



Altı Cypriniform Balık Türünde Lagenar ve Utrikular Otolitlerin Morfolojik Karakterizasyonu [*]

Ceren ÇETİN Savaş YILMAZ*

Biyoloji Bölümü, Fen Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye

Geliş Tarihi: 08.01.2024

Kabul Tarihi: 16.02.2024

Basım Tarihi: 19.01.2024

Atıf yapmak için: Çetin, C. & Yılmaz, S. (2024). Altı cypriniform balık türünde lagenar ve utrikular otolitlerin morfolojik karakterizasyonu. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 9(1), 67-73. <https://doi.org/10.35229/jaes.1416333>

How to cite: Çetin, C. & Yılmaz, S. (2024). Morphological characterization of lagenar and utricular otoliths in six species of cypriniform fishes. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 9(1), 67-73. <https://doi.org/10.35229/jaes.1416333>

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2859-4886>
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3186-9924>

*Sorumlu yazarın:

Savaş YILMAZ

Biyoloji Bölümü, Fen Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye.

✉: savas.yilmaz@omu.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, Cypriniformes takımının Cyprinidae ve Leuciscidae familyalarına ait simpatrik altı balık türünde lagenar (asteriskus) ve utrikular (lapillus) otolitlerin morfolojik karakterleri incelendi ve iki otolit tipinin bu türleri tanımlama potansiyeli değerlendirildi. Kasım 2022'de, Tersakan Çayı (Samsun, Türkiye)'nden elektroşok cihazı kullanılarak *Barbus tauricus*, *Capoeta tinca*, *Abramis brama*, *Alburnoides kurui*, *Scardinius erythrophthalmus* ve *Squalius cephalus* olmak üzere 6 balık türünü ait toplam 120 örnek yakalandı. Her bir örneğin total boyu ölçüldü, lagenar ve utrikular otolitleri çıkarıldı. Asteriskusun distal ve proksimal tarafları ile lapillusun dorsal ve ventral yüzeyleri taramalı elektron mikroskobu ile fotoğraflandı. Morfolojik analizlerde sadece sağ otolitler kullanıldı. Çalışılan türlerinin tamamında, asteriskuslar lapilluslardan daha büyüktü. Utrikular otolitlerin lagenar otolitlere göre daha fazla fenotipik karaktere sahip olduğu gözlemlendi. Bununla birlikte, daha kesin tür teşhisi için her iki otolit tipinin tüm morfolojik karakterlerinin birleştirilmesi önerildi. Bu çalışma, Türkiye'nin endemik iki balığı olan *Alburnoides kurui* ve *Capoeta tinca*'nın otolit morfolojisi üzerine ilk referanstır.

Anahtar kelimeler: Asteriskus, cyprinidae, lapillus, leuciscidae, otolit morfolojisi.

Morphological Characterization of Lagenar and Utricular Otoliths in Six Species of Cypriniform Fishes [*]

Abstract: In this study, the morphological characters of lagenar (asteriscus) and utricular (lapillus) otoliths in six sympatric fish species belonging to the families Cyprinidae and Leuciscidae of the order Cypriniformes were examined, and the potential of the two otolith types to identify these species was evaluated. A total of 120 specimens of six fish species, namely *Barbus tauricus*, *Capoeta tinca*, *Abramis brama*, *Alburnoides kurui*, *Scardinius erythrophthalmus* and *Squalius cephalus*, were caught from Tersakan Stream (Samsun, Türkiye) in November 2022 using an electroshock device. The total length of each sample was measured, and lagenar and utricular otoliths were removed. The distal and proximal sides of the asteriscus and the dorsal and ventral surfaces of the lapillus were photographed with a scanning electron microscope. Only right otoliths were used in morphological analyses. In all studied species, asterisci were larger than lapilli. It was observed that utricular otoliths had more phenotypic characteristics than lagenar ones. However, it was suggested to combine all morphological characters of both otolith types for more precise species identification. This study is the first reference on the otolith morphology of *Alburnoides kurui* and *Capoeta tinca*, two endemic fish of Turkey.

Keywords: Asteriscus, cyprinidae, lapillus, leuciscidae, otolith morphology.

*Corresponding author's:

Savaş YILMAZ

Department of Biology, Faculty of Science, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Türkiye.

✉: savas.yilmaz@omu.edu.tr

[*] Bu makale, Ceren ÇETİN'nin yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This manuscript was produced from Ceren ÇETİN's master thesis.

GİRİŞ

Morfometrik ölçümler, meristik veriler, tanımlayıcı özellikler, renklenme, moleküler ve genetik veriler gibi çeşitli karakterlerden yararlanılarak balık türlerinin taksonomisi ve filogenisi çalışılmaktadır (Bani vd., 2013). Ancak moleküler ve genetik yaklaşımlar maliyetli, zaman alıcı ve özel laboratuvar olanakları gerektirir (Turan vd., 2015). Diğer taraftan otolit, pul ve çeşitli kemikler gibi vücudun sert kısımlarının morfolojisi de balık türlerinin tanımlanması için oldukça değerlidir (Masson vd., 2011; Tuset vd., 2012; Chollet-Villalpando vd., 2014; Kontaş vd., 2020).

Otolitler, tüm kemikli balıkların (Osteichthyes) iç kulağında yer alan sert kalsifiye yapılardır (Mendoza, 2006). Sagitta, asteriskus ve lapillus adı verilen üç çift otolit vardır (Das, 1994). İtme ve denge organı olarak görev yapan bu yapılar (Popper vd., 2005), boyut ve şekil bakımından farklılık gösterir. Teleost balıkların çoğunda (otofizan olmayanlar) sagitta en büyük otolit iken, ofofizan balıklarda (Cypriniiformes, Characiformes, Siluriformes, Gymnotiformes) asteriskus ve/veya lapillus sagittadan daha büyüktür (Campana, 2004; Schulz-Mirbach & Plath, 2012).

