



Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyufbed>



Araştırma Makalesi

Sazan Balığı (*Cyprinus carpio*)'nın Yaş Tayininde Bütün ve Kesit Otolit Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Aykut AYDIN, Nazmi POLAT, Semra SAYGIN*, Melek ÖZPİÇAK, Savaş YILMAZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

Aykut AYDIN, ORCID No: 0000-0001-5222-0353, Nazmi POLAT, ORCID No: 0000-0001-9785-9927,
Semra SAYGIN, ORCID No: 0000-0002-3249-5074, Melek ÖZPİÇAK, ORCID No: 0000-0003-3506-4242,
Savaş YILMAZ, ORCID No: 0000-0003-2859-4886

*Sorumlu yazar e-posta: semra.saygin@omu.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 10.06.2022
Kabul: 19.10.2022
Online Nisan 2023

DOI:10.53433/yyufbed.1129009

Anahtar Kelimeler

Asteriskus,
Cyprinus carpio,
Kesit otolit,
Otolit,
Yaş tayini

Öz: Bu çalışmada, Altinkaya Baraj Gölü (ABG) ve Bafra Balık Gölleri (BBG)'nde yaşayan *Cyprinus carpio* türünün bütün ve kesit otolitlerinin karşılaştırılarak yaş tayininde güvenilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Balık örnekleri (117 birey) 2017-2018 tarihlerinde temin edilmiş, her bir balığın total boyları ölçülmüş (± 0.1 cm) ve ağırlıkları (± 0.01 g) tartılmıştır. Bütün otolitlerin (asteriskus) distal yüzeylerinden yaşları belirlenmiş, transversal kesitler alınmıştır. Yüzde uyum, ortalama yüzde hata ve değişim katsayısı hesaplanmıştır. Popülasyon genelinde total boylar 17.8-69.3 cm, ağırlıklar 67.57-5412 g arasında değişmiştir. Bütün ve kesit otolitlerde okunan yaşlar ABG'de sırasıyla 2-6, 2-7, BBG'de sırasıyla 1-8, 0-7 olarak belirlenmiştir. ABG ve BBG'de yüzde uyumun en yüksek (sırasıyla; %75.43, %71.67), ortalama yüzde hata (%3.89, %3.98) ve değişim katsayısının en düşük (5.11, 5.29) olduğu kesit otolit yöntemidir. Her iki alanda da *C. carpio* türünün yaş tayini için elde ettiğimiz sonuçlar, kesit otolit yönteminin yaş belirlemede bütün otolit yöntemine göre daha güvenilir olduğunu göstermiştir.

Comparison of Whole and Section Otolith Methods for Age Determination of Carp (*Cyprinus carpio*)

Article Info

Received: 10.06.2022
Accepted: 19.10.2022
Online April 2023

DOI:10.53433/yyufbed.1129009

Keywords

Age determination,
Asteriscus,
Cyprinus carpio,
Otolith,
Section otolith

Abstract: This study aims to determine the reliability of age determination by comparing whole and section otoliths of *Cyprinus carpio* species living in Altinkaya Dam Lake (ADL) and Bafra Fish Lakes (BFL). Fish samples (117 individuals) were obtained between 2017-2018, and the total lengths of each fish were measured (± 0.1 cm) and their weights (± 0.01 g) were weighed. Ages were determined from the distal surfaces of all otoliths (asteriscus) and transversal sections were taken. Percent agreement, average percent error and coefficient of variation were calculated. In the population, total lengths ranged between 17.8-69.3 cm and weights ranged between 67.57-5412 g. The ages read in whole and section otoliths were determined as 2-6, 2-7 in ADL and 1-8, 0-7 in BFL, respectively. The section otolith method has the highest percentage agreement (75.43% and 71.67%, respectively), the lowest mean percent error (%3.89, %3.98) and coefficient of variation (5.11, 5.29) for ADL and BFL. For the age determination of *C. carpio* species in both areas, our results indicate that the age determination based on the section otolith method provides more reliable results than the whole otolith method.

