

KARADENİZ'DE YAŞAYAN
Benekli Kaya Balığı, *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)
(GOBİİDAE)'TA
YAŞ TAYİNİ YÖNTEMLERİNİN VE BÜYÜME PARAMETRELERİNİN
BELİRLENMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, Karadeniz'de yaşayan Benekli Kaya Balığı (*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)'nın yaş tayininde kullanılabilecek en güvenilir kemiksi yapısının seçimi ve büyüme parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Ekim 2002 ile Mart 2005 tarihleri arasında Terme-Kurupelit (Samsun) açıklarında yürütülen trol avcılığından 868 (397 dişi, 471 erkek) örnek temin edilmiştir. Örneklerin yakalanma tarihleri, toplam uzunlukları, ağırlıkları ve eşeyleri kaydedilmiştir. Erkek ve dişi bireylerin uzunluk frekans dağılımlarındaki önemli istatistiksel farklılık nedeniyle yaş analizleri eşeyler için ayrı ayrı yürütülmüştür.

Her bir örneğin otolit ve omurları çıkarılmış, farklı tekniklerle yaş tayinine hazırlanmış ve binoküler mikroskopta iki okuyucu tarafından üçer kez olmak üzere belli zaman aralıklarıyla okunmuştur. İki okuyucunun her bir kemiksi yapıdan elde ettiği yaş verileri karşılaştırılmış; ortalama yaş, uyum (%), ortalama yüzde hata (%) ve değişim katsayısı (%) hesaplanmıştır. Omura kıyasla, otolit verilerindeki yüksek okuyucu uyumu, düşük ortalama yüzde hata ve düşük değişim katsayısı değerleri sebebiyle otolitin omura göre çok daha güvenilir bir yapı olduğuna karar verilmiştir.

Otolit boyutları (uzunluk, genişlik, ağırlık) ölçülmüş ve otolit boyutları-toplam uzunluk, otolit boyutları-yaş arasındaki ilişki her bir eşey için ayrı ayrı incelenmiş ve otolit ağırlığının yaş tahmininde otolit uzunluğu ve genişliğinden daha doğru sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Otolitte halka yarı çapları ve kenar birikimi ölçülmüştür. Otolit kenarlarında bulunan opak ve hiyalin halkaların aylık olarak bulunma yüzdeleri hesaplanmış ve annulus oluşum periyodunun dişilerde ekim ve şubat, erkeklerde ise eylül ve mart ayları arasında gerçekleştiği belirlenmiştir.

Erkek ve dişi bireyler için uzunluk-ağırlık ilişkileri hesaplanmıştır. Uzunluk-ağırlık ilişkisindeki sabitlerin eşeyler arasında istatistik olarak farklı olduğu bulunmuştur. Aynı yaş grubundaki erkeklerin dişilerden daha yüksek toplam uzunluk ve ağırlık değerlerine sahip olduğu gözlenmiştir.

Her yaş grubu için elde edilen ortalama uzunluk ve ortalama ağırlık değerleri kullanılarak boyca ve ağırlıkça büyüme denklemleri von Bertalanffy büyüme denklemi yardımıyla hesaplanmıştır. Von Bertalanffy büyüme parametreleri dişi bireylerde $L_t = 25,29 (1 - e^{-0,186 (t-5,75)})$, $W_t = 86,81 (1 - e^{-0,400 (t-57,8)})$, erkek bireylerde ise $L_t = 21,31 (1 - e^{-0,385 (t-9,70)})$, $W_t = 125,04 (1 - e^{-0,290 (t-91,13)})$ olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, eşeyler için büyüme eğrileri gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kaya Balığı, *Neogobius melanostomus*, Yaş, Büyüme, Otolit, Karadeniz.

**THE DETERMINATION OF AGEING METHODS AND GROWTH
PARAMETERS OF
ROUND GOBY, *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814)
(GOBIIDAE)
INHABITING THE BLACK SEA**

ABSTRACT

In this study, it is aimed to find out the most reliable bony structure for ageing of round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) inhabiting the black sea and to determine the growth parameters. For this purpose, 868 individuals (397 females, 471 males) were obtained from trawl fishery conducted through Terme-Kurupelit (Samsun) offshore between October 2002 and March 2005. The date of capture, total length, weight, and sex of individuals were recorded. Age analysis was realised for each sex separately, due to significant difference between length-frequency distributions of females and males.

Otolith and vertebra of each sample were removed, prepared to age determination by different techniques and read three times by two readers independently using a binocular microscope. Age data obtained from each bony structure by two readers were compared; mean age, precision (%), average percent error (%) and coefficient of variation (%) were calculated. Otolith was confirmed to be a much more reliable structure in ageing of this species when compared to vertebra because of high reader agreement, low average percent error and coefficient of variation in age estimates.

The otolith dimensions (length, breadth, weight) were measured and otolith dimensions-total length, otolith dimensions-age relationships were examined separately for both sexes and it was found that the otolith weight predicts age more accurately than otolith length and otolith breadth.

The radius of each annulus on otolith and marginal increment were measured. The monthly percentages of opaque and translucent band occurrence on otolith margins were estimated and the period of annulus formation was determined to be between october and february in females and between september and march in males.

The length-weight relationships were calculated for females and males. The constants in length-weight relationships were found to be statistically different for sexes. The length and weight-at-age data were estimated higher for males than females.

