

KARADENİZ (SAMSUN)'DE YAŞAYAN ZARGANA (*Belone belone* L., 1761)'DA YAŞ TAYİNİ, YAŞ-BOY VE BOY-AĞIRLIK İLİŞKİLERİ

Nazmi Polat^{1*}, Yasemin İnceismail¹, Savaş Yılmaz², Derya Bostancı³

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 55139, Kurupelit, Samsun

² Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 60250, Taşlıçiftlik, Tokat

³ Ordu Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Perşembe, Ordu

Özet:

Bu çalışmada, Karadeniz (Samsun)'de yaşayan zarganada (*Belone belone* L., 1761) yaş tayini için en güvenilir kemiksi yapı araştırılmış, yaş-boy ve boy-ağırlık ilişkileri belirlenmiştir. Ekim 2003-Aralık 2004 tarihleri arasında yakalanan 278 örnekten yaş belirleme amacıyla omur, otolit, operkül, suboperkül ve kleitrum gibi kemiksi yapılar alınmıştır. Kemiksi yapıların güvenilirliğinin karşılaştırılmasında ortalama yaş (X_{ort}), yüzde uyum (YU), ortalama yüzde hata (OYH) ve değişim katsayısı (DK) kullanılmıştır. Omur ve otolitte benzer sonuçlar elde edilmiştir. Otolit, balıktan alınması ve yaş tayinine hazırlanması daha kolay olduğundan omura tercih edilmiştir. Otolit boyutları-yaş ve otolit boyutları-balık boyu arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Otolit yaşlarından büyüme denklemi $L_t = 79.05 [1 - e^{-0.198(t+1.42)}]$ olarak hesaplanmıştır. Populasyonun boy-ağırlık ilişkisi $W = 0.0005L^{3.245}$ olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yaş tayini, otolit, omur, zargana, *Belone belone*, Samsun

Abstract:

Age Determination, Age-Length And Length-Weight Relationships of Garfish (*Belone belone* L., 1761) in the Black Sea (Samsun)

In this study, the most reliable bony structure for age determination of garfish (*Belone belone* L., 1761) inhabiting the Black Sea was investigated and age-length and length-weight relationships were determined. Bony structures such as vertebra, otolith, opercle, subopercle and cleithrum for age analysis were removed from 278 individuals sampled from October 2003 to December 2004. The mean age (X_{ort}), percent agreement (PA), average percent error (APE) and coefficient of variation (CV) were used to compare the reliability of bony structures. Similar results were obtained in age readings of vertebra and otolith. Otolith was preferred to vertebra due to the fact that removing from fish and preparing for age determination of otolith were easier. The relationships between otolith dimensions-age and otolith dimensions-fish length were investigated. The growth equation was calculated as $L_t = 79.05 [1 - e^{-0.198(t+1.42)}]$ by otolith ages. The length-weight relationship of population was computed as $W = 0.0005L^{3.245}$.

Keywords: Age determination, otolith, vertebra, garfish, *Belone belone*, Samsun

* Correspondence to:

Nazmi POLAT, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 55139, Kurupelit, Samsun-TÜRKİYE

Tel: (+90 362) 312 19 19/5127 Faks: (+90 362) 457 60 81

E-mail: npolat@omu.edu.tr

Giriş

Balıkçılık biyolojisi çalışmalarının temel amacı, populasyon dinamiğine ait hesaplamaları elde etmek ve bu sayede avlanabilir balık populasyonlarından sürekli üretkenliği korumak şartıyla maksimum verimliliği sağlamaktır. Son derecede karmaşık ve zor bir işlem olan balık stoklarının idaresinin başarıyla yürütülebilmesi, populasyon parametrelerinin gerçeğe en yakın şekilde hesaplanmasına bağlıdır. Bu sebeple balıklarda boy ve ağırlık artışı yani büyüme sağlıklı bir şekilde izlenmelidir. Balıklarda büyüme yaşın bir fonksiyonu olarak gerçekleşir. Dolayısıyla yaş bilgilerinin en az hata ile belirlenmesi populasyon hesaplamalarının en hassas ve can alıcı noktalarından biridir (Gümüş ve Polat, 1999).

Kemiksi oluşumlara dayanan yaş belirleme işlemlerinin önemli bir dezavantajı subjektif yorumlar içermesidir. Bu subjektiflik, tür ve habitat farklılıklarıyla birleştiğinde elde edilen sonuçlar arasında büyük uçurumların olması da muhtemeldir. Bu nedenle doğruluğu ispatlanmış yöntemlerle balıkların yaşı belirlenemiyorsa, en az hata ile yaş tayini yapabilmek ve uygun yapıyı tespit edebilmek için mutlaka farklı kemiksi yapıların karşılaştırılması gerekir. Böylelikle belirli bir halka özelliği gösteren ve yaş tayinine müsait olduğu düşünülen birçok yapı arasından biri ya da birkaçı yaş belirlemede güvenle kullanılabilir. Buna rağmen herhangi bir yapının güvenilir sonuçlar verip vermediği doğrulama çalışmalarıyla test edilmelidir.

Karadeniz’de yaşayan zargana (*Belone belone* L., 1761) yöre halkının severek tükettiği balık türlerinden biridir. Ekonomik değeri olan bu türün biyolojisi hakkında güvenilir bilgilerin elde edilmesi ve uygun idare stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ülkemizde türle ilgili az sayıda araştırmaya rastlanmıştır (Samsun ve ark., 1995, 2003, 2006; Samsun, 1996; Bilge, 2003; Uçkun ve ark., 2004). Bu araştırmalarda gerekli olan yaş verileri otolitlerden elde edilmiştir. Bununla birlikte, zargananın yaş tayininde otolitlerin ve diğer kemiksi yapıların güvenilirlikleri konusunda herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışmada, Karadeniz’in Samsun kıyılarında yaşayan zarganada; (1) farklı kemiksi yapıların yaş tayinine uygunluğu, (2) yaş belirleme için güvenilir kemiksi yapının seçimi, (3) güvenilir kemiksi yapı boyutlarıyla balık yaşı ve uzunluğu ilişkileri, (4) güvenilir yapı yaşları kullanılarak türün boyca büyümesi ve (5) boy-ağırlık ilişkisi

