



**Adnan Suiçmez**

Elazig Provincial Directorate of Agriculture and Forestry,  
adnan.suicmez@tarimorman.gov.tr, Elazığ-Türkiye

**Dursun Şen**

Fırat University, dsen@firat.edu.tr, Elazığ-Türkiye

DOI	<a href="http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2022.17.3.5A0167">http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2022.17.3.5A0167</a>	
ORCID ID	0000-0002-8347-6308	0000-0003-1715-7429
Corresponding Author	Adnan Suiçmez	

### KEBAN BARAJ GÖLÜ'NDE YAŞAYAN *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847)'DA OTOLİT BİYOMETRİSİ

#### ÖZ

Bu çalışmada, Keban Baraj Gölü'nden elde edilen *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847)'da otolit biyometrisi (ağırlık, boy, en ve kalınlık) ile toplam balık boyu ve balık ağırlığı arasındaki ilişkiler araştırıldı. Bu amaçla, Ağustos 2020-Kasım 2020 tarihleri arasında yakalanan toplam 100 örnek (37 erkek ve 63 dişi) incelendi. Balık örneklerinin Total boyları (TB) ve Ağırlıkları (A) ölçüldükten sonra eşey tespiti yapıldı. Her bir balığın sağ ve sol otolitleri çıkarıldı ve ölçüme hazır hale getirildi. Otolit ağırlıkları (OA) 0.0001g hassasiyette tartıldı. Otolit boyu (OB) ve otolit eni (OE) bilgisayar destekli görüntü analiz programı kullanılarak ölçüldü. Sağ ve sol otolitlerin kalınlıkları (OG)  $\pm 0.01\text{mm}$  hassasiyetle ölçüldü. Analiz sonuçlarına göre sağ ve sol otolitlerin ağırlık, boy, en ve kalınlık değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu ve istatistiksel olarak farkın önemsiz ( $p > 0.05$ ) olduğu bulundu. Çalışmanın sonucunda sağ ve sol otolit ölçümleri ile balık boyu ve balık ağırlıkları arasında pozitif yönde doğrusal ilişkiler tespit edildi.

**Anahtar Kelimeler:** *Luciobarbus barbulus*, Otolit Biyometrisi, Keban Baraj Gölü, Balık Boyu, Balık Ağırlığı

### OTOLITH BIOMETRY IN *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) LIVING IN KEBAN DAM LAKE

#### ABSTRACT

In this study, otolith biometry (otolith weights, otolith lengths, otolith widths, and otolith thickness) of 63 females and 37 males belong to *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847)'da population of Keban Dam Lake (Elazığ) were examined. For this purpose, 100 samples (63 females and 37 males) were investigated between August 2020 and November 2020. After total length of fish sample were determined to the nearest  $\pm 1\text{mm}$ , their sexes were determined by examining of gonads. Then right and left otoliths were removed and cleaned. Otolith weights were determined to the nearest  $\pm 0.0001\text{g}$ . The lengths and widths of otoliths were measured to the nearest  $\pm 0.001\text{mm}$  with a computer aided image analysis program. The thickness of otoliths was measure to the nearest  $\pm 0.01\text{mm}$  with a digital compass. According to the results of the analysis, it was found that there was a linear relationship between the weight, height, width values of the right and left otoliths, and the difference was statistically insignificant ( $p > 0.05$ ). As a result of the study, positive linear relationships were determined between right and left otolith measurements and fish length and fish weights.

**Keywords:** *Luciobarbus barbulus*, Otolith Biometry, Keban Dam Lake, Fish Length, Fish Weight

#### How to Cite:

Suiçmez, A. ve Şen, D., (2022). Keban Baraj Gölü'nde Yaşayan *Luciobarbus Barbulus* (Heckel, 1847)' Da Otolit Biyometrisi. Ecological Life Sciences, 17(3):68-85, DOI: 10.12739/NWSA.2022.17.3.5A0167.



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Otolitler veya bir diğer adıyla kulak taşları, vatozlar, çenesiz balıklar ve köpek balıkları haricindeki bütün balıklarda bulunurlar. Otolitler beyaz renkli olup kalsiyum karbonat (CaCO<sub>3</sub>) yapısındadırlar. Kafatasına yapışık olmayan otolitler, beynin altında, yumuşak saydam iç kulak kanalının içinde yüzer durumdadırlar. Otolitler balıklarda dengeyi sağlamaya yarar. Ayrıca işitmeye yardımcı olur. Balıklarda 3 çift otolit bulunur [1].

Balıklarda iç kulak, üç yarım daire kanallarının bağlı olduğu Utriculus, bunun altında Sacculus ve Sacculus'un ucunda bulunan Lagena' dan oluşur. Utriculus, Sacculus ve Lagena içinde CaCO<sub>3</sub>' den oluşan ve Otolit adı verilen işitme cisimcikleri bulunur. Bu işitme cisimcikleri buldukları yere göre isim alırlar. Bu nedenle Utriculus' takine Lapillus (küremsi), Sacculus' takine Sagitta (oval şekilde) ve Lagena' dakine de Asteriscus (yıldız şeklinde) adı verilir. Bunların büyüklükleri türlere göre değişir. En büyük otolit Sacculus' ta bulunan Sagitta' dır [7].

Bir balığın büyüme ve yaşının tahmininde kullanılan otolitler, aynı zamanda bu balığın biyolojik geçmişi hakkında da bilgi verir [26]. Otolitler balık ile birlikte oluşan ve balığın yaşamı boyunca büyümeye devam eden yapılardır. Bu nedenle otolit biyometrisi, balığın büyümesi, yaşı ve ontogenetiği hakkında sağlıklı bilgiler vermektedir. Ayrıca Otolit Biyometrisi, yaş tayininde kullanılan otolitlerden doğru bilgi elde etmemiz için önemli bir veri kaynağıdır. Çünkü otolit biyometrisi türe özgüdür.

Düşükcan vd, Türkiye tatlı su balıkları ihtiyofaunası üzerine yapılan taksonomik çalışmalar sonucunda mevcut türlerin son durumları hakkında daha sağlıklı sonuçlar alınmaya başladığını belirtmiştir [14]. Bazı araştırmacılar tarafından yürütülen taksonomik çalışmalar ile Türkiye'nin tatlı su balıklarının doğal yayılım alanları ve mevcut durumları revize edilerek güncellenmiştir [8 ve 9]. Bu çalışmalar sonucunda bazı araştırmacılar Fırat nehir sisteminin mevcut türleri içinde yer alan *Luciobarbus mystaceus* türünün hatalı isimlendirildiğini, türün taksonomik revizyonu sonucu isminin *Luciobarbus barbulus* olarak kullanılmasının doğru olacağını ortaya koymuşlardır [8 ve 9].

Bu çalışmada literatür araştırması yapılırken önceki mevcut çalışmalarda orijinal makale başlıkları üzerinden değerlendirilmeye gidilmiştir. Otolit Biyometrisi ve bu türün üzerinde birçok bilimsel araştırmalar yapılmıştır: Şen vd, *Capoeta capoeta umbra* (Heckel, 1843) popülasyonunda balık uzunluğu ile otolit uzunluğu arasındaki ilişkiyi; Eroğlu ve Şen, Karakaya Baraj Gölü' nde yaşayan dikenli yılan balığı *Mastacembelus mastacembelus*' da otolit büyüklüğü-total uzunluk ilişkisini; Bostancı vd, Eğirdir Gölü'nden sudak (*Sander lucioperca* L., 1758)'ın otolit boyutları-balık boyu ilişkileri ve bazı popülasyon parametrelerini; Saler vd, Keban Baraj Gölü (Elazığ)'nde yaşayan *Barbus mystaceus* (Pallas, 1814)'ün sindirim içeriğinde bulunan hayvansal organizmaları; Dörtbudak vd, Atatürk Baraj Gölü'nde Yaşayan Bıyıklı Balık (*Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814))'ın bazı biyolojik özelliklerini; Başusta vd, Munzur Nehri'ndeki kırmızı benekli alabalığın (*Salmo trutta macrostigma* (Dummeril, 1858)) otolit boyutları-balık boyu arasındaki ilişkiyi; Aydın ve Yüksel, *Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814) avcılığında kullanılan farklı donam faktörlerine göre donatılmış galsama ağlarının seçiciliğinin araştırılmasını; Bostancı vd, istilacı bir tür *Atherina boyeri* Risso, 1810'nin Eğirdir Gölü popülasyonunda morfometrik ve bazı kemiksi yapıların biyometrik özelliklerini; Emre vd, Menzelet Barajı ve Fırnız Çayı'ndan yakalanan *Capoeta angorae* (Cyprinidae)'nin yaş, büyüme ve otolit morfometrisini; Yılmaz vd, Ladik Gölü (Samsun)'nde üç cyprinid balık türü (*Abramis brama*, *Blicca bjoerkna*, *Scardinius erythrophthalmus*) için otolit boyutları-total boy



