

## Istavrit (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868) Baliğının Bütün Otolit ve Kirilip-Yakılan Otolit Yaşlarının Karsilastirilmesi

Elvan ATILGAN<sup>1\*</sup> Murat ERBAY<sup>1</sup> Nimet Selda BASÇINAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Vali Adil Yazar Cad., No/14, Kaşüstü Beldesi,  
61250 Yomra, Trabzon, Türkiye

\* Sorumlu yazar: Tel: 0462 3411053, Faks: +904623411152  
e-posta: eatilgan@sumae.gov.tr

Geliş Tarihi: 03.04.2012  
Kabul Tarihi: 01.11.2012

### Abstract

#### Comparison of Whole Otolith and Broken-Burnt Otolith Ages of Mediterranean Horse Mackerel (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868)

In this study, whole otolith ages and broken-burnt otolith ages of 153 horse mackerel (*T. mediterraneus*) that provide with purse seine fishery in Southeastern Black Sea (Ordu-Rize) were determined and similarities and differences were compared. Otoliths were read once by three readers and mean age in whole otolith and broken-burnt readings are respectively calculated as 2,29 and 2,45. Annulus could not read in 10 of the whole otoliths before broken-burnt process but in the same otoliths, annulus could read after the broken-burnt process. Age differences between the two methods found out as 2 at most. Consistence ratio between two methods (no difference in readings between two methods) 75,52% and inconsistency ratio determined as 23,77% for age difference 1 and 0,69% for age difference 2. As a result, horse mackerel otoliths are recommended to read as a whole but break-burn method is recommended to interpret difficult otoliths.

**Keywords:** Southeastern Black Sea, break-burn method, *T. mediterraneus*, otolith, age estimation.

### Özet

Çalışmada Güneydoğu Karadeniz Bölgesi'nde (Ordu-Rize arası) gırgır avcılığı ile elde edilen 153 istavrit (*T. mediterraneus*) bireyine ait otolitlerin herhangi bir işleme tabi tutulmadan bütün haldeki otolit yaşları ve kırma-yakma işlemi uygulandıktan sonraki yaşları tespit edilmiş, aralarındaki benzerlikler ve farklılıklar ortaya çıkarılmıştır. Otolitler üç ayrı okuyucu tarafından birer kez okunmuş ve sırasıyla bütün olarak okuma ve kırma-yakma yöntemi sonucundaki okumalarda ortalama yaş 2,29 ve 2,45 olarak hesaplanmıştır. Bütün olarak okunan otolitlerin 10'unda yaş tespiti yapılamamış ve bu otolitler kırma-yakma işlemi sonucunda okunabilmiştir. Her iki yöntem arasında tespit edilen yaş farkı en fazla 2 olarak bulunmuştur. İki yöntem arasındaki uyum oranı (iki yöntem arasında okuma farkının olmadığı) %75,52 olurken uyumsuzluk oranları ise 1 yaş farkı için %23,77, 2 yaş farkı için %0,69 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak istavrit otolitlerinin bütün olarak okunması tavsiye edilmekte fakat yorumlanması güç otolitlerde de kırilip-yakılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Güneydoğu Karadeniz, kırma-yakma yöntemi, *T. mediterraneus*, otolit, yaş tahmini

### Giriş

Kemiksi yapılar üzerindeki yıllık büyüme çizgileri bilim insanlarının yaşları tespit edebilmelerine imkan vermiştir. Balığın hayatı boyunca gözlenen yıl içindeki bu değişim, vücudunun bazı kemiksi yapılarına da yansır. Diğer bir deyişle bu yapılar balığın büyüdüğü ve

büyümediği mevsimler ile onların sebep olduğu değişiklikleri kaydeder.

Büyümenin hızlı ve yavaş olduğu dönemlerde oluşan opak ve hiyalin halkaların ikisi birlikte bir yıllık büyümeyi ifade eder (Das, 1994).