Bu makale, birinci yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

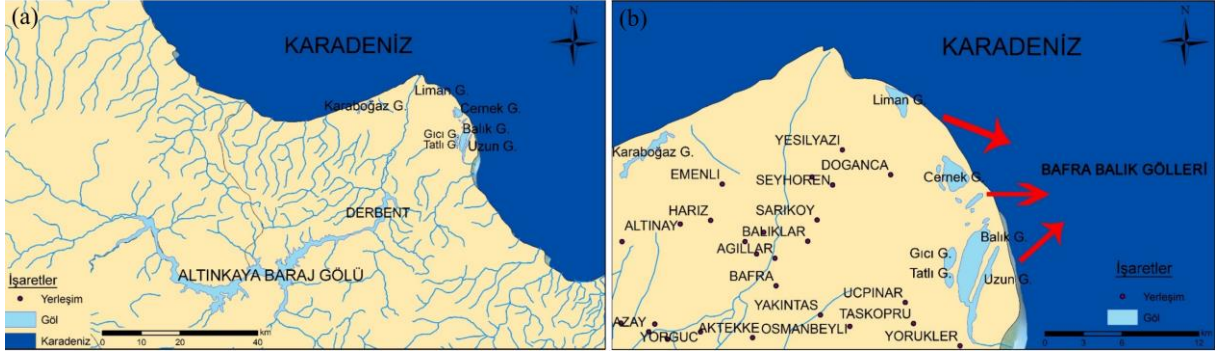
Dünyadaki en yaygın tatlı su balıklarından biri olan sazan balığı (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) 139 ülke ve adada yayılış gösteren ekonomik açıdan önem arz eden bir türdür (Froese & Pauly, 2016). Doğal veya taşındığı bölgelerde türün korunma ve balıkçılık durumu, istilacı olduğu alanlarda akvatik ekosistem üzerindeki zararlı etkileri nedeniyle, türün başarılı bir şekilde yönetimi için yaşa bağlı geçerli modeller gereklidir (Vilizzi, 2018). Balıkçılık yönetiminde yaş belirleme adımı en önemli hususlardandır (Hilborn & Walters, 2013). Hem tarihsel hem de coğrafik açıdan en çok incelenen tatlısu balık türlerinden biri olan sazan balığının yaşının belirlendiği çok sayıda çalışma mevcuttur (Vilizzi & Copp, 2017). Türün yaş tayininde pul, yüzgeç ışını, omur, otolit, operkül, suboperkül gibi bir çok kemiksi yapı değerlendirmeye alınmıştır (Yağcı ve ark., 2008; Yılmaz & Polat, 2008, Bolat & Yağcı, 2018). Asteriskuslar şekil itibariyle daha düzenlidir ve büyüme birikimleri yaş tayinine daha elverişlidirler. Ostariophysan balıklarda (sazan dahil), asteriskusların güvenilir halka sayımları için daha elverişli olduğu kanıtlanmıştır (Vilizzi, 2018). Literatür incelendiğinde sazan balıklarının yaşının belirlenmesinde pulların yaygın olarak kullanıldığı gözlenmiştir. Pulları operkül, otolit, dorsal diken, pektoral ve anal yüzgeç ışını izlemiştir (Vilizzi, 2018). Bu yapılardan biri olan otolitler; yaş tayini, büyüme parametrelerinin hesaplanması, popülasyon dinamikleri ve otolit morfometrisi gibi farklı çalışmalarda kullanılmaktadırlar (Tuset ve ark., 2008). Balıklarda yaş belirleme çalışmalarında ise otolitlere farklı yöntemlerle başvurulmaktadır. Kıрма-yakma, kesit alma, asitlendirme ve boyama gibi farklı tekniklerin otolitlere uygulanması, balık yaş verilerinin daha iyi açıklanabilmesi açısından önem taşımaktadır. Otolitten kesit alma tekniği, kıрма-yakma yöntemine göre daha çok tercih edilen bir uygulamadır. Bu teknik sayesinde yaş halkaları daha iyi gözlenerek, balığın yaşı ile ilgili değerlendirmeler daha sağlıklı bir şekilde yapılabilir (Metin & Kınacıgil, 2001). Sazan balığının yaşının tespitinde kemiksi yapılardan yüzeysel okuma tekniğinin yanı sıra kesit tekniğinin uygulandığı yaş çalışmaları da mevcuttur (Coulter ve ark., 2008; Hutchison ve ark., 2012). Çalışma alanında daha önceden türün yaş tayini ile ilgili araştırma mevcuttur (Yılmaz ve ark., 2012), ancak kesit alma tekniği kullanılmamıştır. Bu çalışmada Samsun ilindeki Altınkaya Baraj Gölü ve Bafra Balık Gölleri'nden elde edilen sazan balıklarının otolitlerine kesit alma tekniği ve yüzeyden okuma tekniği uygulanarak tür için uygun olan yaş belirleme yönteminin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Sazan balığı örnekleri Altınkaya Baraj Gölü (Şekil 1a) ve Bafra Balık Gölleri (Şekil 1b)'nde ticari amaçlı avcılık yapan balıkçılardan satın alınmıştır. Örnekleme gerçekleştirildiği tarihler; Altınkaya Baraj Gölü için Mart 2017-2018, Bafra Balık Gölleri için Eylül 2017-Ocak 2018'dir. Elde edilen balık örneklerinin total boyları ölçülmüş (± 0.1 cm) ve ağırlıkları (± 0.01 g) tartılmıştır. Sağ ve sol otolitler çiftler halinde çıkarılmış, %96'lık etil alkolde temizlenmiş ve sonrasında 103°C'lik etüvde 15 dakika bekletilerek kurutulmuştur (Chugunova, 1963). Her iki habitattaki sazan balıklarının otolitleri incelendiğinde sagittal otolitler, şekil itibariyle ince uzun ve kırılğan yapıya sahip olmaları nedeniyle yaş tayininde bu çalışmada kullanılmamıştır. Lapilluslarda ise birikimin fazla olması nedeniyle halkalar net gözlenememiş ve çok sayıda vateritik otolit olduğu dikkati çekmiştir. Bu nedenle sagittal otolitler ve lapilluslar değerlendirmeye alınmamış yalnızca asteriskuslarda yaş verileri okunmuştur. Yaş tayinine hazır hale getirilmiş otolitlerin öncelikle distal yüzeylerinden yüzeysel yaş okumaları gerçekleştirilmiştir. Bu işlemlerin ardından bütün otolitlere kesit alma tekniği uygulanarak yaş tayinine hazır hale getirilmiştir.

Otolit kesitlerinin alınacağı blokların hazırlanmasında 100 g polyester (Stiren (100-42-5)), 2 damla katalizör (kobalt) ve 100 g polyester için %3 (3g) sertleştirici (Metil Etil Keton Peroxide) kullanılmıştır (Bedford, 1983). Elde edilen karışım bloklara dökülmüş, 35°C'lik etüvde 2 saat boyunca kurumaya bırakılmıştır. Yeterli sertliğin sağlandığı kalıplara otolitler yerleştirilmiş ve tekrar polyester karışımı ile kapatılmıştır. Kuruduktan sonra bloklar kalıplardan çıkarılmış ve her bir otolitin fokus noktaları Leica marka sterio mikroskop altında belirlenerek işaretlenmiştir. Buehler marka Isomet low-speed kesit alma cihazı kullanılarak otolitlerin merkezinden geçen önceden çizilmiş hat boyunca 0.5 mm genişlikte transversal kesitler alınmıştır. Otolitlerden kesit alma işlemi transversal düzlemde gerçekleştirilmiştir. Kesit alma işlemi takiben örnekler 400 μ , 800 μ ve 1200 μ zımpara kağıtları ile

sırasıyla zımparalanmıştır. Bütün bu işlemlerin ardından elde edilen kesitler entellan kullanılarak lam ve lamel arasında preparat haline getirilmiştir.



Şekil 1. a) Altınkaya Baraj Gölü b) Bafra Balık Gölleri.