The growth equations by means of length and weight were calculated by von Bertalanffy growth equation using observed length and weight values of each age group. The von Bertalanffy growth equations were calculated for females as $L_t = 25,29 (1 - e^{-0,186 (t-5,75)})$, $W_t = 86,81 (1 - e^{-0,400 (t-57,8)})$; and for males, $L_t = 21,31 (1 - e^{-0,385 (t-9,70)})$, $W_t = 125,04 (1 - e^{-0,290 (t-91,13)})$. The growth curve for sexes were also represented.

Key Words: Round goby, *Neogobius melanostomus*, Age, Growth, Otolith, Black Sea.

TEŞEKKÜR

Beni bu çalışmaya teşvik eden, çalışma süresince, maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen, çalışma aşkı ve iş disiplini ile her zaman kendime örnek olarak alacağım danışmanım, kıymetli hocam Yrd. Doç. Dr. Aysun GÜMÜŞ' e içtenlikle teşekkür ederim.

Ayrıca her zaman bir baba gibi üzerimde desteğini hissettiğim,engin bilgi ve tecrübesinden her zaman yararlandığım, maddi ve manevi hiçbir desteğini esirgemeyen ve güler yüzüyle insana moral veren saygıdeğer Prof. Dr. Nazmi POLAT hocama da canı gönülden teşekkür ederim.

Yine bu çalışmanın yürütülmesinde kıymetli yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen hocalarıma, arkadaşlarıma ve eğitimimi her şeyin üstünde tutan aileme teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
1.1. Yaş tayini metotları.....	1
1.1.1. Yaşı bilinen veya markalanan balıkların büyümelerinin incelenmesi.....	1
1.1.2. Uzunluk frekans analizi.....	4
1.1.3. Kemiksi yapılar üzerindeki annulusların değerlendirilmesi metodu.....	6
1.2. Yaş Analizleri.....	11
1.3. <i>Neogobius melanostomus</i> hakkında genel bilgi ve çalışmanın amacı.....	14
2. MATERYAL VE METOT.....	17
2.1. Karadeniz'in Jeomorfik ve Hidrografik Özellikleri.....	17
2.2. Örnekleme.....	19
2.2.1. Omurların Yaş Tayinine Hazırlanması.....	21
2.2.2. Otolitlerin Yaş Tayinine Hazırlanması ve Ölçümleri.....	21
2.3. Kemiksi Yapıların Değerlendirilmesinde Dikkat Edilen Hususlar....	23
2.4. Uzunluk-Frekans Dağılımları.....	23
2.5. Kemiksi Yapılarda Ortalama Yaş Hesapları.....	23
2.6. Yaş Hesaplamalarında Uyum, Ortalama Yüzde Hata (OYH) ve Değişim Katsayısı Hesaplamaları (DK).....	24
2.7. Toplam Uzunluk-Ağırlık İlişkileri.....	25
2.8. Otolit Boyutu-Toplam Uzunluk, Otolit Boyutu-Yaş İlişkileri.....	25
2.9. Balık Boyutu-Yaş ilişkileri ve Büyüme parametreleri.....	26
3. BULGULAR.....	27
3.1. Uzunluk-frekans dağılımları.....	27
3.2. Kemiksi Yapılarda Yaş Verilerinin Karşılaştırılması, Uyum, Ortalama Yüzde Hata ve Değişim Katsayısı Hesaplamaları.....	27

3.3. Yaş Halkası Özellikleri.....	30
3.4. Uzunluk-Ağırlık İlişkisi.....	32
3.5. Otolit Boyutu- Toplam Uzunluk, Otolit Boyutu-Yaş İlişkileri.....	37
3.6. Halka Yarıçapı Ölçümleri ve Toplam Uzunluk ile İlişkisi.....	47
3.7. Otolitte Opak ve Hiyalin Halka Kenarlarının Yıllık Değişimi ve Yaş Halkası Oluşum Zamanı.....	48
3.8. Yaş-Uzunluk Anahtarı ve von Bertalanffy Büyüme Parametreleri...	52
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	57
4.1. Güvenilir Kemiksi Yapı, Yaş Grupları, Yaşın Tahmini.....	57
4.2. Otolit Boyutu-Toplam Uzunluk ve Otolit Boyutu-Yaş İlişkisi.....	58
4.3. Halka Yarıçapı ve Annulus Oluşum Peryodu.....	59
4.4. Yaş-Uzunluk ve Büyüme parametreleri.....	60
5. KAYNAKLAR.....	63
6. EKLER.....	76
7. ÖZGEÇMİŞ.....	84

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan toplam 868 kaya balığının örnekleme alanı

Şekil 2.2. Benekli Kaya Balığı resmi

Şekil 2.3. Otolit boyutu ve halka çapı ölçümlerinin yapıldığı otolit eksenleri

Şekil 3.1. Kaya balığı örneklerinde dişi ve erkek bireylerin uzunluk-frekans dağılımları

Şekil 3.2. Kaya balığı örneklerinde otolit verilerine göre yaş dağılımı

Şekil 3.3. Dişi ve erkek kaya balığı örnekleri için uzunluk-ağırlık ilişkileri

Şekil 3.4. Kaya balığı dişi bireylerinde (N=397) otolit boyutu-toplam uzunluk ilişkileri

Şekil 3.5. Kaya balığı erkek bireylerinde (N=471) otolit boyutu-toplam uzunluk ilişkileri