Otolit şeklindeki türler arası varyasyonlar nedeniyle bu yapıların balık taksonomisinde yararlı olduğu (Tuset vd., 2008; Schwarzans, 2014; Davoodi & Rahimian, 2016) ve kısmen sindirilmiş kalıntılardan besin ağlarının incelenmesine izin verdiği bulunmuştur (Pierce vd., 1991; Byrd vd., 2020; Belfethi & Moulai, 2022). Otofizan olmayan teleost balıklarda sadece sagitta otolit tür ayırımına olanak sağlayacak yeterli türe özgü morfolojik karakterler barındırdığı kabul edilse de (Campana, 2004; Tuset vd., 2008; Lin & Al-Abdulkader, 2019; Yedier & Bostancı, 2022), diğer iki otolit tipinin de türler arasında dikkate değer ölçüde şekil değişimi sergilediğini ortaya koyan bazı araştırmalar vardır (Assis, 2003; 2005; Schulz-Mirbach vd., 2011; Schulz-Mirbach & Plath, 2012). Buna karşılık ofofizan balıklarda asteriskus ve/veya lapillus otolitlerin çeşitliliğini gösteren ve tanımlayan çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir (Assis, 2003; 2005; Schulz-Mirbach & Reichenbacher, 2006; Yılmaz vd., 2015; Avigliano vd., 2018; Pavlov, 2022; Arroyo-Zúñiga vd., 2022; Farooq & Panhwar, 2023).

Dünya genelinde barındırdığı 4800 türle (Fricke vd., 2023) tatlısu balıklarının çeşitliliği en yüksek grubu olan Cypriniiformes, Türkiye ihtiyofaunasının da tür sayısı en fazla olan takımıdır (Çiçek vd., 2023). Cypriniiformlar Kuzey Amerika, Afrika, Avrupa ve Asya'da dağılım gösteren farklı tatlısu habitatlarının baskın üyeleridir (Nelson vd., 2016). Cypriniiform balıkların birçok üyesi *Esox lucius*, *Perca fluviatilis*, *Sander lucioperca* ve *Silurus glanis* (Yayın balığı) gibi balıklar (Argillier vd., 2012;

Yazıcıoğlu vd., 2016; Yazıcıoğlu vd., 2018; Yazıcı, 2018), *Phalacrocorax carbo* (Karabatak) gibi kuşlar (Belfethi & Moulai, 2022) ve *Lutra lutra* (Su samuru) gibi memeliler (Toyran & Albayrak, 2019) için potansiyel avlardır.

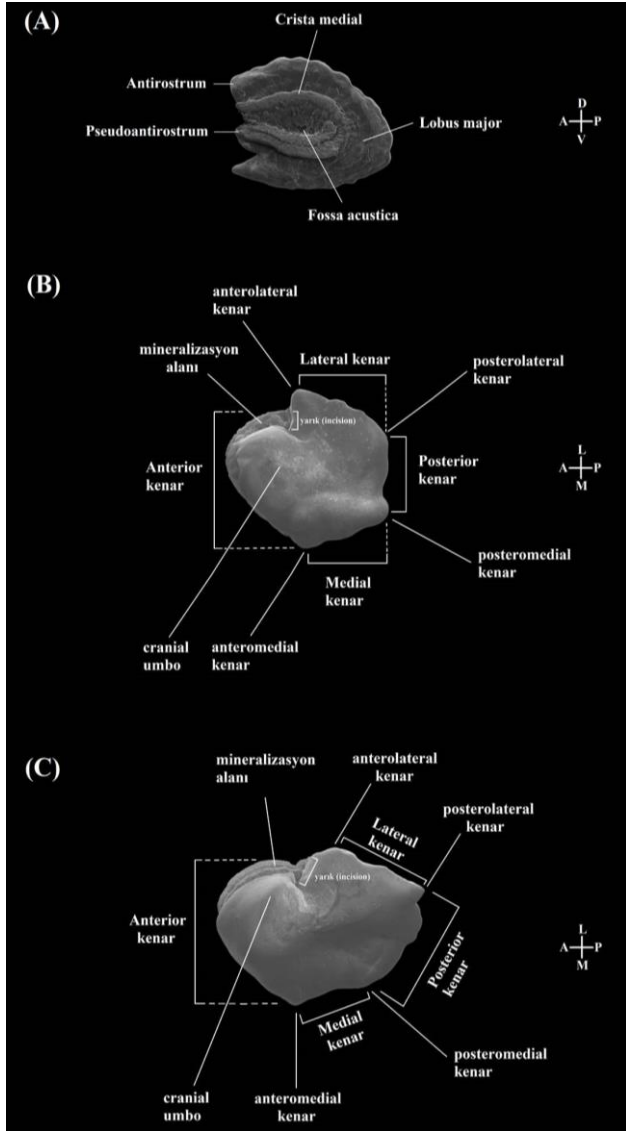
Bu çalışmada, Cyprinidae (*Barbus tauricus* ve *Capoeta tinca*) ve Leuciscidae (*Abramis brama*, *Alburnoides kurui*, *Scardinius erythrophthalmus* ve *Squalius cephalus*) familyalarına ait simpatrik altı cypriniiform balık türünde lagenar (asteriskus) ve utrikular (lapillus) otolitlerin morfolojik karakterleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri kullanılarak incelenmiş ve iki otolit tipinin tür tanımlamadaki potansiyelleri değerlendirilmiştir. Çalışılan balık türlerinden dördünün (*A. brama*, *S. erythrophthalmus*, *S. cephalus* ve *B. tauricus*) otolit şekli ve sınırlı tanımlamaları önceki bazı çalışmalarda gösterilmiştir (Tarkan vd., 2007; Bostancı, 2009; Kontas & Bostancı, 2015; Yılmaz vd., 2015; Kurucu & Bostancı, 2018; Ozpicak vd., 2018; Ozpicak, 2020). Ancak *A. kurui* ve *C. tinca* türlerinin otolitleri ilk defa bu çalışmada incelenmiş ve morfolojik karakterlere dayalı olarak tanımlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Balık örnekleri Tersakan Çayı'ndan elde edilmiştir. Tersakan Çayı, Samsun ilinin Ladik ilçesindeki Ladik Gölü'nden doğar. Havza ve Suluova ilçelerini geçtikten sonra Amasya ilinin kuzeyinde Yeşilirmak Nehri'ne dökülür. Membedan mansaba 100 km uzunluğa sahiptir. Altı cypriniiform balık türüne ait toplam 120 birey, 03 Kasım 2022 tarihinde SAMUS 725MP marka elektroşok cihazı ile yakalanmıştır. Her bir bireyin total boyu (TB) $\pm 0,1$ cm hassasiyetle ölçülmüştür (Tablo 1). Lagenar (asteriskus) ve utrikular (lapillus) otolitler çıkarılmış, temizlenmiş ve kuru olarak ependorf tüplerinde saklanmıştır. Morfolojik analizler için sağ otolitler kullanılmıştır. Asteriskusların distal ve proksimal, lapillusların dorsal ve ventral yüzeylerinden taramalı elektron mikroskobu (SEM, JEOL JSM 7001 F, KITAM) ile fotoğrafları çekilmiştir. Otolitlerin morfolojik tanımlamaları Assis (2003) ve Schulz-Mirbach & Reichenbacher (2006) tarafından verilen terminolojiye göre yapılmıştır (Şekil 1).

