

AYNALI SAZAN (*Cyprinus carpio* L., 1758) OTOLİTLERİNDE KIRMA-YAKMA YÖNTEMİYLE YAŞ TAYİNİ

Rahmi Aydın^{1*}, Murat Pala², Fahrettin Yüksel², Dursun Şen³

¹Fırat Üniversitesi S. Demirel Keban Meslek Yüksekokulu Su Ürünleri Programı, Keban , Elazığ,

²DSİ 9. Bölge Müdürlüğü Keban Barajı Su Ürünleri Şube Müdürlüğü, Keban, Elazığ

³Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Elazığ

Özet:

Bu çalışmada, Keban Baraj Gölü'nde yaşayan aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) popülasyonuna ait 167 bireyin bütün halindeki otolit yaşları ile kırılıp-yakılan otolit yaşları tespit edilip aralarındaki benzerlikler ve farklılıklar grafik ve tablolar ile ifade edilmiştir. Kırılıp-yakılmadan önce bütün halindeki otolitlerin 9 tanesinde yaş halkası okunamazken, aynı otolitler kırılıp-yakıldıktan sonra yaş halkaları çok net bir şekilde okunabilmiştir. Bu nedenle, bütün olarak ve kırılıp-yakıldıktan sonra tespit edilen yaşlar karşılaştırılırken örnek sayısı 158 olarak alınmıştır. Her iki yöntem arasında tespit edilen yaş farkı en fazla 2 olarak bulunmuş ve aralarındaki uyum oranı % 70.89 olarak tespit edilmiştir. Uyumsuzluk oranları ise 1 yaş farkı için % 22.78, 2 yaş farkı için % 6.33 olarak saptanmıştır. Otolitlerin yüzeylerinden doğrudan yaş halkaları okunurken balığın yaşı ilerledikçe yaş halkalarının görünebilirliğinde zayıflamalar gözlenmiştir. Ancak, aynı otolitler kırılıp-yakıldıktan sonra tekrar incelendiğinde yaş halkaları net bir şekilde görülmüş ve yüzeylerinden yaş halkaları okunamayan otolitlerin de yaş halkaları çok net bir şekilde okunabilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Cyprinus carpio*, otolit, kırma-yakma yöntemi, Keban Baraj Gölü

* **Correspondence to:** Dr. Rahmi AYDIN, Fırat Üniversitesi, Süleyman Demirel Keban Meslek Yüksekokulu, Su Ürünleri Programı, Keban, Elazığ-TÜRKİYE

Tel: (+90 424) 571 23 02

E-mail: raydin@firat.edu.tr

Abstract: **Age Determination of Mirror Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) on Otoliths with Broken and Burnt Method**

In this study, whole otolith ages and broken-burnt otolith ages of 167 mirror carps (*Cyprinus carpio*) that live in Keban Dam Lake were determined and similarities and differences were showed on graphs and tables. Annulus could not read in 9 of the whole otoliths before the broken-burnt process but in the same otoliths, annulus could read easily after the broken-burnt process. That's why population size were taken as 158 when comparing the ages before and after the broken-burnt process. Age differences between the two methods found out as 2 at most and consistence ratio between them determined as 70.89 %. Inconsistency ratio determined as 22.78 for age difference 1 and 6.33 % for age difference 2. Annulus could read easily from the surfaces of otoliths but when the age of otoliths increased visibility of annulus started to decrease. But after broken-burnt process annulus of the same otoliths could be seen easily and otoliths whose annulus could not read, read easily after this process.

