

Antalya Körfezi'nde Yakalanan *Coelorinchus caelorhincus* (Pisces: Macrouridae) Türünün Otolit Biyometrisi ve Pre-anal Boyu Arasındaki İlişkiler**The Relationship Between Otolith Biometry and Pre-anal Length of *Coelorinchus caelorhincus* (Pisces: Macrouridae) from Antalya Bay**Merve Karakuş^{1*}, Eyüp Mümtaz Tıraşın²¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Buca, İzmir, Türkiye²Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Balçova, İzmir, Türkiye*Sorumlu Yazar: mervekarakuş86@gmail.com

Received: 05.04.2023

Accepted: 14.06.2023

Published: 01.12.2023

How to Cite: Karakuş, M., & Tıraşın, E. M. (2023). Antalya Körfezi'nde yakalanan *Coelorinchus caelorhincus* (Pisces: Macrouridae) türünün otolit biyometrisi ve pre-anal boyu arasındaki ilişkiler. *Acta Aquatica Turcica*, 19(4), 358-367. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.1277423>

Özet: Bu çalışmada, küt burun farebalığı *Coelorinchus caelorhincus* (Risso, 1810) türünün pre-anal boyu (PAL) ve otolit biyometrisi arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Balık örnekleri, Temmuz 2016 – Haziran 2017 tarihleri arasında “R/V Akdeniz Araştırma 1” gemisi ile Antalya Körfezi'nde yapılan aylık trol çekimleri sırasında yakalanmıştır. Değerlendirilen 232'si dişi 152'si erkek toplam 384 bireyde PAL = 18–73 mm ve total ağırlık (W) = 0,6–72 g aralığında dağılım göstermiştir. PAL–W ilişkisi cinsiyetler arasında farklılık göstermeyip bütün balıklar $W = 0,208 \times PAL^{2,937}$ ($r^2 = 0,94$) olarak bulunmuştur. Üstel katsayı “b” için oluşturulan %95 güvenirlilik aralığı (2,863–3,011), varsayımsal 3 değerini kapsadığından *C. caelorhincus* türünün bu habitatta izometrik büyüme gösterdiği belirlenmiştir. Otolit boyu (OL), otolit genişliği (OB) ve otolit ağırlığı (OW) sırasıyla; 3,717–11,353 mm, 2,717–6,606 mm ve 0,008–0,0186 g arasında değişmiştir. Sağ ve sol OL, OB ve OW ortalamaları arasındaki farklılıklar eşlenik t-testine göre istatistiksel açıdan önemsiz bulunduğundan, PAL ve otolit biyometrisi arasındaki ilişkilerin incelenmesinde yalnızca sağ otolitlerin ölçümleri kullanılmıştır. OL–PAL arasındaki doğrusal ilişki, $OL = 1,737 + 0,129 \times PAL$ ($r^2 = 0,88$) ve OB–PAL arasındaki doğrusal ilişki ise $OB = 2,212 + 0,060 \times PAL$ ($r^2 = 0,81$) olarak bulunmuştur. OW–PAL ve OW–OL arasındaki üstel bağıntılar, $OW = 0,00004 \times PAL^{1,899}$ ($r^2 = 0,87$) ve $OW = 0,0004 \times OL^{2,428}$ ($r^2 = 0,93$) olarak belirlenmiştir.

Keywords

- Farebalığı
- Boy-Ağırlık İlişkisi
- Otolit Boyu
- Otolit Ağırlığı

Abstract: In this study, the relationships between otolith biometrics and pre-anal length (PAL) of the hollowsnout grenadier *Coelorinchus caelorhincus* (Risso, 1810) were investigated. The fish samples were obtained from monthly trawl surveys conducted with the “R/V Akdeniz Araştırma 1” in Antalya Bay between July 2016 and June 2017. PAL and total weight (W) were in the range of 18–73 mm and 0.6–72 g, respectively, in a total of 384 specimens, including 232 females and 152 males. The PAL–W relationship did not differ between sexes and was determined as $W = 0.208 \times PAL^{2.937}$ ($r^2 = 0.94$) for all fish. The 95% confidence interval for the exponential coefficient “b” (2.863-3.011) included the hypothetical value of 3, indicating that *C. caelorhincus* showed isometric growth in this habitat. Otolith length (OL), otolith breadth (OB), and otolith weight (OW) were in the range of 3.717–11.353 mm, 2.717–6.606 mm, and 0.008–0.0186 g, respectively. Since there were no statistically significant differences between the means of right and left OL, OB, and OW, according to the paired t-test, only measurements of the right otoliths were used in the examination of the relationships between PAL and otolith biometry. The linear relationship between OL–PAL was found to be $OL = 1.737 + 0.129 \times PAL$ ($r^2 = 0.88$) and the linear relationship between OB–PAL was $OB = 2.212 + 0.060 \times PAL$ ($r^2 = 0.81$). The exponential relationships between OW–PAL, and OW–OL were determined to be $OW = 0.00004 \times PAL^{1.899}$ ($r^2 = 0.87$) and $OW = 0.0004 \times OL^{2.428}$ ($r^2 = 0.93$), respectively.

Anahtar kelimeler

- Hollowsnout grenadier
- Length-Weight Relationship
- Otolith Length
- Otolith Weight



1. GİRİŞ

Farekuyrukluğiller (Macrouridae), dünyanın bütün derin denizlerinde kıtasal yamaçlarda yoğun olarak yayılım göstermekte ve batiyal zon besin zincirinde önemli bir yer tutmaktadır (Merret & Haedrich, 1997). Macrouridae familyasının Akdeniz’de yaşayan türleri, derin sularda yapılan ticari trol avcılığının hedef dışı avları arasında bol miktarda bulunmaktadır (D’Onghia vd., 1998; Sartor vd., 2003; Sion vd., 2012). Farebalığı *Coelorhynchus caelorhincus* (Risso, 1810), Macrouridae familyasının Akdeniz’de bulunan sekiz türünden biri olup Atlantik Okyanusu’ndan Akdeniz’e kadar uzanan geniş bir dağılıma sahiptir (Golani vd., 2006). Besinini poliket, decapod, amfipod, kopepod, gastropod ve kafadanbacaklılar gibi çeşitli omurgasız bentik organizmalar oluşturmaktadır (Geistdoerfer, 1986; Cohen vd., 1990; Sever vd., 2008).