Tablo 1. Çalışılan türlerinin örnek sayıları (n) ve total boy dağılımları (SS-standart sapma, Min-minimum, Mak-maksimum).

Familya	Tür	n	Total Boy (cm)	
			Ortalama \pm SS	Min-Mak
Cyprinidae	<i>Barbus tauricus</i>	14	23,99 \pm 3,75	18,5-29,5
	<i>Capoeta tinca</i>	17	21,41 \pm 2,95	17,2-27,4
	<i>Abramis brama</i>	26	19,21 \pm 2,10	16,1-24,1
Leuciscidae	<i>Alburnoides kurui</i>	17	10,38 \pm 0,37	9,8-11,0
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	19	13,35 \pm 1,39	10,7-15,3
	<i>Squalius cephalus</i>	27	17,78 \pm 0,89	14,6-18,5



Şekil 1. Cypriniform balık otolitlerinin morfolojik karakterleri ve terminoloji. (A) *B. tauricus* türünde sağ asteriskusun proksimal görünüşü, (B) *S. erythrophthalmus* türünde sağ lapillusun dorsal görünüşü, (C) *A. brama* türünde sağ lapillusun dorsal görünüşü.
Figure 1. Morphological characters and terminology of cypriniform fish otoliths. (A) Proximal view of the right asteriscus in *B. tauricus*, (B) Dorsal view of the right lapillus in *S. erythrophthalmus*, (C) Dorsal view of the right lapillus in *A. brama*.

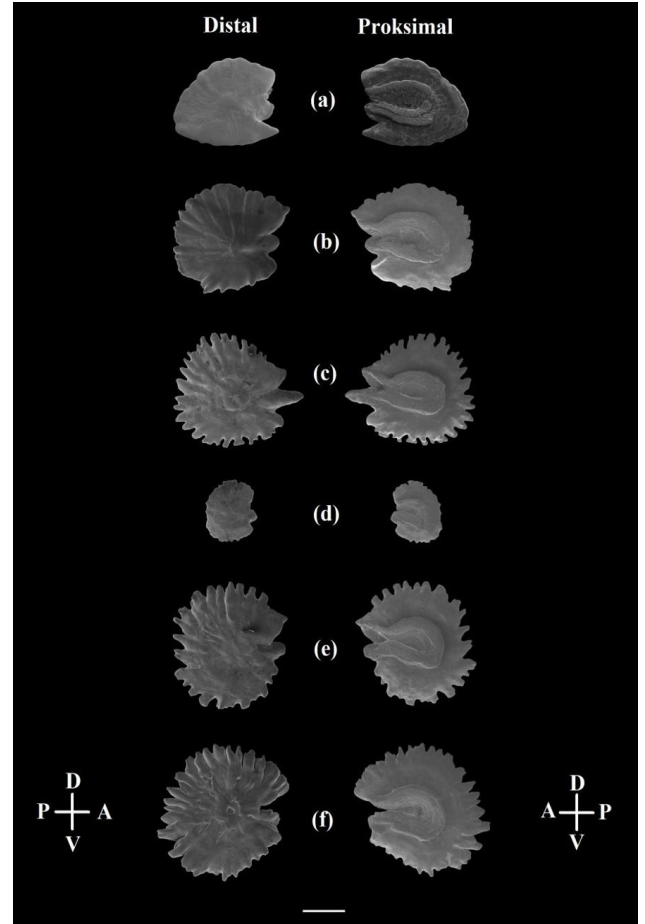
BULGULAR

Lagenar otolitlerin morfolojik tanımlanması:

Asteriskuslar, disk şeklinde ve kenarları tırtıklıdır. Distal (lateral) yüzeyleri pürüzsüz ve hafif dışbükeydir. Proksimal (medial) yüzey hafif içbükeydir (Şekil 2).