Bütün ve kesit otolitlerde yaşlar, Leica DFC295 kameraya sahip Leica S8APO mikroskop yardımıyla bir okuyucu tarafından değişik zaman dilimlerinde 3 tekrarlı olacak şekilde belirlenmiştir. Bütün ve kesit otolit verilerinin karşılaştırılmasında kullanılan formüller yüzde uyum, ortalama yaş, ortalama yüzde hata ve değişim katsayısıdır.

Yüzde uyum, yaş okumaları arasındaki benzerlik oranının yüzde (%) cinsinden belirtilmesidir. Bu çalışmada 3 tekrarlı yaş okuması gerçekleştirilmiştir. Bu okumalar sonucunda 3/3, 2/3 ve 1/3 şeklinde üç okuma grubu oluşturulmuştur.

$$X_{kt} = \frac{\sum_i^n \sum_j^f X_{ijkt}}{nf} \quad (1)$$

Ortalama yaş formülünde, X_{kt} : Ortalama yaş, n: tekrar okuma sayısı, f: yaş tayini yapılan birey sayısı, X_{ijkt} : j balığı için i. okumada belirlenen yaşı ifade etmektedir (Baker & Timmons, 1991).

$$OYH_j = 100\% \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{|X_{ij} - X_j|}{X_j} \quad (2)$$

Ortalama yüzde hata denklemine; OYH_j : j balığı için elde edilen ortalama yüzde hatanın, X_{ij} : j balığında i. yaş okumasının, X_j : j balığında ortalama yaşın, R: j balığında gerçekleştirilen tekrarlı okuma sayısının göstergesidir (Beamish & Fournier, 1981).

$$DK_j = 100\% \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^R \frac{(X_{ij} - X_j)^2}{R-1}}}{X_j} \quad (3)$$

Formülde; DK_j : j balığının değişim katsayısını, X_{ij} : j balığında i. yaş okumasını, X_j : j balığı için ortalama yaşı, R: j balığı için gerçekleştirilen tekrar okuma sayısını ifade etmektedir (Chang, 1982).

Altınkaya Baraj Gölü ve Bafra Balık Gölleri'nden örneklenen *C. carpio* türünün yaş okumaları sonucunda; bütün otolit ve kesit otolitlerden elde edilen verilerin analizi sonucunda yüzde uyumun en yüksek, ortalama yüzde hata ve değişim katsayısının en düşük olduğu yöntem, yaş belirleme için güvenilir otolit yöntemi olarak belirlenmiştir.

3. Bulgular

Altınkaya Baraj Gölü'nden 60 birey, Bafra Balık Gölleri'nden 57 birey elde edilmiştir. Altınkaya Baraj Gölü *C. carpio* populasyonunun total boyları 36.40 cm ile 63.80 cm (ort±ss, 47.98±7.146) arasında, ağırlık değerleri ise 673.99 g ile 3937.94 g (ort±ss, 1778.10±749.30) arasında

değişiklik göstermiştir. Bafra Balık Gölleri'ndeki populasyon örneklerinin total boyları 17.80 cm ile 69.30 cm (ort±ss, 42.70±8.98), ağırlıkları ise 111.83 g ile 5412 g (ort±ss, 1167.35±844) arasında dağılmıştır.

Altinkaya Baraj Gölü (ABG) ve Bafra Balık Gölleri'nden (BBG) örneklenen *C. carpio* populasyonlarında, bütün otolit ve kesit otolit ile yapılan 3 tekrarlı yaş okuması sonucunda ABG'de bütün otolitlerde yaş aralıkları 2-6, kesit otolitlerde 2-7 şeklindedir. BBG'de ise yaşlar bütün otolitlerde 1-8, kesit otolitlerde 0-7 arasında değişmiştir. Otolit yöntemlerinde gözlenen yaş grupları ile her bir gruptaki örnek sayısı ve yüzdeleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Altinkaya Baraj Gölü ve Bafra Balık Gölleri'nde yaşayan *C. carpio* populasyonlarının yaş gruplarına göre birey sayıları (N) ve yüzdeleri

Lokalite	Yöntem	Yaş Grupları										Toplam
		0	1	2	3	4	5	6	7	8		
ABG	Bütün	N	-	-	3	17	29	8	3	-	-	60
		%	-	-	5	28.3	48.3	13.3	5	-	-	100
	Kesit	N	-	-	4	12	31	9	3	1	-	60
		%	-	-	6.7	20	51.6	15	5	1.7	-	100
BBG	Bütün	N	-	2	9	22	12	6	3	2	1	57
		%	-	3.5	15.8	38.6	21.1	8.8	5.3	3.5	1.8	100
	Kesit	N	1	1	9	20	15	2	7	2	-	57
		%	1.8	1.8	15.8	35.1	26.2	3.5	12.3	3.5	-	100

Bütün otolit ve kesit otolitlerden gerçekleştirilen üç tekrarlı okumanın sonucunda hesaplanan ortalama yaşlar Çizelge 2'de gösterilmiştir. Gerçekleştirilen okumalar sonucunda ortalama yaşların değişim aralığı; Altinkaya Baraj Gölü'nde 0.12 yıl, Bafra Balık Gölleri'nde ise 0.02 yıl olarak hesaplanmıştır. En yüksek ortalama yaşlar, Altinkaya Baraj Gölü'nde de, Bafra Balık Gölleri'nde de kesit otolitlerde gözlenmiştir.

Çizelge 2. Otolit yöntemlerinde lokalitelere göre elde edilen ortalama yaşlar ve standart hataları

Lokalite	Yöntem	N	Ortalama Yaş	Standart Hata
ABG	Bütün	60	3.85	± 0.116
	Kesit	60	3.97	± 0.128
BBG	Bütün	57	3.58	± 0.192
	Kesit	57	3.60	± 0.194

Yüzde uyum değerleri her iki lokalitede de bütün ve kesit otolitler için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 3). Yüzde uyum değerleri incelendiğinde; en yüksek yüzde uyum Bafra Balık Gölleri örneğinde %75.45 ile kesit otolitte, Altinkaya Baraj Gölü örneğinde %71.67 ile yine kesit otolitte belirlenmiştir.