araştırılmış ve bu sayede türle ilgili çalışmalara katkı yapılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışma materyalini oluşturan 278 adet zargana (23.7-60.3 cm çatal boy ve 12-277 g vücut ağırlığı) örneği Ekim 2003 ile Aralık 2004 tarihleri arasında Karadeniz’in Samsun açıklarında Çarşamba-Dereköy arasında ticari avcılık yapan küçük balıkçı teknelerinden temin edilmiştir. Bu teknelerin çevirme ağlarıyla yakaladıkları balıklardan tesadüfi örnekleme yapılarak alınan numuneler, taze olarak hemen laboratuara getirilmiş ve gerekli işlemlerden geçirilmiştir. Balıkların çatal boyu ± 1 mm hassasiyetli ölçme tahtasında ölçülmüş, ağırlıkları ise ± 1 g hassasiyetli terazide tartılmıştır. Yaş tayini için omur, otolit (sagitta), operkül, suboperkül ve kleitrum alınmıştır. Her bir kemiksi yapı farklı tekniklerle yaş tayinine hazırlanmıştır (Chugunova, 1963). Tüm kemiksi yapılar ön incelemeye tabi tutularak, her bir yapının yaş belirlemeye uygun özellikler gösterip göstermediği araştırılmıştır. Ön değerlendirmeler sonunda yaş tayini yapılabilecek kemiksi oluşumlar bir okuyucu tarafından 10x büyütme binoküler mikroskopta 5 tekrarlı şekilde okunmuştur. Okuması sonuçlarının akılda kalıcılığını engellemek için okumalar birbirinden farklı zamanlarda (yaklaşık birer ay ara ile) yapılmıştır. Okumalar esnasında balıkların boy ve ağırlık gibi verilerine bakılmamıştır. Bununla birlikte yakalama tarihi ve gonad durumu dikkate alınmıştır. Ayrıca otolitlere kırma-yakma tekniği de uygulanmıştır (Chilton ve Beamish, 1982).

Yaş verilerinin değerlendirilmesinde ortalama yaş (X_{ort}) (Baker ve Timmons, 1991), yüzde uyum (YU) (Kimura ve Lyons, 1991), ortalama yüzde hata (OYH) (Beamish ve Fournier, 1981) ve değişim katsayısı (DK) (Chang, 1982) kullanılmıştır. Ortalama yaş (X_{ort}) [1] numaralı formülle hesaplanmıştır.

$$X_{ort} = \frac{\sum_i^n \sum_j^f x_{ij}}{nf} \quad [1]$$

Formülde; X_{ort} ortalama yaş, n okuma sayısı, f örnek sayısı, X_{ij} j balığı için i. okumada elde edilen yaştır. Ortalama yaşlar arasında fark olup olmadığı Mann-Whitney testi ile kontrol edilmiştir. Yüzde uyum (YU) hesabında, her bir kemiksi yapı için yapılan beş okumadan beşinin de aynı olduğu örnek sayısının tüm örnekler içerisindeki

yüzdesine bakılmıştır. Ortalama yüzde hata (OYH) ve değişim katsayısı (DK) ise sırasıyla [2] ve [3] numaralı bağıntılar yardımıyla hesaplanmıştır.

$$OYH_j = 100\% \frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{|x_{ij} - x_j|}{x_j} \quad [2]$$

Formülde; OYH_j j balığı için ortalama yüzde hata, R okuma sayısı, X_{ij} j balığının i. yaş okuması, X_j j balığı için ortalama yaşdır. Tüm örneklerin OYH değerlerin ortalaması alınarak, kemiksi yapı için OYH elde edilmiştir.

$$DK_j = 100\% \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^R \frac{(x_{ij} - x_j)^2}{R-1}}}{x_j} \quad [3]$$

Formülde; DK_j j balığı için değişim katsayısı, R okuma sayısı, X_{ij} j balığının i. yaş okuması, X_j j balığı için ortalama yaşdır. Tüm örneklerin DK değerlerin ortalaması alınarak, kemiksi yapı için DK elde edilmiştir. Yüksek YU, düşük OYH ve DK veren yapı türün yaş tayini için en güvenilir kemiksi yapı olarak kabul edilmiştir.

Güvenilir bulunan kemiksi yapı boyutları (otolit uzunluğu (OU), otolit genişliği (OG), otolit ağırlığı (OA)) ile yaş ve balık boyu (çatal boy (ÇB)) arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Türün yaş-boy ilişkisi $L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ (Sparre ve Venema, 1998), boy-ağırlık ilişkisi $W = a.L^b$ (Bagenal ve Tesch, 1978) denklemleriyle hesaplanmıştır. Denklemlerdeki $L_t = t$ yaşındaki balığın çatal boyu (cm), $L_\infty =$ teorik olarak ulaşılabilecek maksimum boy (cm), $k =$ büyüme katsayısı, $t_0 =$ balık boyunun teorik olarak sıfır olduğu yaş, $W =$ balık ağırlığı (g), a ve b ilişki sabitleridir.

Bulgular ve Tartışma

Yaş Tayini

Yapılan ön incelemelerde operkül, suboperkül ve kleitrumun yeterli kemikleşme göstermediği ve bu nedenle belirgin bir halka özelliği barındırmadığı gözlenmiştir. Ayrıca söz konusu kemiksi yapıların yaş tayinine hazırlanması esnasında kolaylıkla tahrip olmaları da önemli bir dezavantaj oluşturmuştur. Bu sebeplerden dolayı operkül, suboperkül ve kleitrum yaş belirleme işlemine dahil edilmemiştir. Benzer sebeplerle bu tür kemiksi yapılardan yaş tayini yapamadığını rapor eden başka araştırmacılar da mevcuttur (Sipe ve Chittenden, 2002; Nuevo ve ark., 2004; Polat ve ark., 2005; Yılmaz ve ark., 2007; Polat ve ark.,

2008). Omur ve otolit ise düzgün halka karakterleri ile yaş okumasına müsait yapılardır. Diğer yandan otolitlere uygulanan kırma-yakma tekniğinin herhangi bir üstünlüğü görülmemiştir.

Omur ve otolitte gerçekleştirilen beş okuma neticesinde her iki yapıda da I-V arası yaşlar gözlenmiştir. Kemiksi yapılarda ortaya çıkan yaş grupları ile her bir yaş grubunun örnek sayısı ve yüzdesi Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Zargananın kemiksi yapılarında yaş grupları ve örnek dağılımı (n: örnek sayısı)

Table 1. Age groups and sample distributions in bony structures of garfish (n: number of samples)

Kemiksi Yapı		Yaş Grupları					Toplam
		I	II	III	IV	V	
Omur	n	2	228	34	9	5	278
	%	0.72	82.01	12.24	3.23	1.80	100
Otolit	n	2	231	33	8	3	277
	%	0.72	83.30	11.91	2.89	1.08	100

Yaş kompozisyonu açısından otolit ve omur birbirinden çok farklı sonuçlar vermemiştir. Her iki yöntemle de 5 yıl sınıfı oluşmuştur ve 2 yaş grubu baskın yıl sınıfını temsil etmiştir. Samsun ve ark. (2003), *Belone belone euxini* populasyonunda I-V arası yaşlar tespit ederek II yaş grubunun çoğunlukta olduğunu bildirmişlerdir. Karadeniz'de yapılan bazı çalışmalarda ise populasyonun I-VI arası yaşlarda dağılım gösterdiği kaydedilmiştir (Samsun ve ark., 1995, 2006; Samsun, 1996). Kuzey Ege'deki Çandarlı Körfezi'nde I-V yaşlarda bireylere rastlanmıştır (Bilge, 2003). Türün İzmir Körfezi'ndeki populasyonunda I-V yaşlarda bireyler saptanmış ve II yaş grubunun dominant olduğu rapor edilmiştir (Uçkun ve ark., 2004). Yaş grubu ve baskın yıl sınıfı açısından bulgularımız önceki çalışmalarla örtüşmektedir.