Cyprinidae: Barbus tauricus Kessler, 1877

Antirostrum genellikle yuvarlak veya hafif sivridir. Pseudoantirostrum genelde belirgin ve yuvaraktır. Antirostrum çoğunlukla pseudoantirostrumdan daha uzun veya aynı hizadadır. Antirostrumla pseudoantirostrum arasında derinliği az olan bir girinti vardır. Medial tepenin dorsal ve ventral uçları sırasıyla antirostrum ve pseudoantirostrum istikametinde ilerler. Özellikle ventral uç pseudoantirostrumu tamamen kaplar (Şekil 2a).



Şekil 2. Tersakan Çayı'ndan altı Cypriniform türün sağ asteriskus otolitlerinin distal ve proksimal görünüşleri. (a)-*B. tauricus* (29,5 cm TB), (b)-*C. tinca* (27,4 cm TB), (c)-*A. brama* (24,1 cm TB), (d)-*A. kurui* (10,9 cm TB), (e)-*S. erythrophthalmus* (15,0 cm TB), (f)-*S. cephalus* (18,5 cm TB), D-dorsal, V-ventral, A-anteriyor, P-posteriyor, Ölçek: 1 mm.
Figure 2. Distal and proximal views of the right asteriscus otoliths of six cypriniform species from Tersakan Stream. (a)-*B. tauricus* (29.5 cm TL), (b)-*C. tinca* (27.4 cm TL), (c)-*A. brama* (24.1 cm TL), (d)-*A. kurui* (10.9 cm TL), (e)-*S. erythrophthalmus* (15.0 cm TL), (f)-*S. cephalus* (18.5 cm TL), D-dorsal, V-ventral, A-anterior, P-posterior, Scale bar: 1 mm.

Capoeta tinca (Heckel, 1843)

Antirostrum hafif sivri veya yuvaraktır. Pseudoantirostrum çoğunlukla yuvarlak veya hafif sivri uçludur. Antirostrum daima pseudoantirostrumdan daha uzundur. İki arasında derinliği fazla olmayan bir girinti bulunur. Medial tepenin dorsal ve ventral uçları sırasıyla antirostrum ve pseudoantirostrum yönünde ilerler (Şekil 2b).

Leuciscidae: Abramis brama (L., 1758)

Antirostrum hafifçe yuvaraktır. Pseudoantirostrum genellikle sivri uçludur. Antirostrum genellikle pseudoantirostrumun daha gerisinde veya aynı hizadadır. Antirostrum ve pseudoantirostrum arasında nispeten derin bir girinti vardır. Medial tepenin dorsal ve ventral uçları sırasıyla antirostrum ve pseudoantirostrum yönünde hafifçe devam eder (Şekil 2c).

Alburnoides kurui Turan, Kaya, Bayçelebi, Bektaş & Ekmekçi, 2017

Antirostrum hafif yuvarlaktır. Pseudoantirostrum hafif yuvarlak veya genelde sivri uçludur. Antirostrum her zaman pseudoantirostrumun gerisindedir ve aralarında küçük bir girinti bulunur. Medial tepenin dorsal ucu antirostrumun alt kısmında sonlanırken, ventral uç pseudoantirostrum yönünde ilerleyerek büyük ölçüde kaplar (Şekil 2d).

Scardinius erythrophthalmus (L., 1758)

Antirostrum daha belirgin, uzun ve hafif sivridir. Büyük örneklerde daha geniştir. Psödoantirostrum genellikle daha az belirgindir, ancak küçük örneklerde daha belirgindir ve antirostruma çok yakındır. Aralarında derinliği çok az olan bir girinti vardır. Medial tepenin dorsal ucu antirostruma doğru ilerlerken ventral ucu psödoantirostrumu tamamen kaplar (Şekil 2e).

Squalius cephalus (L., 1758)

Antirostrum ve pseudoantirostrum genelde yuvarlak veya hafif sivridir. Pseudoantirostrum büyük çoğunlukta antirostrumdan daha kısadır ve aralarında nispeten derin sayılabilecek bir girinti mevcuttur. Medial tepenin dorsal ve ventral uçları sırasıyla antirostrum ve pseudoantirostrum istikametinde ilerler ve özellikle ventral uç pseudoantirostrumu tamamen örter (Şekil 2f).

Utrikular otolitlerin morfolojik tanımlanması:

Lapillusların dorsal bölgesi dışbükey-içbükey ve pürüzsüz iken ventral bölgesi dışbükey ve engebeldir (Şekil 3).

Cyprinidae: *Barbus tauricus* Kessler, 1877

Genel şekil, anterior kısımda kare veya yuvarlaktır. Posterior kısma doğru gittikçe incilir. Anteromedial kenar küçük bir tümsektir. Anterolateral ve posterolateral kenarlar köşeli ve belirgindir. Posteromedial kenar bazı örneklerde belirgin değildir. Posterior kenar genelde düzdür. Ayrıca derin bir yarı (kesi) ta önemli bir karakterdir (Şekil 3a).