Keywords: *Cyprinus carpio*, otolith, broken and burnt method, Keban Dam Lake

Giriş

Kemikli balıkların vücudunun sert kısımlarını oluşturan yapılar yaş tespitinde kullanılan en yaygın yöntemlerden biridir. Yıl içerisinde meydana gelen değişimin balığın bu sert kısımlarına yansması sonucu kemikli balıkların yaşları belirlenebilmektedir. Çünkü balıklarda kemik yapısının büyümesi, memelilerin aksine materyallerin dışı eklenmesi sonucu oluşmaktadır. Ancak, yaş tayininde kullanılan yapıların tamamı her türün yaşını tayin etmede uygun olmayabilir. Bu yapıların biri veya birkaçı ilgili türün yaş tayini için uygun olabileceği gibi bazen de hiç birisi uygun olmayabilir (Avşar, 2005). Nitekim Çetinkaya, (1991) *Cyprinus carpio* üzerinde yaptığı bir araştırmada pulların bir bölümünün deforme ve büyük nükleuslu olmasından dolayı yaş tayininde yeterince güven vermediği için operkulum kemiklerinden de yaş tayini yaptığını bildirmektedir. Bu nedenle, yaş tayininde kullanılan bu yapıların değişik yöntemlerle incelenmesi bazen daha güvenilir sonuçlar vermesi bakımından önemlidir. Bu yöntemlerden birisi otolitlerin kırılıp-yakılmasıdır. Bazen otolit üzerinde dar olan büyüme halkaları otolit üstten incelendiğinde tamamen görünmeyebilir. Bu durumda otolitin kesiti alınarak veya yakılarak incelenmesi daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Larval devrelerinin başlangıcında iç kulaklarda kalkerden oluşan otolitler pulsuz balıklarda da bulunması nedeniyle birçok araştırmada çok yaygın olarak kullanılan ve güvenilir sonuçlar veren yapılardan biridir (Ekingen, 1983; Sarıhan, 1988; Beamish ve McFarlane, 1990; Çelikkale, 1991; Kara, 1992; Avşar, 2005).

Balıklar ile ilgili yapılan bilimsel çalışmaların çoğunda bulgular yaşa bağlı olarak değerlendirilmektedir. Aynı şekilde belirli çev-

relerde balığın maksimum yaşa, eşeyssel olgunluğa ve yakalanma büyüklüğüne erişmesinde ve ölüm oranının belirlenmesinde yaş tespiti oldukça önemlidir (Ekingen, 1983; Akyurt, 1987; Gümüş ve Polat, 1999).

Balıklarda yaş tespiti ile ilgili genel bilgiler birçok araştırmacı (Lagler, 1956; Chugunova, 1963; Tesch, 1968; Ekingen, 1983; Sarıhan, 1988; Summerfelt ve Hall, 1990; Çelikkale, 1991; Kara, 1992; Erkoyuncu, 1995; Geldiay ve Balık, 1999; Polat, 2000; Avşar, 2005) tarafından verilmiştir.

Farklı balık türlerinde kırma-yakma yöntemi ile otolitlerden yaş tespiti çeşitli araştırmacılar (Polat ve Gümüş, 1996; Bostancı ve Polat, 2000; Stransky, vd., 2001; Kimura, 2001; Polat vd., 2005) tarafından yapılmıştır. Ancak, incelenen türün otolitlerinin kırılıp-yakıldıktan sonra yaş tayini ile ilgili yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, *C. carpio* otolitlerinin bütün olarak ve kırılıp-yakıldıktan sonraki yaşları tespit edilip, aralarındaki uyum ve uyumsuzlukları karşılaştırmak amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Materyal ve Metod

Keban Baraj Gölü, Elazığ sınırları içerisinde bulunan ülkemizin en büyük baraj göllerinden biridir. Araştırmanın materyalini oluşturan aynalı sazan örnekleri Mart 2005- Şubat 2007 tarihleri arasında bu gölden 18, 24, 32 ve 54 mm göz genişliğine sahip monofilament sade ağlarla yakalanmış olup, toplam 167 örneğin otolitlerinden yaş tespiti yapılmıştır.

Otolitler balığın kafatası dikkatlice kesildikten sonra ince uçlu bir pensle yerlerinden yavaşça

çıkarılıp (Geldiay ve Balık, 1999), % 3'lük NaOH çözeltisi ile temizlendikten sonra incelenmek üzere zarflara konularak etiketlenmiştir. Otolitler, önce % 96'lık etil alkol içerisinde bütün olarak 4X büyütme stero mikroskop (Kyowa Optical, Model SD-2PL) ile incelenip yaş tespiti yapıldıktan sonra, aynı otolitler kırılıp isprito aleviyle yakılarak yaşları tekrar tespit edilmiş, aralarındaki uyum ve uyumsuzluklar karşılaştırılmıştır. Her iki okuma yönteminde otolitler aynı okuyucu tarafından birer kez okunarak balıkların yaşları tespit edilmiştir.