Ortalama yaş omurda 2.23, otolitte 2.20 olarak hesaplanmıştır. İki yapının ortalama yaşları arasındaki fark önemsiz çıkmıştır ($P > 0.05$). Yaş tayini çalışmalarında kemiksi yapılar karşılaştırılırken dikkate alınan ortalama yaşlar, güvenilir yapı seçiminde doğrudan etkili olmasa da okuma kriterlerinin uygunluğu bakımından ele alınması gereken bir ölçüttür. Bu sayede normalin altında ya da üstünde okuma yapıp yapılmadığı kontrol edilmiş olur (Gümüş ve Polat, 1994). Nitekim bu çalışmada omur ve otolitin ortalama yaşlarının birbirine yakın çıkması bu ifadeyi teyit etmektedir.

Yaş tayininde sıkça söz edilen “uyum” terimi, herhangi bir kemiksi yapıda aynı sonuçların tekrarlanabilirliğini ifade eder ve okuyucular ya da okumalar arasındaki değişkenlikle ilgilidir. Yaş tayini uyumunun belirlenmesinde yüzde uyum, ortalama yüzde hata ve değişim katsayısı gibi farklı indeksler kullanılmaktadır.

Her bir kemiksi yapı için tekrarlı yaş okumasında elde edilen yüzde uyum Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Zarganada kemiksi yapılar için yüzde uyum değerleri (**n**: örnek sayısı)

Table 2. Percent agreement values for bony structures of garfish (**n**: number of samples)

Kemiksi Yapı	n	Uyum Grupları (Okuyucu uyumu/Toplam okuma sayısı)					Toplam
		5/5	4/5	3/5	2/5	1/5	
		Omur	278	70.14	18.35	11.15	
Otolit	277	71.96	12.99	13.52	1.53	-	100

Tablo 2 incelendiğinde; yüzde uyumun her iki kemiksi yapıda birbirine oldukça yakın çıktığı görülmektedir. Diğer taraftan hiçbir uyumun olmadığı gruplar açısından da omur ve otolit benzer sonuçlar vermiştir. Yüzde uyum kemiksi yapı seçiminde önemli bir parametredir. Ancak yüzde uyumun türler ve farklı yaş gruplarında değişkenlik göstermesi (Campana ve ark., 1995) bu parametrenin dezavantajı olarak düşünülmektedir.

Ortalama yüzde hata (OYH) ve değişim katsayısı (DK) ise yaş okumalarındaki uyumdan çok uyumsuzluğun bir ölçüsü olarak ele alınmaktadır (Eltink ve ark., 2000). Bu iki ölçüt sayesinde yaş tayininde yapılan hata oranları tespit edilerek farklı türler, aynı türün farklı kemiksi yapıları ya da farklı okuyucular karşılaştırılabilmektedir. Yaş tayininde OYH ve DK değerlerinin düşük olması güvenilir yapının belirlenmesinde beklenen bir neticedir.

Omur ve otolit için hesaplanan ortalama yüzde hata (OYH) ve değişim katsayısı (DK) değerleri Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Zarganada kemiksi yapılar için OYH ve DK değerleri (**n**: örnek sayısı)

Table 3. OYH and DK values for bony structures of garfish (**n**: number of samples)

Kemiksi Yapı	n	OYH	DK
--------------	---	-----	----

Omur	278	3.32	11.14
Otolit	277	3.57	11.37

Zarganada omur ve otolit için ayrı ayrı hesaplanan ortalama yaş, yüzde uyum, ortalama yüzde hata ve değişim katsayısı birlikte değerlendirildiğinde; tüm kriterler bakımından iki kemiksi yapının da benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu nedenle türün yaş tayini için hem omur hem de otolit kullanılabilir. Bu çalışmada, otolitler balıktan alınması ve incelemeye hazırlanması daha kolay olduğundan omura tercih edilmiştir. Ayrıca literatürlerde türle ilgili yapılan çalışmalarda otolit kullanılması ve otolitte uzunluk, genişlik, ağırlık gibi yapı boyutlarının da ölçülebilir olması bu tercihi desteklemiştir.

Balık boyu ile kemiksi yapı boyutları ve yaşın birbirleriyle ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu ilişkilerin ortaya konulması, balık boyu ve yaşının kemiksi yapı boyutlarından tespit edilebilmesine imkân sağlamaktadır. Zargana için güvenilir kemiksi yapı olarak omura tercih edilen otolit uzunluğu, genişliği ve ağırlığı ölçülerek, yapı boyutları ile yaş ve balık boyu arasındaki ilişkiler saptanmıştır. İncelenen zargana örneklerinin otolit boyutları Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Zarganada otolit boyutları

Table 4. Otolith dimensions in garfish

Veriler	Otolit Uzunluğu (OU) (mm)	Otolit Genişliği (OG) (mm)	Otolit Ağırlığı (OA) (mg)
Ortalama	3.52	1.97	3.22
Minimum	2.33	1.46	1.10
Maksimum	5.69	2.85	11.20
Standart Sapma	0.41	0.21	0.31
Güven Aralığı	3.17-3.87	1.95-1.98	3.14-3.30

Sağ ve sol otolit boyutları arasındaki fark *t*-testine göre önemsiz çıkmıştır ($P>0.05$). Otolit boyutları ile yaş arasındaki ilişkinin denklemleri Tablo 5’de, grafikleri Şekil 1’de gösterilmiştir.

Tablo 5. Otolit boyutları-yaş ilişkisi denklemleri

Table 5. Equations of otolith dimensions-age relationship

Değişken	Denklem	R
Otolit uzunluğu (OU)-yaş (T)	OU= 2.30+0.56T	0.747
Otolit genişliği	OG= 1.35+0.28T	0.721

(OG)-yaş (T)		
Otolit ağırlığı	OA= -1.12+1.97T	0.837
(OA)-yaş (T)		

Şekil 1'deki grafiklerden anlaşılacağı üzere otolit boyutları ile yaş arasında lineer bir ilişki söz konusudur. Otolit ağırlığı, balık yaşını tahmin etmede diğer iki ölçüme göre daha kuvvetli ($R=0.837$) bir parametre olarak görünmektedir. Bununla beraber otolit ağırlığının tartılmasının, otolitin en ve boyunun ölçülmesine göre daha kolay olması da bir avantajdır. Gerek yerli (Gümü, 1998; Kurt, 2005; Metin ve İlkyaz, 2008) gerek yabancı (Labropoulou ve Papaconstantinou, 2000; Araya ve ark., 2001; Cardinale ve Arrhenius, 2004; Pino ve ark., 2004; Lou ve ark., 2007) araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda otolit ağırlığının balık yaşını belirlemede kullanılabileceği rapor edilmiştir.