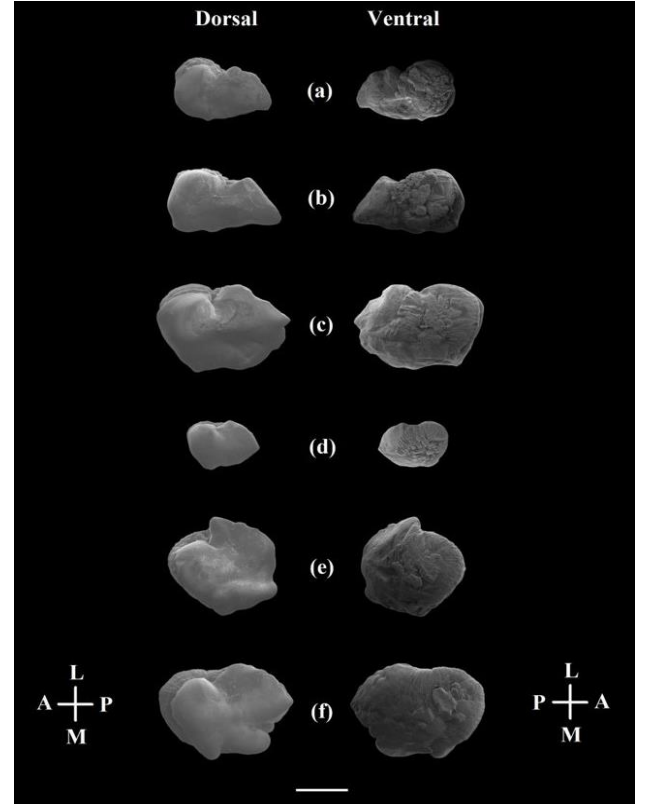
Capoeta tinca (Heckel, 1843)

Genel şekil anterior bölgede karesel bir yapı gösterirken, posterior bölgeye doğru hafif incelme gösterir. Çoğunlukla anterior kenar dikey yönde düz bir şekilde uzanır ve sonlandığı yerde anteromedial kenar yer alır. Anteriolateral ve posteriolateral kenarlar oldukça belirgin olup, aralarında uzanan lateral kenar düz ya da hafif yuvarlaktır. Posteromedial kenarın konumu genelde net değildir. Posterior kenar çoğunlukla içbükeydir. Medial kenarda da hafif içbükeylik söz konusudur. Ayrıca derin bir yarı (kesi) da mevcuttur (Şekil 3b). Bu tür ile *B. tauricus*'un lapillusları benzerlik gösterir. Fakat *B. tauricus*'un lapillusu daha uzun ve oval yapılıdır.

Leuciscidae: *Abramis brama* (L., 1758)

Genel şekil uzun, oval veya neredeyse eşkenar dördgendir. Anterolateral ve anteromedial kenarlar benzer şekilde gelişmiş, yuvarlak ve belirgindir. Posteromedial kenar nispeten daha az gelişmiş ve yuvarlaktır. Posterolateral kenar daha sivridir. Medial kenar genellikle

kavisli ve dalgalıdır. Bununla birlikte, düz de olabilir. Posterior kenar belirgin bir içbükeylik gösterir. Lateral kenar genellikle düzdür ancak hafif yuvarlak da olabilir (Şekil 3c).



Şekil 3. Tersakan Çayı'ndan altı cypriniform türün sağ lapillus otolitlerinin dorsal ve ventral görünüşleri. (a)-*B. tauricus* (29,5 cm TB), (b)-*C. tinca* (27,4 cm TB), (c)-*A. brama* (24,1 cm TB), (d)-*A. kurui* (10,9 cm TB), (e)-*S. erythrophthalmus* (15,0 cm TB), (f)-*S. cephalus* (18,5 cm TB), D-dorsal, V-ventral, A-anterior, P-posterior, Ölçek: 1 mm.

Figure 3. Dorsal and ventral views of the right lapillus otoliths of six cypriniform species from Tersakan Stream. (a)-*B. tauricus* (29.5 cm TL), (b)-*C. tinca* (27.4 cm TL), (c)-*A. brama* (24.1 cm TL), (d)-*A. kurui* (10.9 cm TL), (e)-*S. erythrophthalmus* (15.0 cm TL), (f)-*S. cephalus* (18.5 cm TL), D-dorsal, V-ventral, A-anterior, P-posterior, Scale bar: 1 mm.

Alburnoides kurui Turan, Kaya, Bayçelebi, Bektaş & Ekmekçi, 2017

Genel şekil uzun ve ovaldır. Tüm kenarlar oldukça belirgindir. Bazı örneklerde anteromedial kenar, sağlam bir şekilde uzamıştır. Medial kenar düz ya da hafif içbükeydir. Posterior kenar genelde düzdür veya içbükeydir. Lateral kenar yuvarlaktır (Şekil 3d). Bu türün lapillusu *A. brama*'nın lapillusuna benzerlik göstermekle birlikte boyutu, daha uzun ve oval yapısı ile ondan ayrılmaktadır.

Scardinius erythrophthalmus (L., 1758)

Genel şekli, anterior kısımda yarım daire ve posterior kısımda yamuk şeklindedir. Dörtkenar da iyi gelişmiştir. Genellikle lateral ve medial kenarlar düzdür. Posterior kenarda belirgin bir içbükeylik göze çarpar (Şekil 3e). Bu türün lapillusu, *S. cephalus*'un lapillusuna benzer ancak geniş dikdörtgen şekli ile ondan ayrılır.

Squalius cephalus (L., 1758)

Genel şekil ovalden dikdörtgene değişkendir. Genellikle lateral ve medial kenarlar birbirine simetrik uzanır ve ikisi arasında dik bir şekilde alçalan posterior kenar vardır. Tüm kenarlar büyük oranda iyi gelişmiştir (Şekil 3f). Bu türün lapillusunu ile *S. erythrophthalmus*'un lapillusuna benzerdir ancak *S. cephalus* daha uzun bir lapillusuna sahiptir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Teleost balıkların asteriskusları, diğer karakterlerin yanı sıra fossa acustica'nın şekli, yönü ve konumu açısından vertikal, horizontal ve gyro olmak üzere 3 morfolojik tipe ayrılır (Assis, 2003). Otofizyan türlerde bulunan gyro tipi, otolitin orta kısmını çevreleyen ve fossa acustica'nın etrafını yaklaşık 360 derece dönebilen iyi gelişmiş bir lobus major; aşırı küçülmüş veya hiç olmayan bir lobus minor; kavisli bir fossa acustica; az ya da çok göze çarpan bir anterior pseudoexcisura ve mevcut olduğunda her zaman anteriorda olan bir pseudoantirostrum ile karakterize edilir (Assis, 2003). Bu çalışmada incelenen balıkların asteriskus morfolojisi gyro tip ile örtüşmektedir. Bununla birlikte, asteriskus otolitlerin az sayıda ve benzer morfolojik özellikleri çalışılan türleri tam olarak ayırt etmeyi zorlaştırmaktadır. Nitekim Assis (2003), asteriskusların tür tanımlamada kullanımının zorluklarına değinerek mevcut sınırlamaların yakın türler arasında kesin bir ayırım yapmayı sağlayacak morfolojik değişkenleri belirlemeye izin vermediğini dile getirmiştir.