Yaş tayini çalışmalarındaki en büyük zorluk, standart bir yaş tayini metodunun olmamasıdır. İdeal yaş tayini metodu aynı türün farklı popülasyonlarına göre değişebildiği gibi, aynı stok içerisinde de yaşa bağlı olarak değişebilmektedir (Chilton ve Beamish, 1982). Bu nedenle yaş tayini çalışmalarında annulus oluşum zamanı, büyümenin durduğu dönem, üreme veya göç sebebiyle oluşabilecek halkaların varlığı ve en önemlisi, yaşın belirleneceği ideal kemiksi yapı her tür için ayrı ayrı incelenmelidir (McFarlane ve Beamish, 1990).

Karlou-Riga (2000) *Trachurus mediterraneus*'un otolit yapısını yaş ve büyümesini incelediği çalışmada bu türde yaş belirleme çalışmalarının oldukça geliştirilmesine rağmen yine de birçok problemle karşılaşıldığını bildirmektedir. Karlou-Riga ve Sinis (1997) ilerleyen yaşla birlikte otolitlerdeki kalınlaşmadan dolayı *T. mediterraneus*'da yaş belirlemenin oldukça zor olduğunu rapor etmektedir. Gerek otolit yüzeyinin okuma yapmaya yeterince elverişli olmaması, gerekse ilerleyen yaşlarla birlikte kalınlaşmaya bağlı olarak annulusların görünürlüğünün azalması ve dolayısıyla yaşın olduğundan eksik belirlenmesi otolitlerin değişik yöntemlerle incelenmesi zorunluluğunu doğurmuştur. Bu yöntemlerden birisi de kırma-yakmadır. Bazı durumlarda otolite bütün olarak bakıldığında otolit üzerinde dar olan büyüme bölgeleri tam olarak görünmeyebilir. Bu durumda otolitten kesit alınarak yakılıp incelenmesi daha doğru sonuçlar vermektedir.

Farklı türlerde kırma-yakma yöntemi uygulayarak yaş belirleme çalışmaları yapan araştırmacılar mevcuttur. Polat ve Kukul (1990) istavrit (*Trachurus trachurus*) otolitlerini ispirto alevinde yakarak yaş okuma çalışmaları yapmış fakat yıllık halkaların belirlenemediğini rapor etmişlerdir. Polat ve Gümüş (1996) *Merlangius merlangus euxinus*'da, Polat vd. (2005) *Mullus barbatus ponticus*'da, Aydın vd. (2009) *Cyprinus carpio* türünde çalışmıştır.

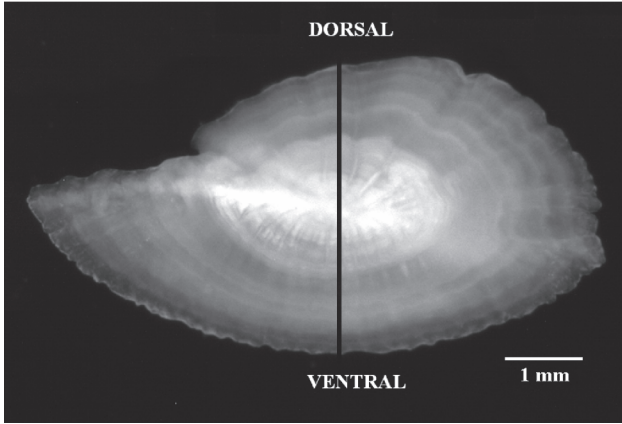
Balıklarda yaş tayini, balıkçılık biyolojisi çalışmalarının en önemli adımı olup, balık stokları ve balıkçılığın uygun yönetimi için popülasyonların spesifik yaş yapısı ve gelişme oranlarının bilinmesi gerekir. Bir balığın yaşının normalden küçük veya büyük belirlenmesi, özellikle ekonomik öneme sahip balıklarda ciddi mali kayıplara neden olmaktadır (Erkoyuncu, 1995). Bu nedenle her tür için yaş belirlemede uygun yapının ve yöntemin belirlenmesi son derece önem arz etmektedir.