ilişkilerini; Dörtbudak ve Özcan, İkizce Çayı'ndaki (Şırnak) siraz balığının (*Capoeta umbla* (Heckel, 1843)) otolit biyometrisi-balık boyu arasındaki ilişkiyi; Düşükcan vd, Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Barbus grypus* (Heckel, 1843)'de otolit biyometrisi-balık boyu ilişkisini; Doğan ve Şen, Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'da otolit biyometrisi-balık boyu ilişkisini; Sayın ve Çalta, Keban Baraj Gölü'nde yaşayan aynalı sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)'nin otolit biyometrisini; Düşükcan ve Çalta, Karakaya Baraj Gölü'nden yakalanan *Barbus grypus* (Heckel, 1843) balık türünde toplam boy-otolit biyometrisini; Düşükcan, Özlüce Baraj Gölü'ndeki *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) popülasyonunda balık boyu-otolit biyometrisi ilişkisini; Kabaklı ve Ergüden, Türkiye'nin Güneydoğu Akdeniz sahillerindeki Kızıldeniz göçmeni *Sargocentron rubrum* (Forsskal, 1775)'un balık boy ve otolit boyutları arasındaki ilişkileri; Kontaş vd, Aşağı Melet Irmağı (Ordu, Türkiye)'nda yaşayan *Barbus tauricus* (Kessler, 1877) otolit kütle asimmetrisinin belirlenmesini; Şimşek vd, Yedikır Baraj Gölü (Türkiye)'nden örneklenen tatlısu levreği (*Perca fluviatilis* L., 1758)'nin otolit özellikleri ve otolit boyutları-total boy arasındaki ilişkileri; Teksar ve Çalta, pul ve otolit ölçümlerinden *Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814)'un toplam boyunun geri hesaplanmasını; Aydın ve Bodur, Karadeniz'deki eşkina balığının (*Sciaena umbra* Linnaeus, 1758) otolit biyometrisini; İşmen vd, Marmara Deniz'indeki kırmızı şeritli balığın *Cepola macrophthalma* (Linnaeus, 1758) yaş, büyüme ve otolit biyometrisi-total boy ilişkileri araştırılmasını; Varol vd, Dicle Nehri'ndeki (Türkiye) balık türlerinin (*Capoeta umbla* ve *Luciobarbus mystaceus*) kas, solungaç ve karaciğerinde eser element birikimi ve sağlık risk değerlendirmesini; Yazıcı vd, Yayın Balığı (*Silurus glanis* L., 1758)'nin otolit morfometrisini; Sakallı ve Yılmaz, aksu kayabalığı, *Ponticola turani* (Kovačić & Engin, 2008)'nin sakkular otolit morfometrisini incelemişlerdir [2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32 ve 33].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Yapılan bu çalışmada Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) türünün otolit biyometrisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu nedenle *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847)'un otolit biyometrisi belirlenerek, yapılan bu çalışmanın ileride yapılacak olan çalışmalara katkı sağlaması amaçlanmıştır.

### Önemli Noktalar (Highlights):

- *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) türünün otolit biyometrisi ile toplam balık boyu arasındaki ilişki
- *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) türünün otolit biyometrisi ile balık ağırlığı arasındaki ilişki
- *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) türünün sağ ve sol otolit biyometrisi arasındaki ilişki

## 3. MATERYAL VE METOT (MATERIALS AND METHODS)

Bu çalışmada, Keban Baraj Gölü'nden elde edilen *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847)'da otolit biyometrisi (ağırlık, boy, en ve kalınlık) ile toplam balık boyu ve balık ağırlığı arasındaki ilişkiler araştırıldı. Bu amaçla, 63 adet dişi, 37 adet erkek birey olmak üzere toplam 100 adet *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) örneği, Ağustos 2020 ve Kasım 2020 tarihleri arasında Keban Baraj Gölü Merkez Güzelyalı Köyü mevki ve Keban Barajı set ölü bölgesinden (Şekil 1) uzatma ağı kullanılarak elde edildi. Balık örneklerinin Total boyları (TB) ve Ağırlıkları (A) ölçüldükten sonra eşey tespiti yapıldı. Her bir balığın sağ ve sol otolitleri çıkarıldı ve ölçüme hazır hale getirildi. Otolit ağırlıkları (OA) 0.0001g hassasiyette tartıldı. Otolit boyu (OB) ve

otolit eni (OE) bilgisayar destekli görüntü analiz programı kullanılarak ölçüldü. Sağ ve sol otolitlerin kalınlıkları (OG)  $\pm 0.01\text{mm}$  hassasiyetle ölçüldü. Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi SPSS ve Microsoft Excel 2016 Plus programları kullanılarak yapıldı ve elde edilen istatistik bulgular Fowler ve Cohen [20]'e göre yorumlandı. Sağ ve sol otolitlerin biyometrisi arasındaki fark ile dişi, erkek ve tüm bireylerin otolit biyometrisi arasındaki fark Student t-testi ile değerlendirildi.



Şekil 1. Balık örneklerinin alındığı bölgeler, Keban Baraj Gölü  
(Figure 1. Regions where fish samples were taken, Keban Dam Lake)

*Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847), diğer *Luciobarbus* türlerinden dudaklarının etli ve loblu oluşu nedeniyle kolaylıkla ayırt edilebilir. Dicle ve Fırat Nehir sistemlerinde yaygın olan bu tür, çalışma bölgesinde en fazla bulunan *Luciobarbus* türüdür [19].



Şekil 2. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847)' da baş ve ağız yapısı

(Figure 2. Head and mouth structure of *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) caught from Keban Dam Lake)

Keban Baraj Gölü'nden elde edilen toplam 100 adet balık örneği, içi buz kalıpları ile doldurulmuş kapalı taşıma tankları ile Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Laboratuvarına getirilerek total, çatal, standart boyları ve ağırlıkları ölçüldü. Balıkların eşey tespiti yapıldıktan sonra sağ ve sol otolitler çıkarıldı (Şekil 3).



Şekil 3. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847)' dan çıkarılan otolit keseleri  
(Figure 3. Otolith sacs extracted from *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) caught from Keban Dam Lake)

Sağ ve sol otolitlerin ağırlık, boy, en ve genişlikleri ölçüldü. Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi SPSS ve Microsoft Excel 2016 Plus programları kullanılarak yapıldı ve elde edilen istatistik bulgular Fowler ve Cohen'e göre yorumlandı [20].

#### 4. BULGULAR (FINDINGS)

Bu çalışmada Keban Baraj Gölü'nden toplam 100 adet *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) örneği elde edilmiş olup, örneklerin %63'ünün dişi, %37'sinin erkek birey olduğu tespit edildi. Örneklerin; toplam balık boyu, balık ağırlığı, sağ ve sol otolitlere ait ağırlık, boy, en ve kalınlık değerlerinin minimum, maksimum, ortalama, standart sapma (SS) ve standart hata (SH) değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan 100 adet (63 dişi, 37 erkek) *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847)'un boy, ağırlık ve otolit biyometrisi değerleri

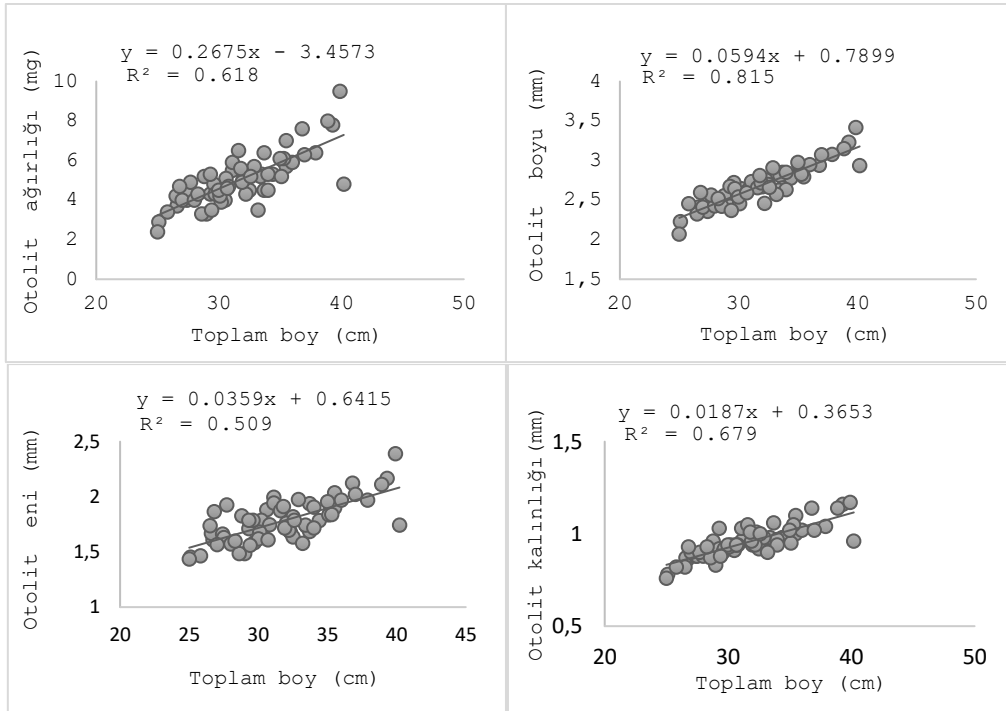
(Tablo 1. Height, weight and otolith biometry values of 100 *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) caught from Keban Dam Lake (63 females, 37 males))

	Toplam Balık Boyu (cm)	Balık Ağırlığı (g)	Sağ Otolit Ağırlığı (mg)	Sağ Otolit Boyu (mm)	Sağ Otolit Eni (mm) Dişi	Sağ Otolit Kalınlığı (mm)	Sol Otolit Ağırlığı (mg)	Sol Otolit Boyu (mm)	Sol Otolit Eni (mm)	Sol Otolit Kalınlığı (mm)
Min	25	145.9	2.4	2.07	1.44	0.76	2.3	2.05	1.41	0.76
Mak	40.2	678.6	9.5	3.42	2.39	1.17	9.7	3.42	2.39	1.18
Ort	31.69	341.33	5.02	2.67	1.78	0.96	5.06	2.68	1.78	0.96
SS	3.74	126.28	1.27	0.25	0.19	0.08	1.29	0.25	0.19	0.09
SH	0.47	15.91	0.16	0.03	0.02	0.01	0.16	0.03	0.02	0.01
Erkek										
Min	24.1	158.1	2.8	2.32	1.47	0.78	2.8	2.28	1.48	0.78
Mak	47.5	1091.2	11.8	3.5	2.55	1.26	11.6	3.5	2.55	1.25
Ort	34.56	455.71	5.97	2.87	1.89	1.01	5.98	2.86	1.86	1.01
SS	5.42	209.04	1.82	0.3	0.22	0.11	1.8	0.31	0.21	0.11
SH	0.89	34.37	0.3	0.05	0.04	0.02	0.3	0.05	0.03	0.02
Tüm bireyler										
Min	24.1	145.9	2.4	2.07	1.44	0.76	2.3	2.05	1.41	0.76
Mak	47.5	1091.2	11.8	3.5	2.55	1.26	11.6	3.5	2.55	1.25
Ort	32.76	383.65	5.37	2.75	1.82	0.98	5.4	2.75	1.81	0.98
SS	4.62	170.17	1.56	0.28	0.21	0.1	1.55	0.28	0.2	0.1
SH	0.46	17.02	0.16	0.03	0.02	0.01	0.16	0.03	0.02	0.01