Akdeniz’de bu tür üzerine yapılan çeşitli araştırmalarda; popülasyon yapısı (Moranta vd., 1998; Labropoulou & Papaconstantinou, 2000; Madurell vd., 2004), beslenme alışkanlıkları (Kabasakal, 1999; Sever vd., 2008; Scacco vd., 2022) yaş ve büyüme (Massuti vd., 1995; D’onghia vd., 2000; Filiz vd., 2006; Isajlovic vd., 2009), boy-ağırlık ilişkileri (Diaz vd., 2000; Borges vd., 2003; Morey vd., 2003; Filiz & Bilge, 2004; Filiz vd., 2006; Filiz vd., 2008; Isajlovic vd., 2009; Başusta & Başusta, 2018) konuları çalışılmıştır. Fakat, Akdeniz’de *C. caelorhincus* türünün otolitleriyle ilgili yapılmış çalışmalar çok sınırlıdır (Labropoulou & Papaconstantinou, 2000; Tuset vd., 2008; Gürel, 2013).

Otolitler, balıkların başında bulunan hem iştme hem de denge işlevlerinde rol oynayan kalkerli yapılardır (Quist & Isermann, 2017). Her türün kendine özgü otolit şekil ve boyut farklılıkları sebebiyle (Campana, 1990), otolitlerle; günlük büyümeleri, erken yaşam öyküleri, av avcı ilişkileri, filogenetik ilişkilerin belirlenmesi, ekomorfoloji çalışmaları, arkeolojik araştırmalar, balıkların taksonunu, popülasyonlarını belirlemek, balık büyümesi ile otolit büyümesi arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, büyüme oranı ve kararlı izotop bileşimi arasındaki ilişkiler, gibi alanlarda çalışılmaktadır (Pannella, 1971; Harvey vd., 2000; Uehara vd., 2005; Tuset vd., 2008).

Bu çalışma ile Antalya Körfezi’nde trol avcılığı ile yakalanmış olan *C. caelorhincus*’un otolit büyümesi ve boyca büyümesi arasındaki ilişkiyi belirlemek amaçlanmaktadır. Aynı zamanda ülkemiz kıyılarında farebalıklarıyla ilgili sınırlı sayıda çalışmalardan kaynaklı bilgi eksikliğine katkıda bulunmak hedeflenmektedir.

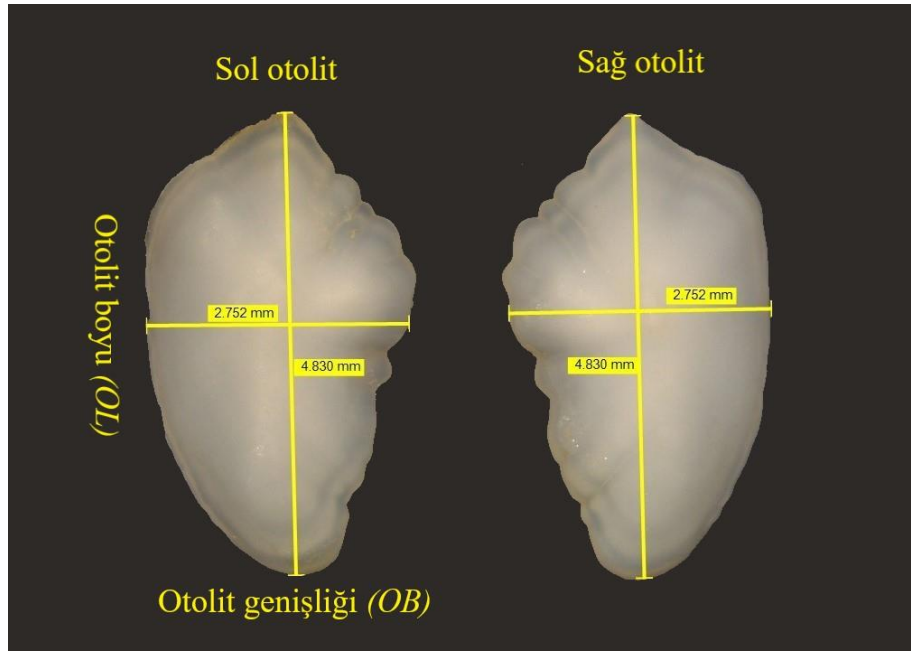
2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, Antalya Körfezi’nde Temmuz 2016 – Haziran 2017 tarihleri arasında “R/V Akdeniz Araştırma 1” gemisi ile aylık olarak gerçekleştirilen trol çalışmaları sırasında yakalanan *C. caelorhincus* türüne ait toplam 384 bireyin pre-anal boy (*PAL*) (± 1 mm), total ağırlık (*W*) ($\pm 0,1$ g) ve sagittal otolitlerinin ölçümleri kullanılmıştır. Türün ince ve nazik kuyruk yapısı nedeniyle trol çekimi sırasında kuyruklarının zarar görebilmesinden dolayı kısmen ya da tümünden kopması yüzünden temel olarak *PAL* ölçümleri yapılabilmektedir. Kuyrukları zarar görmemiş, bütün olan bireylerden ayrıca total boy (*TL*) ölçümleri de alınmıştır. Bu iki farklı boy ölçümlerinin istendiği zaman birbirine dönüştürülmesini sağlamak için gereken oransal katsayıları belirlemek için basit doğrusal regresyon modeli (Sokal & Rohlf, 2012) kullanılmıştır. Doğrusal regresyon analizi öncesinde bu katsayı değerlerinin cinsiyete göre değişip değişmediğini belirlemek için kovaryans analizi (Sokal & Rohlf, 2012) yapılmıştır. *W* ve *PAL* arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde, $W = a \times PAL^b$ olarak verilen alometrik boy-ağırlık ilişkisi bağıntısından yararlanılmıştır (Le Cren, 1951). *W* ve *PAL* arasındaki doğrusal olmayan üstel ilişki, çarpımsal hata yapısı varsayımı ile tüm veri çiftlerine doğal logaritmik dönüşümün uygulanmasıyla doğrusallaştırılmış ve basit doğrusal regresyon analizi kullanılarak *a* ve *b* katsayıları hesaplanmıştır (Tıraşın, 1993). *W* ve *PAL* arasında oransal bir katsayı olan *a* ile balığın boyca (*PAL*) büyümesi sonucunda vücut ağırlığında (*W*) görülen üstel artışı gösteren *b* katsayısı değerleri bakımından dişi ve erkekler arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için kovaryans analizi yapılmıştır. İzometrik büyümeden sapmalar, yani kestirilen *b* değerinin, varsayımsal “3” değerinden istatistiksel olarak farklı olup olmadığı, *b* için oluşturulan %95 güvenirlilik aralığının, “3” değerini içerip içermediği incelenerek değerlendirilmiştir (Sparre & Venema, 1998). *PAL* ölçümleri doğrusal regresyon analizi öncesinde *a* katsayısı değerinin diğer çalışmalarla karşılaştırılmasını kolaylaştırmak için cm’ye çevrilmiştir.