Şekil 3.6. Kaya balığı dişi bireylerinde (N=397) otolit boyutu-yaş ilişkileri

Şekil 3.7. Kaya balığı erkek bireylerinde (N=471) otolit boyutu-yaş ilişkileri

Şekil 3.8. Erkek ve dişi kaya balığı otolitlerinde yaş halkası yarıçapları ve toplam uzunluk ilişkisi

Şekil 3.9. Erkek ve dişi kaya balığı bireylerinde otolitte opak ve hiyalin kenar birikim yüzdesinin yıllık değişimi

Şekil 3.10. Kaya balığı dişi ve erkeklerinde toplam uzunluk-yaş ilişkisi

Şekil 3.11. Kaya balığı dişi ve erkeklerinde toplam ağırlık-yaş ilişkisi

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. İki okuyucunun otolit ve omurda yaş verilerinin karşılaştırılması

Tablo 3.2. Dişi ve erkek kaya balığı örneklerinde toplam uzunluk ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve eşeylerin karşılaştırılması

Tablo 3.3. Dişi ve erkek kaya balığı örneklerinde toplam ağırlık ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri ve eşeylerin karşılaştırılması

Tablo 3.4. Kaya balığı örneklerinde dişi ve erkek bireylerin otolit uzunlukları için hesaplanan tanımlayıcı istatistikler ve eşeylerin karşılaştırılması

Tablo 3.5. Kaya balığı örneklerinde dişi ve erkek bireylerin otolit genişlikleri için hesaplanan tanımlayıcı istatistikler ve eşeylerin karşılaştırılması

Tablo 3.6. Kaya balığı örneklerinde dişi ve erkek bireylerin otolit ağırlıkları için hesaplanan tanımlayıcı istatistikler ve eşeylerin karşılaştırılması

Tablo 3.7. Kaya balığı örneklerinde dişi ve erkek bireylerin otolit boyutu ve toplam uzunlukları arasındaki ilişki parametreleri

Tablo 3.8. Kaya balığı örneklerinde dişi ve erkek bireylerin otolit boyutları ve yaş arasındaki ilişki parametreleri

Tablo 3.9. Dişi ve erkek kaya balığı örneklerinde her bir yaş grubu için ortalama yaş halkası yarıçap uzunlukları

Tablo 3.10. Dişi kaya balığı örneklerinde yaş-uzunluk anahtarı

Tablo 3.11. Erkek kaya balığı örneklerinde yaş-uzunluk anahtarı

1. GİRİŞ

Balık stoklarının verimli bir şekilde kullanılabilmesi için ilk şart, türler hakkında yeterli biyolojik veriye sahip olmak ve bu verileri doğru metotlarla analiz etmektir. Yaş tayini bu analiz esnasında izlenmesi gereken ilk ve en önemli adımlardan biridir.

Yaş tayini ile bir balık populasyonunda balıkların ömür uzunluklarını, eşeyssel olgunluk yaşı ve boyunu, populasyonun yaş kompozisyonunu, yaşla birlikte yumurtlama zamanı ve süresinin değişip değişmediğini, yaş gruplarındaki ortalama boy ve ağırlıklarını, populasyondaki yaşama ve ölüm oranlarını ve yıl sınıfı analizlerini tespit etmek mümkündür (Erkoyuncu, 1995). Hatalı yaş tayini, üreme ve büyüme özellikleri ile ilgili populasyon parametrelerinde yanlış hesaplamalara sebep olacağından, ticari stoğun idaresinde büyük hatalara yol açacaktır (Beamish ve McFarlane, 1987). Bu nedenle türün büyüme özelliklerinin belirlenmesi için yaş tayininin sağlıklı bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Yaş tayini çalışmalarındaki en büyük zorluk, standart bir güvenilir yaş tayini metodunun olmamasıdır. Güvenilir yaş tayini metodu türden türe, aynı tür içindeki farklı yaş gruplarına, eşeye, aynı türün farklı coğrafik bölgelerde yaşayan stoklarına göre farklılık gösterebilir. Bu nedenle yaş tayini çalışmalarında annulus oluşum zamanı, büyümenin durduğu dönem, üreme veya göç sebebiyle oluşabilecek halkaların varlığı ve en önemlisi, yaşı belirleneceği ideal kemiksi yapı her tür için ayrı ayrı incelenmelidir (McFarlane ve Beamish, 1990). Bu yüzden çok sayıda değişkenin söz konusu olduğu yaş tayini işlemlerinde hassas olunmalı ve metodun güvenilirliğini arttıracak çalışmalara özellikle de doğrulama çalışmalarına ağırlık verilmelidir (Polat, 2000).