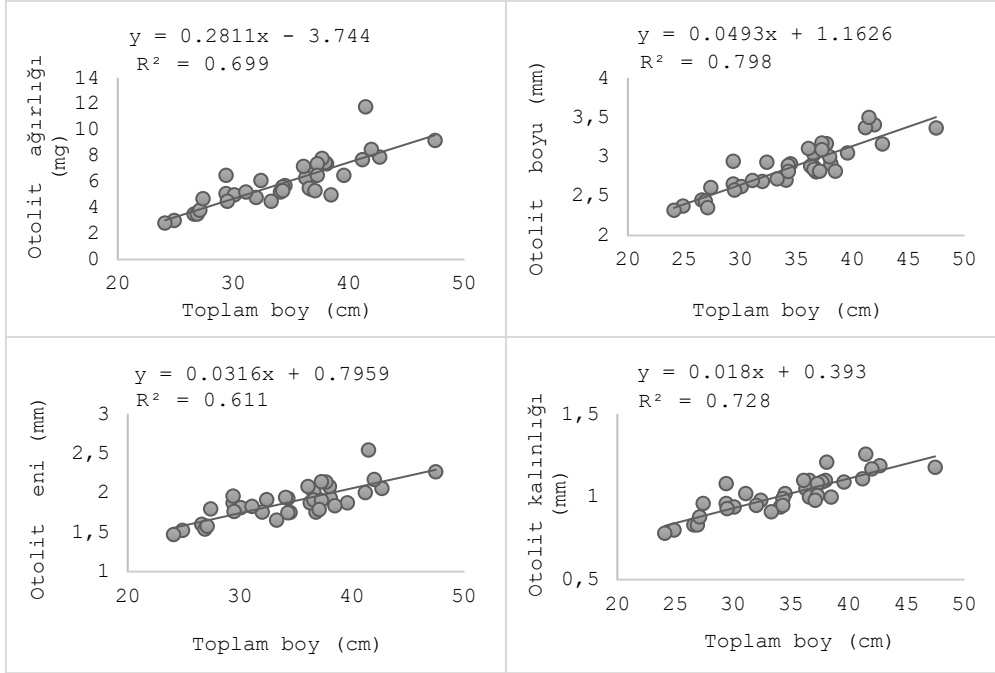
İncelenen balık örneklerinde toplam balık boyu değerleri erkeklerde 24.1cm-47.5cm, dişilerde 25cm-40.2cm, tüm bireylerde ise 24.1cm-47.5cm arasında, balık ağırlığı değerleri erkeklerde 158.1g-1091.2g, dişilerde 145.9g-678.6g, tüm bireylerde ise 145.9g-1091.2g arasında bulunmuştur. Sağ ve sol otolitlerin ortalama ağırlık değerleri erkeklerde sırasıyla 5.97mg ve 5.98mg, dişilerde 5.02mg ve 5.06mg, tüm bireylerde 5.37mg ve 5.4mg, sağ ve sol otolitlerin ortalama boy değerleri erkeklerde sırasıyla 2.87mm ve 2.86mm, dişilerde 2.67mm ve 2.68mm, tüm bireylerde 2.75mm ve 2.75mm, sağ ve sol otolitlerin ortalama en değerleri

erkeklerde sırasıyla 1.89mm ve 1.86mm, dişilerde 1.78mm ve 1.78mm, tüm bireylerde 1.82mm ve 1.81mm, sağ ve sol otolitlerin ortalama kalınlık değerleri erkeklerde sırasıyla 1.01mm ve 1.01mm, dişilerde 0.96mm ve 0.96mm, tüm bireylerde 0.98mm ve 0.98mm olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada hem sağ ve hem de sol otolitler birlikte alınmış olup, sağ ve sol otolit ölçümleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Student Test;  $P > 0.05$ ). Bu nedenle çalışmada sadece sağ otolitler kullanılmıştır. Otolitlerin ağırlık, boy, en ve kalınlıkları ile balık boyu ve ağırlıkları arasındaki regresyon ilişkileri dişi, erkek ve tüm populasyona göre belirlenmiştir (Şekil 4-9).

Dişi bireylerde toplam balık boyu ile otolit ağırlığı arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.618$ , toplam balık boyu ile otolit boyu arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.815$ , toplam balık boyu ile otolit eni arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.509$ , toplam balık boyu ile otolit kalınlığı arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.679$  olarak hesaplanmıştır. Determinasyon sonuçlarına göre dişi bireylerde toplam balık boyu ile otolit ağırlığı arasındaki ilişki pozitif yönde ve orta düzeyde, toplam balık boyu ile otolit boyu arasındaki ilişki pozitif yönde ve kuvvetli düzeyde, toplam balık boyu ile otolit eni arasındaki ilişki pozitif yönde ve orta düzeyde, toplam balık boyu ile otolit kalınlığı arasındaki ilişki pozitif yönde ve orta düzeyde bulunmuştur.



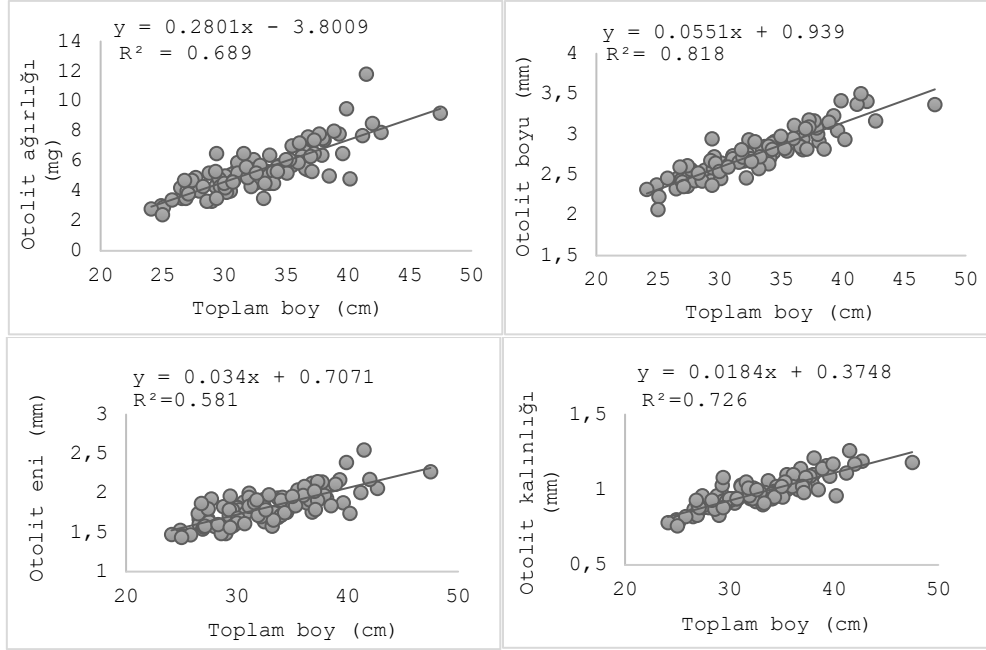
Şekil 4. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) dişi bireylerinde toplam balık boyu-otolit ağırlığı, otolit boyu, otolit eni ve otolit kalınlığı arasındaki regresyon ilişkileri (Figure 4. Regression relationships between total fish length-otolith weight, otolith length, otolith width and otolith thickness in *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) females caught from Keban Dam Lake)



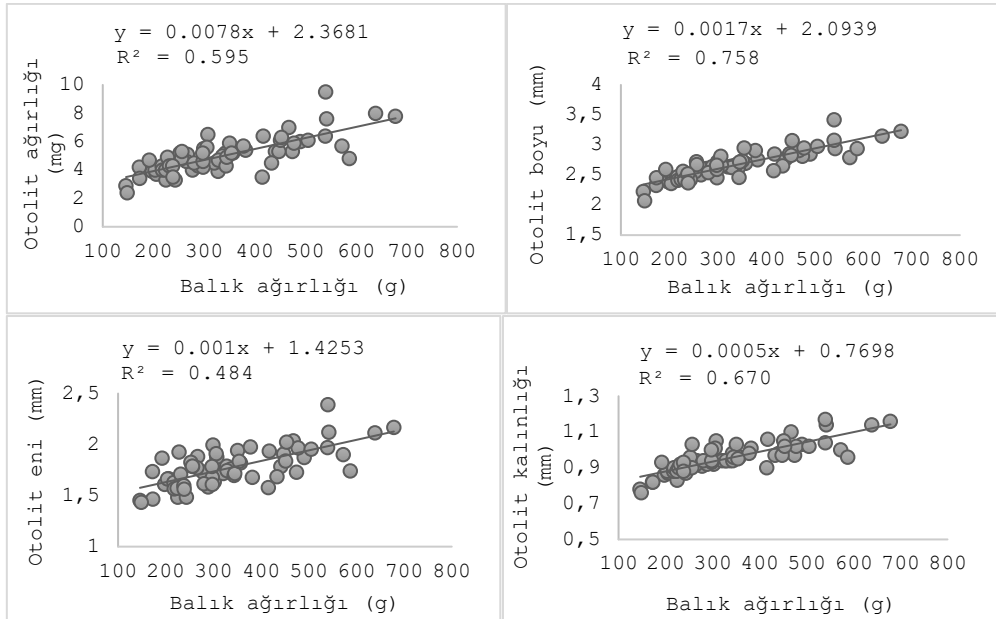
Şekil 5. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) erkek bireylerinde toplam balık boyu-otolit ağırlığı, otolit boyu, otolit eni ve otolit kalınlığı arasındaki regresyon ilişkileri (Figure 5. Regression relationships between total fish length-otolith weight, otolith length, otolith width and otolith thickness in male *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) caught from Keban Dam Lake)