Yakma işlemi sırasında otolit rengi önce sarımsı kahverengine, sonra siyaha ve kül rengine dönüşüncüye kadar isprito alevinde bekletilmiştir. Bu uygulamadan sonra otolit ufalanmamasına ve kesit ekseninin otolit tam merkezinden geçmesine dikkat edilerek kırılan yüzeyinden yaş tayini yapılmıştır. Eğer kırılma eksenini merkezden geçmezse ilgili bireyin yaşı olması gerekenden az okunur (Ekingen, 1983; Sarıhan, 1988; Çelikkale, 1991; Avşar, 2005).

Yaş tayininde 2 ve 2+ yaşındakiler II. yaş grubuna; 3 ve 3+ yaşındakiler III. yaş grubuna; 4 ve 4+ yaşındakiler IV. yaş grubuna... vs. dahil edilmiştir (Chugunova, 1963).

Varyans hesaplamaları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Hata payları ise her bir yapı için bulunan varyans değerlerinin karekökünün alınmasıyla elde edilmiştir

$$V [\bar{X}_{jkl}] = \sum_i^n \frac{(X_{ijkl} - \bar{X}_{jkl})^2}{n-1} \quad \text{Bu-}$$

rada X_{jkl} j balığı, k yapısı ve l okuyucusu için ortalama yaştır (Polat vd., 1993).

Her iki okuma yöntemi ile elde edilen yaşlar arasındaki farklılıkların istatistiksel önem derecesi "t" testine göre yapılmıştır (SPSS 12,0 paket program).

Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada *C. carpio* türüne ait 167 adet balığın otolitlerinden bütün ve kırılıp-yakıldıktan sonra yaş tespiti yapılmış olup, 9 örnekte kırılıp-yakılmadan önce yaş tespiti yapılamamıştır. Bu nedenle, bütün olarak ve kırılıp-yakıldıktan sonraki yaş karşılaştırılmasına ait örnek sayısı 158 olarak alınmış ve Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde otolitlerin bütün halindeki ve kırılıp-yakıldıktan sonra tespit edilen yaşları arasındaki uyum oranı % 70.89 olarak bulunurken, uyumsuzluk oranları 1 yaş farkı için % 22.78, 2

yaş farkı için % 6.33 olarak tespit edilmiştir. Bütün haldeki otolitlerin % 5.39'unda (9 örnekte) yaş halkası gözlenemezken, aynı otolitler kırılıp-yakıldıktan sonra hepsinde yaş halkaları net bir şekilde okunarak yaş tespiti kolay bir şekilde yapılmıştır. Her iki yöntem arasında tespit edilen yaş farkı en fazla 2 olarak bulunmuştur. Otolitlerin bütün ve kırılıp-yakıldıktan sonraki yaş halkalarının netlikleri Şekil 1 ve Tablo 2'de verilmiştir. Yüzeylerinden yaş halkaları okunamayan otolitlerin kırılıp-yakıldıktan sonra tespit edilen yaşlarının 3-5 arasında değiştiği görülmüştür.

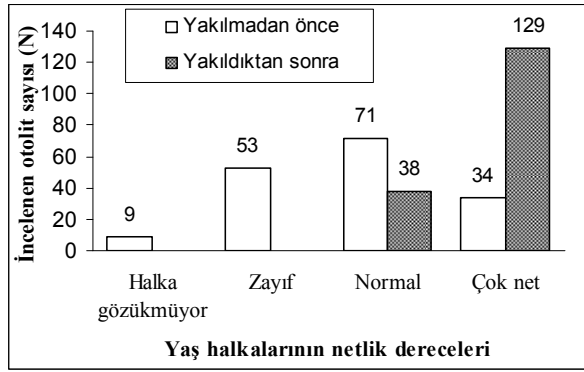
Tablo 1. *C. carpio*'nun bütün otolit yaşları ile kırılıp yakılan otolit yaşlarının karşılaştırılması

Table 1. The comparison of otolith age from whole otolith and broken-burnt otolith of *C. carpio*

Yaş farkı						Toplam
0		1		2		
N	% N	N	% N	N	%N	%N
112	70.89	36	22.78	10	6.33	100