Otolit boyu (*OL*) anterior rostrum bölgesinden posterior sınıra kadar olan mesafedeki en geniş ölçümü temsil etmektedir. Otolit genişliği (*OB*) ise otolitin dorsal ve ventral kenarları arasındaki en

geniş hat baz alınarak ölçülmüştür (Şekil 1). Bu ölçümler, Leica S6D marka mikroskobu ve Leica Application Suit (LAS V4.12) programı kullanılarak 0,001 mm duyarlılıkla gerçekleştirilmiştir. Otolit ağırlıkları (*OW*) ise 0,0001 g duyarlılıktaki dijital terazi ile saptanmıştır. Sağ ve sol bölge otolitleri ayrı ayrı ölçülmüş ve otolit çiftleri arasında fark olup olmadığı eşlenik *t*-testi ile araştırılmıştır (Sokal & Rohlf, 2012). *OL-PAL* ve *OB-PAL* ilişkileri doğrusal regresyon analizi ile irdelenmiştir. *OW-PAL* ve *OW-OL* arasındaki ilişkiler ise doğrusal değil de üstel olduklarından (Harkönen, 1986), öncelikle verilerin doğal logaritmalarının alınmasıyla ilişkiler doğrusallaştırılmış, ardından da doğrusal regresyon analizi ile değerlendirilmiştir.

Doğrusal regresyon analizi, kovaryans analizi ve *t*-testlerinden elde edilen sonuçların geçerli olması için kalıntıların normal dağılması ve varyansların homojen olması gerekmektedir. Anılan modellerin normallik ve varyansların homojenliği varsayımlarına uyduğunu doğrulamak için kalıntılar, kantil-kantil çizgeleri, Shapiro-Wilk normallik ve *F*-testleri ile kontrol edilmiştir (Sokal & Rohlf, 2012). İki farklı ortalama değerinin kıyaslanmasında, normallik ve varyansların homojenliği koşulları sağlandığında bağımsız *t*-testi, varyansların heterojen olduğu yalnızca normallik koşulunun sağlandığı durumlarda Welch *t*-testi ve her iki koşula da uymayan durumlarda ise parametrik olmayan Wilcoxon-Mann-Whitney testi kullanılmıştır (Sokal & Rohlf, 2012). Normal dağılmayan veriler için çarpıklık (g_1) ve basıklık (g_2) testleri de uygulanmıştır (Sokal & Rohlf, 2012). Tüm istatistiksel testler ve grafikler, R yazılımının 4.0.4 sürümü (R Core Team, 2021) ile yapılmış ve istatistiksel bakımdan anlamlı farklılık düzeyi 0,05 olarak seçilmiştir.



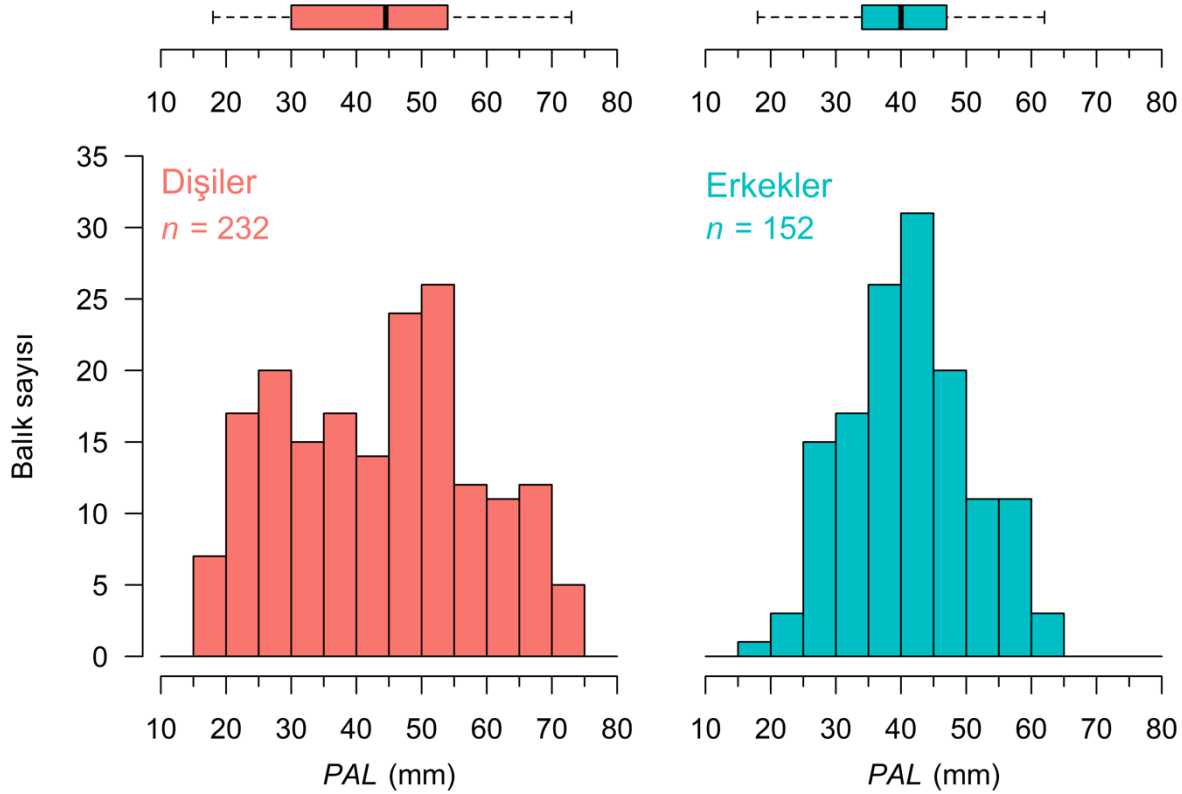
Şekil 1. *C. caelorhincus* türünün sağ ve sol otolitlerinin *OL* ve *OB* ölçümleri