Erkek bireylerde toplam balık boyu ile otolit ağırlığı arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.699$ , toplam balık boyu ile otolit boyu arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.798$ , toplam balık boyu ile otolit eni arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.611$ , toplam balık boyu ile otolit kalınlığı arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.728$  olarak hesaplanmıştır. Determinasyon sonuçlarına göre erkek bireylerde toplam balık boyu ile otolit ağırlığı arasındaki ilişki pozitif yönde kuvvetli düzeyde, toplam balık boyu ile otolit boyu arasındaki ilişki pozitif yönde ve kuvvetli düzeyde, toplam balık boyu ile otolit eni arasındaki ilişki pozitif yönde ve orta düzeyde, toplam balık boyu ile otolit kalınlığı arasındaki ilişki pozitif yönde ve kuvvetli düzeyde bulunmuştur.

Tüm populasyonda toplam balık boyu ile otolit ağırlığı arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.689$ , toplam balık boyu ile otolit boyu arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.818$ , toplam balık boyu ile otolit eni arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.581$ , toplam balık boyu ile otolit kalınlığı arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.726$  olarak hesaplanmıştır. Determinasyon sonuçlarına göre tüm bireylerde toplam balık boyu ile otolit ağırlığı arasındaki ilişki pozitif yönde orta düzeyde, toplam balık boyu ile otolit boyu arasındaki ilişki pozitif yönde ve kuvvetli düzeyde, toplam balık boyu ile otolit eni arasındaki ilişki pozitif yönde ve orta düzeyde, toplam balık boyu ile otolit kalınlığı arasındaki ilişki pozitif yönde ve kuvvetli düzeyde bulunmuştur.



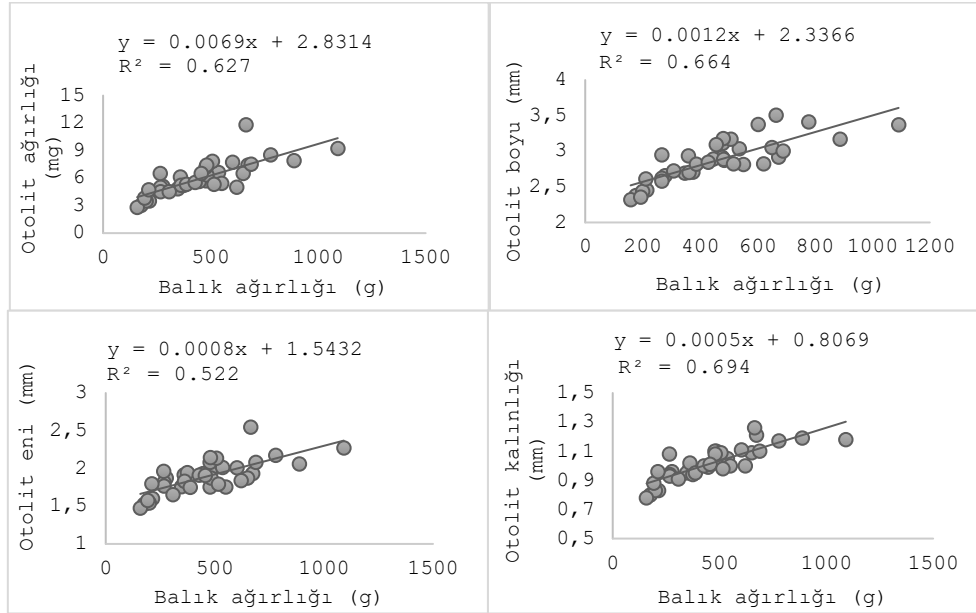
Şekil 6. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) tüm populasyonda toplam balık boyu-otolit ağırlığı, otolit boyu, otolit eni ve otolit kalınlığı arasındaki regresyon ilişkileri (Figure 6. Regression relationships between total fish length-otolith weight, otolith length, otolith width and otolith thickness in the whole population of *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) caught from Keban Dam Lake)



Şekil 7. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) dişi bireylerinde balık ağırlığı-otolit ağırlığı, otolit boyu, otolit eni ve otolit kalınlığı arasındaki regresyon ilişkileri (Figure 7. Regression relationships between fish weight-otolith weight, otolith length, otolith width and otolith thickness in *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) females caught from Keban Dam Lake)

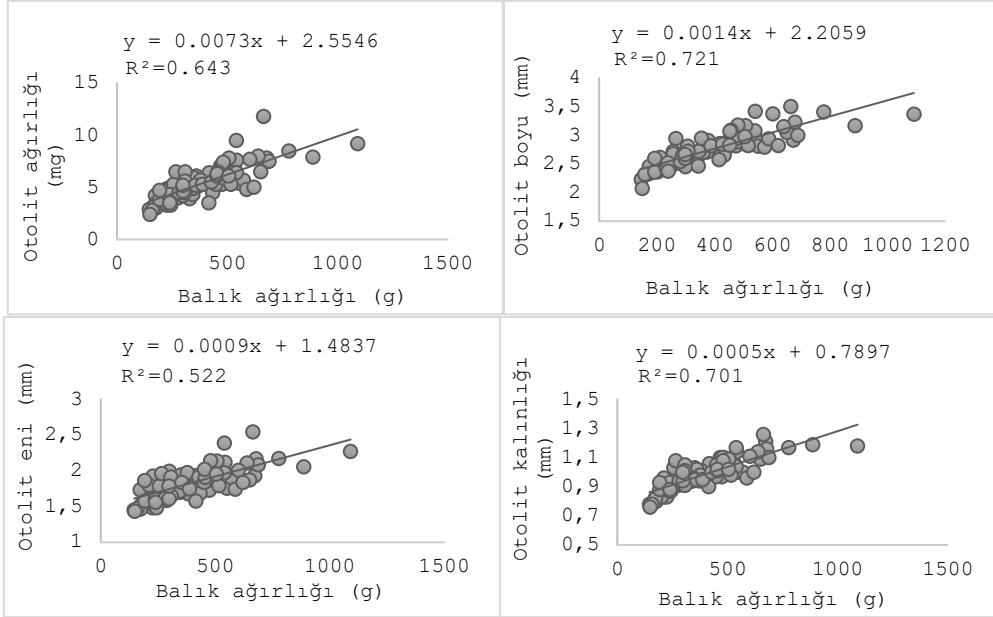


Dişi bireylerde balık ağırlığı ile otolit ağırlığı arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.595$ , balık ağırlığı ile otolit boyu arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.758$ , balık ağırlığı ile otolit eni arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.484$ , balık ağırlığı ile otolit kalınlığı arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.670$  olarak hesaplanmıştır. Determinasyon sonuçlarına göre balık ağırlığı ile otolit ağırlığı arasındaki ilişki pozitif yönde ve orta düzeyde, balık ağırlığı ile otolit boyu arasındaki ilişki pozitif yönde ve kuvvetli düzeyde, balık ağırlığı ile otolit eni arasındaki ilişki pozitif yönde ve orta düzeyde, balık ağırlığı ile otolit kalınlığı arasındaki ilişki pozitif yönde ve orta düzeyde bulunmuştur.



Şekil 8. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) erkek bireylerinde balık ağırlığı-otolit ağırlığı, otolit boyu, otolit eni ve otolit kalınlığı arasındaki regresyon ilişkileri (Figure 8. Regression relationships between fish weight-otolith weight, otolith length, otolith width and otolith thickness in male *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) caught from Keban Dam Lake)

Erkek bireylerde balık ağırlığı ile otolit ağırlığı arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.627$ , balık ağırlığı ile otolit boyu arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.664$ , balık ağırlığı ile otolit eni arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.522$ , balık ağırlığı ile otolit kalınlığı arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.694$  olarak hesaplanmıştır. Determinasyon sonuçlarına göre balık ağırlığı ile otolit ağırlığı arasındaki ilişki pozitif yönde ve orta düzeyde, balık ağırlığı ile otolit boyu arasındaki ilişki pozitif yönde orta düzeyde, balık ağırlığı ile otolit eni arasındaki ilişki pozitif yönde ve orta düzeyde, balık ağırlığı ile otolit kalınlığı arasındaki ilişki pozitif yönde orta düzeyde bulunmuştur.



Şekil 9. Keban Baraj Gölü'nden yakalanan *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) tüm populasyonda balık ağırlığı-otolit ağırlığı, otolit boyu, otolit eni ve otolit kalınlığı arasındaki regresyon ilişkileri (Figure 9. Regression relationships between fish weight-otolith weight, otolith length, otolith width and otolith thickness in the whole population of *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847) caught from Keban Dam Lake)

Tüm bireylerde balık ağırlığı ile otolit ağırlığı arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.643$ , balık ağırlığı ile otolit boyu arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.721$ , balık ağırlığı ile otolit eni arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.522$ , balık ağırlığı ile otolit kalınlığı arasındaki determinasyon katsayısı  $R^2=0.701$  olarak hesaplanmıştır. Determinasyon sonuçlarına göre balık ağırlığı ile otolit ağırlığı arasındaki ilişki pozitif yönde ve orta düzeyde, balık ağırlığı ile otolit boyu arasındaki ilişki pozitif yönde ve kuvvetli düzeyde, balık ağırlığı ile otolit eni arasındaki ilişki pozitif yönde ve orta düzeyde, balık ağırlığı ile otolit kalınlığı arasındaki ilişki pozitif yönde ve kuvvetli düzeyde bulunmuştur.