Otolit boyutları ile balık boyu (cm) arasındaki ilişkinin denklemleri Tablo 6'da, grafikleri ise Şekil 2'de sunulmuştur.

Otolit uzunluğu ve genişliği ile çatal boy arasında lineer, otolit ağırlığı ile çatal boy arasında eğrisel bir ilişki tespit edilmiştir. Otolit ağırlığı-balık boyu ilişkisinin korelasyon katsayısının ($R=0.901$) diğer ilişki katsayılarına göre yüksek olması, balık boyunun otolit ağırlığından hesaplanabileceğini göstermektedir. Kemiksi yapı boyutlarından balık boyunun tespit edilmesine yönelik bir çok araştırma yapılmıştır (Echeverria, 1987; Everson ve ark., 1999; Şen ve ark., 2001; Morley ve Belchier, 2002; Aydın ve ark., 2004; Esmaeili ve Johal, 2005; Ceyhan ve Akyol, 2006; Uçkun ve ark., 2006; Bostancı ve Polat, 2007, 2008).

Boy ve Ağırlık Dağılımları

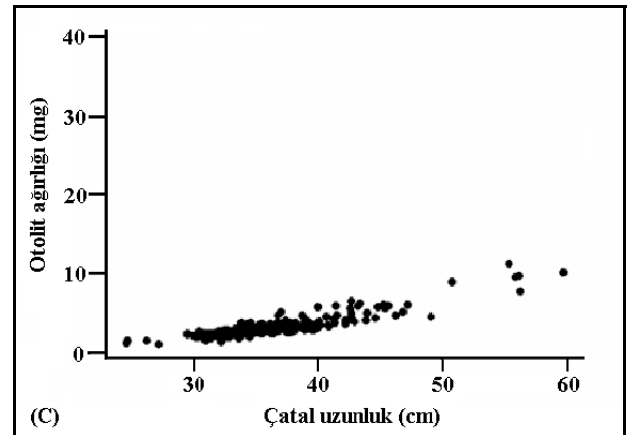
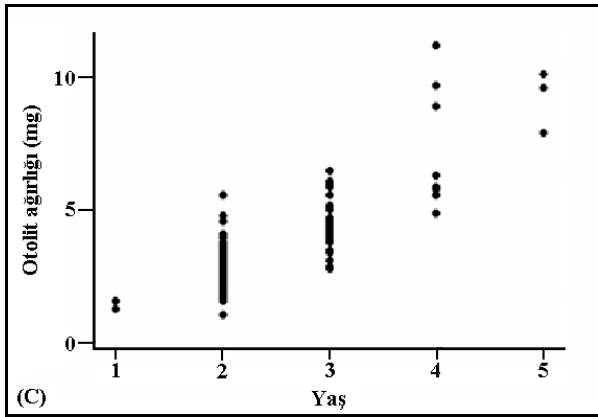
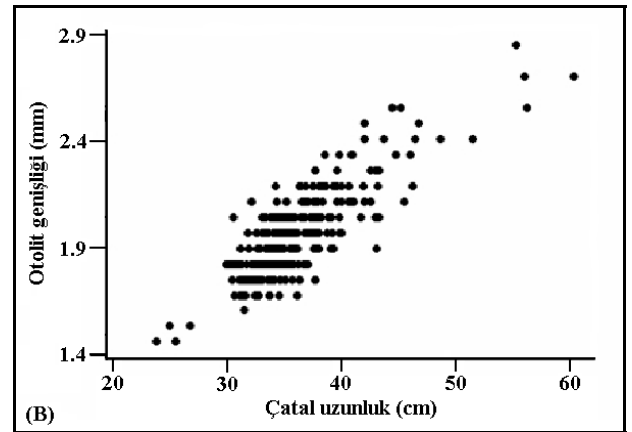
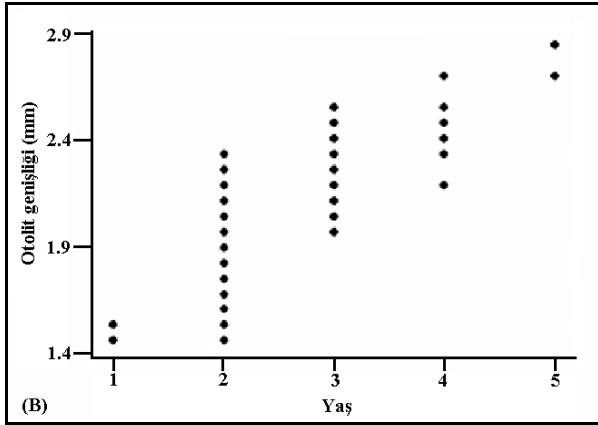
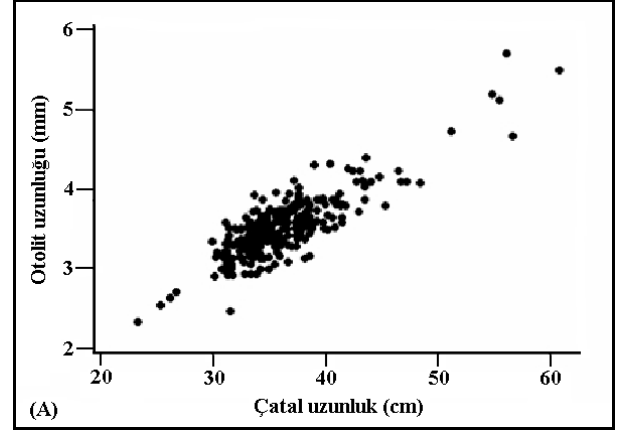
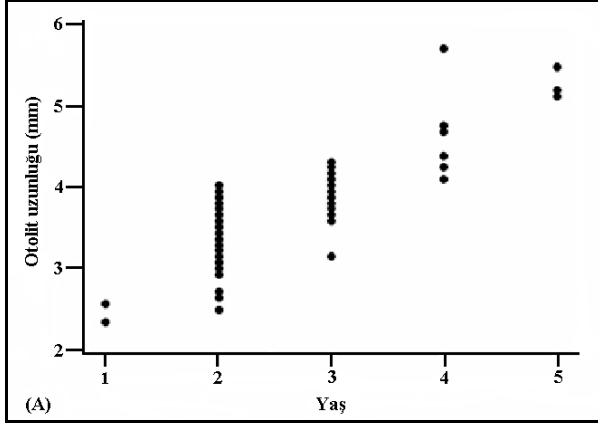
Örneklenen 278 adet zargana bireyinin çatal boyları 23.7 cm ile 60.3 cm arasında dağılım göstermiş olup, ortalama çatal boy 36.07 ($Ss=4.78$) cm'dir. Ağırlıkları ise 12 g ile 277 g arasında dağılmıştır. Ortalama ağırlık 61.84 ($Ss=34.77$) g'dır. Bu çalışmada elde edilen boy ve ağırlık dağılımları ile daha önce yapılan bazı çalışmalarda gözlenen boy ve ağırlık dağılımlarının karşılaştırması Tablo 7'de sunulmuştur.