1.1. Yaş tayini metotları

1.1.1. Yaşı bilinen veya markalanan balıkların büyümelerinin incelenmesi

Gerçek yaşı belirlenmesindeki en doğru yol balığın kontrollü ortamlarda yetiştirilmesidir. Kontrollü çalışmaların yapılacağı ortamlar havuz ve akvaryum olabildiği gibi dış ortama kapalı gölcük ve gölet gibi tabii ortamlar da olabilir

(Casselman, 1987). Yaşı bilinen balıkların birkaç yıl süreyle bulundukları ortamdaki periyodik olarak yakalanıp, boylarının ve ağırlıklarının ölçülmesi ile büyümeleri takip edilmiş olur. Böylece balığın hangi yaşta hangi boyda eriştiği kesin olarak bilinir. Bu çalışmalara; Mann ve Steinmetz (1985)' in yaşı bilinen *Scardinius erythrophthalmus*' un pullarını kullanarak yaptıkları yaş tayini doğrulama çalışması, Svedang ve arkadaşlarının (1998) yaşı bilinen yılan balıklarının otolitlerini kullanarak yaş tayini metodlarını doğrulama çalışması, Heifetz ve arkadaşlarının (1999) *Anoplopoma fimbria* türünün markalanıp tekrar yakalanması ile yaptıkları yaş doğrulama çalışması, Masuda ve arkadaşlarının (2000) Japonya'daki batı sahil sularından toplayıp suni laboratuvar şartlarına getirdikleri ve bu laboratuvar şartlarında yetiştirip ürettikleri 28 yaşı bilinen yassı balığın (*Platycephalus indicus*) otolitlerini kullanarak yaptıkları yaş tayini çalışması, ve ülkemizde ise Gümüüş'ün (1999) Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L.)'ın kemiksi yapılarında birikim takibi metodunu kullanarak yaptığı yaş doğrulama çalışması örnek olarak verilebilir.

Markalama-tekrar yakalama metodu ise yaş tayininin en eski metotlarından biridir ve doğrudan gözleme dayanan deneysel bir yaklaşımdır. Bu metotla elde edilen yaş bilgileri kesin ve güvenilir olup, genellikle doğrulama çalışmalarının temelini oluşturur (Beamish ve McFarlane, 1983). Çeşitli tip markalar kullanmak veya balığın vücudunda bazı izler oluşturmak suretiyle markalanan balığın suya bırakılması ve belli bir süre sonra tekrar yakalanarak incelenmesi esasına dayanır. Markalama; içerisinde bulan kişi için gerekli bilgileri yazan, sımsıkı kapanmış, deliksiz bir seluloid silindirden meydana gelen etiketlerin balıklara bağlanması ile, balıkları damgalayarak, boyayarak veya balıkların yüzgeçlerinin ya da solungaç kapaklarının bir kısmının kesilmesiyle yapılır. Etiketler balığın ya solungaç kapağına ya da dorsal yüzgecinin tabanına bağlanır. Dorsal yüzgecin tabanına bağlanan etiketler genelde yassı balıkları markalamada kullanılır. Etiketler ya özel kısıkaçlar ya da deriyi delmeye yarayan alet ve iğnelerle balığa bağlanır. Kuzey Atlantik'teki morina balığını markalamak için bu tip etiketleme günümüzde geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Laurenson ve arkadaşlarının (2005) kuzeydoğu Atlantik'te yaşayan ve geleneksel etiketleme metotları ile markaladıkları keler balığı *Lophius piscatorius*'un

büyüme ve hareketlerini inceledikleri çalışma ve Roberson ve arkadaşlarının (2005) markalanmış ve tekrar yakalanmış Pasifik morina balığı *Gadus macrocephalus*'un otolitlerini kullanarak yaş tayini metotlarını dolaylı olarak doğrulama çalışması bu tip bir markalama çalışmasına örnek olarak verilebilir. Bazı markalar ise şerit şeklinde hazırlanır. Markalama tabancasıyla balıkların vücut boşluklarına yerleştirilen bu iç metalik markalar ise özel elektromanyetiklerle bulunarak balık hakkında önemli bilgiler edinmemizi sağlar. Balıkları damgalayarak, boyayarak veya balıkların yüzgeçlerinin ya da solungaç kapaklarının bir kısmının kesilerek yapıldığı markalama işlemlerinde ise genellikle kısa bir zaman içinde balık gruplarının hareketlerini çalışmak amaçlanır. Bu yöntemle göç yollarının saptanması ve balıkların hızının tespiti sağlanır.

Markalamadaki bu yöntemlerden başka kemiksi yapıları kimyasal maddelerle işaretleme günümüzde daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Kimyasallarla markalama çalışmaları, besine kimyasalları ilave etme veya doğrudan balığa enjeksiyon yolu ile yapılmaktadır. Bu kimyasallar balığın otolit gibi sert dokularına yerleşerek, buralarda iz oluştururlar. Balık büyüdükçe bu kimyasal izlerin üzerine büyüme birikimleri eklenir. Kimyasallarla etiketlenmiş bireyler tekrar yakalandığında ise kimyasal izlerin üst kısmındaki büyüme birikimlerinin sayısından, aradan geçen zaman ve olayların yorumlanması mümkün olur (Hernaman ve ark., 2000).

Flüoresan kalsiyum bağlayıcı kimyasallar, balığın içine çok kolay nüfuz ettiği ve otolit ile diğer dokularda ultraviyole ışınlarla bakıldığında belirgin flüoresan işaretleri sağladığından, en yaygın olarak kullanılan kimyasal markalayıcılardan biridir. Oksitetrasiklin hidroklorür (OTC), Alizarin kompleksi ve Kalsein kimyasal markalayıcılara örnek olarak verilir. OTC, otolitlerde uzun yıllardır kullanılan kimyasallardan biridir (Campana, 1999). Beamish ve McFarlane (2000) uzun ömürlü bir balık olan *Anoplopoma fimbria* otolitlerinde annulus değerlendirmesi yaparken OTC ile otolitleri işaretlemiş ve daha sonra otolit kenar büyümesinin bu OTC işaretlerinden uzaklığını ölçmüştür. Günümüze kadar OTC kullanılarak bir çok yaş tayini çalışması yapılmıştır. Bunlara örnek olarak; Beamish ve Chilton (1982), Bilton (1986), Oxenford ve

arkadaşları (1994), Nevman ve Dunk (2002) ve Cermenio ve arkadaşları (2003) 'nın yaptığı çalışmalar verilebilir. Villanueva ve Moli (1997) ise *Diplodus vulgaris* ve *Diplodus puntazzo* türlerinin genç bireylerinde alizarin kompleksini kullanarak otolit artış birikimlerinin doğrulanmasını çalışmıştır.