3. BULGULAR

Toplam 384 *C. caelorhincus* örneğinden yalnızca 195 bireyin (135'i dişi ve 62'si erkek), *TL* ölçümü yapılabildiği görülmüştür. *TL* ölçümleri 60–258 mm aralığında bulunmuştur. *PAL*, dişilerde 18–73 mm ve erkeklerde 18–62 mm; *W* ise dişilerde 1,1–72,0 g ve erkeklerde 0,6–51,3 g arasında dağılım göstermektedir (Tablo 1). Dişi bireylerin hem *PAL* hem de *W* ölçümlerinin varyansları erkeklerinkinden daha büyüktür (*PAL*: $F = 2,099$, $df_1 = 231$, $df_2 = 151$, $P < 0,001$; *W*: $F = 2,552$, $df_1 = 231$, $df_2 = 151$, $P < 0,001$). Erkek balıkların *PAL* ölçümleri normale yakın dağılırken dişilerinki simetrik ($g_1 = 0,01 \pm 0,159$) ama normalden farklı ve plati-basık ($g_2 = -2,75 \pm 0,006$) olarak dağılmaktadır (Şekil 2). Parametrik olmayan Wilcoxon-Mann-Whitney testi, *PAL* ölçümleri bakımından eşeyler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulmamıştır ($W = 19620$, $P = 0,062$). *W* ölçümlerinin dağılımları ise her iki eşey için de normalden çok farklı ve aşırı sağa çarpıktır (dişi $g_1 = 0,94 \pm 0,159$; erkek $g_1 = 1,23 \pm 0,197$). *W* ölçümleri bakımından dişilerle erkekler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark vardır ($W = 20125$, $P = 0,019$).

Tablo 1. *C. caelorhincus*'un *PAL* ve *W* ölçümleri (*n*: örnek sayısı, *ss*: standart sapma).

Cinsiyet	<i>n</i>	<i>PAL</i> (mm)		<i>W</i> (g)	
		Ortalama ± <i>ss</i>	Min. – Mak.	Ortalama ± <i>ss</i>	Min. – Mak.
Dişi	232	43,4 ± 13,82	18 – 73	20,83 ± 17,082	1,1 – 72,0
Erkek	152	40,9 ± 9,54	18 – 62	14,64 ± 10,692	1,4 – 51,3
Toplam	384	42,4 ± 12,35	18 – 73	18,51 ± 15,142	0,6 – 72,0

**Şekil 2.** *C. caelorhincus*'un dişi ve erkek bireylerinin *PAL* dağılımları

Kovaryans analizinin sonuçları, iki boy değişkeni *TL* ve *PAL* arasındaki doğrusal ilişkinin hem kesişim (*a*) hem de eğim (*b*) değerleri bakımından cinsiyete göre istatistiksel olarak bir farklılık göstermediğini ortaya koyduğundan ($F = 0,193$, $df_1 = 1$, $df_2 = 191$, $P = 0,661$), çevirim için gereken *a* ve *b* katsayıları, eşey ayrımı olmadan bütün gözlemler birleştirilerek yapılan doğrusal regresyon analizi ile saptanmıştır. Aşağıdaki eşitlik ile mm cinsinden yapılan *PAL* ölçümlerinden, *TL* değerleri kestirilebilir:

$$TL = 15,535 + 3,363 \times PAL \quad (n = 195, r^2 = 0,91)$$

W ve *PAL* arasındaki fonksiyonel ilişki, dişiler için $W = 0,217 \times PAL^{2,924}$ ($r^2 = 0,95$) ve erkekler için $W = 0,195 \times PAL^{2,959}$ ($r^2 = 0,91$) olarak bulunmuştur. Kovaryans analizi, *a* ve *b* değerleri bakımından dişi ve erkek balıklar arasında istatistiksel bir fark olmadığını göstermiş olduğundan ($F = 0,163$, $df_1 = 1$, $df_2 = 380$, $P = 0,686$), *W*-*PAL* ilişkisi bütün balıklar için $W = 0,208 \times PAL^{2,937}$ ($r^2 = 0,94$) olarak ifade edilebilir. Regresyon katsayıları, *a* ve *b*'nin %95 güvenirlilik aralıkları sırasıyla 0,187–0,232 ve 2,863–3,011'dir. *b* için oluşturulan %95 güvenirlilik aralığı, varsayımsal 3 değerini içerdiği için *C. caelorhincus*'un izometrik büyüme gösterdiği belirlenmiştir. Dolayısıyla *W*-*PAL* ilişkisi daha basitleştirilerek $W = 0,191 \times PAL^3$ şeklinde verilebilir. Bu yeni *a* değeri, regresyon analizi sonrasında *a* için oluşturulmuş olan %95 güvenirlilik aralığınca kapsanmaktadır.

C. caelorhincus'un sağ ve sol *OL*, *OB* ve *OW* ölçümlerinin ortalama değerleri sırasıyla 7,158 ile 7,152 mm, 4,804 ile 4,814 mm ve 0,05482 ile 0,05478 g olarak hesaplanmıştır (Tablo 2). Sağ ve sol *OL*, *OB* ve *OW* ortalamaları arasındaki farklılıklar eşlenik *t*-testleri sonucunda (*OL*: $t = 0,756$, $df =$

341, $P = 0,45$; OB : $t = 1,688$, $df = 252$, $P = 0,093$ ve OW $t = 0,555$, $df = 252$, $P = 0,579$) istatistiksel açıdan önemsiz bulunduğundan, PAL ve otolit boyutları (OL , OB ve OW) arasındaki ilişkilerin incelenmesinde örneklerin yalnızca sağ otolitlerine ait ölçümler kullanılmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. *C. caelorhincus*'un sağ ve sol OL , OB ve OW ölçümleri (n : otolit çifti sayısı, ss: standart sapma).

Değişken	n	Sol		Sağ	
		Ortalama \pm ss	Min. – Mak.	Ortalama \pm ss	Min. – Mak.
OL (mm)	342	7,152 \pm 1,6189	3,718 – 11,353	7,158 \pm 1,6048	3,717 – 11,253
OB (mm)	253	4,814 \pm 0,7790	2,717 – 6,606	4,804 \pm 0,7726	2,769 – 6,443
OW (g)	253	0,055 \pm 0,0299	0,008 – 0,186	0,055 \pm 0,0298	0,009 – 0,184