Boy ve ağırlık dağılımlarındaki farklılıklara habitat şartlarının, örnekleme tarihi ve örnek sayısının ve ölçülen boy tipinin (total-çatal) neden olduğu düşünülmektedir.

Tablo 6. Otolit boyutları-balık boyu ilişkisi denklemleri

Table 6. Equations of otolith dimensions-fish length relationship

Değişken	Denklem	R
Otolit uzunluğu (OU)-çatal boy (ÇB)	OU= 0.87+0.07ÇB	0.857
Otolit genişliği (OG)-çatal boy (ÇB)	OG= 0.63+0.03ÇB	0.831
Log otolit ağırlığı (OA)-Log çatal boy (ÇB)	LogOA= -3.09+2.30LogÇB	0.901



Şekil 1. Zarganada (A) otolit uzunluğu (mm)-yaş, (B) otolit genişliği (mm)-yaş ve (C) otolit ağırlığı (mg)-yaş ilişkileri

Figure 1. Otolith length (mm)-age (A), otolith width (mm)-age (B) and otolith weight (mg)-age (C) relationships in garfish

Şekil 2. Zarganada (A) otolit uzunluğu (mm)-çatal boy (cm), (B) otolit genişliği (mm)-çatal boy (cm) ve (C) otolit ağırlığı (mg)-çatal boy (cm) ilişkileri

Figure 2. Otolith length (mm)-fork length (cm) (A), otolith width (mm)-fork length (cm) (B) and otolith weight (mg)-fork length (cm) (C) relationships in garfish

Tablo 7. Farklı lokalitelerdeki zargana populasyonlarında boy ve ağırlık dağılımları**Table 7.** Length and weight distributions of garfish populations in different localities

Bölge	Lokalite	Araştırmacı(lar)	Boy Dağılımı (cm)	Ağırlık Dağılımı (g)
Ege	Çandarlı Körfezi	Bilge, 2003*	26.1-70.1	16-423
	İzmir Körfezi	Uçkun ve ark., 2004**	26.0-54.5	17-282
	İzmir Körfezi	Özaydın ve Taşkavak, 2006*	26.0-60.5	17-304
Akdeniz	Adriyatik	Sinovic ve ark., 2004*	31.5-44.8	28-98
Atlantik	Güneydoğu Portekiz kıyıları	Borges ve ark., 2003*	25.3-91.6	13-803
	Sinop Kıyıları	Samsun ve ark., 1995*	31.9-56.9	32-208
Karadeniz	Sinop Kıyıları	Samsun, 1996*	31.2-56.2	32-168
	Sinop Kıyıları	Samsun ve ark., 2003*	28.5-48.8	55-150
	Sinop Kıyıları	Samsun ve ark., 2006*	29.0-58.0	24-258
	Samsun Kıyıları	Bu çalışma**	23.7-60.3	12-277

*Total boy, **Çatal boy

Yaş-Boy İlişkisi

Otolit yaşları kullanılarak Karadeniz'deki zargananın eşey farkı gözetilmeksizin von Bertalanffy büyüme denklemi $L_t = 79.05 [1 - e^{-0.198(t+1.42)}]$ olarak belirlenmiştir. Her bir yaş grubu için ölçülen ve büyüme denkleminde hesaplanan ortalama çatal boy değerleri Tablo 8'de, büyüme eğrileri Şekil 3'de gösterilmiştir.

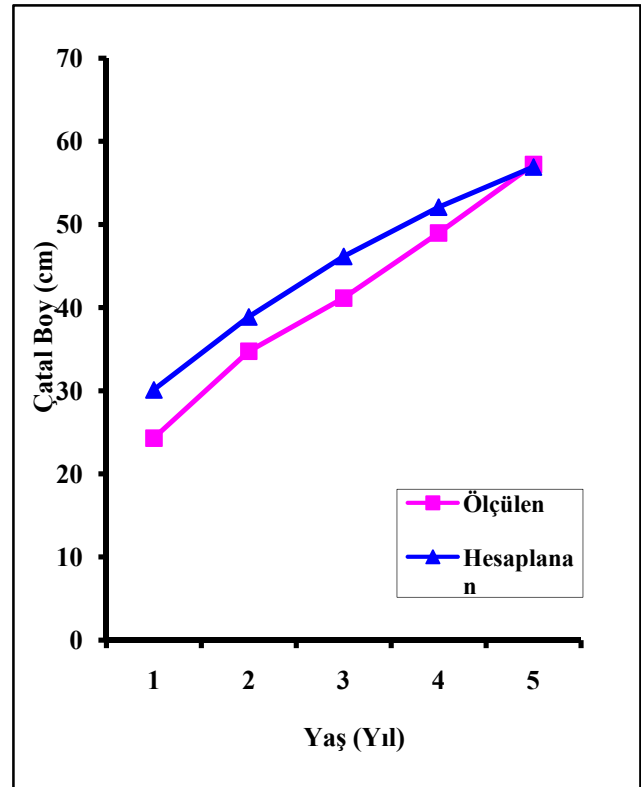
Tablo 8. Zarganada otolit okumalarına göre ölçülen ve hesaplanan ortalama çatal boylar (cm)**Table 8.** Measured and calculated mean fork lengths (cm) according to otolith ages in garfish

Yaş Grupları	n	Ölçülen Boy (cm)	Hesaplanan Boy (cm)	T-Testi
I	2	24.30	30.11	P>0.05
II	231	34.74	38.89	P<0.05*
III	33	41.15	46.16	P<0.05*
IV	8	48.96	52.09	P>0.05
V	3	57.20	56.92	P>0.05

*Önemli

Ölçülen ve hesaplanan çatal boylar arasındaki fark istatistiksel olarak II ve III yaş grubu için önemlidir.

Büyüme denklemi parametreleri bakımından bu çalışma ile daha önce yapılmış bazı çalışmaların karşılaştırması Tablo 9'da gösterilmiştir.