Her iki yöntem ile otolitlerin yaş halkaları okunurken, bu halkaların okunabilirlik dereceleri de tespit edilerek şekil ve tablo ile ifade edilmiştir (Şekil 1, Tablo 2). Otolitler kırılıp-yakıldıktan sonra daha net olarak okunmuş ve bütün halde iken okunamayan otolitler de bu yöntem ile çok rahat bir şekilde okunabilmiştir. Otolitler kırılıp-yakıldıktan sonra yaş halkaları % 77.25'lik bir oranla çok net gözükürken, aynı görünme netliği otolitler bütün halde iken % 20.36 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, bütün haldeki otolitlerde yaş halkalarının % 31.74'ü zayıf görüntüye sahipken, bu oran kırılıp-yakıldıktan sonra % 0'a düşmüştür (Tablo 2). Şekil 1-3 ve Tablo 2'de verilen değerlere kırılıp-yakılmadan önce yaş halkaları okunamayan otolitler de dahil edilmiştir.

Her iki okuma yöntemi ile elde edilen yaşlar arasında pozitif yönlü ($r = 0.85$) lineer bir ilişki olmasına rağmen (Şekil 3), aralarındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur.



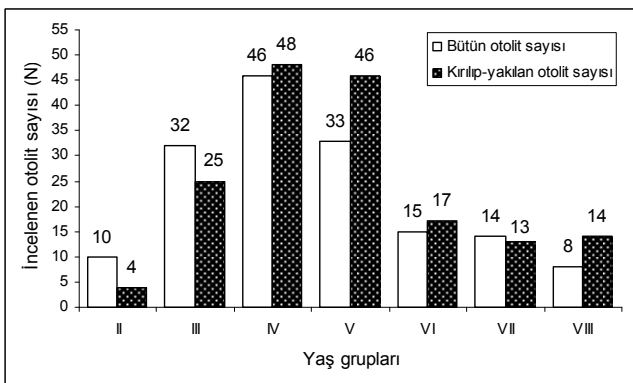
Şekil 1. *C. carpio*'nun bütün ve kırılıp-yakılan otolitlerin yaş halkalarının okunma netlikleri

Figure 1. Readability of annulus in whole and broken-burnt otolith of *C. Carpio*

Tablo 2. *C. carpio*'nun bütün otolitlerin ve kırılıp-yakılan otolitlerin yaş halkalarının görüntü netlikleri ve oranları

Table 2. Readability quality and ratios of annulus in whole and broken-burnt otolith of *C. carpio*

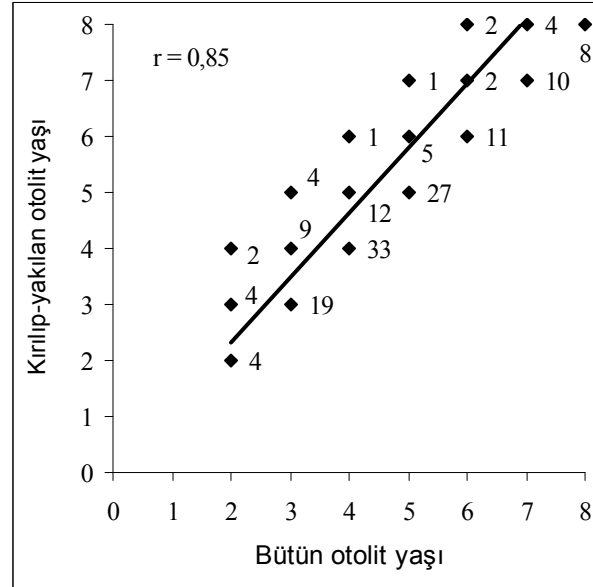
Görünüm netliği	Bütün otolit		Kırılıp-yakılan otolit	
	N	%	N	%
Halka Gözükmüyor	9	5,39	-	-
Zayıf	53	31,74	-	-
Normal	71	42,51	38	22,75
Çok net	34	20,36	129	77,25
Toplam	167	100	167	100



Şekil 2. *C. carpio*'nun bütün otolit ile kırılıp-yakılan otolit sayılarının yaş gruplarına göre dağılımı

Figure 2. The distribution of whole and broken-burnt otolith number according to age groups of *C. carpio*