Literatürler değerlendirildiğinde, incelenen türün otolitlerinde kırma-yakma yöntemiyle yaş tayini çalışmasına rastlanamamıştır. Bu nedenle *Trachurus mediterraneus* otolitlerinin bütün ve kırılıp-yakıldıktan sonraki yaşları belirlenip, aralarındaki uyum ve uyumsuzlukları tespit amacıyla bu çalışma yürütülmüştür.

### Materyal ve Metot

Çalışmanın canlı materyalini Güneydoğu Karadeniz Bölgesi'nde (Ordu-Rize arası) Ocak 2010-Ağustos 2011 tarihleri arasında girgir avcılığı ile yakalanan 153 *Trachurus mediterraneus* örneği oluşturmaktadır. Balığın şolungaç boşluğu açılarak otolitler ince uçlu bir penş yardımıyla zarar verilmeden çıkarılmış daha sonra içerisinde % 90'lık alkol bulunan petri kutusunda üzerindeki yağ, kan ve diğer doku kalıntıları uzaklaştırıldıktan sonra Eliza kaplarına yerleştirilmiştir. Temizlenen otolitler üstten ve yandan aydınlatılan mikroskopta, içinde alkol bulunan şiyah zeminli petriye yerleştirilerek distal yüzeyden 10x2,5 büyütmede okunmuştur. Daha sonra parçalanmamasına ve kesit ekseninin otolitin tam merkezinden geçmesine dikkat edilerek biştüri yardımıyla otolit transversal (dorso ventral) doğrultuda ikiye kırılmış ve ispirto alevinde yakılmıştır (Şekil 1). Kırılma ekseninin merkezden geçmediği takdirde bireyin yaşının olması gerekenden az okunacağı rapor edilmektedir (Ekingen, 1983; Sarihan, 1988; Çelikkale, 1991; Avşar, 2005).

Yakma eşnaşında otolitlerin aleve doğrudan teması edip hızlıca yanmaması için otolitler küçük bir kaşık içerisinde aleve maruz bırakılmıştır. Otolitin rengi önce şarımışı kahverengi, sonra koyu kahverengine dönüşüncüye kadar işpiroto alevinde bekletilmiştir. Soguyan otolitler petri kabına döşenen koyu renk oyun hamuru içerisinde kırılan yüzeyleri üstte kalacak şekilde gömülerek incelemeye hazır hale getirilmiştir. Kontrastı artırmak üzere otolitlerin üzerine bitkişel yağ damlatılmıştır. Otolitler 10x2,5 büyütmede üstten aydınlatma ile incelenmiştir.



Şekil 1. Otolitten transversal doğrultuda kesit alma düzlemi

Otolit yaşları değerlendirilirken, son oluşan yaş halkasına göre bireyin yerleştirildiği yaş grubuna karar verilmiş ve *Karlou-Riga (2000)'nin Trachurus mediterraneus'da bildirdiği yaş belirleme kriterleri* göz önünde bulundurulmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. *Trachurus mediterraneus'da* yaş belirleme

Yakalanma Tarihi	Otolit Sınırı	Yaş
1 Ocak-30 Haziran	Hiyalin	n
	Opak	n+1
1 Temmuz-31 Aralık	Hiyalin	n
	Opak	n

n: Tamamlanmış annulus sayısı

Her bir yapı için birbirinden bağımsız olarak yapılan üç okumada benzerlik derecesi araştırılmış uyum durumu; 3/3, 3/2, 3/1 şeklinde ifade edilmiştir. Her bir ifadedeki örnek sayısı toplam örnek sayısına bölünerek yüzde (%) olarak gösterilmiştir. Yüzde uyum, yaş verilerinin analizinde dikkate alınması gereken bir husus olup yapının güvenilir olduğunun kesin kanıtı değildir.