Markalama-tekrar yakalama metodu; balık yaşının belirlenmesi yanında, populasyon yoğunluğu, popülasyona yeni katılan ve yakalanan bireylerin oranları, göç ve göç yollarını, kültür ırklarının tabii sulara stok edildiklerinde yaşama ve çevreye uyma davranışlarının bilinmesi ve örneklerin tanınmasını sağlayan bilgileri vermesi yönünden bir çok avantaj sağlar (Das, 1994). Ancak bu metodun bazı dezavantajları da vardır. Bunlardan birincisi; balıkların suni şartlar altındaki büyüme hızı ile tabii şartlar altındaki büyüme hızlarının farklı olmasıdır (Morales-Nin, 1992). Markalama çalışmaları sırasında strese giren balık, diğer markalanmayan bireyler kadar hızlı büyüyemeyebilir. Sonuç olarak da markalanan balığın boyu, tabii şartlarda yaşayan balığın boyundan daha farklı olabilir (Jearld, 1983). Bu nedenle de, bu metodun uygulanmasında dış strese dayanıklı türlerin seçilmesine dikkat edilmelidir (Morales-Nin, 1992). Bu metodun bir diğer dezavantajı ise çok sayıda bireyin markalanmasını gerektirmesidir. Çok sayıda birey markalama yapılmak için yaşadıkları tabii ortamdan alınır ve elle tutularak markalama işlemi gerçekleştirilir. Ancak suyun dışında elle tutulma işlemi esnasında balık strese girebilir. Hatta strese giren balık, büyümesi için suya bırakıldığında çeşitli hastalıklara kapılıp ölebilir. Bu nedenle markalama metodunda çok fazla sayıda birey kullanmak gereklidir. Ayrıca yaşı bilinen veya markalanan balıkların kullanıldığı metodun en önemli dezavantajlarından biri de, bu metodların hem çok pahalı, hem de uzun süreli çalışmalar gerektirmesinden dolayı her tür için uygulanma imkanının olmamasıdır.

1.1.2. Uzunluk-frekans analizi

Balıklarda yaş ve büyümenin tespiti için kullanılan istatistiksel yaklaşımdır. Yaş tayininde kullanılan dolaylı yöntemlerden biridir. Bu metod, 19. yüzyıl sonlarından bu yana kullanılmaktadır. 1982' de Danimarkalı biyolog John Petersen tarafından ileri sürüldüğünden "Petersen Metodu" olarak da

bilinmektedir (Jearld, 1983). Bu metotla, tek bir türe ait çok sayıda ve her boyda yakalanan örneklerden uzunluk ve balık sayısını gösteren bir grafik çizilmektedir. Çizilen bu grafikte ortaya çıkan eğrilerin tepe noktaları, farklı yaş gruplarına karşılık gelir. Bu tepe noktalarının sayısı popülasyonda kaç tane yaş grubunun bulunduğunu gösterir (Casselman, 1987).

Uzunluk frekans analiz metodunu yaş ve büyüme çalışmalarında kullanırken bazı hususlara dikkat etmemiz gerekmektedir. Çünkü ancak bu hususlara dikkat edildiğinde metot güvenilir sonuçlar vermektedir. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

i) Tek bir stoktan büyüklük seçiciliği olmaksızın, düzenli aralıklarla, çok sayıda balığın yakalanması

Bazı balık popülasyonları yaşadıkları bölgelerde birden fazla stok oluşturabilirler. Bu stoklar farklı faktörlerin etkileriyle farklı büyüme özelliği gösterirler. Aynı stoklarda bulunan ve farklı olarak beslenen bireyler aynı yaş grubuna dahil olsalar da değişik büyüme oranlarına sahip olurlar. Örneğin beslenme şartları çok iyi olan bir stoktan yakalanmış, boy uzunluğu hızla artan ancak yaşı henüz küçük olan bir bireyle; beslenme şartları yeterince iyi olmayan bir stoktan yakalanmış, boy uzunluğunu yeterince arttıramayan ve yaşı büyük olan bir birey grafikte aynı yaş grubunda gösterilecektir. Bu ise popülasyonun yanlış yorumlanmasına sebep olacaktır. Bu nedenle uzunluk frekans analizi metodunun güvenilirliğini arttırmak için örneklemin tek bir stoktan yapılması gereklidir (McFarlane ve Bemish, 1990).

ii) Popülasyonun hızlı büyüyen fakat kısa ömürlü balıklardan oluşması

Bu metot genellikle 4 veya 5 yaşını geçmemiş balıklarda en iyi şekilde uygulanabilmektedir. Çünkü 4. yaştan sonra boy farkının azalması nedeniyle ileriki yaşlara ait uzunluk frekans dağılım eğrileri iç içe girer ve bunun sonucunda tepeler belirsizleşir. Bu durum da yaş tayinini zorlaştırır hatta imkansızlaştırır. Bu nedenle uzun ömürlü ve yavaş büyüyen balıklarda bu metot kullanılmaz. (Avşar, 1998).

iii) Balığın yılda bir kez üremesi, üreme periyodunun kısa olması ve yeni bireylerin ortama kısa bir sürede katılması gerekmektedir.