Çizelge 3. Bütün otolit ve kesit otolitlerin Altinkaya Baraj Gölü (ABG) ve Bafra Balık Gölleri (BBG) için yüzde uyum değerleri (% N) ve birey sayıları (N)

Lokalite	Metot		Uyum Grupları			Toplam
			3/3	3/2	3/1	
ABG	Bütün	%N	60.00	35.00	5.00	100
		N	36	21	3	60
	Kesit	%N	71.67	25.00	3.33	100
		N	43	15	2	60
BBG	Bütün	%N	57.89	36.84	5.26	100
		N	33	21	3	57
	Kesit	%N	75.43	22.81	1.76	100
		N	43	13	1	57

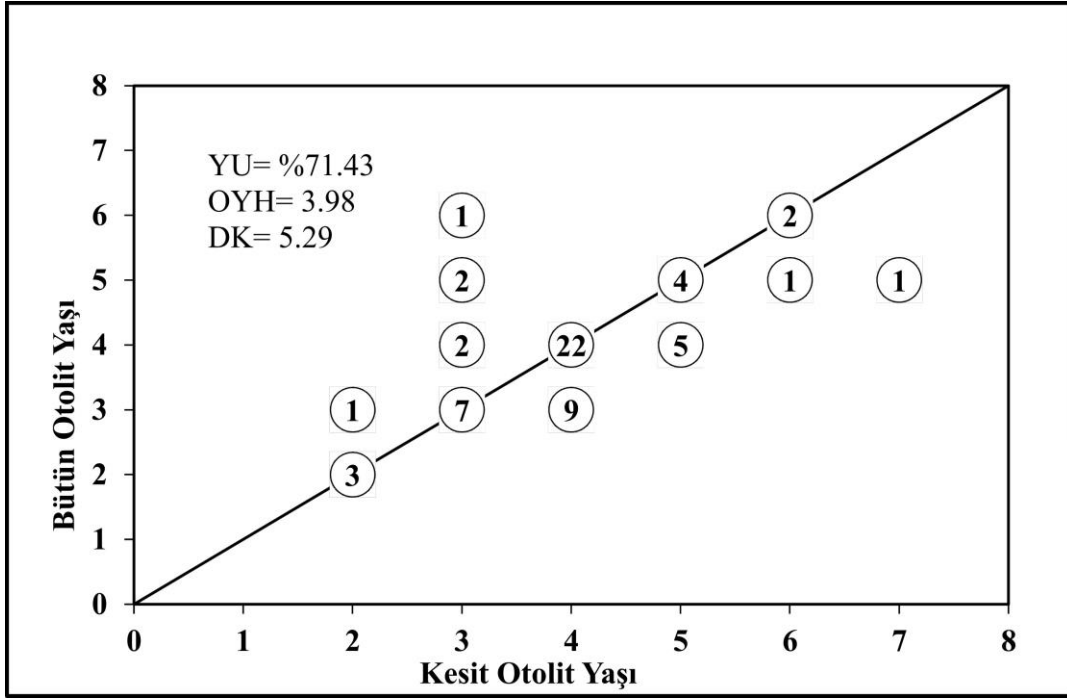
Ortalama yüzde hata (OYH) ve değişim katsayısı değerleri (DK) bütün otolit ve kesit otolit yöntemleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Kemiksi oluşumlarda OYH ve DK değerleri

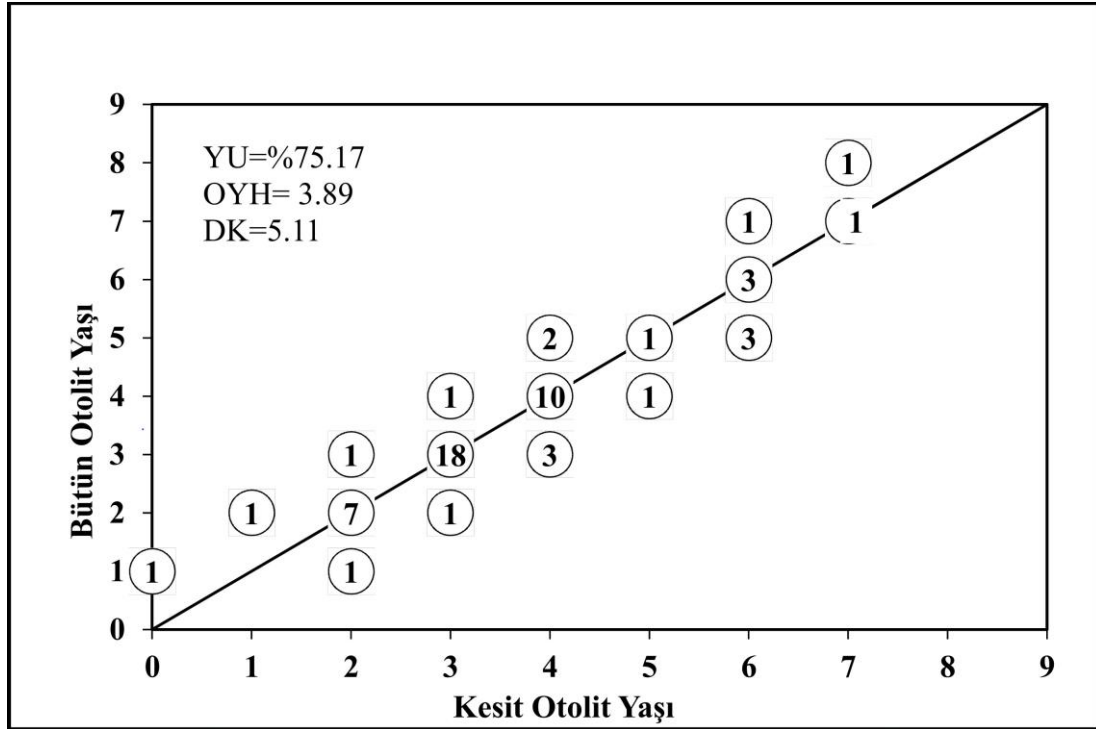
Lokalite	Otolit Yöntemi	N	(OYH±SH)	(DK±SH)
ABG	Bütün	60	5.36±1.06	7.07±1.39
	Kesit	60	3.98±0.82	5.29±1.11
BBG	Bütün	57	5.60±1.02	7.43±1.36
	Kesit	57	3.89±0.93	5.11±1.22

Çizelge 4'ten görüldüğü üzere, en düşük OYH (3.98, 3.89) ve DK değerleri (5.29, 5.11) Altinkaya Baraj Gölü ve Bafra Balık Gölleri'nde kesit otolit yönteminde elde edilmiştir. Bunun sonucunda otolit kesitindeki tekrarlı okumaların bütün otolite göre daha tutarlı olduğunu ifade edebiliriz. Ayrıca her bir otolit yönteminin tekrarlı okumaları arasında farklılıklar ve her bir yöntemde farklı oranlarda hatalar tespit edilmiştir.