Bütün halinde incelenen otolitlerin 9 örneğinde yaş halkaları görülememesine rağmen, aynı otolitler kırılıp-yakıldıktan sonra 2 tanesinin 3, 4 tanesinin 4 ve 3 tanesinin de 5 yaşında olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3. *C. carpio*'nun bütün otolit yaşı ile kırılıp-yakılan otolit yaşı ilişkisi

Figure 3. The relationship between whole otolith age and broken-burnt otolith of *C. Carpio*

Kırılıp-yakılan otolitlerde hem yaş halkalarının net olması hem de yaş tayini hata payının az olması (Tablo 3) nedeniyle, incelenen bu türün otolitlerinden kırma-yakma yönteminin yaş tayininde daha uygun olduğunu söyleyebiliriz.

Tablo 3. *C. carpio*'nun bütün otolit yaşları ile kırılıp-yakılan otolit yaşlarının varyans ve hata payı değerleri

Table 3. Variance and aging error values of ages in whole and broken-burnt otolith of *C. carpio*

Okuma yöntemi	N	Varyans	Hata payı
Bütün otolit	158	2.3775	1.5419
Kırılıp-yakılan otolit	158	2.3259	1.5251

Bu çalışmada, Keban Baraj Gölü'nde yaşayan *C. carpio* populasyonuna ait 167 bireyin bütün halindeki otolit yaşları ile kırılıp-yakılan otolit yaşları tespit edilip, aralarındaki benzerlikler ve farklılıklar karşılaştırılmıştır. Kırılıp-yakılmadan önce bütün halindeki otolitlerin 9 tanesinde yaş

halkası gözlenemezken, aynı otolitler kırılıp-yakıldıktan sonra yaş halkaları çok net bir şekilde okunabilmiştir. Bu nedenle, bütün olarak ve kırılıp-yakıldıktan sonra tespit edilen yaşlar karşılaştırılırken örnek sayısı 158 olarak alınmıştır. Her iki yöntem arasında tespit edilen yaş farkı en fazla 2 olarak bulunmuş ve aralarındaki uyum oranı % 70.89 olarak tespit edilmiştir. Uyumsuzluk oranları ise 1 yaş farkı için % 22.78 olarak tespit edilirken, 2 yaş farkı için % 6.33 olarak saptanmıştır. Farklılıklar "t" testine göre istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur. Otolitlerin yüzeylerinden doğrudan yaş halkaları okunurken balığın yaşı ilerledikçe yaş halkalarının görünebilirliğinde zayıflamalar gözlenirken, % 5.39'luk bir kısımda ise hiç yaş halkası okunamamıştır. Ancak, aynı otolitler kırılıp-yakıldıktan sonra tekrar incelendiğinde yaş halkaları net bir şekilde görülmüş ve yüzeylerinden yaş halkaları okunamayan otolitlerin de yaş halkaları çok net bir şekilde okunabilmiştir. Yüzeylerinden yaş halkaları okunamayan otolitlerin kırılıp-yakıldıktan sonra tespit edilen yaşlarının 2-5 arasında değişmiş olması, otolitin doğal yapısından kaynaklandığı kanısındayız. Çünkü bazen otolitlerin doğal gelişmelerinden kaynaklanan nedenlerden dolayı yaş halkaları görünmeyebilir. Otolitin büyük ve kalın olması yaş halkalarının iyi görünmemesine neden olabilir (Çelikkale, 1991; Kara, 1992). Bu çalışmada yüzeylerinden yaş halkaları okunamayan otolitlerin kırılıp-yakıldıktan sonra net olarak okunabilmesinin nedeni otolitlerin kalınlığından kaynaklandığı kanısındayız.

Birçok araştırmacı (Beamish ve McFarlane, 1990; Polat ve Gümüş, 1996; Bostancı ve Polat, 2000; Kimura, 2001; Munk, 2001; Stransky vd., 2001; Polat vd., 2005) doğrudan otolit yüzeyindeki yaş halkalarının okunması ile kırılıp-yakıldıktan sonraki okunan yaşlar arasındaki uyumsuzlukların önemli olduğunu ve özellikle uzun ömürlü balıklar için kırma ve yakma tekniği ile otolitlerden yaş belirlemenin oldukça başarılı bir şekilde uygulandığını yaptıkları araştırmalarda ifade etmişlerdir.