##### 5. TARTIŞMA (DISCUSSION)

Keban Baraj Gölü'nden elde edilen *Luciobarbus barbulus* (Heckel, 1847)'da dişi, erkek ve tüm populasyonun otolit biyometrisi (ağırlık, boy, en ve kalınlık) ile toplam balık boyu ve balık ağırlığı arasında pozitif yönde doğrusal ilişkiler tespit edilmiştir. Sağ ve sol otolitler arasında yapılan t-testinde de istatistiksel olarak farkın önemsiz ( $p>0,05$ ) olduğu bulunmuştur. Bu sonuç, bu tür ile ilgili yapılacak çalışmalarda sağ ve sol otolit çiftinden herhangi birisinin tercih edilebileceğini göstermektedir. Çalışmada sadece sağ otolitler kullanılmıştır. Farklı balık türleri ile yapılmış benzer birçok çalışmada da otolit ölçüleri ile balık boyu ve ağırlıkları arasında pozitif yönde doğrusal ilişkiler olduğu belirtilmiştir.

Eroğlu ve Şen, Karakaya Baraj Gölü'nde yaşayan dikenli yılan balığı *Mastacembelus mastacembelus*'da otolit büyüklüğü-total uzunluk arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir [18]. Çalışmada otolit büyüklüğü (uzunluk, kalınlık ve ağırlık) ile total boy arasında kuvvetli korelasyon olduğunu bildirmişler ve korelasyon katsayılarını sırasıyla  $r=0.88$ ,  $r=0.89$ ,  $r=0.88$  olarak tespit etmişlerdir.



Bostancı vd, Eğirdir Gölü'nden sudak balığı (*Sander lucioperca* L., 1758)'nin otolit boyutları-balık boyu arasındaki ilişkileri incelemişler [5]. Otolit boyu-çatal boy  $R^2=0.90$ , otolit ağırlığı-çatal boy  $R^2=0.93$  ve otolit genişliği-çatal boy  $R^2=0.94$  olarak tespit etmişler. Buna bağlı olarak çatal boy-otolit boyu, çatal boy-otolit ağırlığı ile çatal boy-otolit genişliği arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğunu belirtmişlerdir.

Salır vd, Keban Baraj Gölü (Elazığ)'nde yaşayan *Barbus mystaceus* (Pallas, 1814)'ün sindirim içeriğinde bulunan hayvansal organizmaları incelemişler [25]. Yapılan araştırmada Keban Baraj Gölü'nde yaşayan 80 adet *Barbus mystaceus* (Pallas, 1814) bireylerinin sindirim aygıtı içeriği Ocak-Aralık 2008 arasında aylık olarak incelenmiştir. İncelenen balıkların sindirim içeriğinde Rotifera'dan 10 tür, Copepoda'dan 2 tür ve Nauplius larvaları Cladocera'dan 3 tür ve Chironomidae'den larva formunda 1 tür teşhis edilmiştir. Rotiferler birey sayısı ve tür çeşitliliği bakımından en yoğun gözlenen grup olurken, Chironomidae en az kaydedilen grup olmuştur. Geometrik önem indeksi (GII) metodu kullanılarak, organizmaların mevsimlere göre dağılımlarını tespit etmişler.

Dörtbudak vd, Atatürk Baraj Gölü'nde Yaşayan Bıyıklı Balık (*Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814))'ın bazı biyolojik özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada, Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan bıyıklı balık (*Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814))'ın eşey dağılımını, yaş kompozisyonunu, büyüme, yaş-boy, yaş-ağırlık ve boy-ağırlık ilişkilerini, kondisyon faktörünü, üreme yaşını, üreme zamanını ve yumurta sayısı gibi özelliklerini incelenmişler [15]. Yaptıkları çalışmada II-VIII yaş arasında dağılım gösteren toplam 397 bireyin %38.29'u dişi ve %61.71'i erkek olarak belirlemişlerdir. Çatal boy değerlerinin 22cm-97cm, ağırlıkların 160g-13.272g arasında değiştiğini, kondisyon faktörleri değerlerinin dışılarda 0.628-1.623, erkeklerde 0.524-1.661 arasında değiştiğini, eşeysel olgunluk yaşını ise her iki eşey için III yaş olarak belirlemişlerdir.

Aydın ve Yüksel [2], *Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814) avcılığında kullanılan farklı donam faktörlerine göre donatılmış galsama ağlarının seçiciliğinin araştırılmasını çalışmışlar. Yapılan çalışmada *Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814) avcılığında kullanılan farklı donam faktörlerine göre donatılmış multifilament galsama ağlarının seçicilik özellikleri araştırılmıştır. Keban Baraj Gölü (Elazığ)'nün 5. Avlak Sahası olarak sınırları belirlenmiş olan Pertek Bölgesinde yürütülen arazi çalışmaları Mayıs 2011 ile Temmuz 2012 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, donam faktörleri dışında bütün özellikleri aynı olan 60m uzunluğunda, 100 göz derinliğinde 5 adet multifilament galsama ağı kullanılmıştır. Ağ materyali olarak 110mm göz açıklığında (göz kenarı 55mm), 210d/3numara kalınlığında beyaz renkli poliamid (nylon) ip kullanılmıştır. Her bir ağ farklı donam faktörüne (0.30; 0.40; 0.50; 0.60 ve 0.70) göre donatılmıştır. Yapılan 24 avcılık denemesinde 216 adedi *L. mystaceus* olmak üzere toplam 576 adet balık yakalanmıştır. Tür gözetilmeksizin yapılan değerlendirmede 0.40 donam faktörüne göre donatılan ağın en verimli ağ olduğu (4.87 kg/gün/60m ağ), 0.70 donam faktörüne göre donatılan ağın ise en verimsiz ağ olduğu (3.45 kg/gün/60m ağ) görülmüştür. Bütün ağların ortalama birim çabadaki av miktarı 4.19 kg/gün/60 m ağ olarak tespit edilmiştir. Yakalanan *L. mystaceus* bireylerinin total boy uzunluklarının 45-48cm arasında yoğunlaştığı, bu boy aralığından uzaklaştıkça ağlara takılan balık sayısının azaldığı görülmüştür. Sonuç olarak, farklı donam faktörleriyle avlanan *L. mystaceus*'ların total boyları, vücut ağırlıkları ve dorsal yüzgeç hizasındaki vücut genişlikleri arasındaki farkın istatistikî bakımdan önemli olmadığı ( $P>0.05$ ), galsama arkası

hizasındaki vücut genişlikleri arasındaki farkın ise önemli ( $P < 0.05$ ) olduğunu belirlemişlerdir.

Bostancı vd, istilacı bir tür *Atherina boyeri* Risso, 1810'nin Eğirdir Gölü popülasyonunda morfometrik ve bazı kemiksi yapıların biyometrik özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada; Gümüş balığı *Atherina boyeri* (Risso, 1810)'nin morfometrik özellikleri ve bazı kemiksi yapılarının biyometrik özelliklerini incelenmişler [6]. Toplam 182 örnek Ekim 2010 tarihinde Eğirdir Gölü'nden yakalanmış. Örneklerin ağırlıkları ve her biri üzerinde alınan 23 metrik uzunluğu, elektronik kumpas yardımıyla ölçülmüş ve kataloglara kaydedilmiştir. Örneklerin tam boyları 58.98-95.00mm, ağırlıkları ise 1.35-5.39g arasında dağılım göstermiş. Değerlendirmeler sonucunda en değişken özelliği ağırlıkta, en az değişkenliği ise prepektoral mesafede tespit etmişlerdir.

Düşükcan vd, Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Barbus grypus* (Heckel, 1843)' de otolit biyometrisi-balık boyu ilişkisi üzerine yaptıkları çalışmada *Barbus grypus* (Heckel, 1843) popülasyonuna ait toplam 90 örnekte Sagittal otolit büyüklüğü (uzunluk, kalınlık ve ağırlık) ile balık boyu (total boy) arasındaki ilişkileri incelemişlerdir [12]. Otolitlerin uzunluğu, kalınlığı ve ağırlığı sırasıyla (minimum-maksimum±standart sapma), 2.56-3.76±0.22mm, 1.66-2.56±0.18mm ve 5.2-12.5±1.27mg arasında, balıkların total boylarını ise 377-699±53.5mm arasında belirlemişlerdir. Tüm popülasyonda total boy ile otolit kalınlığı ve otolit ağırlığı arasında korelasyon katsayıları sırasıyla  $r=0.93$ ,  $r=0.90$  olarak belirlemişlerdir. Ayrıca, otolit büyüklüğü ile total boy arasında pozitif yönde yüksek korelasyon tespit etmişlerdir.