Yumurtlama mevsiminin uzun olduğu tropik, subtropik ve ılıman bölgelerde metodun güvenilirliğinin azaldığı görülmüştür. Çünkü aynı türün bireyleri arasındaki büyüme değişkenliğini artıran herhangi bir faktör, metodun uygulanabilme imkanını da ortadan kaldırmaktadır (Casselman, 1987). Bu nedenle balığın üreme periyodunun uzun olduğu durumlarda bu metot güvenilir sonuçlar vermez.

Uzunluk frekans analizleri metodu kullanılarak bir çok çalışma yapılmıştır. Bunlara örnek olarak; Lai ve arkadaşları (1987)'nin *Gadus macrocephalus*'da, Morales-Nin ve Sena-Carvalho (1996)'nin *Aphanopus carbo*'da, Njoku ve Ezeibekwe (1996)'nin *Liza grandisquamis*'de, Hanchet ve Uozumi (1996)'nin *Micromesistius australis*'de, Van der Walt ve Beckley (1997)'in *Sarpa salpa*'da, Cazorla (2000)'nin *Cynoscion guatucupa*'da, Leonardos ve Sinis (2000)'in *Atherina boyeri*'de, Bellido ve ark., (2000)'nin *Engraulis encrasicolus*'da, Lobo ve Erzini (2001)'nin *Brama brama*'da, Radebe ve arkadaşları (2002)'nin *Rhabdosargus sarba*'da, Hotos (2003)'ün *Liza aurata*'da ve Dwyer ve arkadaşları (2003)'nin *Limanda ferruginea*'da, yaptıkları yaş ve büyüme çalışmaları verilebilir.

1.1.3. Kemiksi yapılar üzerindeki annulusların değerlendirilmesi metodu

Balıklardaki kemiksi yapılar üzerinde oluşan halkaların okunması esasına dayalı anatomik bir inceleme metodudur. Bu kemiksi yapılar otolit, omur, pul, yüzgeç ışıını, operkül, suboperkül gibi yapılardır. Bu metot ilk olarak 1759 yılında Rewerend Hans Hederstrom tarafından uygulanmıştır. Bu tarihten sonra günümüze kadar yapılan çalışmalarda bu metot benimsenmiş ve yaş tayininde en yaygın olarak tercih edilen bir metot haline gelmiştir (Jearld, 1983).

Yaş tayininde en çok kullanılan kemiksi yapılardan birisi pullardır. Genellikle örneklerden alınması, incelenmesi ve saklanması kolay olduğu için ve aynı zamanda balığı öldürmeden de temin edilebildiği için araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir.

Pullardan ancak sikloit ve kitenoit tipte olanları yaş tayininde kullanılır. Yaş tayininde kullanılacak pullar balıkların her zaman sol tarafından ve belirli bölgelerinden alınmalıdır. Çünkü balığın büyümesinde meydana gelen değişimler en düzgün olarak bu bölgelerdeki pullara yansımaktadır ve bu bölgelerde pul dökülmesi az olduğu için herhangi bir yaralanma sonucu kaybolan pulların yerini alan rejenere pullara çok az rastlanmaktadır. Bu bölgeler dorsal yüzgeçle yanal çizgi arasındaki bölge ve yanal çizginin altında pektoral yüzgece yakın olan bölgedir. Örneğin *Catla catla*, *Cirrhina mrigola*, *Labeo rohita*, *Ophicephalus striatus* ve *Mugil cephalus*' da dorsal yüzgeçle pektoral yüzgeç arasından alınan pullar yaş tayini için en uygun pullarken, *Sardinella longiceps*' de pektoral yüzgecin hemen yukarisından alınan pullar yaş tayini için en uygun pullardır (Das, 1994).

Pullar kullanılarak gerçekleştirilen bir çok yaş tayini çalışması bulunmaktadır. Örneğin; luzuka ve arkadaşları (1985) *Sphyrna pinguis*, Şen (1985) *Chalchalburnus mossulensis*, Davidoff (1986) *Mirogrex terraesanctae*, Carlander (1987) *Cyprinus carpio*, Gümüş ve Polat (1994) *Leuciscus cephalus*, Polat ve Gümüş (1995) ise *Chondrostoma regium*' un yaş tespitinde pulların güvenilir kemiksi yapı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Ancak pullarla yapılan yaş ve büyüme çalışmalarının bazılarının da ise pulların hatalı sonuçlar verdiği ve güvenilir kemiksi yapı olarak kullanılmadığı görülmektedir. Örneğin; Chilton ve Bilton (1986) *Onchorhynchus tshawytscha*' nın pul ve yüzgeç ışını kesitlerini kullanarak yaş tayini çalışması yapmış ve çok yaşlı balıkların pullarında önemli oranda geri emilim olduğunu tespit etmişlerdir. McFarlane ve Beamish (1990) kuzeydoğu Pasifik okyanusunda yaşayan *Theragra chalcogramma*' da yaptıkları yaş tayini çalışmasında pul, pektoral yüzgeç ışını kesitlerini ve otoliti karşılaştırmış sonuç olarak da ileri yaşlarda yakılmış otolit kesitlerinin diğer kemiksi yapılara göre daha doğru sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Polat ve Dedeman (1990) Karadeniz' de yaşayan *Gadus euxinus*' ta yaş tayini çalışması yapmış ve pul ile otolitten yapılan yaş tayinlerinin normalin altında sonuçlar verdiğini, bu nedenle bu türün yaş tayininde omurun güvenilir yapı olarak bulunduğunu belirtmişlerdir. Sipe ve Chittenden (2002) *Pomatomus saltatrix*' in pul ve diğer kemiksi yapılarını