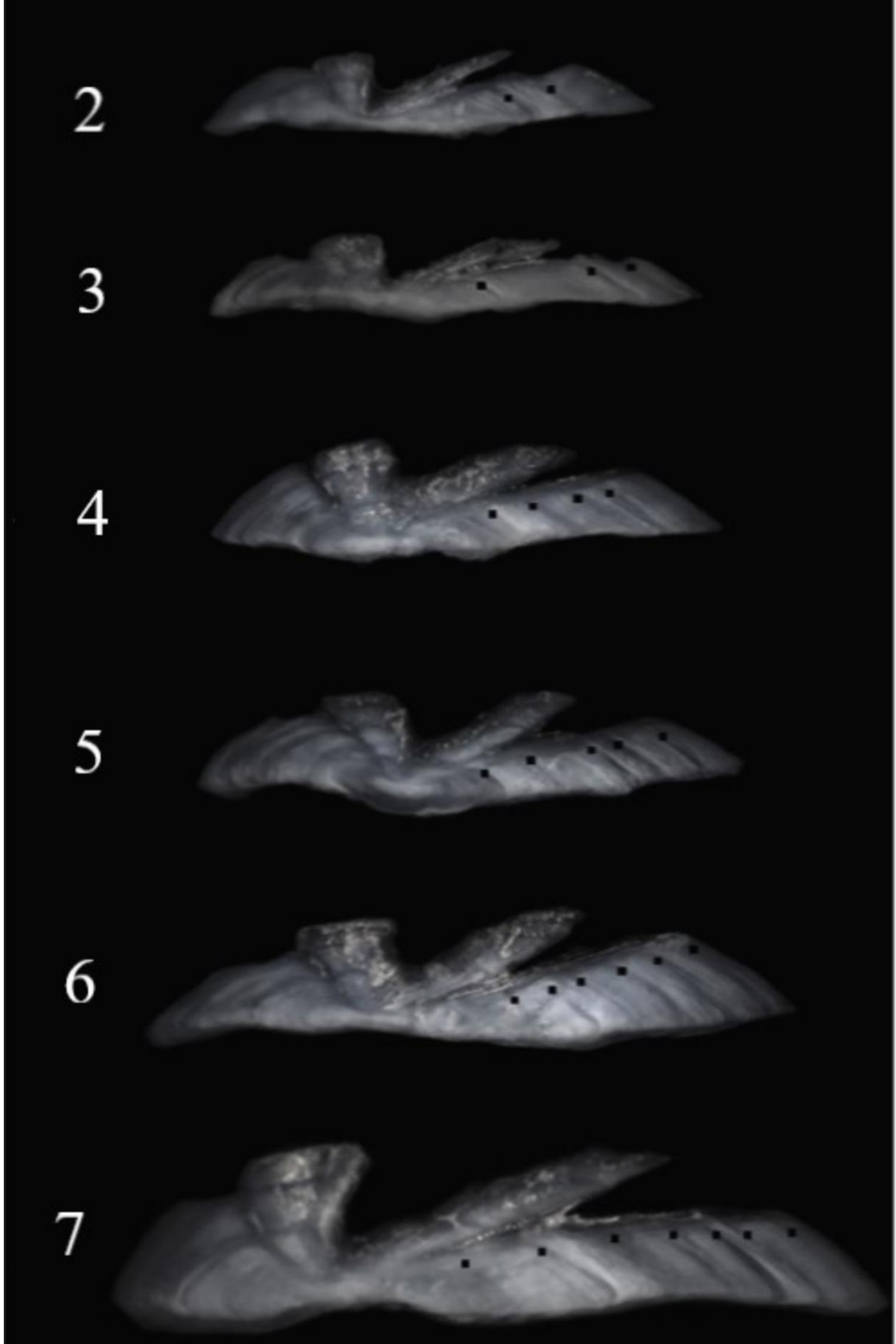
Şekil 2 ve 3'te *C. carpio* türünün Altinkaya Baraj Gölü ve Bafra Balık Gölleri popülasyonları için kesiti alınmış otolitlerin yaşları ile bütün otolitlerden elde edilen yaşlar karşılaştırılmıştır. Şekil 4 ve Şekil 5'te ise otolit kesitlerindeki yaş halkaları gösterilmektedir.