Doğan ve Şen, Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)' da otolit biyometrisi-balık boyu ilişkisi üzerine yaptıkları çalışmada, Elazığ Keban Baraj Gölü'nden yakalanan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) popülasyonuna ait 48 adet dişi ve 58 adet erkek bireyin otolit biyometrisi ile balık boyu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir [10]. Sağ ve sol otolitlerin büyüklükleri (uzunluk, genişlik, ağırlık ve kalınlıkları) bakımından fark önemsiz ( $p > 0.05$ ) olduğu için sağ otolitleri kullanmışlardır. Erkek, dişi ve genel popülasyondaki ortalama otolit uzunluğu (mm) değerlerini sırasıyla 3.06, 3.08 ve 3.07, ortalama otolit genişliği (mm) değerlerini 2.24, 2.31 ve 2.27, ortalama otolit ağırlığı (mg) değerlerini 6.94, 7.53 ve 7.20, ortalama otolit kalınlığı (mm) değerlerini 1.12, 1.14 ve 1.13 olarak tespit etmişlerdir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre erkek, dişi ve genel popülasyonda sırasıyla; otolit uzunluğu-total boy ( $r=0.33$ ,  $r=0.46$  ve  $r=0.38$ ), otolit genişliği-total boy ( $r=0.45$ ,  $r=0.54$  ve  $r=0.49$ ), otolit ağırlığı-total boy ( $r=0.51$ ,  $r=0.72$  ve  $r=0.65$ ) ve otolit kalınlığı-total boy ( $r=0.48$ ,  $r=0.55$  ve  $r=0.50$ ) arasında pozitif yönde orta düzeyde bir ilişki tespit etmişlerdir.

Sayın ve Çalta, Keban Baraj Gölü'nde yaşayan aynalı sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)'nin otolit biyometrisi üzerine yaptıkları çalışmada, Keban Baraj Gölü'nden yakalanan aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'de otolit biyometrisini araştırmışlardır [27]. Bu amaçla 120 adet örneği (54 dişi ve 66 erkek) incelemişlerdir. Balıkların ortalama otolit ağırlığı (mg) değerleri (sağ otolit-sol otolit) tüm popülasyon, dişiler ve erkekler için sırasıyla (3.38-3.37), (3.29-3.29) ve (3.45-3.44), ortalama otolit boyu (mm) değerleri sırasıyla (2.57-2.57), (2.56-2.54) ve (2.58-2.59), ortalama otolit kalınlığı (mm) değerleri ise sırasıyla (1.61-1.62), (1.60-1.60) ve (1.62-1.63) olarak belirlemişlerdir. Sağ-sol otolit verileri ile dişi-erkek otolit verileri arasındaki farkları istatistiksel olarak önemsiz bulmuşlardır ( $P > 0.05$ ). Toplam balık boyu-sağ otolit ağırlığı ve toplam balık boyu-sol otolit ağırlığı ilişkisi doğrusal olup, determinasyon katsayıları sırasıyla  $R^2=0.5567$  ve  $R^2=0.5967$ , toplam balık boyu-sol otolit boyu ilişkisi doğrusal olup, determinasyon katsayıları sırasıyla  $R^2=0.7437$  ve  $R^2=0.6802$ , toplam balık



boyu-sağ otolit kalınlığı ve toplam balık boyu-sol otolit kalınlığı ilişkisi doğrusal olup, determinasyon katsayıları sırasıyla  $R^2=0.6344$  ve  $R^2=0.6446$  olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada Keban Baraj Gölü aynalı sazan popülasyonunun sağ otolitte kalınlığına büyümenin yaklaşık olarak %63, sol otolitte ise %60 oranında balık boyu artışına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, toplam balık boyu ile otolite ait veriler arasındaki ilişkinin %56-%74 arasında olduğu tespit etmişlerdir.

Düşükcan, Özlüce Baraj Gölü'ndeki *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) popülasyonunda balık boyu-otolit biyometrisi ilişkisini incelemiştir. Çalışmada toplam 115 örnek (60 erkek ve 55 dişi) araştırmıştır [11]. Tüm popülasyonda ölçümleri TB:118-381mm, OU:1.536-3.734mm, OG:1.049-2.585mm ve OA:1.10-13.90mg arasında tespit etmiş, sağ ve sol otolitler ile erkek ve dişi otolitlere ait OU, OG ve OA değerleri arasındaki farkları istatistiksel olarak önemsiz bulmuştur. Determinasyon katsayılarını tüm popülasyonda TB-OU ( $R^2=0.889$ ), TB-OG ( $R^2=0.824$ ), TB-OA ( $R^2=0.871$ ) olarak tespit etmiştir. Sonuç olarak, Özlüce Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'da otolit biyometrisi ile balık boyu ilişkisini pozitif yönde ve kuvvetli bulmuştur.

Düşükcan ve Çalta, Karakaya Baraj Gölü'nden elde edilen *Barbus grypus* (Heckel, 1843) türünde toplam balık boyu ile otolit biyometrisi arasındaki ilişkiyi incelemişler [13]. Bu amaçla 88 adet balık örneğinin toplam boyu ile sağ ve sol otolitlerinin boyu, kalınlığı ve ağırlığını ölçmüşlerdir. Sağ ve sol otolit ölçümleri arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmadığı için bu çalışmada sadece sağ otolitler kullanılmışlardır. TB-OB ilişkisine ait regresyon denklemleri ve determinasyon katsayısı tüm bireyler için ( $R^2=0.929$ ), TB-OG ilişkisine ait regresyon denklemleri ve determinasyon katsayısı tüm bireyler için ( $R^2=0.8432$ ), TB-OA ilişkisine ait regresyon denklemleri ve determinasyon katsayısı tüm bireyler için ( $R^2=0.9005$ ) olarak hesaplamışlardır. Buna bağlı olarak toplam balık boyu-otolit biyometrisi arasında pozitif yönde ve yüksek düzeyde bir ilişki tespit etmişlerdir.

Kabaklı ve Ergüden, Türkiye'nin Güneydoğu Akdeniz sahillerindeki Kızıldeniz göçmeni *Sargocentron rubrum* (Forsskal, 1775)'un balık boy ve otolit boyutları arasındaki ilişkileri incelemişler [22]. Çalışmada Eylül 2017-Nisan 2018 dönemlerinde Güneydoğu Akdeniz'de (Arsuz kıyılarında) faaliyet gösteren ticari balıkçı parekete teknelerinden aylık olarak örneklenen 151 adet Kızıldeniz göçmeni Hindistan balığı bireylerinin balık boyu ve otolit boyutları (uzunluk, genişlik, ağırlık) arasındaki ilişki incelenmiştir. Sağ ve sol otolitler arasında istatistiksel fark bulunmadığından, hesaplamalarda sağ otolit çiftleri kullanılmıştır ( $P>0.05$ ). Tüm örneklerin toplam balık uzunlukları 11.4-21.0cm arasında değişmiştir. Tüm örnekler için otolit uzunlukları ve otolit genişlikleri 0.35-0.86cm ile 0.26-0.56cm arasında hesaplanmıştır. Otolit ağırlıkları ise 0.010-0.059g olarak belirlenmiştir. Toplam balık boyu-otolit uzunluğu, toplam balık boyu-otolit genişliği ve toplam balık boyu-otolit ağırlık ilişkisi sırasıyla, toplam 151 örnek üzerinde;  $OL=0.0512 \times TL + 0.186$  ( $r^2=0.865$ ),  $OWi=0.0255 \times TL + 0.0021$  ( $r^2=0.825$ ),  $OW=0.00002 \times TL + 2.678$  ( $r^2=0.9366$ ) olarak belirlenmiştir. Tüm balıklarda toplam balık boyu-otolit uzunluğu ve toplam balık boyu-otolit genişliği arasında doğrusal ilişki bulunmuştur.

Kontaş vd, Aşağı Melet Irmağı (Ordu, Türkiye)'nda yaşayan *Barbus tauricus* (Kessler, 1877) otolit kütle asimetrisinin belirlenmesini çalışmışlar [23]. Yapılan çalışmada kullanılan balık örnekleri Temmuz 2010- Ekim 2011 tarihleri arasında serpmeye ağlar kullanılarak aşağı Melet Irmağı'ndan yakalanmış. *B. tauricus* bireylerinin sağ ve sol otolitleri arasındaki fark, paired-t testine göre istatistiksel olarak önemli bulunmuş ( $P<0.05$ ). 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-(MR-ML) arasındaki ilişkiler sırasıyla  $y=0.0011x+0.0434$ ;



$y=0.0066x+0.1457$  ve  $y=0.0000008x+0.00003$  olarak tespit edilmiştir. 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.

Şimşek vd, Yedikır Baraj Gölü (Türkiye)'nden örneklenen tatlısu levreği (*Perca fluviatilis* L., 1758)'nin otolit özellikleri ve otolit boyutları-total boy arasındaki ilişkileri çalışmışlar [29]. Yapılan çalışmada Yedikır Baraj Gölü'nden yakalanan 195 adet örneğin total, çatal ve standart boyları ölçülmüş, ağırlıkları tartılmıştır. Sagittal otolitler sağ ve sol ayrımları yapılarak çıkarılmış, otolitler distal yüzeylerinden fotoğraflanmış ve ağırlıkları (OA) tartılmıştır. Daha sonra otolitlerin en (OE) ve boy (OB) ölçümleri Leica Application Suit Ver. 3.8 marka görüntü analiz programı ile ölçülmüştür. Otolit ölçümleri ile total boy arasındaki ilişkilerin hesaplanması için (TB-OE, TB-OB, TB-OA) doğrusal ( $y=a+bx$ ) ve üssel regresyon ( $y=axb$ ) modelleri uygulanmıştır. *P. fluviatilis* türünün sağ ve sol otolitleri arasında OE, OL ve OA bakımından fark olmadığı ( $P>0.05$ ) ancak dişi ve erkek bireylerin otolitleri arasında önemli derecede fark olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Otolit ölçümleri ve TB arasındaki ilişkilerin oldukça önemli olduğu belirlenmiştir ( $P<0.001$ ). İlişkilerin  $r^2$  değerleri 0.957-0.969 arasında değişmiştir. Dişi, erkek ve tüm bireylerde TB-OB arasındaki ilişki, diğerlerinden daha kuvvetli bulunmuştur.