Polat ve Gümüş (1996), *Merlangus merlangus euxinus* populasyonu üzerinde yaptıkları bir çalışmada, bu alttür için en uygun yaş tespit metodunun otolitlerin kırılıp-yakıldıktan sonra yaş halkalarının okunması olduğu bildirilmiştir. Aynı şekilde Stransky vd. (2001)'nin, *Sebastes marinus* türü üzerinde yaptıkları bir çalışmada, doğrudan yüzeyden okuma tekniği ile 11 yaşından sonra okunan yaşların olması gereken yaşla-

rın altında çıktığını ve bu nedenle otolitlerin kırılıp-yakıldıktan sonra yaşlarının tespit edilmesi gerektiğini ifade etmektedirler. Aynı ifadeler *Solea lascaris* türü için Bostancı ve Polat (2000) tarafından da vurgulanmaktadır. Kimura, (2001)'nin *Theragra chalcogramma* türü üzerinde yapmış olduğu benzer bir çalışmada otolitlerden 13. yaşa kadar rahat bir şekilde yaş tespiti yapılırken, ilerleyen yaşlarda otolitlerin kırılıp yakılması gerektiğini ve bu tür için en uygun yaş belirleme metodunun otolitleri kırma ve yakma tekniğinin olduğu bildirmektedir. Yine aynı tür üzerinde yapılan başka bir çalışmada (Munk, 2001) otolitlerin yüzeylerinden yaş halkalarının okunamaması durumlarında otolitler kırılıp yakılarak incelenmiştir.

Yukarıda belirtilen çalışmalarda da ifade edildiği gibi otolitler kırılıp-yakıldıktan sonra yaş halkaları daha net okunmakta ve okunamayan yaş halkaları da bu yöntem ile daha rahat okunabilmektedir.

Genç bireylerin otolitlerinden yaş tespiti belirgin bir şekilde yapılabilir. Ancak, ileriki yaşlarda otolitin ispiroto alevinde yakılması gerekir. Çünkü genç bireylerde otolitin yüzeyinden okumanın belirgin olduğu, daha sonraki yaşlarda ise zorlaştığı bildirilmektedir (Tesch, 1968).

Farklı tür ve değişik yaşama alanları olmasına rağmen konu ile ilgili yapılan çalışmalarda (Beamish ve McFarlane, 1990; Polat ve Gümüş, 1996; Bostancı ve Polat, 2000; Kimura, 2001; Munk, 2001; Stransky vd., 2001; Polat vd., 2005; Zengin vd., 2006) elde edilen sonuçlar ile, yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar arasında benzerlikler olduğu görülmüştür.

Sonuç

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 söyleyebiliriz. Bu nedenle, otolitler ile yapılan yaş tespiti çalışmalarında otolitlerin kırılıp-yakıldıktan sonra incelenmesi, çalışmanın güvenilirliği ve doğruluğu açısından oldukça önemlidir. Çünkü bu çalışmada otolitler kırılıp-yakılmadan önce incelenmiş olsaydı, otolitlerin ancak % 70.89'luk kısmı olması gereken yaşta okunacak, geri kalan % 22.78'lik kısmı olması gereken yaştan 1 yaş, % 6.33'lük kısmı 2 yaş eksik okunacak ve otolitlerin % 5.39'luk bir kısmından ise yaş tespiti hiç yapılamayacaktı.

