

Turna balığı (*Esox lucius*)'nın yaş tayininde bütün ve kesit otolit yöntemlerinin karşılaştırılması

Enes HANÇER, Nazmi POLAT, Semra SAYGIN*, Melek ÖZPİÇAK,
Savaş YILMAZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Edebiyat Fak. Biyoloji Böl., Atakum, Samsun.

Geliş Tarihi (Received Date): 14.02.2022

Kabul Tarihi (Accepted Date): 12.05.2022

Öz

Bu çalışmada Ladik ve Simenlik Gölleri'nde yayılış gösteren turna balığının yaş tayininde farklı otolit yöntemlerinin karşılaştırılması hedeflenmiştir. Turna balığı örnekleri (*Esox lucius* L., 1758) Şubat 2017-2018 tarihleri arasında örneklenmiştir. Balıkların total boy ve ağırlık değerleri kaydedilmiş, sagittal otolitleri çıkarılarak transversal düzlemde otolit kesitleri elde edilmiştir. Gerekli işlemlerden geçirilen bütün ve kesit otolitler yaş belirleme için uygun hale getirilmiş ve bir okuyucu tarafından farklı zaman dilimlerinde üç tekrarlı olarak okunmuştur. Güvenilir yaş tayini metodunun belirlenmesi için ortalama yaş (OY), yüzde uyum (YU), ortalama yüzde hata (OYH) ve değişim katsayısı (DK) her iki yöntem için de ayrı ayrı hesaplanmıştır. Ladik Gölü ve Simenlik Gölü *E.lucius* bireylerinin total boyları sırasıyla 33.0 cm-74.0 cm, 28.5 cm- 58.1 cm arasında dağılım göstermiştir. Ağırlıkları ise Ladik Gölü ve Simenlik Gölü'nde sırasıyla 256.52 g ile 2747.22 g, 158.06 g-1513.64 g arasında değişim göstermiştir. Yaş dağılımları incelendiğinde Ladik Gölü bireylerinin yaşları bütün otolitte 2-7, kesit otolitte 3-7; Simenlik Gölü bireylerinin yaşları bütün ve kesit otolitlerde 2-6 arasındadır. Ladik Gölü turna balığı örnekleme için; yüzde uyumun (% 81.40) en yüksek, ortalama yüzde hata (2.363) ve değişim katsayısının (3.070) en düşük olduğu veriler, kesit otolitlerden elde edilmiştir. Simenlik Gölü'nde de yüzde uyumun (% 86.89) en yüksek, ortalama yüzde hata (1.639) ve değişim katsayısının (2.129) en düşük olduğu yapı kesit otolitlerdir. İki farklı habitat ve iki farklı yaş okuma metodu ele alındığında, türün yaşının belirlenmesinde kesit otolit yönteminin yüzeysel okuma yöntemine göre daha güvenilir yaş tayini yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Esox lucius*, otolit, yaş belirleme, kesit, yüzeysel okuma

*Semra SAYGIN, semra.saygin@omu.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0002-3249-5074>

Enes HANÇER, hançer.enes@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-8688-4588>

Nazmi POLAT, npolat@omu.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0001-9785-9927>

Melek ÖZPİÇAK, melek.zengin@omu.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0003-3506-4242>

Savaş YILMAZ, savaşı.yilmaz@omu.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0003-2859-4886>

Comparison of whole and section otolith methods for age determination of northern pike (*Esox lucius*)

Abstract

*In this study, it was aimed to compare different otolith methods for age determination of northern pike inhabiting Ladik and Simenlik Lakes. The northern pike specimens (*Esox lucius* L., 1758) were sampled between February 2017-2018. Total length and weight values of fish were recorded, sagittal otoliths were removed and otolith sections were obtained in the transversal plane. The whole and section otoliths, which underwent the necessary procedures, were made suitable for age determination and were read by a reader in three repetitions in different time periods. In order to determine the reliable age determination method, mean age (MA), percent agreement (PA), mean percent error (APE) and coefficient of variation (CV) were calculated separately for both methods. The total lengths of Lake Ladik and Lake Simenlik *E.lucius* individuals ranged from 33,0 cm to 74,0 cm, and 28,5 cm to 58,1 cm, respectively. Their weights varied between 256,52 g and 2747,22 g, and 158,06 g-1513,64 g, respectively, in Lake Ladik and Lake Simenlik. When the age distributions are examined, the ages of Lake Ladik individuals were 2-7 in the whole otolith and 3-7 in the section otolith; the ages of Lake Simenlik individuals were between 2-6 in whole and section otoliths. For Lake Ladik northern pike sampling; the data with the highest percent agreement (81,40), lowest average percent error (2,363) and the coefficient of variation (3,070) were obtained from section otoliths. In Lake Simenlik, on the other hand, the structure with the highest percent agreement (86,89%), lowest average percent error (1,639) and coefficient of variation (2,129) is the section otoliths. Considering two different habitats and two different age reading methods, it was determined that the section otolith method is a more reliable age determination method than the whole reading method in determining the age of the species.*

Keywords: *Esox lucius*, otolith, age determination, sectioned, whole reading.