Teksar ve Çalta, Pul ve otolit ölçümlerinden *Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814)'un toplam boyunun geri hesaplanmasını çalışmışlar [30]. Yapılan çalışmada; Keban Baraj Gölü'ndeki ticari bir balıkçıdan yaşları 4-7, toplam boyları 37.1-47.4cm ve toplam ağırlıkları 426.1-874.1g arasında olan 20 adet *Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814) türü alınmış. Geri hesaplama yöntemleri kullanılarak, pul boyu ve otolit boyundan her bir yaş için tahmin edilen ortalama toplam boy değerleri sırasıyla; L1=7.7; L2=14.9; L3=21.4; L4=28.1; L5=30.3; L6=33.5; L7=35.7cm ve L1=7.5; L2=14.5; L3=19.2; L4=26.3; L5=29.6; L6=33.3; L7=33.9cm olarak hesaplanmıştır. Tüm yaş grupları için pul ve otolit ölçümlerinden hesaplanan toplam balık boylarının, daima gözlenen toplam balık boylarından daha küçük olduğu belirlenmiştir. Hesaplanan ve gözlenen balık boyları arasında anlamlı bir farkın olduğunu, pul ve otolit ölçümlerinden hesaplanan toplam balık boyları arasında ise farkın olmadığını bulmuşlardır.

Aydın ve Bodur, Karadeniz'deki eşkina balığının (*Sciaena umbra* Linnaeus, 1758) otolit biyometrisini araştırmışlar [3]. Yapılan araştırma Mart 2019 ile Şubat 2020 tarihleri arasında Samsun, Ordu, Giresun ve Trabzon sahillerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada toplamda 182 bireyin (107 dişi, 75 erkek) hem sağ hem de sol otolitleri ölçülmüştür. En küçük otolit uzunluğu 5.35mm (Balık boyu: 11.70cm-Balık ağırlığı:16.43g), en büyük otolit uzunluğu ise 19.74mm (Balık boyu: 53.1cm-Balık ağırlığı: 2148.1g) olarak belirlenmiştir. Balık boyları ve ağırlıkları ile otolit uzunlukları ve ağırlıkları arasındaki ilişkiler hesaplanmış ve en yüksek ilişki sol otolit uzunluğu ve sol otolit ağırlığı arasında ( $R^2=0.984$ ), en düşük ilişki ise balık ağırlığı ile sol otolit kalınlığı arasında ( $R^2=0.816$ ) hesaplanmıştır. Regresyon analizi sonuçlarına göre, balık büyüklüğü ile otolit boyutları arasında yüksek pozitif ilişkiler hesaplanmıştır.

İşmen vd, Marmara Deniz'indeki kırmızı şeritli balığın *Cepola macrophthalma* (Linnaeus, 1758) yaş, büyüme ve otolit biyometrisi-total boy ilişkileri araştırmışlar [21]. Çalışmada kullanılan balık numuneleri Mart 2012-Haziran 2014 tarihleri arasında Marmara Denizi'nde algarna ile yakalanmış. Çalışmada örneklenen 51.5cm'lik *C. macrophthalma* bireyinin boyunu, Marmara Denizi'nde bu tür için maksimum olarak kaydedilmiş. Boy-ağırlık ilişkisi denklemine göre büyüme tipi negatif allometrik olarak



belirlenmiştir ( $b=1.36$ ). Otolith boyu-otolith ağırlığı, otolith genişliği- otolith ağırlığı, otolith boyu-total boy, otolith genişliği-total boy, otolith boyu-otolith genişliği, total boy-otolith ağırlığı ilişkileri  $OW=0.0002*OL2.6377$  ( $R^2=0.91$ ),  $OW=0.001*OWi2.6215$  ( $R^2=0.94$ ),  $OL=0.057*TL+3.2087$  ( $R^2=0.57$ ),  $OWi=0.0316*TL+1.8511$  ( $R^2=0.55$ ),  $OWi=0.527*OL+0.2015$  ( $R^2=0.86$ )  $OW=0.0004*TL+0.0029$  ( $R^2=0.58$ ) olarak hesaplanmıştır. Yaşlar 80 adet otolith okumasından hesaplanmıştır; gözlemlenen en küçük ve en büyük yaşlar sırasıyla 1 ve 5'tir. von Bertalanffy denklemine göre hesaplanan büyüme parametreleri değerleri  $L_{\infty}=61.95\text{cm}$ ,  $K=0.19$  yıl<sup>-1</sup>,  $t_0=-0.05$  yıl olarak belirlenmiştir. Stoğun büyük çoğunluğu (%77) genç bireylerden (1-2 yaş grubu) oluştuğu bulunmuştur. Marmara Denizi'nde *C. macrophthalma* stoğunun daha çok genç bireylerden oluşmasının, stokların av baskısı altında olduğunu göstergesi olarak yorumlanmıştır.

Varol vd, Dicle Nehri'ndeki (Türkiye) balık türlerinin (*Capoeta umbla* ve *Luciobarbus mystaceus*) kas, solungaç ve karaciğerinde eser element birikimi ve sağlık risk değerlendirmesini çalışmışlar [31]. Yapılan çalışmada; Dicle Nehri'nden (Türkiye) iki balık türü (*Capoeta umbla* ve *Luciobarbus mystaceus*) toplanmış ve balık örneklerinin dokuları (solungaç, kas ve karaciğer) Cd, As, Mn, Cr, Cu, Co ve Ni için analiz edilmiştir. Mn için kasta, Cu, Cd ve Mn için karaciğerde ve As, Co, Cu ve Cd için solungaçta eser element (TE) konsantrasyonları bakımından balık türleri arasında önemli farklılıklar bulunmuşlar ( $p<0.05$ ). Karaciğer en yüksek toplam TE konsantrasyonuna sahip, bunu solungaç ve kas izlemiştir. Balık boyutu (boy ve ağırlık) ile dokulardaki TE konsantrasyonları arasında önemli negatif korelasyonlar kaydetmişler. Her iki balık türü de kas, solungaç ve karaciğerde TE birikiminde cinsiyet farkı göstermediğini ( $p>0.05$ ), tüm TE'ler için tahmini günlük alımların, tolere edilebilir günlük alımlardan çok daha düşük olduğunu, tüm TE'lerin hedef tehlike katsayısı (THQ) ve toplam THQ değerlerinin 1'i geçmediğini bulmuşlar. Bunun da tüketiciler için kanserojen olmayan sağlık etkilerinin beklenmediği anlamına geldiğini bildirmişler. Arsenik kanserojen risk değerlerinin de kabul edilebilir aralıkta olduğunu bulmuşlardır. Her iki balık türünün de kas dokusundaki ortalama Cd konsantrasyonları, Avrupa Komisyonu Yönetmeliği tarafından belirlenen ve izin verilen maksimum sınırı aştığını, As, Cr ve Cu'nun ortalama konsantrasyonlarının, yasal sınırların altında olduğunu bulmuşlar.

Yazıcı vd, Yayın Balığı (*Silurus glanis* L., 1758)'nin otolith morfometrisini incelemişler [32]. Yapılan çalışmada Eylül 2015-Ağustos 2016 tarihleri arasında Sıddıklı Baraj Gölü'nden yakalanan yayın balığı için *asteriskus* ve *lapillus* boyutları ile balık boyutları arasındaki ilişkiler sunulmuştur. Sol ve sağ otolithlerin boyutları ile erkek ve dişi bireylerin otolith boyutları arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir. Analizler için cinsiyetten bağımsız olarak sağ otolith ölçümleri kullanılmıştır. En güçlü korelasyon katsayısı tüm ilişkiler için doğrusal model kullanılarak elde edilmiştir. Bu nedenle ilişkilerin belirlenmesinde doğrusal model kullanılmıştır. *Asteriskus* boyutları ile total boy arasındaki ilişkilerin  $R^2$  değerleri, *lapillus* boyutları ile total boy arasındaki ilişkilere göre daha yüksek bulunmuştur. *Asteriskus* yüksekliğinin, yayın balığının uzunluğunu tahmin etmek için diğer otolith ölçümlerinde göre daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma, yayın balığının total boyu ve otolith boyutları arasındaki ilişkiler açısından ilk bilgileri sağlamıştır. Ayrıca çalışmadan elde edilen ilişkiler; predator türlerin beslenme rejimini yeniden yapılandırmak ve mide içeriğinden elde edilen yayın balıklarının boyutunu tahmin etmek için güvenilir bir araç olarak kullanılabilir ve aynı zamanda paleontologlara balık fosilleri araştırmalarında destek sağlayabilecek nitelikte olduğunu belirtmişlerdir.



Sakallı ve Yılmaz, Aksu Kayabalıği, *Ponticola turani* (Kovačić & Engin, 2008)'nin sakkular otolit morfometrisini çalışmışlar [24]. Yapılan çalışmada Haziran 2015-Ağustos 2016 tarihleri arasında Terme Çayı (Samsun)'ndan toplanan Aksu Kayabalıği'nin sakkular otolit ölçümleri ile somatik büyümesi arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Ayrıca şekil indeksleri kullanılarak türün sakkular otolit şekli tanımlanmıştır. Elektroşok cihazı ile toplam 232 birey yakalanmıştır. Sakkular otolitlerin boyu, yüksekliği, çevresi, alanı ve ağırlığı kaydedilmiştir. Sakkular otolit değişkenleri ile balık somatik büyümesi arasındaki ilişkiler üssel fonksiyonla tanımlanmıştır. Söz konusu ilişkiler, sol-sağ bölge ve dişi-erkek bireyler arasında farklılık göstermemiştir. Tüm ilişkiler oldukça önemli çıkmıştır ( $P < 0.001$  ve  $R^2 > 0.84$ ). Balık boyu ve ağırlığı ile en güçlü ilişkiyi gösteren ölçüm sırasıyla %92 ile otolit çevresi ve %90 ile otolit ağırlığı olmuştur. Çalışmadaki şekil indeksleri, Aksu Kayabalıği otolitlerinin geometrik olarak düzensiz ve dikdörtgen şeklinde olduğunu doğrulamıştır.