Literatürde, çalışma materyalini oluşturan balıklardan *B. tauricus* (Kontas & Bostancı, 2015; Ozpicak, 2020), *S. cephalus* (Bostancı, 2009; Kurucu & Bostancı, 2018; Ozpicak vd., 2018), *A. brama* ve *S. erythrophthalmus* (Yılmaz vd., 2015) türlerine ait asteriskus otolitlerin görselleri ve kısmi morfolojik tanımlamaları mevcut iken *A. kurui* ve *C. tinca* türlerinin asteriskus görsellerine ve morfolojik tanımlamalarına rastlanmamıştır. Bu nedenle adı geçen son iki balık türünün asteriskusları ilk defa bu çalışmada morfolojik olarak analiz edilmiştir.

İncelenen balıklarda lapillus otolitlerin asteriskuslara oranla biraz daha fazla sayıda morfolojik karaktere sahip olduğu gözlenmiştir. Lapillusun genel şekli (kenarların eğriliği ve dörtkenarın gelişmişliği), anterior bölgedeki tümsek (cranial umbo), mineralizasyon alanı ve yarık (incision) en önemli karakterler olarak dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, belirli bir taksonun spesifik lapillus fenotipini ortaya koymak için tüm karakterlerin kombinasyonuna ihtiyaç vardır. Aynı bulgular, Assis (2005), Schulz-Mirbach & Reichenbacher (2006) tarafından da rapor edilmiştir. Bu çalışmadaki mevcut balık türleri, lapillus morfolojisine göre 3 gruba ayrılabilir. Oval şekilli lapillusuna sahip olan *A. brama* ve *A. kurui* ilk grubu

oluştururken, nispeten dikdörtgen biçimli lapillusları bulunan *S. erythrophthalmus* ve *S. cephalus* ikinci gruba teşkil eder. Lapillusları birbirine benzeyen *B. tauricus* ve *C. tinca* ise üçüncü grupta yer alır. Söz konusu sınıflandırma, Schulz-Mirbach & Reichenbacher (2006)'ın vermiş olduğu gruplandırma ile uyum göstermektedir.

Çalışılan türlerden *B. tauricus*, *S. cephalus*, *A. brama* ve *S. erythrophthalmus*'da lapillus otolitlerinin şekli ve sınırlı tanımlamaları bazı çalışmalarda gösterilmiştir (Bostancı, 2009; Yılmaz vd., 2015; Ozpicak vd., 2018; Ozpicak, 2020). Ancak *A. kurui* ve *C. tinca* türlerinin lapillusları ilk defa bu çalışmada incelenmiş ve morfolojik karakterlere dayalı olarak tanımlanmıştır.

Sonuç olarak, asteriskus otolitlerin az sayıda ve benzer morfolojik özellikleri mevcut türleri tanımlamada yetersiz kaldığı kanaati oluşmuştur. Buna karşılık, lapillusların daha fazla fenotipik karakter barındırdığı ve tür tanımlama amacıyla bu karakterlerin tümünün dikkate alınması gerektiği belirlenmiştir. Dolayısıyla, çalışılan cypriniform balıkların otolit morfolojisine dayalı tür tanımlamaları için her iki otolit karakterlerinin birleştirilmesi önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, örnekleme ve laboratuvar süreçlerindeki yardımlarından dolayı Prof. Dr. Nazmi Polat, Canan İmamoğlu ve İzzet Kaplan'a teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Argillier, C., Barral, M. & Irz, P. (2012).** Growth and diet of the pikeperch *Sander lucioperca* (L.) in two French reservoirs. *Fisheries & Aquatic Life*, **20**(3), 191-200. DOI: [10.2478/v10086-012-0024-0](https://doi.org/10.2478/v10086-012-0024-0)
- Arroyo-Zúñiga, K.I., Pacheco-Ovando, R., Granados-Amores, E., Granados-Amores, J., González Ramírez, J. & Díaz-Santana-Iturríos, M. (2022).** Lapillus otolith shape, a useful taxonomic feature for the identification of sea catfishes (Ariidae: Siluriformes) from the north-eastern Pacific. *Journal of Fish Biology*, **101**(5), 1262-1269. DOI: [10.1111/jfb.15198](https://doi.org/10.1111/jfb.15198)
- Assis, C.A. (2003).** The lagenar otoliths of teleosts: their morphology and its application in species identification, phylogeny and systematics. *Journal of Fish Biology*, **62**(6), 1268-1295. DOI: [10.1046/j.1095-8649.2003.00106.x](https://doi.org/10.1046/j.1095-8649.2003.00106.x)
- Assis, C.A. (2005).** The utricular otoliths, lapilli, of teleosts: their morphology and relevance for species identification and systematics studies. *Scientia Marina*, **69**(2), 259-273. DOI: [10.3989/scimar.2005.69n2259](https://doi.org/10.3989/scimar.2005.69n2259)