1. Giriş

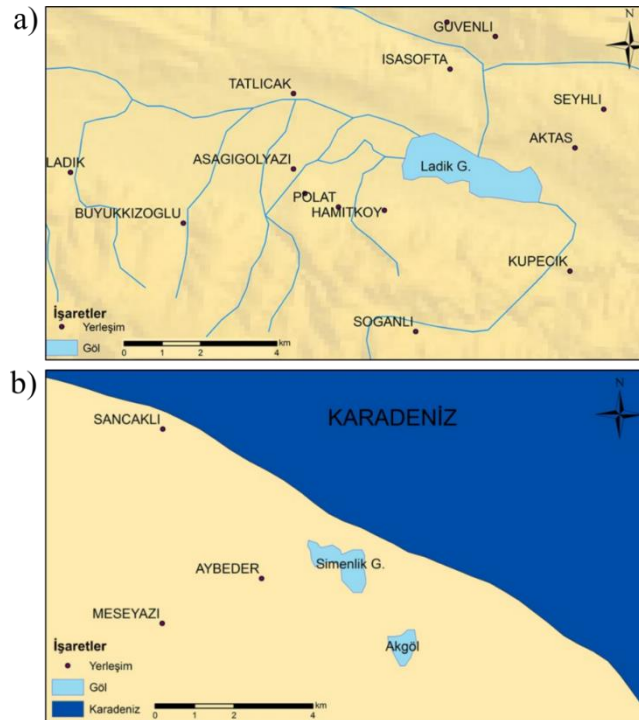
Balıkların yaşının doğru bir şekilde belirlenmesi; populasyonun büyüme hızının, ölüm oranının, eşeyssel olgunluk yaşının ve bunlarla ilişkili stok değerlendirme modelleri için gerekli indekslerin ortaya çıkarılması açısından oldukça önemlidir [1-2]. Hatalı yaş tahminleri, yanlış stok değerlendirmelerine sebep olmakta ve balıkçılık yönetim stratejilerinin yanlış uygulanmasına yol açmaktadır [3-4]. Balık stoklarının devamlılığının sağlanması populasyona ait parametrelerin en doğru şekli ile belirlenmesine bağlıdır. Bu parametrelerden biri olan yaş verilerinin en az hata ile tespit edilmesi populasyon hesaplamalarında dikkat gerektiren hususlardan biridir [5]. Balıkların yaş tayininde otolitler, pullar, omurlar ve yüzgeç ışınları gibi çeşitli kemiksi yapılar kullanılmaktadır, ancak en sık kullanılanlar otolitler ve pullardır. Pullar, balığın öldürülmesine gerek olmadan yaş tayininin yapılabilmesine imkan verdiği için uzun zamandır en uygun ve pratik kemiksi yapılar olarak kabul edilmişlerdir, ancak daha sonra yapılan çalışmalar bunun bu şekilde olmadığını ortaya koymuştur [6-7]. Özellikle yavaş büyüyen ve uzun ömürlü balıklarda tüm büyüme bölgelerini ortaya çıkarmak için pulların sınırlı oldukları çeşitli çalışmalarla kanıtlanmıştır [1, 7-8]. Balığın

öldürülmesini gerektirse de, otolitler büyüme zonlarının doğru bir şekilde belirlenmesine imkan sağlamaktadır [9]. Balıkların yaş tayininde otolitler farklı şekillerde kullanılmaktadır. Bunlar; bütün otolit, kesit otolit veya kırma-yakma tekniği uygulanarak kimyasal boyalarla boyanan otolitler şeklindedir [10-11]. Balıkların yaş tayininin belirlenmesinde farklı otolit hazırlama tekniklerinin kullanıldığı ve bu tekniklerin birbirleri ile karşılaştırıldığı çalışmalar mevcuttur [11-12]. Güvenilir yaş tayini metodu balık türlerine göre farklılık göstermektedir. Ayrıca aynı türün popülasyonu içindeki farklı yaş gruplarına, eşeyine, coğrafik olarak farklı habitatlardaki stoklarına göre değişiklik gösterebilir. Bu nedenle yaşın belirleneceği ideal yapı ve yöntem her tür için dikkatlice belirlenmelidir [13]. Bu duruma ilave olarak türün yaş tayini çalışmalarında birden fazla yapı veya yöntemin kullanılması daha güvenilir olanının belirlenmesini sağlayacaktır. Turna balığı (*Esox lucius* L., 1758) Ladik ve Simenlik Gölleri'nde ekonomik öneme sahip olan bir türdür. Bu çalışmada bu iki gölde yayılış gösteren turna balığının yaş tayininde farklı otolit yöntemlerinden bütün otolit ve kesit otolit metodu kullanılarak güvenilirliklerinin karşılaştırılması hedeflenmiştir. Farklı habitatlardaki yaş kompozisyonlarının belirlenmesi; türün devamlılığının sağlanmasına, hem mevcut habitatların karşılaştırılmasına hem de türün farklı habitatlarda büyüme farklılıklarının ortaya çıkarılmasına imkân vermektedir.

2. Deneysel çalışmalar

2.1. Otolitlerin elde edilmesi

E. lucius örnekleri Ladik Gölü'nde (Mart 2017-Şubat 2018) ve Simenlik Gölü'nde (Şubat 2017-Kasım 2017) ticari olarak balıkçılık yapan kişilerden satın alınmıştır. Her bir örneğin total boyu ölçülmüş (± 0.1 cm) ağırlıkları (± 0.01 g) Presicia marka hassas terazi ile tartılmıştır. Sakkular (sagitta) otolitler her bir örnekten sağ ve sol ayrımları yapılarak çıkarılmış, temizlendikten sonra 103 °C'lik etüvde 15 dakika bekletilmiştir [14].



Şekil 1. Çalışma alanı a) Ladik Gölü, b) Simenlik Gölü.