**Şekil 3.** Zarganada otolit yaşlarına göre büyüme eğrileri**Figure 3.** Growth curves of garfish derived from otolith ages

Tablo 9. Farklı lokalitelerdeki zargana populasyonlarının büyüme denklemi parametrelerinin karşılaştırması**Table 9.** Comparison of growth equation parameters obtained for garfish populations in different localities

Bölge	Lokalite	N	L_{∞} (cm)	k (yıl ⁻¹)	t_0 (yıl)	t_{maks}^A	$\hat{\theta}^B$	Araştırmacı(lar)
Ege	Çandarlı Körfezi	410	86.64	0.149	-3.12	20.13	3.05	Bilge, 2003*
	İzmir Körfezi	347	62.71	0.237	-1.57	12.65	2.97	Uçkun ve ark., 2004**
Karadeniz	Sinop Kıyıları	682	62.80	0.193	-3.38	15.54	2.88	Samsun ve ark., 1995*
	Sinop Kıyıları	643	56.01	0.325	-1.86	9.23	3.01	Samsun, 1996*
	Sinop Kıyıları	585	57.40	0.245	-2.60	12.24	2.91	Samsun ve ark., 2003*
	Sinop Kıyıları	931	74.54	0.130	-3.67	23.07	2.86	Samsun ve ark., 2006*
	Samsun Kıyıları	278	79.05	0.198	-1.42	15.15	3.09	Bu çalışma**

*Total boy, **Çatal boy,

^A T_{maks} (ömür)= $3/k$ varsayımına dayanarak (Froese ve Binohlan, 2000' e göre)

^B $\hat{\theta} = \log k + 2 \log L_{\infty}$

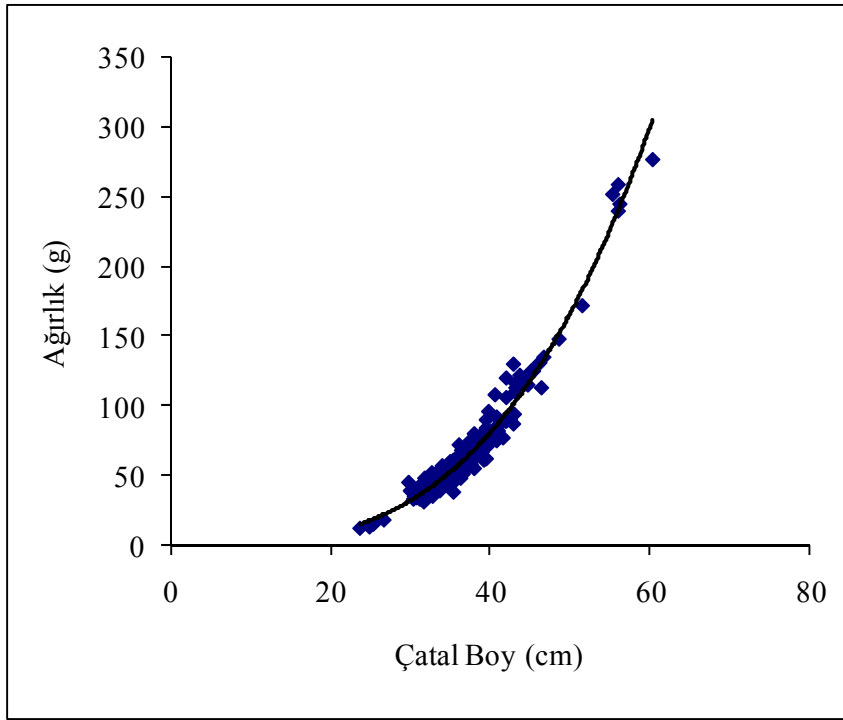
Bu çalışmada elde edilen L_{∞} değeri Bilge (2003)'nin hesapladığı değerden küçük iken, Samsun ve ark. (1995), Samsun (1996), Samsun ve ark. (2003), Uçkun ve ark. (2004) ve Samsun ve ark. (2006)'nin L_{∞} değerlerinden daha büyüktür. Total boyun kullanıldığı önceki çalışmalarda $\hat{\theta}$ değeri 2.86 ile 3.05 arasında değişmektedir (Tablo 9). Çatal boyun dikkate alındığı çalışmada (Uçkun ve ark., 2004) aynı değer 2.97 iken bu çalışmada 3.09 olarak tespit edilmiştir. Tablo 9'da verilen değerler arasındaki farklılıklar muhtemelen balık boyunun total ya da çatal boy olarak ele alınmasından, incelenen örnek sayısının, boy dağılımının ve örnekleme zamanının farklı olmasından ve yaşama ortamlarının ekolojik özelliklerinden kaynaklanmaktadır.

Boy-Ağırlık İlişkisi

Zargana bireylerinde boy-ağırlık ilişkisi $W=0.0005L^{3.245}$ şeklinde ortaya çıkmıştır (Şekil 4). İlişkinin korelasyon katsayısı (r) 0.97 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu türün boyu ile ağırlığı

arasında kuvvetli bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

Balıklarda boy-ağırlık ilişkisi denklemindeki "a" değeri, bireylerin ortalama kondisyonunu gösterirken "b" değeri balığın içinde bulunduğu koşullara göre şeklini göstermektedir. Farklı türlerde "b" değeri 2.5 ile 3.5 arasında değişmektedir. Bir balık populasyonunda $b=3$ ise izometrik, $b>3$ ise pozitif allometrik, $b<3$ ise negatif allometrik büyümeden söz edilir (Ricker, 1975). Bu çalışmada 3.245 (SH=0.001, %95 Güven aralığı=3.241-3.248) olan "b" değeri, 3'ten büyüktür (T-testi, $P<0.001$). Bu bulgu zargana balığının Samsun açıklarında pozitif allometrik bir büyüme gerçekleştirdiğini göstermektedir. Balıklarda boy-ağırlık ilişkisi parametreleri farklı lokalitelerde değişebilmektedir. Zargana ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen boy-ağırlık ilişkisi parametreleri Tablo 10'da verilmiştir.