Her iki yöntemde de okumalar üç ayrı okuyucu tarafından birer kez yapılmıştır. Yaş verilerinin analizinde ortalama yaş, ortalama yüzde hata ve değişim katsayısı gibi hesaplamalar aşağıdaki formüllere göre yapılmıştır.

$$X_{kt} = \frac{\sum_i^n \sum_j^f x_{ijkt}}{nf}$$

Formülde:

X<sub>kt</sub>= Ortalama yaş

n= Tekrar okuma sayısı

f= Yaş tayini yapılan örnek sayısı

X<sub>ijkt</sub>= j balığı için i. okumada elde edilen yaş

$$OYH_j = 100\% \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{|x_{ij} - x_j|}{x_j}$$

Formülde:

OYH<sub>j</sub>= j balığı için ortalama yüzde hata

X<sub>ij</sub>= j balığında i. yaş okumaşı

X<sub>j</sub>= j balığında ortalama yaş

R= j balığı için yapılan tekrarlı okuma sayısı

$$DK_j = 100\% \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^R \frac{(x_{ij} - x_j)^2}{R-1}}}{x_j}$$

Formülde:

$DK_j = j$  balığı için değişim katsayısı

$X_{ij} = j$  balığında  $i$  inci yaş okumaşı

$X_j = j$  balığı için ortalama yaş

$R = j$  balığı için yapılan tekrar okuma sayısı

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

Burada:

$$y[\overline{X_{jkl}}] = \sum_i^n \frac{(X_{ijkl} - \overline{X_{jkl}})^2}{n-1}$$

$X_{jkl}$ :  $j$  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 15 deneme sürümü)

## Bulgular

Bu çalışmada istavrit (*Trachurus mediterraneus*)'e ait 153 adet otolit üzerinde bütün okuma ve kırma-yakma yöntemiyle yaş belirleme çalışması yapılmış iki okuma yöntemine ait uyum grupları ve yüzdeleri Tablo 2 ve 3'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Bütün otolitlerde uyum grupları sayısı ve yüzdeleri

BÜTÜN OTOLİT	UYUM GRUPLARI			TOPLAM
	3/3	3/2	3/1	
Otolit Sayısı	63	68	12	143
Yüzde (%)	44,05	47,55	8,35	100

**Tablo 3.** Kırma-yakma uygulanan otolitlerde uyum grupları sayısı ve yüzdeleri

KIRILIP-YAKILAN OTOLİT	UYUM GRUPLARI			TOPLAM
	3/3	3/2	3/1	
Otolit Sayısı	78	64	11	153
Yüzde (%)	50,98	41,83	7,18	100

Bütün olarak ve kırılıp-yakıldıktan sonra yapılan okumalara ait olan ortalama yaş, ortalama yüzde hata ve değişim katsayısı değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

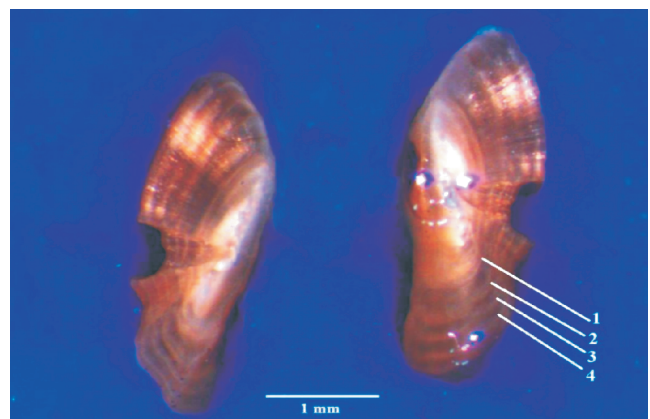
**Tablo 4.** Ortalama yaş (OY), ortalama yüzde hata (OYH) ve değişim katsayısı (DK) değerleri