Kesit alma tekniğinde Bedford tarafından önerilen prosedür [15] kullanılmıştır. 50 gram polyester (Stiren (100-42-5)), 2 damla katalizör (Kobalt), %3 oranında sertleştirici (Metil-Etil-Keton Peroksit (MEK-P)) kullanılarak hazırlanan polyester karışımı düz bir yüzeye yerleştirilen kalıplara her bir bölmeye 2.5 mm yükseklikte olacak şekilde dökülmüştür. Yeterli sertliğe geldikten sonra kalıplar üzerine otolitler yerleştirilmiş üzerleri tekrar polyester karışımı ile kapatılmıştır. Sıvı polyeesterin sertleşmesi için yaklaşık 24 saat beklenmiştir. Daha sonra elde edilen bloklar kalıplardan çıkarılarak Leica marka sterio mikroskop yardımı ile otolitlerin merkez noktaları belirlenmiş ve fokus noktasından geçecek şekilde transversal (dorso-ventral) düzlemde kesitler alınmıştır [16-18]. Buehler marka Isomet low-speed saw kesit alma cihazı kullanılarak 0.6 mm kalınlığında kesitler elde edilmiştir [17-19]. Otolitlerin büyüklüğüne göre birden fazla kesit alınan örnekler olmuştur. Elde edilen kesitler sırasıyla 400, 800, 1200 grit zımpara kağıtları ile bir seri zımparalama işleminden geçirilerek parlaklık ve netlik kazandırılmıştır.

2.2. Yaş verilerinin analizi

Ladik ve Simenlik Gölleri'nden elde edilen örnekler, birbirinden ayrı olarak değerlendirilmiştir. Bütün otolitlerden yaş okuma distal yüzeyden gerçekleştirilmiştir. Yaş okuma işlemi üstten aydınlatmalı Leica marka sterio mikroskopta, görüntü alanı 1x12.5 oranında büyütülerek yapılmıştır. Bu işlemler aynı okuyucu tarafından farklı zamanlarda 3 defa okunarak gerçekleştirilmiştir. *E. lucius* türü için kesit otolitten okuma ile bütün otolitten yüzeysel okuma sonuçları aralarında karşılaştırılarak hangi tekniğin yaş tayininde daha güvenilir sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu analizlerde ortalama yaş, yüzde uyum, ortalama yüzde hata ve değişim katsayısı belirlenmiştir.

Yüzde uyum (YU), okumalar arasındaki benzerlik oranının yüzde (%) cinsinden ifadesidir. Bu çalışmada 3 tekrarlı okuma yapılmıştır. Bu okumalar sonucunda 3/3, 2/3 ve 1/3 şeklinde üç okuma grubu oluşturulmuştur.

Ortalama yaş; okunan yaşların normalin altında veya üstünde olup olmadığını eğer varsa hangi verilerin sapma gösterdiğini belirlemek için kullanılmaktadır. X_{kt} = ortalama yaş, n = tekrarlı okuma sayısı, f = yaş tayini yapılan birey sayısı, X_{ijkt} = j balığında i . okumada elde edilen yaş ifade etmektedir [20].

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

Ortalama yüzde hata (OYH), bir örneklem içerisinde yer alan bütün bireyler için ayrı ayrı hesaplanmış, her birey için hesaplanan değerlerin ortalaması alındığında örnekleme ait yüzde hata indeksi bulunmuştur. OYH_j = j balığının ortalama yüzde hata değeri, X_{ij} = j balığında i . yaş okuması, X_j = j balığının ortalama yaşı, R = j balığı için tekrarlı okuma sayısını ifade etmektedir [21].

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

Değişim katsayısı (DK), tüm bireyler için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Her birey için hesaplanan değişim katsayısı değerlerinin ortalaması alınarak genel bir DK değeri elde edilmiştir. Denklemde; DK_j = j balığının değişim katsayısı, X_{ij} = j balığında i . yaş okuması, X_j = j balığının ortalama yaşı, R = j balığı için gerçekleştirilen tekrarlı okuma sayısıdır [22].

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

Yapılan tekrarlı okumalar sonucunda yüzde uyumun en yüksek, ortalama yüzde hata ve değişim katsayısının en düşük hesaplandığı yöntem güvenilir yaş tayini metodu olarak belirlenmiştir.

3. Sonuçlar ve tartışma

Ladik Gölü'nden Mart 2017-Şubat 2018 tarihleri arasında 86 birey, Simenlik Gölü'nden Şubat-Kasım 2017 tarihlerinde 61 birey örneklenmiştir. *E. lucius* türünün total boy değerleri Ladik Gölü popülasyonunda 33.0 cm ile 74.0 cm (ort±ss, 42.8±8.68) arasında Simenlik Gölü'nde ise 28.5 cm ile 58.1 cm (ort±ss, 41.3±7.69) arasında dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bu iki lokaliteye ait balık bireylerinin ağırlık değerleri incelendiğinde, Ladik Gölü'nde 256.52 g-2747.22 g arasında (ort±ss, 608.59±496.9); Simenlik Gölü'nde ise 158.06 g-1513.64 g arasında (ort±ss, 594.89±341.7) değiştiği gözlenmiştir.

Turna balığı otolitlerinden elde edilen üç tekrarlı yaş okumaları sonucunda Ladik Gölü bireylerinden elde edilen yaşlar 2 ile 7 arasında, Simenlik Gölü'nde 2 ile 6 arasında dağılım göstermiştir. Bütün otolit ve kesit otolitlerde gözlenen yaş grupları ile bu gruplardaki birey sayıları ve yüzdeleri Tablo 1'de sunulmuştur. Ladik Gölü örnekleminin geneli için ortalama total boy ile yaş ilişkisi incelendiğinde 3 yaşındaki bireylerin ortalama boy değeri; 39.0 cm, 4 yaş; 40 cm, 5 yaş; 53.9 cm, 6 yaş; 65.3 cm ve 7 yaş; 74.0 cm olarak tespit edilmiştir. Simenlik Gölü örnekleminde ortalama total boy ile yaş ilişkisi değerlendirildiğinde 2 yaşındaki bireylerin ortalama boy değeri; 32.3 cm, 3 yaş; 37.2; 4 yaş; 43.0 cm, 5 yaş; 49.6 cm; 6 yaş; 54.7 cm olarak belirlenmiştir. Örneklemede 0 ve 1 yaş grubu balıkların bulunmaması muhtemelen avcılıkta kullanılan araç gereçlerden kaynaklanmaktadır.