Şekil 4. Zarganada boy-ağırlık ilişkisi

Figure 4. Length-weight relationship of garfish

Tablo 10. Farklı lokalitelerdeki zargana populasyonlarında boy-ağırlık ilişkisi ($W=aL^b$) parametreleriTable 10. Parameters of length-weight relationship ($W=aL^b$) of garfish populations in different localities

Bölge	Lokalite	Araştırmacı (lar)	N	A	b	r
Atlantik	Güney Portekiz kıyıları	Gonçalves ve ark., 1997*	14	0.00000265	2.870	0.98
	Güneydoğu Portekiz kıyıları	Borges ve ark., 2003*	43	0.00069	3.122	0.99
Akdeniz	Adriyatik	Sinovic ve ark., 2004*	138	0.0010	3.010	0.92
	Adriyatik	Dulcic ve Glamuzina, 2006*	52	0.0009	3.050	0.94
Ege	Yunanistan Kıyıları	Koutrakis ve Tsikliras, 2003*	48	0.0009	3.040	0.93
	Çandarlı Körfezi	Bilge, 2003*	410	0.0003	3.381	0.97
	İzmir Körfezi	Uçkun ve ark., 2004**	347	0.0003	3.400	0.97
	İzmir Körfezi	Özaydın ve Taşkavak, 2006*	416	0.0003	3.365	0.96
Karadeniz	Sinop Kıyıları	Samsun ve ark., 1995*	682	0.00047	3.223	0.97
	Sinop Kıyıları	Samsun, 1996*	643	0.00055	3.178	0.97
	Sinop Kıyıları	Samsun ve ark., 2003*	585	0.0018	2.864	0.93
	Sinop Kıyıları	Samsun ve ark., 2006*	931	0.00076	3.137	0.93
	Samsun Kıyıları	Bu çalışma**	278	0.0005	3.245	0.97

*Total boy, **Çatal boy

Samsun kıyılarındaki zargana popülasyonu için hesaplanan “b” değeri daha önceki bazı çalışmalarda (Samsun ve ark., 1995; Samsun, 1996; Gonçalves ve ark., 1997; Borges ve ark., 2003; Koutrakis ve Tsikliras, 2003; Samsun ve ark., 2003; Sinovic ve ark., 2004; Dulcic ve Glamuzina, 2006; Samsun ve ark., 2006) elde edilen değerden büyük iken, bazı çalışmalardaki (Bilge, 2003; Uçkun ve ark., 2004; Özyayın ve Taşkavak, 2006) değerden ise küçüktür (t-testi, $P < 0.001$). “b” değerinin aynı türün popülasyonları arasında farklı olması yaşa, eşeyssel olgunluk durumuna, mevsime, beslenmeye, eşeye ve kullanılan boy tipine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Sonuç

Karadeniz (Samsun)’de yaşayan zargananın yaş tayininde omur ve otolit metotlarının güvenilir sonuçlar verdiğini saptanmıştır. Bununla beraber otolit metodu laboratuvar aşamasında kolaylıklar sağladığından omura tercih edilmiştir. Ayrıca otolit boyutları ile yaş ve balık boyu arasında kuvvetli ilişkilerin olduğu belirlenmiştir. Özellikle otolit ağırlığının zargananın yaş ve boy tahmininde kullanılabilecek bir parametre olduğu gözlenmiştir. Yaş-boy ve boy-ağırlık ilişkileri zargananın Samsun kıyılarında iyi beslendiğini göstermiştir. Bununla birlikte, türün avcılık baskısı altında olduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Araya, M., Cubillos, L. A., Guzman, M., Penailillo, J., Sepulveda, A., (2001). Evidence of a relationship between age and otolith weight in the Chilean jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols), *Fisheries Research*, **51**: 17-26.
- Aydın, R., Çatla, M., Şen, D., Çoban, M. Z., (2004). Relationships between fish length and otolith length in the population of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) inhabiting Keban dam Lake, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **7** (9): 1550-1553.
- Bagenal, T.B, Tesch F. W. (1978). Age and growth, in *Bagenal, T.B., ed, Methods for assessment of fish production in freshwaters*, Blackwell Science Publication, 101-136, Oxford.
- Baker, T. T., Timmons, L. S., (1991). Precision of ages estimated from five bony structure of arctic char (*Salvelinus alpinus*) from the Wood River System, Alaska, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **48**: 1007-1014.
- 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**: 982-983.
- Bilge, G., (2003). Çandarlı Körfezi'nde (Kuzey Ege Denizi) zargana balığının (*Belone belone* L., 1761) biyolojisi üzerine araştırmalar, *Yüksek Lisans Tezi*, Danışman Toğulga, M., Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Borges, T. C., Olim, S., Erzini, K., (2003). Weight-length relationships for fish species discarded in commercial fisheries of the Algarve (southern Portugal), *Journal of Applied Ichthyology*, **19**: 394-396.
- Bostancı, D., Polat N., (2007). Dil balığı, *Solea lascaris* (Risso, 1810)'te otolit yapısı, otolit boyutları-balık boyu ilişkileri ve yaş tayini, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **19** (3): 265-272.
- Bostancı, D., Polat N., (2008). Benekli pisi, *Lepidorhombus bosci* (Risso, 1810)'nin otolit yapısı, otolit boyutları-balık boyu ilişkileri ve yaş tayini, *Journal of FisheriesSciences.com*, **2**(3): 375-381.
- Campana, S. E., Annand, M. C., McMillan, J. I., (1995). Graphical and statistical methods for determining the consistency of age determinations, *Transactions of the American Fisheries Society*, **124**: 131-138.
- Cardinale, M., Arrhenius, F., (2004). Using otolith weight to estimate the age of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*): a tree model application, *Journal of Applied Ichthyology*, **20**, 470-475.
- Ceyhan, T., Akyol, O., (2006). Marmara Denizi lüfer (*Pomatomus saltatrix* L., 1766) balıklarının yaş dağılımı ve çatal boy-otolit boyu arasındaki ilişki, *E.Ü.Su Ürünleri Dergisi*, **23** (eksayı/1-3): 369-372.
- Chang, W. Y. B., (1982). A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **39**: 1208-1210.