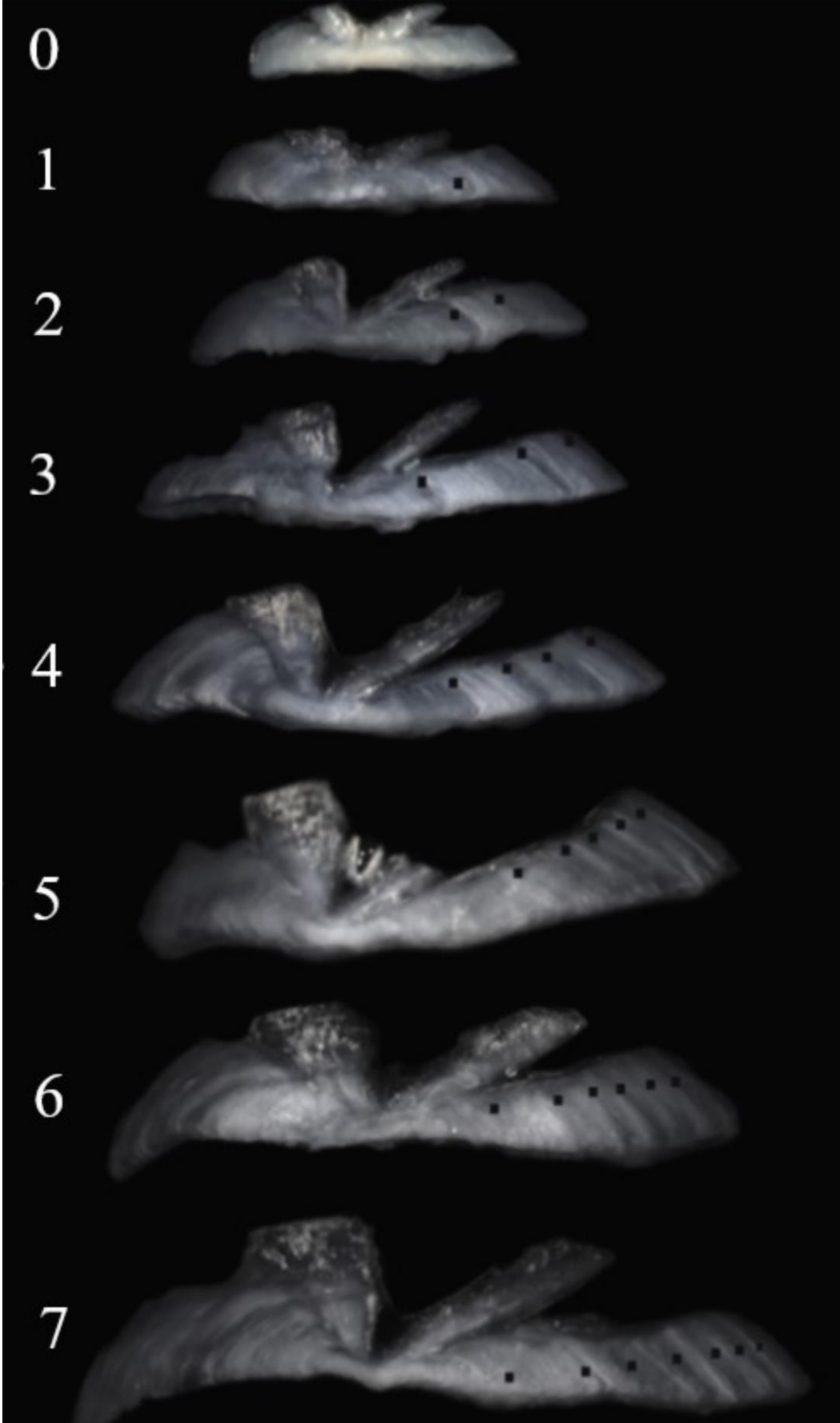
Şekil 2. Altınkaya Baraj Gölü bütün otolit ve kesit otolit yaşlarının karşılaştırılması.



Şekil 3. Bafra Balık Gölleri bütün otolit ve kesit otolit yaşlarının karşılaştırılması.



Şekil 4. Altinkaya Baraj Gölü örneklerinin otolit kesitlerinde yaş halkalarının görünümü (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7: okunan yaş halkaları sayısı).



Şekil 5. Bafra Balık Gölleri örneklerinin otolit kesitlerinde yaş halkalarının görünümü (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7: okunan yaş halkaları sayısı)

4. Tartışma ve Sonuç

Yapılan analizler neticesinde hesaplanan yüzde uyum, ortalama yüzde hata ve değişim katsayısı verileri beraber değerlendirmeye alındığında; Altinkaya Baraj Gölü ve Bafra Balık Gölleri'nde yüzde uyumun en yüksek, ortalama yüzde hata ve değişim katsayısının en düşük olduğu yapının kesit otolitler olduğu belirlenmiştir. Bu bilgiler dahilinde, örneklerin temin edildiği iki lokalitedeki *C. carpio* türünün yaşının belirlenmesinde bütün otolitlerde yüzeysel yaş okumanın yerine kesiti alınmış otolitlerden yaş okumanın daha güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Cyprinus carpio türünde yaş tayini ve büyüme özellikleri konusunda ülkemizde ve dünyada çok sayıda çalışma mevcuttur (Aydın ve ark., 2009; Saylar & Benzer, 2014; Vilizzi, 2018; Maitland ve ark., 2022). Bu çalışma, Altinkaya Baraj Gölü ve Bafra Balık Gölleri'ndeki sazan balığının yaş tayininde bütün otolit ve kesit otolit yöntemlerinin karşılaştırıldığı ilk çalışma niteliği taşımaktadır. Brown ve ark. (2004), Winker ve ark. (2010), Bolat & Yağcı (2018), Arslan & Yazıcı (2020), *C. carpio* bireylerinde yaş tespitinde asteriskusun daha güvenilir olduklarını bildirmişlerdir.