METOD	N	OY	OYH	DK
Bütün okuma	143	2,29	12,86	17,17
Kırma-yakma	153	2,45	11,18	15,22

Her iki yöntemle yapılan yaş tayininde elde edilen yaş farkına ait değerler Tablo 5'te verilmiştir. 10 örnekte kırılıp yakılmadan önce yaş tespiti yapılamamış, bu nedenle yaş karşılaştırılmasına ait örnek sayısı bütün otolitler için 143 olarak alınmıştır. Tablo incelendiğinde otolitlerin bütün halindeki ve kırılıp yakıldıktan sonra belirlenen yaşları arasındaki uyum oranı % 75,52 olarak bulunurken, uyumsuzluk oranları 1 yaş farkı için % 23,77, 2 yaş farkı için % 0,69 olarak belirlenmiştir. Her iki yöntem arasında tespit edilen yaş farkı en fazla 2 olarak bulunmuştur. Kırma-yakma işlemi uygulanan 4 yaşlı bireye ait otolit Şekil 2'de verilmiştir.

**Tablo 5.** *Trachurus mediterraneus*'un bütün otolit yaşları ile kırılıp yakılan otolit yaşlarının karşılaştırılması

Yaş Farkı						Toplam	
0		1		2			
N	%N	N	%N	N	%N	N	%N
108	75,52	34	23,77	1	0,69	143	100



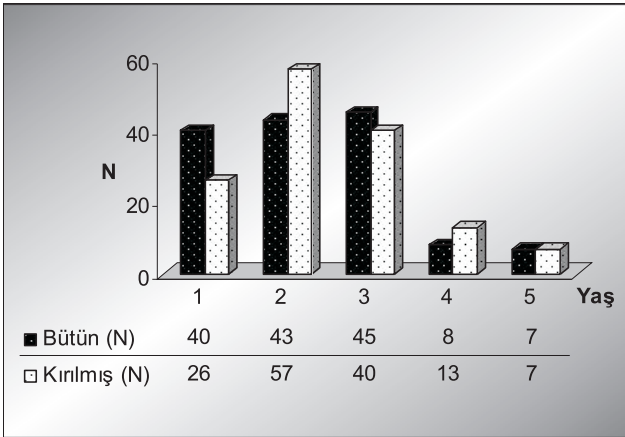
**Şekil 2.** Kırma-yakma işlemi uygulanan 4 yaş otoliti. Yakalanma Tarihi: 18.02.2011. Balık Boyu: 17,6

Bütün halinde incelenen 10 otolitte yaş halkaları görünememesine rağmen, aynı otolitler kırılıp yakıldıktan sonra 1 taneşinin 1, 8 taneşinin 2 ve 1 taneşinin de 3 yaşında olduğu belirlenmiştir. Bütün ve kırılıp yakılan otolit yaşlarına ait varyans ve hata payı değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6.** *T. mediterraneus*'un bütün otolit yaşları ile kırılıp yakılan otolit yaşlarının varyans ve hata payı değerleri

Okuma Yöntemi	N	Varyans	St. Hata
Bütün otolit	143	1,1807	0,0909
Kırılıp-yakılan otolit	143	1,0914	0,0873