Tablo 1. Ladik ve Simenlik Gölü'nde yaşayan *E. lucius* popülasyonunun yaş gruplarına göre birey sayıları ve yüzdeleri.

Lokaliteler	Yöntem	Yaşlar							Toplam
		2	3	4	5	6	7		
Ladik Gölü	Bütün Otolit	N	5	30	38	9	3	1	86
		%	5.81	34.88	44.19	10.47	3.49	1.16	100
	Kesit Otolit	N	-	38	32	12	3	1	86
		%	-	44.19	37.21	13.95	3.49	1.16	100
Simenlik Gölü	Bütün Otolit	N	12	16	25	5	3	-	61
		%	19.67	26.23	40.98	8.20	4.92	-	100
	Kesit Otolit	N	10	18	19	11	3	-	61
		%	16.39	29.51	31.15	18.03	4.92	-	100

İki lokalite için ayrı olarak bütün ve kesit otolit yöntemlerinde yapılan üç tekrarlı okumalardan elde edilen ortalama yaşlar hesaplanmıştır (Tablo 2). Otolit yöntemlerinde gerçekleştirilen okumalar sonucunda ortalama yaşların değişim aralığı Ladik Gölü için 0.02 yıl, Simenlik Gölü'nde ise 0.1 yıl olarak belirlenmiştir.

Tablo 2. Otolit yöntemlerinde hesaplanan ortalama yaşlar.

Lokalite	Otolit Yöntemi	Örnek Sayısı	Ortalama Yaş	Standart Hata
Ladik Gölü	Bütün Otolit	86	3.83	0.096
	Kesit Otolit	86	3.81	0.098
Simenlik Gölü	Bütün Otolit	61	3.56	0.129
	Kesit Otolit	61	3.66	0.138

Yüzde uyum değerleri her iki lokalite için ayrı ayrı belirlenmiştir. İki otolit yönteminin karşılaştırıldığı üç tekrarlı yaş okumaları sonucu elde edilen yaş verileri dikkate alınarak yüzde uyum oranları hesaplanmıştır. Yüzde uyum (YU) değerleri incelendiğinde; Ladik Gölü'nde en yüksek yüzde uyumun % 81.40 ile kesit otolitte, Simenlik Gölü için değerlendirildiğinde % 86.89 ile yine kesit otolitte olduğu gözlenmiştir. Ayrıca her iki lokalite için kesit otolit yöntemi okumalarında üç okumanın da farklı olduğu örnek sayısı bulunmamaktadır (Tablo 3).

Tablo 3. Ladik ve Simenlik Gölleri'nde bütün ve kesit otolit yönteminde kullanılan örnek sayıları (N) ve yüzde uyum değerleri (%N).

Lokalite	Yöntem		Uyum Grupları			Toplam
			3/3	3/2	3/1	
Ladik Gölü	Bütün Otolit	N	57	25	4	86
		%N	66.28	29.07	4.65	100
	Kesit Otolit	N	70	16	0	86
		%N	81.40	18.60	0	100
Simenlik Gölü	Bütün Otolit	N	39	20	2	61
		%N	63.93	32.79	3.28	100
	Kesit Otolit	N	53	8	0	61
		%N	86.89	13.11	0	100

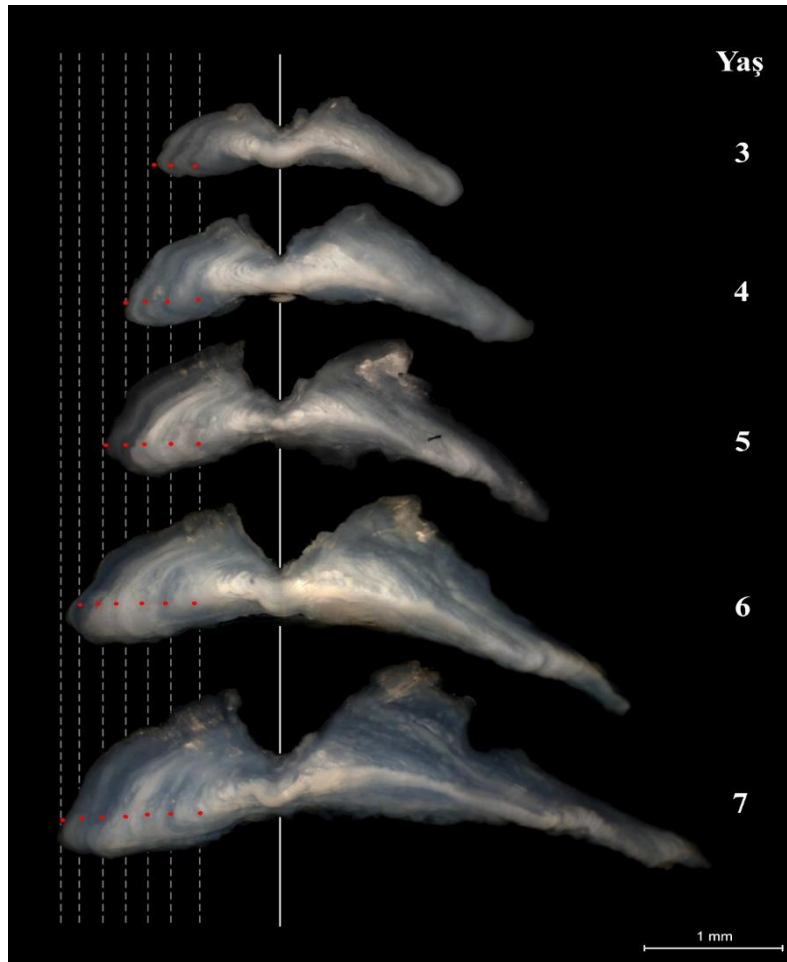
Yaş tayini sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan ortalama yüzde hata ve değişim katsayısı değerleri hem bütün otolit hem de kesit otolit yöntemleri için lokalitelere bağlı olarak ayrı ayrı hesaplanmıştır (Tablo 4).