karşılaştırmış ve bu türün yaş tayini için uygun olan yapısını bulmaya çalışmışlardır. Araştırma sonucunda pullarda yalancı halkaların bulunması, rejenere pulların oldukça fazla olması, özellikle yaşlı balıklarda pul kenarındaki halkaların fazla sıkışık olması araştırmacıların pul üzerindeki halkaları objektif olarak yorumlayamamasına neden olmuştur. Özellikle 4 yaşından büyük balıklarda pulun hatalı sonuçlar verebileceği bildirilmiştir. Polat ve arkadaşları (2004) ise Derbent baraj gülünde yaşayan *Perca fluviatilis*' in farklı kemiksi yapılarını kullanarak yaptıkları yaş tayini çalışmasında pul ve diğer kemiksi yapıların yüksek yaş tayini hata payı gösterdiğini bu nedenle de omuru bu tür için kullanılacak en güvenilir yapı olarak bulduklarını açıklamışlardır.

Yaş tayininde kullanılan diğer bir kemiksi yapı ise otolitlerdir. Otolitler kemikli balıkların yaş tayininde en yaygın olarak kullanılan ve en güvenilir sonuçların alınabildiği kemiksi yapılardır. Çünkü, otolitlerde herhangi bir yenilenme olayı olmadığı gibi, balık yumurtadan çıktığı anda otolitleri de oluşmuş olduğu için yaş tayini çalışmalarında herhangi bir hataya meydan vermezler.

Otolitler yaş tayininde farklı şekillerde kullanılabilmektedir. Örneğin bütün otolitlerden annulus oluşumu yüzeyden incelenebildiği gibi (Ekingen ve Polat, 1987; Polat ve Kukul, 1990; Raitaniemi ve Heikinheimo, 1998; Beckman, 2002), bütün otolit çeşitli malzemelerle inceltirilip parlatılır ve otolitin yapısındaki annuluslar belirginleştirildikten sonra daha kolay okunur hale de getirilebilir. Bazı durumlarda ise özellikle uzun ömürlü balıklarda ilerleyen yaşla birlikte, otolitin iç kısmında dışa kıyasla daha fazla madde biriktirilir. Bu da allometrik büyümeye sebep olur. Dolayısıyla otolitin iç kesitinde dışta gözlenenden daha fazla sayıda annulus oluşur. Bu durumda içte oluşan halkaları da görebilmek için otolitten alınmış ince kesitlerden (Barber ve McFarlane, 1987; Wilson ve Nieland, 2001; Ihde ve Chittenden, 2002; Peltonen ve ark., 2002; Sekigawa ve ark., 2003) veya merkezden kırılmış ve yakılmış otolitlerden faydalanılır (Campana, 1984; Polat ve Gümüş, 1996; Bostancı, 1998; Laiding ve arkadaşları, 2003). Böylece otolitin iç kesimindeki annuluslar da incelenmiş olur.

Son yıllarda otolitlerdeki yaş halkalarını tespit etmede ışık mikroskobundan başka Taramalı Elektron Mikroskobu (TEM) da kullanılmaya

başlanmıştır. Özellikle otolitlerdeki günlük halka birikimlerini incelemeye ve otolitlere eklenen kimyasal markaları takip etmeye TEM oldukça fazla kullanılmaktadır (Morales-Nin, 1992; Mug-Villanueva ve ark., 1994; Clear ve ark., 2000; Moreno ve Morales-Nin, 2003)

Pul ve otolitlerden başka yaş tayini çalışmalarında kullanılan diğer bir kemiksi yapı ise yüzgeç ışını kesitleridir. Özellikle yaşlı balıklarda yaşın daha güvenilir şekilde tespit edilmesini sağlayan yüzgeç ışını kesitleri genellikle dorsal, anal ve pektoral yüzgeç ışınlarından alınmaktadır. Yüzgeç ışını kesitlerinde özellikle merkez halkasının kaçırılmaması için kesitlerin olabildiğince yapının kaide kısmından alınması tavsiye edilmektedir (Chilton ve Beamish, 1982; Polat, 1987; Das, 1994).

Beamish ve Chilton (1977) *Ophiodon elongatus*; Mills ve Beamish (1980) *Coregonus clupeaformis*; Beamish (1981) *Theragra chalcogramma*, *Gadus macrocephalus* ve *Thunnus alalunga*; Quinn ve Ross (1982) *Catostomus commersoni*; Polat (1987) *Capoeta trutta*; Tanaka (1990) *Centrophorus acus*' un ve Landa ve arkadaşları (2001) *Lophius piscatorius* ve *Lophius budegassa*' da yüzgeç ışını kullanarak yaş tayini çalışmaları yapmışlardır.