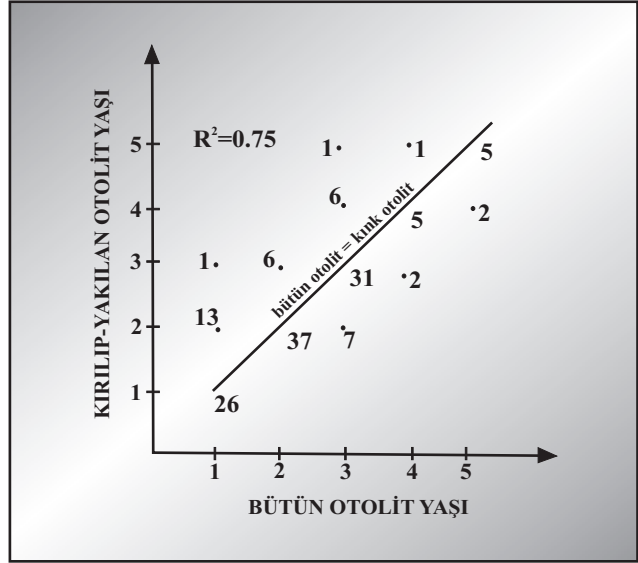
Bütün ve kırılıp yakılan otolit sayılarının yaş gruplarına göre dağılımı Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde 1. ve 3. yaş gruplarındaki bütün otolit okumalarının ekşik okunan yaş halkalarının kırılıp yakılma işlemi sonucunda 1 üst yıl sınıfına kaydığı görülmektedir.



**Şekil 3.** *T. mediterraneus*'un bütün otolit ile kırılıp yakılan otolit sayılarının yaş gruplarına göre dağılımı

*T. mediterraneus*'un bütün otolit ve kırılıp yakılan otolit okumalarının karşılaştırılması Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4 incelendiğinde doğrusal hat üzerinde, bütün otolit ve kırılıp-yakılan otolit yaşlarının keşim noktaları her iki okumada da aynı bulunan sonucu, diğer keşim noktaları işe metoda göre elde edilen okuma sonuçlarını ifade etmektedir. Her iki okuma yöntemi ile elde edilen yaşlar arasında lineer bir ilişki olup ( $r^2=0,75$ ) iki

değişken arasındaki ilişki önemli bulunurken ( $P<0,05$ ), her iki yöntem arasındaki farklılıklar "t" testine göre istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $P>0,05$ )



**Şekil 4.** *T. mediterraneus*'un bütün otolit ve kırılıp yakılan otolit okumalarının karşılaştırılması

## Tartışma

Bu çalışmada istavrit (*Trachurus mediterraneus*) otolitlerinde iki farklı yaş okuma yöntemi karşılaştırılmış, aralarındaki benzerlikler ve farklılıklar ortaya çıkarılmıştır. Tablo 2,3'de uyum grupları incelendiğinde kırma-yakma yönteminde uyum yüzdelерinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Ortalama yaş birbirine yakın değerler alınırken, ortalama yüzde hata ve değişim katsayısı kırma-yakma yönteminde diğer yöntemlere nazaran biraz daha düşük bulunmuştur. Bu da kırılıp-yakılan otolitlerde okuyucu kriterlerinin daha uyumlu ve tutarlı olduğunu göstermektedir.

Birçok araştırmacı (McFarlane ve Beamish, 1990; Polat ve Gümüş, 1996; Boştancı ve Polat, 2000; Kimura, 2001; Munk, 2001; Straňsky vd., 2001; Polat vd., 2005) doğrudan otolit yüzeyindeki yaş halkalarının okunması ile kırılıp-yakıldıktan sonraki okunan yaşlar arasındaki uyumsuzlukların önemli olduğunu ve önemli olduğunu ve özellikle uzun ömürlü balık-

lar için kirma ve yakma tekniği ile otolitlerden yaş belirlemenin oldukça başarılı bir şekilde uygulandığını yaptıkları araştırmalarda ifade etmişlerdir.

Polat ve Kukul (1990) iştavrit (*Trachurus trachurus*) otolitlerini işpirto alevinde yakma yöntemiyle yaş okuma çalışmaları yapmış fakat yıllık halkaların belirlenemediğini rapor etmişlerdir. Polat ve Gümüş (1996) mezgıt balığında (*Merlangius merlangus euxinus*) bütün ve kirilip-yakılmış otolitler arasında karşılaştırma yapmış, bütün otolitlerin kirilip-yakılan otolitlere nazaran yaşı olduğundan düşük gösterdiğini, tür için uygun yaş belirleme yönteminin kirma yakma olduğunu rapor etmiştir. Polat vd., (2005) barbunya balığında (*Mullus barbatus ponticus*) kirma-yakma ve bütün otolit metodunu karşılaştırmış ve bütün otolitlerin balık yaşını en az 1 yaş düşük gösterdiği bu nedenle kırık otolit metodunu önermişlerdir. Aydın vd., (2009) aynalı şazan (*Cyprinus carpio*)'da bütün otolit ve kirilip yakılmış otolit yaşları arasında karşılaştırma yapmış ve ilerleyen yaşla birlikte halka görünürlüğünün azaldığını otolitler kirilip yakıldıktan sonra yaşların daha belirgin hale geldiğini bildirmiştir.