Ladik Gölü (Şekil 2) örnekleminde yüzde uyumun (%81.40) en yüksek, ortalama yüzde hata (2.363) ve değişim katsayısı (3.070) değerlerinin en düşük olduğu veriler kesit otolitlerden elde edilmiştir. Aynı şekilde Simenlik Gölü (Şekil 3) örneklemini için yapılan analizler doğrultusunda yüzde uyumun (%86.89) en yüksek, ortalama yüzde hata (1.639) ve değişim katsayısı (2.129) değerlerinin en düşük olduğu yöntemin kesit otolit yöntemi olduğu belirlenmiştir.

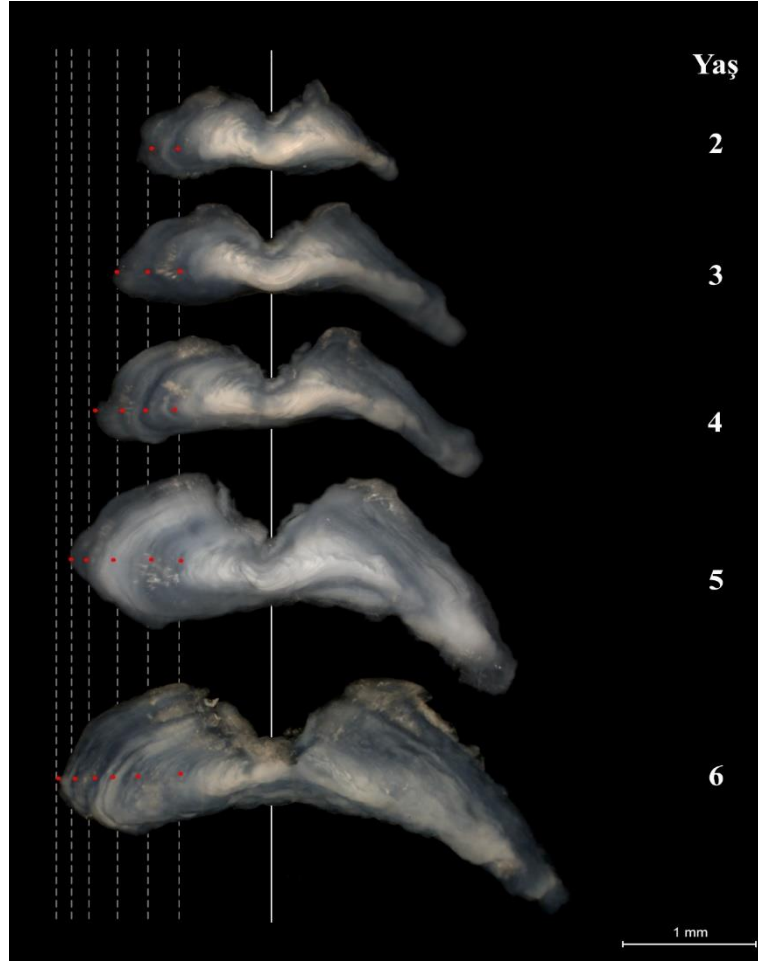
Tablo 4. İki lokaliteye ait otolit yöntemlerinden elde edilen OYH ve DK değerleri.

Lokalite	Yöntem	Örnek Sayısı (N)	Ortalama Yüzde Hata (Ort±Sh)	Değişim Katsayısı (Ort±Sh)
Ladik Gölü	Bütün Otolit	86	4.269±0.673	5.693±0.907
	Kesit Otolit	86	2.363±0.555	3.070±0.721
Simenlik Gölü	Bütün Otolit	61	5.296±0.976	6.980±1.290
	Kesit Otolit	61	1.639±0.578	2.129±0.750

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda her iki lokalitede de yüzde uyumun en yüksek, ortalama yüzde hata ve değişim katsayısı değerlerinin en düşük kesit otolit yönteminde olduğu gözlenmiştir. Bu durum kesit otolit yöntemindeki tekrarlı okumaların bütün otolite göre daha tutarlı olduğunu göstermektedir.

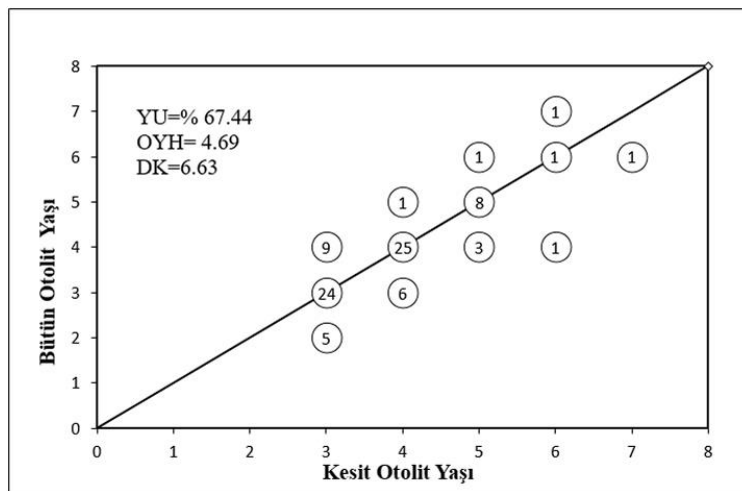


Şekil 2. Ladik Gölü örneğine ait kesit otolit örnek yaş okumaları.