Sazan balığının yaş tayininde en yaygın olarak kullanılan yapı pullardır, bunu sırasıyla operkül, otolit, dorsal diken, omur ve yüzgeç ışını takip etmektedir (Vilizzi, 2018). Aydın ve ark. (2009), aynalı sazan otolitlerinde kırma-yakma yöntemini uygulamıştır. Araştırmacılar bütün otolit yaşları ile kırılıp-yakılan otolit yaşlarını tespit edip, aralarındaki benzerlikler ve farklılıkları karşılaştırmışlardır. Otolitler kırılıp yakıldıktan sonra yaş halkaları %77.25'lik bir oranla çok net gözükürken, aynı görünme netliği bütün otolitler için %20.36 olarak tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma ile otolitlerin kırılıp-yakılması ile yaş halkalarının daha net ve kolay okunduğunu, yaş tayini hata payının da daha düşük olması nedeniyle kırma-yakma yönteminin aynalı sazan için daha uygun bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Hutchison ve ark. (2012), sazan yaşını doğrulama çalışmaları yapmışlardır; bu çalışmalarda otolit kesit yöntemini kullanmışlardır. Bütün otolit okumalarıyla kesit otolit okumaları arasında tutarlılık olduğunu ifade etmişlerdir. Yates ve ark. (2016), ise sazan balıklarının yaşının belirlenmesinde otolit ve dorsal yüzgeç ışını kesitlerini karşılaştırmışlar ve dorsal yüzgeç ışını kesitlerinin daha güvenilir olduğunu bildirmişlerdir. Altinkaya Baraj Gölü ve Bafra Balık Gölleri'ndeki sazan balıklarının da yaşının belirlenmesinde kesit tekniği daha güvenilir sonuçlar vermiştir. Bütün otolit ile kesit otolitlerin ortalama yaşlarının birbirine yakın çıkması okuma kriterlerinin benzer olduğuna işaret etmektedir. Bütün otolit ve kesit otolit yönteminin ortalama yaşları arasında ABG için 0.12, BBG için 0.02 yıl farkın olması iki yöntemin de uygunluğuna işaret etmektedir. Yaş belirlemede uygun yöntemin tespitinde dikkate alınan YU, OYH ve DK değerleri incelendiğinde her üç kriter de ABG ve BBG için kesit otolitin daha güvenilir yaş verileri sunduğunu ortaya koymuştur. Kesit otolit okumalarının yüzde uyumu ABG ve BBG popülasyonunda sırasıyla %71.67, %75.43 iken, bu oran bütün otolitlerde sırasıyla %60.00, %57.89 olarak hesaplanmıştır. OYH ve DK sonuçları iki lokalitede, kesit otolitler için düşük, bütün otolitler için daha yüksektir. Yapılan analizler sonucunda iki örneklem için güvenilir yaş tayini yönteminin otolitten kesit alma tekniği olduğu sonucuna varılmıştır. Brown ve ark. (2004), sazan balıklarında yaş doğrulama için oksitetrasiklin (OTC) tekniğini kullanarak örnekleri markalamışlardır. Markalanan balıkların 19 tanesini geri yakalamışlar ve otolitlerinden kesit alarak yaşlarını okumuşlardır. Gerçek yaşlar ile kesiti alınan otolitlerden okunan yaşlar yüksek uyumluluk göstermiş ve sazanlar için kesit otolit yönteminin yaş belirlemede en uygun yöntem olduğunu tespit etmişlerdir. Bajer ve ark. (2009), sazan balığının asteriskuslarından almış oldukları kesit otolitlerde iki okuyucu tarafından elde edilen okumaları karşılaştırdığında %79 uyum elde etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar bu çalışma ile uyumludur. Winker ve ark. (2010), sazan balıklarının yaş tayininde asteriskusların kullanılmasını önermiştir. Bolat & Yağcı (2018), sazan balıklarının yaşlarını pul, omur ve otolitlerden belirlemiş ve yaşlar arasında en yüksek yüzde uyumun asteriskuslarda (%10.67) olduğunu bildirmişlerdir. Arslan & Yazıcı (2020), sazan balığının yaş tayininde 6 farklı kalsifiye yapı değerlendirmişlerdir ve en yüksek yüzde uyum (%76.8), en düşük ortalama yüzde hata (2.79) ve değişim katsayısı (3.94) değerlerini asteriskusta belirlemişlerdir. Elde edilen çalışma sonuçları asteriskusların sazan balıklarının yaş tayininde kullanılabileceğini göstermektedir.

Bütün otolit ve kesit otolitlerden 3 tekrarlı okumalar sonucunda farklı yaş grupları elde edilmiştir. Bütün otolitte ABG için 6, BBG için 8 yaş sınıfı gözlenirken, kesit otolitte ABG ve BBG'de 7 yaş sınıfı gözlenmiştir. İki farklı yöntemde değişik yaş gruplarının görüldüğü çalışmalar mevcuttur (Hutchison ve ark., 2012). Ayrıca farklı kemiksi yapılarda değişik yaş sınıflarının görüldüğü birçok

araştırma mevcuttur (Yılmaz ve ark., 2011; Saylar & Benzer, 2014; Yates ve ark., 2016, Yüce ve ark., 2016).

Sonuç olarak sazan balığının yaşının belirlenmesinde kesit otolitlerin bütün otolitlere göre daha güvenilir veriler sunduğunu söylemek mümkündür. Sazan balıklarının otolitlerinden yaş tayini gerçekleştirilen çalışmalar değerlendirildiğinde kesit otolit yaş tayininde tercih edilebileceği farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir. Bu çalışmalarda kesit tekniğinin uygulandığı yapı yaygın olarak asteriskuslardır ve yaş büyüme çalışmalarının çoğunda bu yönteme başvurulmaktadır (Bajer ve ark., 2009; Colvin ve ark., 2012; Amouei ve ark., 2013; Yates ve ark., 2016). Gerçekleştirilen çalışmaların sonuçları ile bu çalışma sonuçları da birbiri ile uyumludur.

Balıkların yaş tayini için, tek bir kemiksi yapının kullanılmasından ziyade, farklı kemiksi yapılara, gerektiği durumlarda da aynı kemiksi yapının farklı hazırlanma şekillerine başvurulmalıdır. Bu şekilde güvenilir kemiksi yapı saptanarak elde edilecek yaşlarla daha doğru sonuçlar belirlenecektir. Gerek balık biyolojisinde gerekse popülasyon dinamiğinde daha güvenilir veriler elde edilmiş olacaktır. Sazan balığının iki farklı lokalitede yaş tayini için güvenilir otolit yaş okuma yöntemlerinin karşılaştırıldığı bu çalışma, bu tür ile yapılacak araştırmalara katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