- Chilton, D. E., Beamish, R. J., (1982). Age determination methods for fishes studies by the groundfish program at the Pacific Biological Station, *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60p.
- Chugunova, N. I., (1963). Age and growth studies in fish, National Science Foundation, Washington, 132 p.
- Dulcic, J., Glamuzina, B., (2006). Length-weight relationships for selected fish species from three eastern Adriatic estuarine systems (Croatia), *Journal of Applied Ichthyology*, **22**: 254-256.
- Echeverria, T. W., (1987). Relationship of otolith length to total length in rockfishes from northern and central California, *Fishery Bulletin*, **85** (2): 383-387.
- Eltink, A. T. G. W., Newton, A. W., Morgado, C., Santamaria, M. T. G., Modin, J., (2000). Guidelines and tools for age reading, <http://www.efan.no/oldindex.php3?page=list&cat=17>, (22.05.2007)
- Esmaeili, H. R., Johal, M. S., (2005). Using hard parts to reconstruct of total length and total weight in silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*, (Val., 1844), in Johal, M. S., ed., *Proceeding of the national seminar "New Trends in Fishery development in India"*, Punjab University, Chandigarh, 53-64, India.
- Everson, I., Bendall, B., Murray, A., (1999). Otolith and body size relationships in the mackerel icefish (*Champscephalus gunnari*), *CCAMLR Science*, **6**: 117-123.
- Froese, R., Binohlan, C., (2000). Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity, and length at maximum yield per recruit in fish, with a simple method to evaluate length frequency data, *Journal Fish Biology*, **56**: 758-773.
- Gonçalves, J. M. S., Bentes, L., Lino, P. G., Ribeiro, J., Canario, A. V. M., Erzini, K., (1997). Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and southwest coast of Portugal, *Fisheries Research*, **30**: 253-256.
- Gümüş, A., (1998). Aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L.)' in kemiksi yapılarında birikim takibi metodu ile yaş doğrulaması, *Doktora Tezi*, Danışman Polat, N., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Gümüş, A., Polat, N., (1994). Tatlısu Kefali (*Leuciscus cephalus* L., 1758)'nin Beş Kemiksi Yapısında Yaş Tayini ve Uyum Değerlendirmesi, *XII. Ulusal Biyoloji Kongresi*, 64-70, Edirne.
- Gümüş, A., Polat, N., (1999). Yaş tayini hesaplamalarında hata kaynakları, *X. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 506-523, Adana.
- Kimura, D. K., Lyons, J. J., (1991). Between-reader bias and variability in the age determination process, *Fishery Bulletin*, **89**: 53-60.
- Koutrakis, E. T., Tsikliras, A. C., (2003). Length-weight relationship of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece), *Journal of Applied Ichthyology*, **19**: 258-260.
- Kurt, A., (2005). Karadeniz'de yaşayan benekli kaya balığı, *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) (Gobiidae)'ta yaş tayini yöntemlerinin ve büyüme parametrelerinin belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Danışman Gümüş, A., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Labropoulou, M., Papaconstantinou, C., (2000). Comparison of otolith growth and somatic growth in two macrourid fishes, *Fisheries Research*, **46**: 177-188.
- Lou, D. C., Mapstone, B. D., Russ, G. R., Begg, G. A., Davies, C. R., (2007). Using otolith weight-age relationships to predict age based metrics of coral reef fish populations across different temporal scales, *Fisheries Research*, **83**: 216-227.
- Metin, G., İlkyaz, A. T., (2008). Use of otolith length and weight in age determination of poor cod (*Trisopterus minutus* Linn., 1758), *Turkish Journal of Zoology*, **32**: 1-5.
- Morley, S., Belchier, M., (2002). Otolith and body size relationships in bigeye grenadier (*Macrourus holotrachys*) in CCAMLR subarea 48.3, *CCAMLR Science*, **9**: 133-143.
- Nuevo, M., Sheehan, R. J., Heidinger, R. C., (2004). Accuracy and precision of age determination techniques for Mississippi River bighead carp *Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson 1845) using pectoral

- spines and scales, *Archives für Hydrobiologie*, **160**(1): 45-56.
- Özaydın, O., Taşkavak, E., (2006). Length-weight relationships for 47 fish species from İzmir Bay (eastern Aegean Sea, Turkey), *Acta Adriatica*, **47**(2): 211-216.
- Pino, C. A., Cubillos, L. A., Araya, M., Sepulveda, A., (2004). Otolith weight as an estimator of age in the Patagonian grenadier, *Macruronus magellanicus*, in central-south Chile, *Fisheries Research*, **66**: 145-156.
- Polat, N., Bostancı, D., 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), *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, **29**: 429-433.
- Polat, N., Gümüş, A., (1995). Age determination and evaluation precision using five bony structures of the Bround-Snout (*Chondrostoma regium* Heckel, 1843), *Turkish Journal of Zoology*, **19**: 331-335.
- Polat, N., Pırsıl, Y., Yılmaz, S., (2008). Karadeniz'de yaşayan çaça balığı (*Sprattus sprattus* L., 1758)'nda kemiksi yapılar ve uzunluk-frekans metodu ile yaş tayini. *Journal of FisheriesSciences.com*, **2**(2): 126-133.
- Ricker, W. E. (1975). Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, **191**:1-382.
- Samsun, O., (1996). Sinop (Karadeniz) yöresinde zargana (*Belone belone euxini* Günther, 1866) balığı populasyonuna ilişkin (1995-1996) büyüme karakteristikleri değişiminin izlenmesi, *E.Ü.Su Ürünleri Dergisi*, **12** (3-4): 347-355.
- Samsun, O., Özdamar, E., Erkoyuncu, İ., (1995). Sinop (Karadeniz) yöresinde zargana (*Belone belone euxini* Günther, 1866) balığının bazı balıkçılık biyolojisi parametreleri ile et veriminin araştırılması, *Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürünleri Sempozyumu*, 542-554, Erzurum.
- Samsun, O., Samsun, N., Bilgin, S., Kalaycı, F., (2003). Zargana (*Belone belone euxini* Günther, 1866)'nın Yaş, Büyüme, ölüm oranları ile kondüsyon faktörü ve et verimi, *XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu*, 523-531, Elazığ.
- Samsun, O., Samsun, N., Bilgin, S., Kalaycı, F., (2006). Population biology and status of exploitation of introduced garfish *Belone belone euxini* (Günther, 1866) in the Black Sea, *Journal of Applied Ichthyology*, **22**: 353-356.
- Sinovic, G., Franicevic, M., Zorica, B., Cikes-Kes, V., (2004). Length-weight and length-length relationships for 10 pelagic fish species from the adriatic sea (Croatia), *Journal of Applied Ichthyology*, **20**: 156-158.
- Sipe, A. M., Chittenden, M. E. Jr., (2002). A comparison of calcified structures for aging bluefish in the Chesapeake Bay region, *Transactions of the American Fisheries Society*, **131**: 783-790.
- Sparre, P., Venema, S. C. (1998). Introduction to tropical fish stock assessment, FAO Fisheries Technical Paper, Part 1 Manual, No: 306, 1, Rev. 2, Rome, 407p.
- Şen, D., Aydın, R., Çatla, M., (2001). Relationships between fish length and otolith length in the population of *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843) inhabiting Hazar Lake, Elazığ, Turkey, *Archives of Polish Fisheries*, **9** (2): 267-272.
- Uçkun, D., Akalin, S., Taşkavak, E., Toğulga, M., (2004). Some biological characteristics of the garfish (*Belone belone* L., 1761) in İzmir Bay, Aegean Sea, *Journal of Applied Ichthyology*, **20**: 413-416.
- Uçkun, D., Taşkavak, E., Toğulga, M., (2006). A preliminary study on otolith-total length relationship of the common hake (*Merluccius merluccius* L., 1758) in İzmir Bay, Aegean Sea, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **9**(9): 1720-1725.
- Yılmaz, S., Polat, N., Yılmaz, M., (2007). Altınkaya Baraj Gölü (Samsun, Türkiye)'ndeki sudak balığı (*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758))'nın yaş tayini için en güvenilir kemiksi yapının belirlenmesi, *Journal of FisheriesSciences.com*, **1**(1): 34-40.