and *Sardina pilchardus* (Osteichthyes: Clupeiformes) in the southern Aegean Sea, Turkey. Aquatic Sciences and Engineering, 33(3): 72-76.
- Bostancı D, Polat N 2008. Benekli Pisi, *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810)'nın Otolit Yapısı, Otolit Boyutları-Balık Boyu İlişkileri ve Yaş Tayini. Journal of FisheriesSciences.com, 2(3): 375-381.
- Campana SE 2004. Photographic Atlas of Fish Otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 133, NRC Research Press, 978-0-660-19108-9.
- Cengiz Ö, Özekinci U, İşmen A, Öztekin A 2012.

- Saroz Körfezi'ndeki (Kuzey Ege Denizi, Türkiye) benekli pisi balığının, *Lepidorhombus boscii* (Risso, 1810) total boy-otolit boyu arasındaki ilişki. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 28(5): 429-434.
- De La Cruz-Agüero J, Chollet-Villalpando J G, Valle-López FL 2016. Relationships between sagittal otolith length and fish size for 14 mojarra species (Gerreidae: Perciformes) in Mexico. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 16(3): 629-636.
- Dortbudak M.Y, Özcan G 2019. Otolith Body Length Relationship of Abu Mullet ((Heckel, 1843)) in Tigris River, Sırnak, Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 28(10): 7088-7091.
- Felix VR, Martinez-Perez JA, Molina JR, Zuniga REQ, Lopez JF 2013. Morphology and morphometric relationships of the sagitta of *Diapterus auratus* (Perciformes: Gerreidae) from Veracruz, Mexico. Revista de Biología Tropical, 61: 139-147.
- Fortunato RC, Durà VB, Volpedo A 2014. The morphology of saccular otoliths as a tool to identify different mugilid species from the Northeastern Atlantic and Mediterranean Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 146: 95-101.
- Fricke R, Eschmeyer WN, van der Laan R 2020. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references, online version. Updated 3 August 2020. <https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Accessed 25 December 2020.
- Froese R, Pauly D 2019. FishBase. [Version 12/2019] <http://www.fishbase.org>
- González-Castro M, Ghasemzadeh J 2016. Morphology and morphometry based taxonomy of Mugilidae. Biology, ecology and culture of grey mullet (Mugilidae). CRC Press, Boca Raton, USA, 1-21.
- Harvey JT, Loughlin TR, Perez MA, Oxman DS 2000. Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the eastern North Pacific Ocean. NOAA/National Marine Fisheries Service, Seattle (NOAA Technical Report NMFS, 150).
- Hüssy K, Hinrichsen HH, Fey DP, Walther Y, Velasco A 2010. The use of otolith microstructure to estimate age in adult Atlantic cod *Gadus morhua*. Journal of Fish Biology, 76(7): 1640-1654.
- Jawad LA, Al-Mamry JM 2012. Relationship between fish length and otolith dimensions in the carangid fish (*Carangoides coeruleopinnatus* (Ruppell, 1830)) collected from the Sea of Oman. Journal of FisheriesSciences.com, 6(3): 203-208.
- Jawad LA, Ambuali A, Al-Mamry JM, Al-Busaidi HK 2011. Relationships between fish length and otolith length, width and weight of the Indian mackerel *Rastrelliger kanagartha* (Cuvier, 1817)

- collected from the Sea of Oman. *Croatian Journal of Fisheries*, 69(2): 51-61.
- Longenecker K 2008. Relationships between Otolith Size and Body Size for Hawaiian Reef Fishes. *Pacific science*, 62(4): 533-539.
- Polito MJ, Trivelpiece WZ, Karnovsky NJ, Ng E, Patterson WP, Emslie SD 2011. Integrating stomach content and stable isotope analyses to quantify the diets of pygoscelid penguins. *PLoS one*, 6(10): e26642.
- Radhakrishnan KV, Liu M, He W, Murphy BR, Xie S 2010. Otolith retrieval from faeces and reconstruction of prey-fish size for Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) wintering at the East Dongting lake National Nature Reserve, China. *Environmental Biology of Fishes*, 89: 505–512.
- Salehi V, Hesni MA, Teimori A, Lashkari MR 2016. The sagittal otolith morphology of four selected mugilid species from Iranian waters of the Persian Gulf (Teleostei: Mugilidae). *International Journal of Aquatic Biology*, 4(5): 318-324.
- Steward CA, DeMaria KD, Shenker JM 2009. Using otolith morphometrics to quickly and inexpensively predict age in the gray angelfish (*Pomacanthus arcuatus*). *Fisheries Research*, 99: 123–129.
- Şahin T, Güneş E 1998. Relationship between otolith and total lengths of flounder (*Pleuronectes flesus luscus* Pallas, 1811) collected in eastern Black Sea coasts of Turkey. *Turkish Journal of Marine Sciences*, 4: 117-123.
- Turan C 2016. Biogeography and distribution of Mugilidae in the Mediterranean and the Black Sea, and North-East Atlantic. In: D Crosetti & SJM Blaber (eds.) *Biology, ecology and culture of grey mullets (Mugilidae)*. CRC Press, Boca Raton, London, New York. pp. 116–127.
- Tuset VM, Lombarte A, Assis CA 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72: 7-198.
- Waessle JA, Lasta CA, Favero M 2003. Otolith morphology and body size relationships for juvenile Sciaenidae in the Rio de la Plata estuary (35-36 °S). *Scientia Marina*, 67: 233–240.
- Whitfield AK, Panfili J, Durand JD 2012. A global review of the cosmopolitan flathead mullet *Mugil cephalus* Linnaeus 1758 (Teleostei: Mugilidae), with emphasis on the biology, genetics, ecology and fisheries aspects of this apparent species complex. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 22(3): 641-681.
- Wood AD 2005. Using bone measurements to estimate the original sizes of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) from digested remains. *Fishery Bulletin*, 103(2): 461–466.
- Yıldız T 2020. Relationships between fish sizes and otolith sizes of whiting (*Merlangius merlangus* linnaeus, 1758) from the Western Black Sea. *Aquatic Sciences and Engineering*, 35(3): 69-74.