Kaynaklar

- Akyurt, İ., (1987), Kazan Gölü Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) Populasyonunun İncelenmesi. *Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1: 323-340.
- Avşar, D., (2005), Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği. Nobel Yayınevi, Adana, 332 s.
- Beamish, R. J., McFarlane, G. A. (1990). Current trends in age determination methodology. Pp. 15-42. In: R. C. Summerville and G. E. Hall, (Editors). *Age and Growth of Fish*. Iowa State University Press, Ames, Iowa, Second printing, 544 pp.
- Bostancı D., Polat, N., (2000), Karadeniz’de Yaşayan *Solea lascaris* (Risso, 1810)’te Yaş Belirleme Yöntemleri. *Turkish Journal of Zoology*, 24: 21-29.
- Chugunova, N. I., (1963), *Age and Growth Studies in Fish*, Israel Program Scientific Translation. No: 610 National Science Foundation, Washington D.C. 132 pp.
- Çelikkale, M. S., (1991), *Balık Biyolojisi*, Karadeniz Teknik Üniv. Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Genel Yayın No: 101, Fakülte Yayın No: I, Trabzon, 387 s.
- Çetinkaya, O., (1992), Akşehir Gölü Sazan Populasyonu (*Cyprinus carpio* L., 1758) Üzerinde Araştırmalar I. Büyüme, Boy-Ağırlık İlişkisi ve Kondisyon. *Turkish Journal of Zoology*, 16: 13-29.
- Ekingen, G., (1983), *Su Ürünleri ve Balıkçılık*, Fırat Üniv. Veteriner Fak. Yayınları, No:32, Ankara Üniversitesi, Basımevi, Ankara. 162 s.
- Erkoyuncu, İ., (1995), *Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları No:95, 265 s.
- Geldiay R., Balık, S., (1999), *Türkiye Tatlısu Balıkları*, III. Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir. 532 s.
- Gümüş, A., Polat, N., (1999), Yaş Tayini Hesaplamalarında Hata Kaynakları. *X. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu* 22-24 Eylül, Adana. 506-523.
- Kara, Ö. F., (1992), Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu kitaplar serisi No:27, İzmir. 168 s.
- Kimura, D. K., (2001), Age and Growth Programe, A Brief History of Age Determination of Walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) at the Alaska Fisheries Science Center, <http://www.afsc.noaa.gov/REFM/Age/brief/history.htm> (Erişim tarihi: 12.12.2007).
- Lagler, K. L., (1956), *Freshwater Fishery Biology*, W. M. C. Brown Company. Publishers, Dubuque, Iowa. 421 pp.
- Munk, K. M., (2001), Walleye Pollock Otolith Aging: Comparison of the Techniques Used by Two Agencies. <http://www.cf.adfg.state.ak.us/geninfo/pubs/rir/5j01-06.pdf> (Erişim tarihi: 12.12.2007).
- Polat, N., (2000), Balıklarda Yaş Belirlemenin Önemi, *Doğu Anadolu Bölgesi V. Su Ürünleri Sempozyumu*, 28-30 Haziran, Erzurum, 9-20.
- Polat, N., Işık, K., Kukul, A., (1993), Bıyıklı balık (*Barbus plebejus escherichi* Steindachner, 1897)’ın Yaş Tayininde Kemiksi Yapı-Okuyucu Uyum Değerlendirmesi. *Turkish Journal of Zoology*, 17: 503-509.
- Polat, N., Bostancı, D., Yılmaz, S., (2005), Difference between otolith and broken-burnt otolith ages of red mullet (*Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927) sampled from the Bleack Sea (Samsun, Turkey). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 29: 429-433.
- Polat, N., Gümüş, A., (1996), Ageing of whiting (*Merlangus merlangus euxinus* Nord, 1840) Based on Broken and Burnt Otolith. *Fisheries Research*, 28: 231-236.
- Sarıhan, E., (1988), *Balıkçılık Biyolojisi*, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No:65, Adana, 120 s.
- Stransky, C., Guomundsdottir, S., Sigurosson, P., Lemvig, S., Nedreaas, K., (2001), Age readings of *Sebastes marinus* otoliths: bias and precision between readers and otolith preparation methods. Scientific Council Meeting-June. Serial No: N4384 <http://www.redfish.de/project/deliv56.pdf> (Erişim tarihi: 12.12.2007).

Summerfelt, R. C., Hall, G. E., (1990), *Age and Growth of Fish*, Iowa State University Press, Ames, Iowa, 50010, 544 pp.

Tesch, F. W., (1968), *Age and Growth*, Pp. 93-123. In., T. B. Bagenal (Editor), *Methods for Assessment of Fish Production in Freshwaters*. IBP. Handbook No: 3, Blackwell Scientific Publ. Oxford and Edinburg, 320 pp.

Zengin, M., Gümüş, A., Bostancı, D., (2006), Age and growth of the Black Sea turbot, *Psetta maxima* (Linneaus, 1758) (Pisces: Scophthalmidae), estimated by reading otoliths and by back-calculation. *Journal of Applied Ichthyology*, **22**: 374-381.