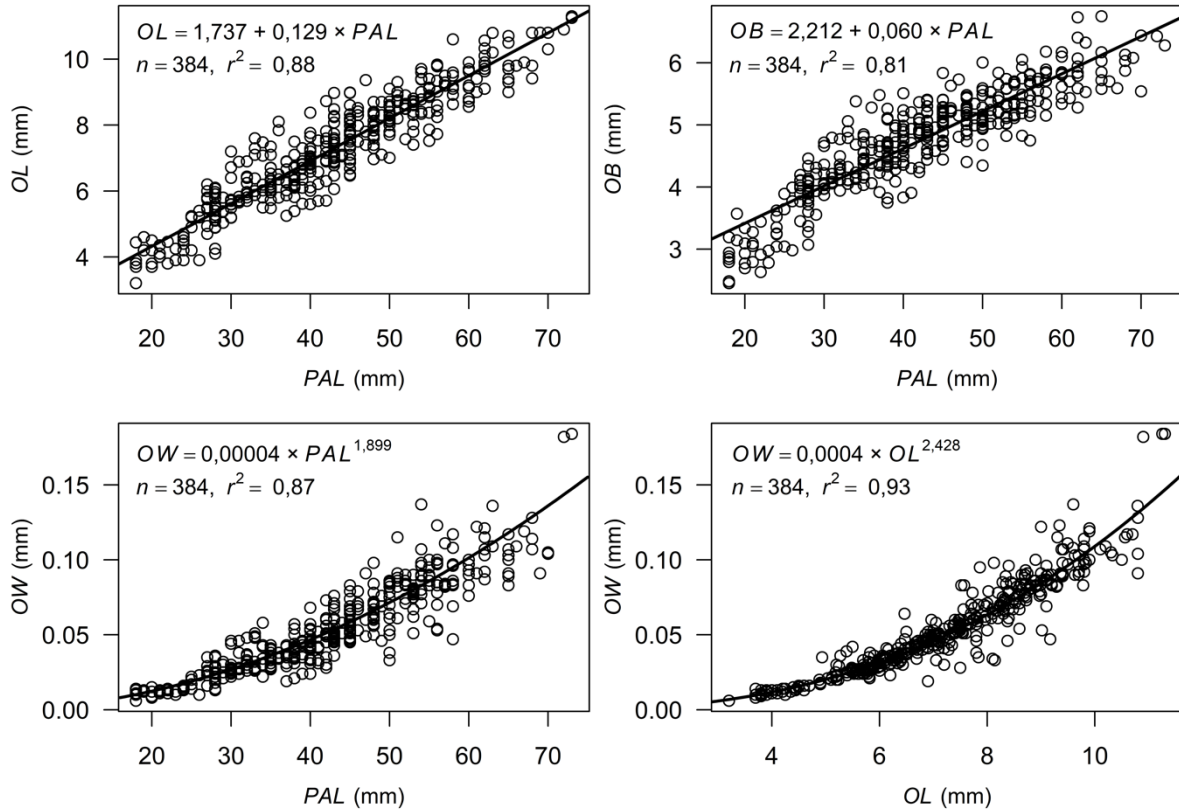
OL , OB ve OW gibi otolit biyometrisi verileri, eşeylere göre de ayrı ayrı değerlendirilmiştir. *C. caelorhincus*'un dişi ve erkek bireylere ilişkin OL , OB ve OW ölçümlerinin ortalama değerleri sırasıyla 7,328 ve 7,074 mm, 4,809 ve 4,698 mm, 0,0573 ve 0,0515 g olarak saptanmıştır (Tablo 3). Welsh t -testi sonuçları (OL : $t = 1,505$, $df = 373,03$, $P = 0,133$ ve OB : $t = 1,385$, $df = 376,79$, $P = 0,167$), dişi ve erkeklerin OL ve OB ortalamalarında görülen farkların istatistiksel açıdan önemsiz olduğunu belirtmektedir. Parametrik olmayan Wilcoxon-Mann-Whitney testi de OW ölçümleri bakımından eşeyler arasında önemli bir fark bulmamıştır ($W = 19024$, $P = 0,191$).

Tablo 2. *C. caelorhincus*'un eşeylere göre OL , OB ve OW ölçümleri (n : örnek sayısı, ss: standart sapma).

Değişken	n	Dişi		n	Erkek	
		Ortalama \pm ss	Min. – Mak.		Ortalama \pm ss	Min. – Mak.
OL (mm)	232	7,328 \pm 1,8651	3,700 – 11,300	152	7,074 \pm 1,4248	3,205 – 10,562
OB (mm)	232	4,810 \pm 0,9132	2,480 – 6,750	152	4,698 \pm 0,6723	2,451 – 6,733
OW (g)	232	0,057 \pm 0,0340	0,008 – 0,184	152	0,052 \pm 0,0254	0,006 – 0,123

Antalya Körfezi'ndeki *C. caelorhincus* bireylerinde OL ve PAL arasındaki doğrusal ilişki, $OL = 1,737 + 0,129 \times PAL$ ($r^2 = 0,88$) ve OB ile PAL arasındaki doğrusal ilişki ise $OB = 2,212 + 0,060 \times PAL$ ($r^2 = 0,81$) olarak bulunmuştur. Her iki doğrusal ilişkide de kesişim (a) değerlerinin %95 güvenirlilik aralıkları sırasıyla 1,522–1,952 ve 2,082–2,343 olup 0 değerini içermemektedir. Yani doğrular iki eksenin birleştiği merkezdeki 0 değerinden geçmemektedir. Eğim (b) değerleri için oluşturulan %95 güvenirlilik aralıkları da 0,125–0,134 ve 0,057–0,063'tür.

OW – PAL ve OW – OL arasındaki üstel bağlantılar, $OW = 0,00004 \times PAL^{1,899}$ ($r^2 = 0,87$) ve $OW = 0,0004 \times OL^{2,428}$ ($r^2 = 0,93$) olarak bulunmuştur (Şekil 3). Doğrusal olmayan bu ilişkilerin katsayıları, a ve b için oluşturulan %95 güvenirlilik aralıkları, sırasıyla; 0,00003–0,00005, 0,0004–0,0005, 1,827–1,972 ve 2,361–2,495'tir.