- Amouei, F., Valinassab, T., & Haitov, A. (2013). Age determination and morphological study using otoliths in *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 in the Southern Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(4), 759-769. doi:10.22092/ijfs.2018.114316
- Arslan, Z., & Yazıcı, R. (2020). Sazan Balığı (*Cyprinus carpio*, L., 1758)'nın yaş tayininde 6 farklı kalsifiye yapının değerlendirilmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 10(2), 466-478. doi:10.31466/kfbd.815021
- Aydın, R., Pala, M., Yüksel, F., & Sen, D. (2009). Aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) otolitlerinde kırma-yakma yöntemiyle yaş tayini. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 3(1), 51-57.
- Bajer, P. G., Sullivan, G., & Sorensen, P. W. (2009). Effects of a rapidly increasing population of common carp on vegetative cover and waterfowl in a recently restored Midwestern shallow lake. *Hydrobiologia*, 632, 235-245. doi:10.1007/s10750-009-9844-3
- Baker, T. T., & Timmons, L. S. (1991). Precision of ages estimated from five bony structures of Arctic char (*Salvelinus alpinus*) from the Wood River System, Alaska. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48(6), 1007-1014. doi:10.1139/f91-118
- Beamish, R. J., & Fournier, D. A. (1981). A method for comparing the precision of a set of age determinations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 38(8), 982-983. doi:10.1139/f81-132
- Bedford, B. C. (1983). A method for preparing sections of large numbers of otoliths embedded in black polyester resin. *ICES Journal of Marine Science*, 41(1), 4-12. doi:10.1093/icesjms/41.1.4
- Bolat, Y., & Yağcı, A. (2018). A comparative study on age determination of carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) in Lake Eğirdir using otolith, vertebrae and scale counts. *Journal of Agricultural Sciences*, 24(2), 199-204. doi:10.15832/ankutbd.446437
- Brown, P., Green, C., Sivakumaran, K. P., Stoessel, D., & Giles, A. (2004). Validating otolith annuli for annual age determination of common carp. *Transactions of the American Fisheries Society*, 133(1), 190-196. doi:10.1577/T02-148
- Chang, W. Y. (1982). A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39(8), 1208-1210. doi:10.1139/f82-158
- Chugunova, L. P. (1963). *Age and Growth Studies in Fish*. Washington, USA: National Science Foundation.
- Colvin, M. E., Pierce, C. L., & Beck, L. (2012). *Age structure and growth of invasive common carp populations in the Malheur National Wildlife Refuge*. USA.
- Coulter, D. P., Jolley, J. C., Edwards, K. R., & Willis, D. W. (2008). Common carp (*Cyprinus carpio*) population characteristics and recruitment in two Nebraska sandhill lakes. *Transactions of the Nebraska Academy of Sciences*, 31, 35-41.
- Froese, R. & Pauly, D. (2016). FishBase.WorldWideWeb electronic publication. www.fishbase.org. Erişim tarihi: 22.05.2022.

- Hilborn, R., & Walters, C. J. (2013). *Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty*. New York, USA: Chapman & Hall.
- Hutchison, M., McLennan, M., Chilcott, K., Norris, A., & Stewart, D. (2012). *Validating the Age of Carp from the Northern Murray-Darling Basin*. Canberra, Australia: PestSmart Toolkit publication, Invasive Animals Cooperative Research Centre.
- Maitland, D. M., Baker, J., Chambers, G., Ross, N. W., & Colombo, S. M. (2022). Population growth dynamics and their implications for fish welfare in mixed-size cohorts of *Cyprinus carpio* var koi grown in a commercial-scale aquaponics system. *Aquaculture International*, 30, 187-210. doi:10.1007/s10499-021-00792-5
- Metin, G., & Kınacıgil, H. T. (2001). Otolitten yaş tayininde kesit alma tekniği. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(1-2), 271-277.
- Saylar, O., & Benzer, S. (2014). Age and growth characteristics of carp (*Cyprinus carpio* L. 1758) in Mogan Lake Ankara Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 46(5), 1447-1453.
- Tuset, V. M., Lombarte, A., & Assis, C. A. (2008). Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina*, 72, 7-198. doi:10.3989/scimar.2008.72s17
- Vilizzi, L., & Copp, G. H. (2017). Global patterns and clines in the growth of common carp *Cyprinus carpio*. *Journal of Fish Biology*, 91(1), 3-40. doi:10.1111/jfb.13346
- Vilizzi, L. (2018). Age determination in common carp *Cyprinus carpio*: History, relative utility of ageing structures, precision and accuracy. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 28, 461-484. doi:10.1007/s11160-018-9514-5
- Winker, H., Weyl, O. L. F., Booth, A. J., & Ellender, B. R. (2010). Validating and corroborating the deposition of two annual growth zones in asteriscus otoliths of common carp *Cyprinus carpio* from South Africa's largest impoundment. *Journal of Fish Biology*, 77(10), 2210-2228. doi:10.1111/j.1095-8649.2010.02797
- Yağcı, M. A., Alp, A., Yeğen, V., Uysal, R., Yağcı, A., & Ceylan, M. (2008). Işıklı Gölü'ndeki (Çivril-Denizli) sazan popülasyonu (*Cyprinus carpio* L., 1758)'nın büyüme özellikleri. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25(4), 337-341.
- Yates, J. R., Watkins, C. J., & Quist, M. C. (2016). Evaluation of hard structures used to estimate age of common carp. *Northwest Science*, 90(2), 195-205. doi:10.3955/046.090.0210
- Yılmaz, S., & Polat, N. (2008). *Cyprinus carpio* L., 1758 (Sazan)'nın yaş tayini için farklı kemiksi yapıların değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (e-dergi)*, 3(2), 149-161.
- Yılmaz, S., Suiçmez, M., & Şehirli, T. (2011). Almus Baraj Gölü (Tokat, Türkiye)'ndeki *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un dört kemiksi yapısından belirlenen yaşların uyumu. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 24-34.
- Yılmaz, S., Yazıcıoğlu, O., & Polat, N. (2012). Bafra Balık Gölleri (Samsun, Türkiye)'ndeki sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758)'ın yaş ve büyüme özellikleri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 1-12.
- Yüce, S., Gündüz, F., Demirel, F., Çelik, B., Alpaslan, K., Çoban, M., Aydın, R., & Şen, D. (2016). Atatürk Baraj Gölü'nde yaşayan aynalı sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)'ın bazı popülasyon parametreleri. *Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research*, 2(1), 31-42. doi:10.17216/LimnoFish-5000149481