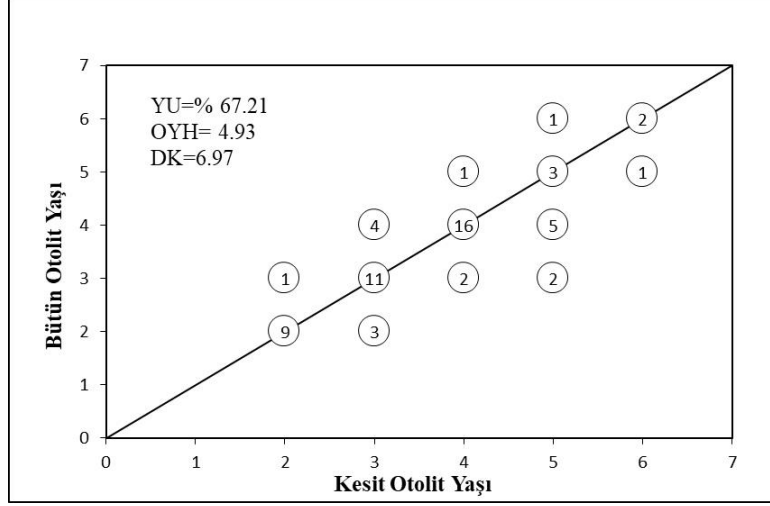
Şekil 3. Simenlik Gölü örneklemeine ait kesit otolit örnek yaş okumaları.

Ladik Gölü örneklemeine ait 86 bireyin kesit ve bütün otolit yaş verileri karşılaştırıldığında 58 (% 67.44) bireyin her iki yöntemde de aynı yaş sonuçlarını verdiği gözlenmiştir. Ancak 12 (% 13.95) bireyde bütün otolit yaşları kesit otolit yaşlarına göre 1 yaş büyük okunurken, 16 (% 18.61) bireyde ise 1 yaş küçük okunduğu belirlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Ladik Gölü örnekleminde kesit otolit yaşları ile bütün otolit yaşlarının karşılaştırılması.

Simenlik Gölü örneklemeine ait veriler değerlendirildiğinde ise 61 bireyin kesit ve bütün otolite ait yaş verileri karşılaştırılması sonucu 41 (% 67.21) bireyin her iki yöntemde de aynı yaş okumalarına sahip olduğu gözlenmiştir. Fakat 7 (% 11.48) bireyde bütün otolit yaşları kesit otolit yaşlarına göre 1 yaş büyük okunurken, 13 (% 21.31) bireyde ise 1 yaş küçük okunduğu tespit edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Simenlik Gölü örnekleminde kesit otolit yaşları ile bütün otolit yaşlarının karşılaştırılması.

Literatür incelendiğinde pullar turna balığının yaş tayininde yaygın olarak kullanılmakla [23-26] beraber avantajlarının yanı sıra bir takım dezavantajlara sahiptirler. Yalancı halka oluşumunun sıklıkla rastlanması, stres durumunda rezorbe olmaları, rejenerasyon özelliklerine sahip olmaları yaş tayininde pulların kullanılmasını sınırlandırmaktadır [27]. Turna balığının yaş tayini çalışmalarında başka kemiksi yapılarla da çalışılmıştır. Türün yaş tayininde operkül [28-30], kleitrum [16-17, 19, 31], metapterigoid [17, 32-33] kemiğini kullanan çalışmalar da mevcuttur. *E. lucius* türünün yaş tayininde kullanılan bir diğer kemiksi yapı ise sagittal otolitlerdir. Larva dönemindeki turna otolitlerinde günlük büyüme artışlarının yaş tayininde kullanılmasına imkan verip vermediği incelenmiş ve balıkların yumurtadan çıkma zamanına bağlı olarak geçen süre ile tayin edilen yaşın uyumlu olduğu belirlenmiştir [34]. Turna balıklarının yaşlarını otolit kullanarak tespit eden çalışmalar mevcut olmakla beraber [35], özellikle 1980'li yılların başından itibaren otolitten kesit alma tekniğinin kullanılmaya başlanması [10, 15, 36] ve gelişen teknolojik imkanlarla birlikte turna balığının otolitlerine kesit alma tekniğinin uygulanması son yıllarda kullanılan yöntemler arasındadır. Bu çalışma kapsamında, Ladik ve Simenlik Gölleri'nden temin edilen turna balıklarının yaş tayininin gerçekleştirilmesi için bütün otolit ve kesit otolit yöntemleri karşılaştırılmış ve kesit otolit yöntemi daha güvenilir bulunmuştur. Kesit otolitin kullanımı ve güvenilirliği ile ilgili olarak yapılan farklı çalışmalar da mevcuttur. Devils Gölü ve Cable Gölü'nde yaşayan *Esox lucius* türünün yaş tayininde kesit otolit ve kleitrumun kullanıldığı çalışmada iki göl arasında yapılan karşılaştırmalı yaş analizinde Devils Gölü'nden elde edilen örneklerde kleitrumun, kesit otolite göre daha hassas sonuçlar verdiği Cable Gölü'nde iki yapının da benzer sonuçlar verdiği tespit edilmiştir [19]. Turna balığının yaş tayininde pul, kleitrum, kesit otolit ve anal yüzgeç ışını kesitlerinin bir arada değerlendirildiği başka bir çalışmada, kesit otolit, kleitrum ve anal yüzgeç ışınında uyumun %90'ın üzerinde olduğunu fakat pullarda %76 seviyesinde kaldığı