Şekil 3. *C. caelorhincus*' un OL-PAL, OB-PAL, OW-PAL ve OW-OL arasındaki ilişkileri

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Antalya Körfezi'nde *C. caelorhincus* türünün PAL ölçümleri kullanılarak değerlendirilen boy-ağırlık ilişkisi katsayıları a ve b değerleri, dişi ve erkek balıklar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiş ve b için oluşturulan %95 güvenirlilik aralığı, varsayımsal 3 değerini içerdiği için bu bölgedeki bireylerin izometrik büyüme gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

C. caelorhincus'un PAL ölçümleri kullanılarak Güney Adriyatik (Ungaro vd., 1994) ve Batı Akdeniz (Morey vd., 2003) kıyılarında ve TL ölçümleri kullanılarak Doğu Atlantik'in Portekiz kıyılarında (Borges vd., 2003) yapılan çalışmalarda, boy-ağırlık ilişkisi bakımından, pozitif allometrik büyüme görüldüğü bildirilmiştir. Adriyatik Denizi, Sicilya Boğazı ve İyon Denizi'nin Yunanistan kıyılarında, PAL kullanılarak yapılan çalışmalarda (Labropoulou & Papaconstantinou, 2000; Vitale vd., 2006; Isajlović vd., 2009) ise türün negatif allometrik büyüme gösterdiği bulunmuştur. Bununla birlikte Lelli vd. (2017), Lübnan kıyılarında TL ölçümleri kullanarak yaptıkları çalışmada, türün bu çalışmada olduğu gibi, izometrik büyüme gösterdiğini belirlemiştir. Türkiye sularında TL kullanılarak yapılan çalışmaların (Filiz & Bilge, 2004; Filiz vd., 2006; Filiz vd., 2008; Başusta & Başusta, 2018) sonuçları ise türde izometrik büyüme olduğunu saptayarak çalışmamızla benzerlik göstermiştir (Tablo 4). Farklı çalışmalarda boy-ağırlık ilişkisi açısından allometrik ya da izometrik büyümenin görülmesinin, bu çalışmalarda değerlendirilen birey sayılarının farklılığından, besin bulunabilirliğinden ve yaşam alanlarının aynı özellikleri göstermemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Tıraşın, 1993).

Bu çalışma Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında, *C. caelorhincus* türünün otolit biyometrisi ve balık büyüklüğü arasındaki ilişkiyi ortaya koyan ilk incelemedir. Sağ ve sol otolitlerin biyometrik ölçümleri arasında istatistiksel bakımdan önemli bir farklılığın olmaması, OL, OB ve OW kullanılarak bu türle ilgili yapılacak çalışmalarda, herhangi bir tarafta yer alan otolitin ayırım yapılmadan kullanılabileceğini göstermektedir. Labropoulou & Papaconstantinou (2000) ve Gürel (2013) de çalışmalarında aynı sonucu bulmuş, otolitleri sağ ve sol ayırımı yapmadan değerlendirmiştir.

Bu türün OL, OB ve OW ölçümlerinin ortalama değerleri cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplandığında görülen farklılıklar, istatistiksel açıdan önemsiz bulunduğundan, otolit biyometrisi

çalışmalarında bu değişkenlere ilişkin verilerin cinsiyet ayrımı yapılmaksızın kullanılabilceğini göstermektedir. Diğer çalışmalarda bu ayrım belirtilmemiş olmasına rağmen bulgular çalışmamızdaki gibi verilmiştir.

Tablo 4. Akdeniz'in farklı bölgelerinde *C. caelorhincus* üzerine yapılan çalışmalarda saptanan boy-ağırlık ilişkilerinin karşılaştırılması

Çalışma	Bölge	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>r</i> ²
Ungaro vd. (1994)	Adriyatik Denizi	0,105	3,04	-
Labropoulou & Papaconstantinou (2000)	İyon Denizi	0,0011**	2,42	0,87
Morey vd. (2003)	Batı Akdeniz	0,0925**	3,14	0,97
Borges vd. (2003)*	Güney Doğu Portekiz	0,0022	3,11	0,93
Filiz & Bilge (2004)*	Sığacık Körfezi	0,0065	2,74	0,78
Filiz vd. (2006)*	Sığacık Körfezi	0,0032	3,08	0,92
Vitale vd. (2006)	Sicilya Boğazı	0,172†	2,74†	-
		0,175‡	2,76‡	-
Filiz & Taşkavak (2008)*	Sığacık Körfezi	0,0083**	2,83	0,93
Isajlović vd. (2009)	Adriyatik Denizi	0,0004**	2,65	0,92
Lelli vd. (2017)*	Lübnan Kıyıları	0,004**	3,11	0,56
Başusta & Başusta (2018)*	İskenderun Körfezi	0,0024**	3,01	0,95
Bu çalışma	Antalya Körfezi	0,208	2,94	0,94
		0,0002**	2,94	0,94

*TL ölçümleri üzerinden yapılan çalışmalar, **ölçüm birimi mm olan çalışmalar, †: dişi ve ‡: erkek.

Toplam 384 otolitin incelenmesi sonucunda; *OL-PAL* ve *OB-PAL* arasında doğrusal ilişkiler bulunmuştur. *OW-PAL* ve *OW-OL* arasında ise doğrusal olmayan üstel ilişkiler görülmüştür. Analizler sonucunda 0,81–0,93 aralığında bulunan belirtme katsayıları (*r*²), otolit boyutlarının büyük ölçüde balık boyu tarafından belirlenebileceğini ortaya koymaktadır (Şekil 3). Masuti vd. (1995), Katalan Denizi'nde Macrouridae familyasına ait bazı türlerin biyolojisi ve dağılımı üzerine yaptığı çalışmada, 85 *C. caelorhincus* bireyinde *OL* ve *PAL* arasındaki ilişkiyi, mevcut çalışmadan farklı olarak doğrusal olmayan üstel bir bağıntı kullanarak değerlendirmiş ve $OL = 0,488 \times PAL^{0,681}$ (*r*² = 0,97) olarak belirlemiştir. Aynı araştırmacı, *OW* ve *OL* arasındaki ilişkiyi de $OW = 0,2778 \times OL^{2,6243}$ (*r*² = 0,92) olarak bulmuştur. Rapor edilen bu üstel değer çalışmamızda bulunan değerden biraz daha yüksektir.

Labropoulou & Papaconstantino (2000), İyon Denizi'nde yaptıkları çalışmada 252 *C. caelorhincus* bireyinin ölçümlerine dayanarak *OW-PAL* ilişkisini, $OW = 0,013 \times PAL^{1,49}$ (*r*² = 0,87) olarak vermişlerdir. Bu üstel *b* katsayısı değeri 1'den büyük olup mevcut çalışmada bulunan değere çok yakındır. Aynı çalışmada, 244 bireyin üstel *OW-OL* ilişkisi, $OW = 0,002 \times OL^{2,37}$ (*r*² = 0,86) olarak bildirilmiş olup bu *b* değeri, istatistiksel olarak çalışmamızda bulunan değere eşittir. Diğer yandan söz konusu çalışmada, $OL = 24,47 + 1,68 \times PAL$ (*r*² = 0,85) şeklinde verilmiş olan *OL-PAL* doğrusal ilişkisinin katsayıları, çalışmamızın bulgularından farklıdır. Isajlović vd. (2009), Adriyatik Denizi'nde *C. caelorhincus*'un yaş, büyüme ve boy-ağırlık ilişkisi üzerine 175 bireyle yaptığı çalışmada, *OL-PAL* arasında doğrusal bir ilişki bulup bağıntıyı, $OL = 2,585 + 0,09 \times PAL$ (*r*² = 0,95) olarak hesaplamıştır. Büyümeye ilişkin çeşitli parametrelerin kıyaslanmasında popülasyonlar arasında farklılıkların olması sıklıkla gözlenen bir durumdur (Tıraşın, 1993).