Karlou-Riga ve Siniş (1997) *T. trachurus*'da 5 yaşa kadar annufların tespitinin kolay olduğunu fakat daha ileri yaşlardaki otolitlerde birbirine yakınlaşan annufların görünürlüğünün azaldığını bildirmektedir. Sekil 3 incelendiğinde 5 yaşa ait bireylerin bütün ve kirma-yakma okumaları arasında fark bulunmaması bu türde kalınlaşmaya bağlı halka görünürlüğünün azalmasının pek ortaya çıkmadığı fakat aşıl problemin daha alt yaş gruplarında halka görünürlüğünün zayıflaması olduğu görülmektedir. Bilhassa geniş büyüme bölgeleri olup halka oluşumu göstermeyen otolitlerde kirma-yakma yöntemi kullanışlı bir yöntem olarak karşımıza çıkabilmektedir. Bundan sonra

yapılacak çalışmalarda daha fazla sayıda 5 yaş ve daha ileri yaşlardaki bireyler elde edilebildiği takdirde aynı tekniğin bu bireylere ait otolitler üzerinde denenmesi faydalı olacaktır.

Balık türlerinin avlanabilir popülasyonlarında mümkün olan en yüksek verimin alınması ve bu esnada popülasyonun üretkenliğinin düşürülmemesi ancak popülasyonun büyüme ve yenilenme kapasitesine uygun bir idare modelinin geliştirilmesi ile mümkündür. Bunun için türün büyüme özelliklerinin belirlenmesi dolayısıyla da yaş tayininin sağlıklı bir şekilde yapılması gerekir (Polat, 2000).

Çalışma sonucunda iştavrit otolitlerinde yapılan kirma-yakma metodunun bütün otolit okumalarında yüzeyden okuma yapmaya yeterince elverişli olmayan otolitlerin okunmasında uygun bir yöntem olduğu söylenebilir. Otolitlerle yapılan yaş tespit çalışmalarında yorumlanması zor olan otolitlerin değerlendirme dışı bırakılması veya kirilip yakıldıktan sonra incelenmesi çalışmanın güvenilirliği açısından oldukça önemlidir. Çünkü bu çalışmada otolitlerin tamamı kirilip yakılmadan incelenmiş olsaydı ancak % 75,52'lik kısmı olması gereken yaşta okunacak, geri kalan 23,77'lik kısmı olması gereken yaştan 1 yaş, % 0,69'lik kısmı 2 yaş ekşik okunacak ve otolitlerin % 6,54'lük bir kısmında işe yaş tespiti hiç yapılamayacaktı. Sonuç olarak iki yöntem arasındaki farklılıkların önemsiz olması nedeniyle ( $P>0,05$ ) iştavrit otolitlerinin bütün olarak okunması tavsiye edilmekte fakat yorumlanması güç otolitlerde de kirilip-yakılması önerilmektedir.

### Tesekkür

Bu çalışmada kullanılan materyallerin bir kısmı TAGEM “Doğu Karadeniz'deki Girgiri Balıkçılığının İzlenmesi 2006/09/02/02 (2006)” adlı proje kapsamında temin edilmiştir.