#### 6. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Sonuç olarak otolit biyometrisi, balığın büyümesine paralel olarak artış göstermektedir. Balığın boyu ve ağırlığı arttıkça otolit boyutu da artmaktadır. Yapılan bu çalışmada elde edilen balık boyu ve ağırlığı ile otolit biyometrisi arasında pozitif yönde kuvvetli ilişkiler tespit edilmiştir. Elde edilen veriler, farklı balık türleriyle yapılmış benzer birçok çalışmaların sonuçlarıyla da paralellik göstermektedir. Buna bağlı olarak bu çalışmanın, balık boy, ağırlık-otolit biyometrisi çalışmalarına katkı sağlaması düşünülmektedir.

#### NOT (NOTICE)

Bu çalışma, Yüksek lisans tezinden elde edilen verilerden türetilmiştir.

#### ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

#### FİNANSAL AÇIKLAMA (FINANCIAL DISCLOSURE)

Yazarlar bu çalışma için herhangi bir mali destek almadığını beyan etmiştir.

#### ETİK STANDARTLAR BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)

Makalenin yazarları bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan eder

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Aydın, İ., (2006). Balık larvalarında otolit, Makale, SÜMAE, Yunus Araştırma Bülteni, 6(2):15-16.
- [2] Aydın, F. ve Yüksel, F., (2014). *Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814) avcılığında kullanılan farklı donam faktörlerine göre donatılmış galsama ağlarının seçiciliğinin araştırılması. Bilim ve Gençlik Dergisi, 2(1).
- [3] Aydın, M. ve Bodur, B., (2020). Karadeniz'deki eşkina balığının (*Sciaena umbra* Linnaeus, 1758) otolit biyometrisi. Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi, 6(1):102-110.
- [4] Başusta, A., Özer, E.İ. ve Girgin, H., (2013). Munzur Nehri'ndeki kırmızı benekli alabalığın (*Salmo trutta macrostigma* (Dummeril, 1858)) otolit boyutları-balık boyu arasındaki ilişki. Journal of FisheriesSciences.com., 7(1):22-2.
- [5] Bostancı, D., Yılmaz, S., Yılmaz, M., Kandemir, Ş. ve Polat, N., (2009). Eğirdir Gölü'nden sudak (*Sander lucioperca* L., 1758)'ın





- otolit boyutları-balık boyu ilişkileri ve bazı populasyon parametreleri. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 21(1):9-17.
- [6] Bostancı, D., Yağcı, A.M., Kontaş, S., Kurucu, G. ve Polat, N., (2014). İstilacı bir tür *Atherina boyeri* (Risso, 1810)'nin Eğirdir Gölü popülasyonunda morfometrik ve bazı kemiksi yapıların biyometrik özellikleri. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 10(1):1-11.
- [7] Çelikkale, M.S., (2003). *Balık Biyolojisi*, KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon.
- [8] Çiçek, E., Sungur, S., and Fricke, R., (2020). Freshwater lampreys and fishes of Turkey; a revised and updated annotated checklist 2020. *Zootaxa*, 4809(2):241-270.
- [9] Çiçek, E., Eagderi, S., Seçer, B., and Sungur, S., (2021). *Capoeta kosswigi* Karaman, 1969 a junior synonym of *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842) (Teleostei: Cyprinidae). *Turkish Journal of Zoology*, 45:235-240.
- [10] Doğan, Y. ve Şen, D., (2017). Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Capoeta trutta* (Heckel, 1843)'da otolit biyometrisi- balık boyu ilişkisi. Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi, 29(2):33-38.
- [11] Düşükcan, M., (2018). Özlüce Baraj Gölü'ndeki *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) popülasyonunda balık boyu-otolit biyometrisi ilişkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(6):764-769.
- [12] Düşükcan, M., Çalta, M. ve Eroğlu, M., (2015). Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *Barbus grypus* Heckel, 1843'de otolit biyometrisi-balık boyu ilişkisi (Elazığ, Türkiye). *Yunus Araştırma Bülteni*, 15(3):21-30.
- [13] Düşükcan, M. ve Çalta, M., (2018). Karakaya Baraj Gölü'nden yakalanan *Barbus grypus* Heckel, 1843 balık türünde toplam boy-otolit biyometrisi ilişkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12:58-64.
- [14] Düşükcan, M., Eroğlu, M. ve Çoban, M.Z., (2022). Özlüce Baraj Gölü'nde Yaşayan Üç *Luciobarbus* Türünün (*Luciobarbus barbulus*, *Luciobarbus esocinus* ve *Luciobarbus xanthopterus*) Metrik ve Meristik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(5):811-820.
- [15] Dörtbudak, M.Y., Şevik, R., Doğan, N., (2012). Atatürk Baraj Gölü'nde Yaşayan Bıyıklı Balık (*Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814))'ın bazı biyolojik özellikleri. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1(2):73-83.
- [16] 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.
- [17] Emre, Y., Ayyıldız, H., Özen, Ö. ve Yağcı, A., (2014). Menzelet Barajı ve Fırnız Çayı'ndan yakalanan *Capoeta achorae* (Cyprinidae)'nin yaş, büyüme ve otolit morfometrisi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 31(2):79-85.
- [18] Eroğlu, M. and Şen, D., (2009). Otolith size-total length relationship in spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks and Solander, 1794) inhabiting in Karakaya Dam Lake (Malatya, Turkey), *Journal of FisheriesSciences.com.*, 3(4):342-351.
- [19] Freyhof, J., Kaya, C., and Ali, A., (2021). A Critical Checklist of the Inland Fishes Native to the Euphrates and Tigris Drainages. In: Jawad L.A.(eds) *Tigris and Euphrates Rivers: Their Environment from Headwaters to Mouth*. Aquatic Ecology Series, vol 11. Springer, Cham.



- [20] Fowler, J. and Cohen, L., (1992). Practical Statistics for Field Biology, John Wiley and Sons. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore, 227s.
- [21] İşmen, A., İhsanoğlu, A.M., Daban, B.İ. ve İnceoğlu, H., (2020). Marmara Deniz'indeki kırmızı şeritli balığın *Cepola macrophthalma* (Linnaeus, 1758) yaş, büyüme ve otolit biyometrisi-total boy ilişkileri araştırılması. Trakya University Journal of Natural Sciences, 21(2):107-113.
- [22] Kabaklı, F. ve Ergüden, D., (2018). Türkiye'nin Güneydoğu Akdeniz sahillerindeki Kızıldeniz göçmeni *Sargocentron rubrum* (Forsskal, 1775)'un balık boy ve otolit boyutları arasındaki ilişkiler. Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi, 4(2):156-162.
- [23] Kontaş, S., Bostancı, D. ve Polat, N., (2019). Aşağı Melet Irmağı (Ordu, Türkiye)'nda yaşayan *Barbus tauricus* (Kessler, 1877) otolit kütle asimetrisinin belirlenmesi. Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research, 5(3):197-203.
- [24] Sakallı, M.M. ve Yılmaz, S., (2021). Aksu kayabalığı, *Ponticola turani* (Kovačić & Engin, 2008)'nin sakkular otolit morfometrisi. Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi, 6(2):224-231.
- [25] Saler, S., Çoban, Z., Örnekçi, G.N., Yüce, S. ve Türkgülü, İ., (2010). Keban Baraj Gölü (Elazığ)'nda yaşayan *Barbus mystaceus* (Pallas, 1814)'ün sindirim içeriğinde bulunan hayvansal organizmalar. e-Journal of New World Sciences Academy, 5(2):97-104.
- [26] Samsun, N. ve Samsun, S., (2006). Kalkan (*Scophthalmus maeoticus* Pallas, 1811) balığının otolit yapısı, yaş ve balık uzunluğu, otolit uzunluğu ilişkilerinin belirlenmesi. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 18(2):181-187.
- [27] Sayın, B. ve Çalta, M., (2017). Keban Baraj Gölü'nde yaşayan aynalı sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)'nın otolit biyometrisi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 29(1):27-32.
- [28] Şen, D., Aydın, R., and Çalta, M., (2001). Relationships between fish length and otolith length in the population of *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843) inhabiting Hazar Lake. Elazığ, Turkey. Archives of Polish Fisheries, 9(2):267-272.
- [29] Şimşek, C., Polat, N., Özpiçak, M., Saygın, S. ve Yılmaz, S., (2019). Yedikır Baraj Gölü (Türkiye)'nden örneklenen tatlısu levreği (*Perca fluviatilis* L., 1758)'nin otolit özellikleri ve otolit boyutları-total boy arasındaki ilişkileri. Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi, 4(3):348-353.
- [30] Teksar, K.C. ve Çalta, M., (2019). Pul ve otolit ölçümlerinden *Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814)'un toplam boyunun geri hesaplanması. Turkish Journal of Science and Technology 14(1):33-36.
- [31] Varol, M., Kaçar, E., ve Akın, K.A., (2020). Dicle Nehri'ndeki (Türkiye) balık türlerinin (*Capoeta umbla* ve *Luciobarbus mystaceus*) kas, solungaç ve karaciğerinde eser element birikimi ve sağlık risk değerlendirmesi. Environmental Research, 186:109570.
- [32] Yazıcı, R., Yazıcıoğlu, O. ve Yılmaz, M., (2020). Yayın Balığı (*Silurus glanis* L., 1758)'nın otolit morfometrisi. Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research 6(3):215-222.
- [33] Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O., Saygın, S.A., and Polat, N., (2014). Relationships of otolith dimensions with body Length of European Perch, *Perca fluviatilis* L., 1758 from Lake Ladik, Turkey. Pakistan J. Zool., vol., 46(5): 1231-1238.