Gürel (2013), Türkiye'nin Ege kıyılarında yaptığı çalışmada, otolit büyüklükleri ve balık boy ölçümlerini karşılaştırılarak av-avcı ilişkilerinde kullanımını amaçladığı çalışmada, 96–172 mm *TL* aralığında dağılım gösteren *C. caelorhincus* bireylerinin *OL-TL* arasında doğrusal bir ilişki bulup regresyon denklemini $OL = 24,379 - 12,069 \times TL$ (*r*² = 0,77) olarak vermiştir. Eğim katsayısının “-” değerli çıkması çok şüpheli bir durum olup muhtemelen yazım sırasında yapılan bir hatadan kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak; otolit büyümesi ve balık büyümesi arasındaki ilişkiyi tüm yönleriyle değerlendirebilmek için bu ilişkiyle etkileşimde olan tüm diğer etkenlerin de bilinmesi ve araştırılması gerekmektedir. Bu çalışma ile *C. caelorhincus*'un yaşı ve büyümesi üzerine gelecekte yapılacak

araştırmalar için otolitlerin, sağ veya sol bölgede yer almalarına bakılmaksızın veya eşeyssel farklılıklar dikkate alınmadan değerlendirilebilir olduğu bulunmuştur. Otolitlerin büyümesine ilişkin bulgular, balık popülasyonlarının büyüme ve yaşam döngüsü hakkında önemli bilgiler sağlayabilir ve balıkçılık yönetimi için değerli bir araçtır. Çalışmamızın, Türkiye denizlerinde farebalıkları üzerine yapılmış az sayıdaki araştırmaya katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, deniz çalışmalarındaki yardımlarından dolayı Dr. Öğretim Üyesi Aydın ÜNLÜOĞLU (Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü) ve Dr. Öğretim Üyesi Sencer AKALIN'a (Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi) içtenlikle teşekkür etmektedir.

FİNANS

Bu çalışma, "TAGEM/HAYSUD/2015/A11/P-02/2" numaralı "Türkiye'nin Akdeniz Kıyısındaki Demersal Balık Stoklarının Büyüklüklerinin Belirlenmesi Projesi" ile Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar, bu çalışmayı etkileyebilecek finansal çıkarlar veya kişisel ilişkiler olmadığını beyan eder.

YAZAR KATKILARI

MK: Literatür taraması, Tasarım, Araştırma, Veri düzenleme, Metodoloji, Veri analizi, Makale yazımı, Orijinal taslak. EMT: Tasarım, Araştırma, Metodoloji, Veri analizi, Makale yazımı, Denetleme. Tüm yazarlar nihai taslağı onaylamıştır.

ETİK ONAY BEYANI

Bu çalışmada deney hayvanları kullanılmaması nedeniyle Yerel Etik Kurul Onayı alınmamıştır.

VERİ KULLANILABİLİRLİK BEYANI

Bu çalışmada kullanılan verilere birinci yazardan talep üzerine erişilebilir. Veriler, gizlilik veya etik kısıtlamalar nedeniyle kamuya açık değildir.

KAYNAKLAR

- Başusta, N. & Başusta, A. (2018, Ekim 18-21). *Length-weight relationship and condition factor of Hollownout grenadier (Coelorrinchus caelorhincus, (Rinso, 1810)) From Iskenderun Bay, Northeastern Mediterranean, Turkey.* (Sözlü sunum). First International Marine & Freshwater Sciences Symposium, Antalya Türkiye.
- Borges, T. C., Olim, S., & Erzini, K. (2003). Weight-length relationships for fish species discarded in commercial fisheries of the Algarve (Southern Portugal). *Journal Applied Ichthyology*, 19(6), 394-396. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2003.00480.x>
- Campana, S. E. (1990). How reliable are growth back calculations based on otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47(11), 2219-2227. <https://doi.org/10.1139/f90-246>
- Cohen, D. M., Inada, T., Iwamoto, T., & Scialabba, N. (1990). Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. *FAO Fisheries Synopsis*, 125(10), 442.
- Diaz, L. S., Roa, A., Garcia, C. B., Acero, A., & Navas, G. (2000). Length-weight relationships of demersal fishes from the upper continental slope off Colombia. *Naga, ICLARM Quarterly*, 23(3), 23-25.
- D'Onghia, G., Tursi, A., Maiorano, P., Matarrese, A. & Panza, M. (1998). Demersal fish assemblages from the bathyal grounds of the Ionian Sea (middle-eastern Mediterranean). *Italian Journal of Zoology*, 65(S1), 287-292. <https://doi.org/10.1080/11250009809386834>
- D'Onghia, G., Basanisi, M., & Tursi, A. (2000). Population structure, age and growth of macrourid fish from the upper slope of the Eastern - Central Mediterranean. *Journal of Fisheries Biology*, 56(5), 217-238. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2000.tb02135.x>