belirtmiştir [16]. Başka bir çalışmada, *E. lucius* türünün yaş tayininde pul, metapterigoid, kesit otolit, bütün kleitrum ve kesit kleitrum olmak üzere dört farklı kemiksi yapı ve iki farklı kleitrum yöntem ele alınmıştır [17]. Kesit otolitin diğer tüm yapılardan daha yüksek hassasiyete sahip olduğunu, bundan dolayı da bu yapının yaş tayininde kullanılması gerektiğini önermişlerdir. Bir diğer çalışmada[18] dört farklı lokaliteden elde edilen turna balıklarının yaş tayini sagittal otolitten kırma yakma, yüzeysel parlatma ve kesit otolitler için ise dört farklı boyama metodu kullanılmıştır. Yaş tayini için bu yöntemler arasında kesit otolite lugol uygulamasının en iyi sonucu verdiğini belirtmiştir. 2000’li yılların başından itibaren günümüze kadar gelen süreçte yaş tayini çalışmalarında kesit otolit, metapterigoid ve kleitrumun daha yoğun olarak çalışıldığı görülmektedir [16-19, 32-33]. Bu üç farklı yapının aynı bireyler üzerinden değerlendirildiği çalışmalarda kesit otolit yönteminin ya daha iyi sonuçlar verdiği ya da en az diğer yapılar kadar güvenilir olduğu gözlenmektedir [16-18]. Literatür sonuçları kesit otolit yönteminin güvenilirliğini ortaya koyması açısından bu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir. Buna karşılık son yıllarda pul çalışmaları azalmıştır. Pulun kullanıldığı çalışmalar daha çok balığın yaşamasının gerekli olduğu kontrollü büyüme çalışmalarıdır. Operkül kemiğinin yaş tayininde kullanımına son yıllarda rastlanılmamıştır. Omurlar ise yaş tayini çalışmalarında en az kullanılan yapı olmuştur.

Sonuç olarak *E.lucius* türü ile ilgili yapılacak balık biyolojisi, stok belirleme, üreme ve beslenme özelliklerinin belirlenmesi gibi çalışmalarda yaş bilgilerine ihtiyaç duyulması halinde kesit otolit yöntemi değerlendirilmelidir. Ayrıca gelecekte Ladik ve Simenlik Gölleri’nde tür ile ilgili yürütülecek araştırmalara bu çalışmanın ışık tutacağı düşünülmektedir. Turna balığı yöre halkı tarafından tercih edilen ve ekonomik öneme sahip türlerdendir. Ladik Gölü ve Simenlik Gölü’nde istilacı bir tür olarak devamlığını sürdüren *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) tarafından turna balıklarının yumurtaları tüketilmekte ve bu tür turna balığı ile av-avcı etkileşimine girmektedir. Bu durum da ilgili habitatlarda turna balığı ile ilgili güncel yaş ve büyüme çalışmalarının gerekliliğine işaret etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Enes HANÇER’in Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir. Yüksek Lisans tezinin bir bölümünü içeren bu çalışma 04.08.2021-06.08.2021 tarihlerinde Burdur’da düzenlenen ‘9. Ulusal Limnoloji Sempozyumu’nda sözlü olarak sunulmuştur. Ayrıca Ondokuz Mayıs Üniversitesi tarafından PYO.FEN.1901.17.003 nolu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- [1] Campana, S. E., Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods, **Journal of Fish Biology**, 59, 2, 197-242, (2001).
- [2] de Pontual, H., Panfili, J., Wright, P.J., Troadec, H., **Manual of fish sclerochronology** in Panfili, J., de Potual, H., Troadec, H., Wright, P.J., *General introduction*, Ifremer-IRD coedition, Brest, 19-22, (2002).

- [3] Beamish, R.J. ve McFarlane, G. A., The forgotten requirement for age validation in fisheries biology, **Transactions of the American Fisheries Society**, 112, 735-743, (1983).
- [4] Marriott, R.J. ve Mapstone, B.D., Consequences of inappropriate criteria for accepting age estimates from otoliths, with a case study for a long-lived tropical reef fish, **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 63, 2259-2274, (2006).
- [5] Gümüş A. ve Polat N., Yaş tayini hesaplamalarında hata kaynakları, **X. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu**, 22-24, Adana, (1999).
- [6] Braaten, P.J., Doeringsfeld, M.R. ve Guy, C.S., Comparison of age and growth estimates for river carpsuckers using scales and dorsal fin ray sections, **North American Journal of Fisheries Management**, 19, 786-792, (1999).
- [7] Khan, S., Khan, M.A. ve Miyan, K., Comparison of age estimates from otoliths, vertebrae, and pectoral spines in African sharptooth catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell), **Estonian Journal of Ecology**, 60, 3, (2011).
- [8] Kanwal, B. ve Pathani, S., Age-growth, length-weight and condition factor of a hill stream fish, *Gara lamta* (Hamilton Buchanan) of Kumaun Himalaya, **Natural Science**, 9, 199-206, (2011).
- [9] Steward, C.A., DeMaria, K.D. ve Shenker, J.M., Using otolith morphometrics to quickly and inexpensively predict age in the gray angelfish (*Pomacanthus arcuatus*), **Fisheries Research**, 99, 123-129, (2009).
- [10] McCurdy, W.J., Panfili, J., Meunier, F., Geffen, A.J. ve de Pontual, H., **Manual of fish sclerochronology** in Panfili, J., de Potual, H., Troadec, H., Wright, P.J., *Preparation of calcified structures*, Ifremer-IRD coedition, Brest, 331–355, (2002).
- [11] Gebremedhin, S., Bekaert, K., Getahun, A., Bruneel, S., Anteneh, W., Torreale, E. ve Goethals, P., Comparison of otolith readability and reproducibility of counts of translucent zones using different otolith preparation methods for four endemic *Labeobarbus* species in Lake Tana, Ethiopia, **Water**, 11, 1336, (2019).
- [12] Sakaris, P. C. ve Bonvechio, T. F., Comparison of two otolith processing methods for estimating age of three catfish species, **North American Journal of Fisheries Management**, 41, 428-439, (2021).
- [13] McFarlane, G.A. ve Beamish, R.J., An examination of age determination structures of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) from five stocks in the Northeast Pacific Ocean, **International North Pacific Fisheries Commission Bulletin**, 50, 37-56, (1990).
- [14] Chugunova, L. P., **Age and growth studies in fish**, 132, National Science Foundation, Washington, (1963).
- [15] Bedford, B.C., A method for preparing sections of large numbers of otoliths embedded in black polyester resin, **ICES Journal of Marine Science**, 41, 1, 4-12, (1983).
- [16] Oele, D.L., Lawson, Z.J. ve McIntyre, P.B., Precision and bias in aging Northern Pike: comparisons among four calcified structures, **North American Journal of Fisheries Management**, 35, 6, 1177-1184, (2015).
- [17] Blackwell, B.G., Kaufman, T.M. ve Moos, T. S., An assessment of calcified structures for estimating northern pike ages, **North American Journal of Fisheries Management**, 36, 4, 964-974, (2016).
- [18] Mbawala, N.G.P., Northern pike *Esox lucius* growth rates in sub populations of freshwater and sea water origins in the Baltic Sea: Otolith method approach, Master's Thesis, Linnaeus University, Växjö, İsveç, (2016).