- Avigliano, E., Rolón, M.E., Rosso, J.J., Mabragaña, E. & Volpedo, A.V. (2018).** Using otolith morphometry for the identification of three sympatric and morphologically similar species of *Astyanax* from the Atlantic Rain Forest (Argentina). *Environmental Biology of Fishes*, **101**(9), 1319-1328. DOI: [10.1007/s10641-018-0779-2](https://doi.org/10.1007/s10641-018-0779-2)
- Bani, A., Poursaeid, S. & Tuset, V.M. (2013).** Comparative morphology of the sagittal otolith in three species of south Caspian gobies. *Journal of Fish Biology*, **82**(4), 1321-1332. DOI: [10.1111/jfb.12073](https://doi.org/10.1111/jfb.12073)
- Belfethi, L. & Moulai, R. (2022).** Diet, prey selection and biomass consumption of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) in Algeria. *Zoodiversity*, **56**(1), 57-66. DOI: [10.15407/zoo2022.01.057](https://doi.org/10.15407/zoo2022.01.057)
- Bostanci, D. (2009).** Otolith biometry-body length relationships in four fish species (chub, pikeperch, crucian carp, and common carp). *Journal of Freshwater Ecology*, **24**(4), 619-624. DOI: [10.1080/02705060.2009.9664339](https://doi.org/10.1080/02705060.2009.9664339)
- Byrd, B.L., Hohn, A.A. & Krause, J.R. (2020).** Using the otolith sulcus to aid in prey identification and improve estimates of prey size in diet studies of a piscivorous predator. *Ecology & Evolution*, **10**(8), 3584-3604. DOI: [10.1002/ece3.6085](https://doi.org/10.1002/ece3.6085)
- Campana, S.E. (2004).** *Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean*, NRC Research Press, Canada, 284p.
- Chollet-Villalpando, J.G., De La Cruz-Agüero, J. & Garcia-Rodriguez, F.J. (2014).** Comparison of urohyal bone morphology among gerreid fish (Perciformes: Gerreidae). *Italian Journal of Zoology*, **81**(2), 246-255. DOI: [10.1080/11250003.2014.912681](https://doi.org/10.1080/11250003.2014.912681)
- Çiçek, E., Sungur, S., Fricke, R. & Seçer, B. (2023).** Freshwater lampreys and fishes of Türkiye; an annotated checklist, 2023. *Turkish Journal of Zoology*, **47**(6), 324-468. DOI: [10.55730/1300-0179.3147](https://doi.org/10.55730/1300-0179.3147)
- Das, M. (1994).** Age determination and longevity in fishes. *Gerontology*, **40**(2-4), 70-96. DOI: [10.1159/000213580](https://doi.org/10.1159/000213580)
- Davoodi, P. & Rahimian, H. (2016).** Identifying *Neogobius* species from the southern Caspian Sea by otolith shape (Teleostei: Gobiidae). *Zootaxa*, **4205**(1), 81-86. DOI: [10.11646/zootaxa.4205.1.7](https://doi.org/10.11646/zootaxa.4205.1.7)
- Farooq, N. & Panhwar, S.K. (2023).** Taxonomic and otolith shape parameters of nine sympatric catfishes commercially harvested in Pakistan. *Croatian Journal of Fisheries*, **81**(1), 23-32. DOI: [10.2478/cjf-2023-0003](https://doi.org/10.2478/cjf-2023-0003)
- Fricke, R., Eschmeyer, W.N. & Van der Laan, R. (2023).** Eschmeyer's Catalog of Fishes: Genera, Species, References. Erişim tarihi: 20 Mart 2023, <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.
- Kontaş, S. & Bostancı, D. (2015).** Morphological and biometrical characteristics on otolith of *Barbus tauricus* Kessler, 1877 on light and scanning electron microscope. *International Journal of Morphology*, **33**(4), 1380-1385. DOI: [10.4067/S0717-95022015000400032](https://doi.org/10.4067/S0717-95022015000400032)
- Kontaş, S., Yedier, S. & Bostancı, D. (2020).** Otolith and scale morphology of endemic fish *Cyprinion macrostomum* in Tigris-Euphrates Basin. *Journal of Ichthyology*, **60**, 562-569. DOI: [10.1134/S00329452200400086](https://doi.org/10.1134/S00329452200400086)
- Kurucu, G. & Bostancı, D. (2018).** Using scanning electron microscopy and length-otolith size relationship for otolith morphological description of *Capoeta banarescui* Turan et al., 2006 and *Squalius cephalus* (L., 1758) (Actinopterygii: Cyprinidae) from Turkey. *Acta Zoologica Bulgarica*, **70**(1), 83-88.
- Lin, Y.J. & Al-Abdulkader, K. (2019).** Identification of fish families and species from the western Arabian Gulf by otolith shape analysis and factors affecting the identification process. *Marine and Freshwater Research*, **70**(12), 1818-1827. DOI: [10.1071/MF18282](https://doi.org/10.1071/MF18282)
- Masson, L., Almeida, D., Tarkan, A.S., Önsoy, B., Miranda, R., Godard, M.J. & Copp, G.H. (2011).** Diagnostic features and biometry of head bones for identifying *Carassius* species in faecal and archaeological remains. *Journal of Applied Ichthyology*, **27**(5), 1286-1290. DOI: [10.1111/j.1439-0426.2011.01869.x](https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01869.x)
- Mendoza, R.P.R. (2006).** Otoliths and their applications in fishery science. *Croatian Journal of Fisheries*, **64**(3), 89-102.
- Nelson, J.S., Grande, T.C. & Wilson, M.V. H. (2016).** *Fishes of the world*, 5th ed., John Wiley and Sons, Incorporated, Canada, 752p.
- Ozpicak, M. (2020).** Otolith shape and characteristics as a morphological approach to the stock identification in *Barbus tauricus* (Cyprinidae). *Journal of Ichthyology*, **60**, 716-724. DOI: [10.1134/S00329452200500045](https://doi.org/10.1134/S00329452200500045)
- Ozpicak, M., Saygin, S., Aydin, A., Hancer, E., Yilmaz, S. & Polat, N. (2018).** Otolith shape analyses of *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758) (Actinopterygii: Cyprinidae) inhabiting four inland water bodies of the middle Black Sea