- Filiz, H., & Bilge, G. (2004). Length-weight relationships of 24 fish species from the north Aegean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*, 20(5), 431-432. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2004.00582.x>
- Filiz, H., Bilge, G., Irmak, M., Togulga, M., Uçkun, D., & Akalın S. (2006). Age and growth of the hollowsnout grenadier, *Coelorhynchus coelorhyncus* (Risso, 1810), in the Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 22(4), 285-287. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00806.x>
- Filiz, H., & Taşkavak, E. (2008). Length-weight relationships of three macrourid fishes in the Eastern Aegean Sea, Turkey. *American Fisheries Society Symposium. Grenadiers of the World Oceans: Biology, Stock Assessment, and Fisheries Chapter: Biology and Ecology*, 288. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00806.x>
- Geistdoerfer, P. (1986). Macrouridae. P. J. P. Whitehead, M. L. Bauchot, J. C. Hureau, J. Nielsen, & E. Tortonese (Eds), *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean* (2), (pp. 644-676). UNESCO.
- Golani, D., Öztürk, B., & Başusta, N. (2006). Fishes of the Eastern Mediterranean. *Turkish Marine Research Foundation Publication*, 24, 1-259.
- Gürel, Ç. (2013). *Derin deniz balıklarının sagittal otolitlerinin av-avcı ilişkilerinde kullanımı*. [Yüksek lisans tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi].
- Harkönen, T. (1986). *Guide to the otoliths of the bony fishes of the Northeast Atlantic*. Danbiu ApS. <https://doi.org/10.1017/S0025315400057131>
- Harvey, J. T., Loughlin, T. R., Perez, M. A., & Oxman, D. S. (2000). Relationship between fish size and otolith length for 63 species of fishes from the eastern North Pacific Ocean. *NOAA Technical Reports, (NMFS, 150)*. <http://hdl.handle.net/1834/203155>
- Isajlović, I., Vrgoč, N., Zorica B., Peharda, M., Krstulović-Šifner, S., & Piccinetti, C. (2009). Age, growth and length-weight relationship of *Coelorhynchus caelorhincus* (Risso, 1810) in the Adriatic Sea. *Acta Adriatica*, 50(1), 23-30.
- Kabasakal, H. (1999). A note on the diet of five deepsea fishes from the North-eastern Aegean Sea. *Biljeske-Notes*, 82, 1-8.
- Labropoulou, M., & Papaconstantinou, C. (2000). Comparison of otolith growth and somatic growth in two macrourid fishes. *Fisheries Research*, 46(1-3), 177-188. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(00\)00144-2](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(00)00144-2)
- Le Cren, E. D. (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20(2), 201-219.
- Lelli, S., Lteif, M., Jemaa, S., Khalaf, G., & Verdoit-Jarraya, M. (2017). Weight-length relationships of 3 demersal fish species from Lebanese marine waters, eastern Mediterranean. *Journal of Applied Ichthyology*, 34(1), 153-156. <https://doi.org/10.1111/jai.13459>
- Lombarte, A., & Lleonart, J. (1993). Otolith size changes related with body growth, habitat depth and temperature. *Environmental Biology of Fishes*, 37(3), 297-306. <https://doi.org/10.1007/BF00004637>
- Madurell, T., Cartes, J. E., & Labrapoulou, M. (2004). Changes in the structure of fish assemblages in a bathyal site of the Ionian Sea (eastern Mediterranean). *Fisheries Research*, 66(2-3), 245-260. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(03\)00205-4](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(03)00205-4)
- Massuti, E., Morales-Nin, B., Stefanescu, C. (1995). Distribution and biology of five grenadier fish (Pisces: Macrouridae) from the upper and middle slope of the northwestern Mediterranean. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 42(3), 307-330. [https://doi.org/10.1016/0967-0637\(95\)00003-0](https://doi.org/10.1016/0967-0637(95)00003-0)
- Merrett, N. R. & Haedrich R. L. (1997). Deep-sea demersal fish and fisheries. *Chapman & Hall*, 267.
- Moranta, J., Stefanescu, C., Massuti, E., Morales-Nin, B., & Lloris, D. (1998). Fish community structure and depth related trends on the continental slope of the Balearic Islands (Algerian basin, western Mediterranean). *Marine Ecology Progress Series*, 171, 247-259. <https://doi.org/10.3354/meps171247>
- Morey, G., Moranta, J., Massuti, E., Grau, A., Linde, M., Riera, F., & Morales-Nin, B. (2003). Weight-length relationships of littoral to lower slope fishes from the western Mediterranean. *Fisheries Research*, 62(1), 89-96. [https://doi.org/10.1016/S0165-7836\(02\)00250-3](https://doi.org/10.1016/S0165-7836(02)00250-3)
- Quist, M. C., & Isermann, D. A. (2017). Age and growth of fishes: principles and techniques. *American Fisheries Society*, 359.

- Pannella, G. (1971). Fish otoliths: Daily growth layers and periodical patterns. *Science*, 173(1042), 1124-1127. <https://doi.org/10.1126/science.173.4002.1124>
- R Core Team. (2021). R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing, Version 4.0.4*. Vienna, Austria. <http://www.r-project.org/index.html>
- Sartor, P., Sbrana, M., & Reale, B. (2003). Impact of the deep-sea trawl fishery on demersal communities in the northern Tyrrhenian Sea (western Mediterranean). *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 31(6), 275-284. <https://doi.org/10.2960/J.v31.a21>
- Sever, T. M., Filiz, H., Beyhan, B., & Taşkavak, E. (2008). Food habits of the hollowsnout grenadier, *Coelorhynchus coelorhynchus* (Risso, 1810), in the Aegean Sea, Turkey. *Belgian Journal of Zoology*, 138(1), 81-82.
- Sion, L., Maiorano, P., Carlucci, R., Capezzuto, F., Indennidate, A., Tursi, A., & D'Onghia, G. (2012). Review of the literature on age and growth of grenadiers in the Mediterranean and new data on age of *Trachyrincus scabrus* (Macrouridae) in the Ionian Sea. *Journal of Ichthyology*, 52(10), 740-749. <https://doi.org/10.1134/S0032945212100116>
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (2012). *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research* (4th Edition). W. H. Freeman.
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1998). *Introduction to tropical fish stock assessment*. FAO Fisheries Technical Papers.
- Tıraşın, E. M. (1993). Balık popülasyonlarının büyüme parametrelerinin araştırılması. *Doğa Türk Zooloji Dergisi*, 17(1), 29-82.
- Tuset, V. M., Lombarte, A., & Assis, C. A. (2008). Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72(S1), 7-198. <https://doi.org/10.3989/scimar.2008.72s17>
- Uehara, S., Syahailatua, A., & Suthers, I. M. (2005). Recent growth rate of larval pilchards *Sardinops sagax* in relation to their isotope composition in an upwelling zone of the East Australian Current. *Marine and Freshwater Research*, 56(5), 549-560. <https://doi.org/10.1071/MF04221>
- Ungaro, N., De Zio, V., & Aprea, A. (1994). Note sulle relazioni tra alcune misure morfobiometriche in *Coelorhynchus coelorhynchus* (Risso) nel bacino Adriatico meridionale. *Biologia Marina Mediterranea*, 1(1), 319-320.
- Vitale, S., Mendoza, J., Beltrano, A. M., Cannizzaro, L., Gancitano, S., Milazzo, A., Passalacqua, M. C., & Rizzo, P. (2006). Population structure of *Coelorhynchus coelorhynchus* (Risso, 1810) (Pisces; Macrouridae) in the strait of Sicily. *Biologia Marina Mediterranea*, 13(1), 928-931.