- [19] Faust, M.D., Breeggemann, J.J., Bahr, S. ve Graeb, B.D., Precision and bias of cleithra and sagittal otoliths used to estimate ages of Northern Pike, **Journal of Fish and Wildlife Management**, 4, 2, 332-341, (2013).
- [20] Baker, T.T. ve Timmons, L.S., 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, (1991).
- [21] Beamish, R.J. ve Fournier, D.A., A method for comparing the precision of a set of age determinations, **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 38, 8, 982-983, (1981).
- [22] Chang, W.Y., A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination, **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 39, 8, 1208-1210, (1982).
- [23] Lorenzoni, M., Corboli, M., DoÈrr, A.M., Mearelli, M. ve Giovinazzo, G., The growth of pike (*Esox lucius* Linnaeus, 1798) in Lake Trasimeno (Umbria, Italy), **Fisheries Research**, 59, 1-2, 239-246, (2002).
- [24] Rypel, A.L., Meta-analysis of growth rates for a circumpolar fish, the Northern Pike (*Esox lucius*), with emphasis on effects of continent, climate and latitude, **Ecology of Freshwater Fish**, 21, 4, 521-532, (2012).
- [25] Yazıcıoğlu, O., Polat, N. ve Yılmaz, S. Evaluation of Different Bony Structures to Age Determination of Pike (*Esox lucius* L., 1758) Inhabiting Lake Ladik (Samsun). **Journal of Limnology and Freshwater Fisheries Research**, 2, 3, 165-171, (2016).
- [26] Yılmaz, M., Gül, A., Saylar, Ö. ve Gül, G., Asartepe Baraj Gölü (Ankara) *Esox lucius* Linnaeus, 1758 populasyonunun boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyon değeri, **Research Journal of Biology Sciences**, 10, 1, 01-05, (2017).
- [27] DeVries D.R., Frie R.V., Murphy, B. R., ve Willis, D. W., **Fisheries techniques**, *Determination of age and growth: American Fisheries Society*, 483-512, Methesda, Maryland, (1996).
- [28] Frost, W. E. ve Kipling, C., The determination of the age and growth of pike (*Esox lucius* L.) from scales and opercular bones, **ICES Journal of Marine Science**, 24, 2, 314-341, (1959).
- [29] Mann, R.H.K. ve Beaumont, W.R.C., Fast-and slow-growing pike, *Esox lucius* L., and problems of age-determinations from scales, **Aquaculture Research**, 21, 4, 471-478, (1990).
- [30] Kipling, C., Changes in the growth of pike (*Esox lucius*) in Windermere, **The Journal of Animal Ecology**, 55, 2, 647-657, (1983).
- [31] Flinders, J.M. ve Bonar, S.A., Growth, condition, diet, and consumption rates of northern pike in three Arizona reservoirs, **Lake and Reservoir Management**, 24, 2, 99-111, (2008).
- [32] Sharma, C. M. ve Borgström, R., Age determination and backcalculation of pike length through use of the metapterygoid bone, **Journal of Fish Biology**, 70, 5, 1636-1641, (2007).
- [33] Sandlund, O.T., Museth, J. ve Øistad, S., Migration, growth patterns, and diet of pike (*Esox lucius*) in a river reservoir and its inflowing river, **Fisheries Research**, 173, 1, 53-60, (2016).
- [34] Wang, N. ve Eckmann, R., Effects of photoperiod, feeding regime and water temperature on the formation of daily growth increments in otoliths of larval pike (*Esox lucius* L.), **Journal of Applied Ichthyology**, 8, 1-4, 246-250, (1992).

- [35] Rydell, J.J., Jolley, J. C., Phelps, Q. E. ve Willis, D.W., Northern pike (*Esox lucius*) population characteristics and relations to recruitment in Hackberry Lake, Nebraska, **Transactions of the Nebraska Academy of Sciences**, 31, 43-49. (2008).
- [36] Chilton, D.E. ve Beamish, R.J., Age determination methods for fishes studied by the groundfish program at the Pacific Biological Station, **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences** 60, 102, (1982).