- region, Turkey. *Iranian Journal of Ichthyology*, **5**(4), 293-302. DOI: [10.22034/iji.v5i4.311](https://doi.org/10.22034/iji.v5i4.311)
- Pavlov, D.A. (2022).** Otolith morphology in gibel carp *Carassius gibelio* and crucian carp *C. carassius* (Cyprinidae). *Journal of Ichthyology*, **62**(6), 1067-1080. DOI: [10.1134/S0032945222060200](https://doi.org/10.1134/S0032945222060200)
- Pierce, G.J., Boyle, P.R. & Diack, J.S.W. (1991).** Identification of fish otoliths and bones in faeces and digestive tracts of seals. *Journal of Zoology*, **224**(2), 320-328. DOI: [10.1111/j.1469-7998.1991.tb04810.x](https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1991.tb04810.x)
- Popper, A.N., Ramcharitar, J. & Campana, S.E. (2005).** Why otoliths? Insights from inner ear physiology and fisheries biology. *Marine & Freshwater Research*, **56**(5), 497-504. DOI: [10.1071/MF04267](https://doi.org/10.1071/MF04267)
- Schulz-Mirbach, T. & Plath, M. (2012).** All good things come in threes – species delimitation through shape analysis of saccular, lagenar and utricular otoliths. *Marine & Freshwater Research*, **63**(10), 934-940. DOI: [10.1071/MF12132](https://doi.org/10.1071/MF12132)
- Schulz-Mirbach, T. & Reichenbacher, B. (2006).** Reconstruction of oligocene and neogene freshwater fish faunas-an actualistic study on cypriniform otoliths. *Acta Palaeontologica Polonica*, **51**(2), 283-304.
- Schulz-Mirbach, T., Riesch, R., de León, F.J.G. & Plath, M. (2011).** Effects of extreme habitat conditions on otolith morphology-a case study on extremophile livebearing fishes (*Poecilia mexicana*, *P. sulphuraria*). *Zoology*, **114**(6), 321-334. DOI: [10.1016/j.zool.2011.07.004](https://doi.org/10.1016/j.zool.2011.07.004)
- Schwarzahns, W. (2014).** Head and otolith morphology of the genera *Hymenocephalus*, *Hymenogadus* and *Spicomacrus* (Macrouridae), with the description of three new species. *Zootaxa*, **3888**(1), 1-73. DOI: [10.11646/zootaxa.3888.1.1](https://doi.org/10.11646/zootaxa.3888.1.1)
- Tarkan, A.S., Gürsoy Gaygusuz, C., Gaygusuz, Ö. & Acıpmar, H. (2007).** Use of bone and otolith measures for size-estimation of fish in predator-prey studies. *Folia Zoologica*, **56**(3), 328.
- Toyran, K. & Albayrak, I. (2019).** Distribution and ecology of *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758) in Kizilirmak River (Turkey). *Journal of Animal & Plant Sciences*, **29**(3), 871-880.
- Turan, C., Ergüden, D., Gürlek, M., Çevik, C. & Turan, F. (2015).** Molecular systematic analysis of shad species (*Alosa* spp.) from Turkish marine waters using mtDNA genes. *Turkish Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, **15**, 149-155. DOI: [10.4194/1303-2712-v15_1_16](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v15_1_16)
- Tuset, V.M., Azzurro, E. & Lombarte, A. (2012).** Identification of Lessepsian fish species using the sagittal otolith. *Scientia Marina*, **76**(2), 289-299. DOI: [10.3989/scimar.03420.18E](https://doi.org/10.3989/scimar.03420.18E)
- 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. DOI: [10.3989/scimar.2008.72s17](https://doi.org/10.3989/scimar.2008.72s17)
- Yazıcı, R. (2018).** *Siddıklı Küçükboğaz Baraj Gölü'ndeki yayın balığı (Silurus glanis L., 1758)'nın biyolojik özellikleri*. Ahievran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kırşehir, Türkiye, 137s.
- Yazıcıoğlu, O., Yılmaz, S., Yazıcı, R., Erbaşaran, M. & Polat, N. (2016).** Feeding ecology and prey selection of European perch, *Perca fluviatilis* inhabiting a eutrophic lake in northern Turkey. *Journal of Freshwater Ecology*, **31**(4), 641-651. DOI: [10.1080/02705060.2016.1220432](https://doi.org/10.1080/02705060.2016.1220432)
- Yazıcıoğlu, O., Polat, N. & Yılmaz, S. (2018).** Feeding biology of pike, *Esox lucius* L., 1758 inhabiting Lake Ladik, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, **18**(10), 1215-1226. DOI: [10.4194/1303-2712-v18_10_08](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v18_10_08)
- Yedier, S. & Bostancı, D. (2022).** Molecular and otolith shape analyses of *Scorpaena* spp. in the Turkish seas. *Turkish Journal of Zoology*, **46**(1), 78-92. DOI: [10.3906/zoo-2105-26](https://doi.org/10.3906/zoo-2105-26)
- Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O., Yazıcı, R. & Polat, N. (2015).** Relationships between fish length and otolith size for five cyprinid species from Lake Ladik, Samsun, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, **39**(3), 438-446. DOI: [10.3906/zoo-1403-58](https://doi.org/10.3906/zoo-1403-58)