## Kaynaklar

- Avşar, D. 2005. Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği. Nobel Yayınevi, Adana, 332 s.
- Aydın, R., Pala, M., Yüksel, F. ve Şen, D. 2009. Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) Otolitlerinde Kıрма-Yakma Yöntemiyle Yaş Tayini. Journal of Fisheries Science, 3(1): 51-57.
- Bostancı, D. ve Polat, N. 2000. Karadeniz'de Yaşayan *Solea lascaris* (Risso, 1810)'te Yaş Belirleme Yöntemleri. Turk. J. Zool, 24 (eksayı): 21-29.
- Chilton, D.E. ve Beamish, R.J. 1982. Age Determination Methods for Fishes Studied by the Groundfish Program at the Pacific Biological Station. Can. Spe. Pub. Fish. Aquat. Sci., 60 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. 387s.
- Das, M. 1994. Age Determination and Longevity in Fishes. Gerontology, 40: 70-96.
- Ekingen, G. 1983. Su Ürünleri ve Balıkçılık. Ankara üniversitesi Basımevi, Ankara, 162 s.
- Erkoyuncu, İ. 1995. Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamigi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Sinop, 265 s.
- Karlou-Riga, C. ve Sinis A. 1997. Age and Growth of Horse Mackerel *Trachurus trachurus* (L.), in the Gulf of Sarinikos (Greece). Fisheries Res., 32: 157-171.
- Karlou-Riga, C. 2000. Otolith Morphology and Age and Growth of *Trachurus mediterraneus* (Steindachner) in the Eastern Mediterranean. Fisheries Research, 46: 69-82.
- 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](http://www.afsc.noaa.gov/REFM/Age/brief_history.htm) (Erişim tarihi: 12.12.2007).
- McFarlane, G.A. ve Beamish, R.J. 1990. An Examination of Age Determination Structures of Walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) from Five Stock in the Northeast Pacific Ocean. Proceed. Symp. Appl. Stock Assess. Tech. Gadids. Bull. No. 50: 37-56.
- Munk, K.M. 2001. Walleye Pollock Otolith Aging: Comparison of the Techniques Used by Two Agencies. Regional Information Report No. 5J01-06, Alaska Department of Fish and Game, Mark, Tag, and Age Lab-Age Determination Unit, Division of Commercial Fisheries, Juneau, Alaska.
- Polat, N. ve Kukul, A. 1990. Karadeniz'deki İstavrit (*Trachurus trachurus* (L.))'te Yaş Belirleme Yöntemleri. X. Ulusal Biyoloji Kongresi, 18-20 Temmuz 1990, Erzurum, 217-224.
- Polat, N., Işık, K. ve Kukul, A. 1993. Bıyıklı Balık (*Barbus plebejus escherichi* Steindachner, 1897)'ın Yaş Tayininde Kemiksi Yapı-okuyucu Uyum Değerlendirmesi. Doga Tr. J. Zoology, 17: 503-509.
- Polat, N. ve Gümüş, A. 1996. Ageing of Whiting (*Merlangius merlangius euxinus*, Nord., 1840) Based on Broken and Burnt Otolith. Fish. Res., 28: 231-236.
- Polat, N. 2000. Balıklarda Yaş Belirlemenin Önemi. IV. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Erzurum. 28-30 Haziran, Erzurum. 9-20 s.
- Polat, N., Bostancı, D. ve Yılmaz, S. 2005. Differences Between Whole Otolith and Broken-Burnt Otolith Ages of Red Mullet (*Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927) Sampled from Black Sea (Samsun, Turkey). Turk J. Vet. Anim. Sci., 29: 429-433.
- Sarıhan, E. 1988. Balıkçılık Biyolojisi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No:65, Adana, 120 s.
- Stransky, C., Guomundsdottir, S., Sigurosson, P., Lemvig, S. ve Nedreas, K. 2001. Age Readings of *Sebastes marinus* otoliths: Bias and Precision Between Readers and Otolith Preparation Methods. NAFO SCR Doc. 01/16, Seri No. N4384.