Balıkların yaşını belirlemek için yaygın olarak kullanılan bir diğer kemiksi yapı ise omurdur. Omurlar bütün olarak incelenebildiği gibi dorsaventral doğrultuda bölünerek de incelenebilir. Bir çok araştırmacı farklı zamanlarda yaptıkları yaş tayini çalışmalarında omurun güvenilir sonuçlar verdiğini tespit etmiştir (Polat, 1988; Polat ve ark., 1992; Polat ve arkadaşları, 1993; Polat ve ark., 2001; Yılmaz ve Polat, 2002)

Ayrıca Prince ve arkadaşları (1985) *Thunnus thynnus*' un omur kesitlerindeki halkaları ve halkaların yaş tayinindeki önemini açıklamaya çalışmışlardır. Araştırma sonucunda araştırmacılar orta boylardaki balıkların omur kesitlerinden bir sonuç alamazlarken, küçük boylardaki balıkların omur kesitlerinde gerçek yaştan daha fazla yaş tesbit ettiklerinden çok genç balıklarda omur kesitlerinin kullanılmamasını tavsiye etmişlerdir. Alves ve arkadaşları (2002) ise *Thunnus obesus*' un yaş tayini çalışmasında omurdaki annulus oluşumunu incelemişlerdir. Araştırma sonucunda bu popülasyonun yaş

tayininde omur kullanıldığında, yüksek bir uyumun elde edildiğini tespit etmişlerdir.

Yaş tayininde kullanılan diğer bir kemiksi yapı ise operkül kemikleridir. Yaş tayini çalışmalarında çok yaygın olarak tercih edilmese de bazı araştırmacılar çalışmalarında operkül kemiklerini kullanmışlardır. Örneğin Hansen (1978) *Rutilus rutilus*' un yaşını belirlemek için yaptığı çalışmada pul ve operkül kemiklerini kullanmış ve sonuç olarak bu popülasyonun yaşının belirlenmesinde operkül kemiklerinin pullara göre daha güvenilir yapılar olduğunu ileri sürmüştür. Yine Hansen (1980) *Blicca bjoerkna*'nın yaş, büyüme ve olgunlaşmasını incelerken operkül kemiklerinin yaş tespitinde doğru sonuçlar verdiğini bulmuştur. Kraiem (1982) *Barbus barbus*' un yaşını belirlemek için yaptığı çalışmada pul ve operkül kemiklerini tercih etmiştir. Scoppettone (1988) ise *Chasmistes cujus*' un yaşını belirlemek için pul ve operkül kemiklerindeki annulus oluşumunu incelemiş ve araştırma sonucunda; balığın üreme zamanında pulların yapısında halka oluşmadığından dolayı pulların gerçek yaşı göstermediğini, operkülerin ise balığın 6 yaşına kadar herhangi bir halkayı gizlemediği ancak 6 yaşından büyük balıklarda bir veya birden fazla halkayı gizleyebildiğini belirtmiştir.

Pul, otolit, yüzgeç ışıını, omur ve operkül kemikleri dışında suboperkül, frontal, lakrimal, kleithrum, hipural, urostil, korakoid, dermatoid gibi farklı kemiksi yapılardan ve göz merceğinden de yaş tayini yapmak mümkündür. Ancak bunların türden türe farklılıklar gösterebileceği ve her tür için doğru sonuç vermeyeceği unutulmamalıdır. Yaş tayini çalışmalarında bu tip kemiksi yapıların kullanıldığı ve güvenilirliğinin araştırıldığı bazı çalışmalar da mevcuttur. (Chugunova, 1963; Tesch, 1968; Casselman, 1979; Chalanchuk, 1984). Balıkların yaş tayininde göz merceği ise kemiksi yapılardan farklı olarak kullanılmaktadır. Bu metodu Carlton ve Jackson (1971) *Cyprinus carpio*' da, Burkett ve Jackson (1971) *Aplodinotus grunniens*' de, Crivelli (1980) *Cyprinus carpio*' da ve Siezen (1989) ise *Squalus acanthias*' da denemiştir.

1.2. Yaş Analizleri

Yaş tayini çalışmalarında bir balığın yaşını tespit ederken incelenen kemiksi yapının çekirdek yada merkezinin tam olarak belirlenmesi gerekir. Çünkü çekirdek veya merkez; yaş tayini yapılan kemiksi yapıda büyümenin başladığı noktayı gösterir ve eğer yeri doğru olarak belirlenemezse, balığın yaşının hatalı olarak tayin edilmesine sebep olur. Özellikle bazı balıkların otolitlerinde ilerleyen yaşla birlikte çekirdek bölgesinin çok fazla kalınlaşması sebebiyle merkez bölgesinin yeri tam olarak belirlenemez ve hem merkez hem de ilk yaş halkası kaçırılabilir. Hatta bazı durumlarda daha ileriki yaşlara ait halkaların kaçırılması ihtimali de mevcuttur. Bu durum da örneklerin gerçek yaşlarından küçük okunmasına sebep olmaktadır. “Çekirdek” terimi daha çok otolitler için kullanılırken, “merkez” terimi ise genelde yüzgeç ışınları için kullanılmaktadır. Bu bölge litaratürde primordiyum, nukleus ve fokus olarak da adlandırılmaktadır. Çekirdek veya merkez balığın larval aşaması boyunca oluşur. Kemiksi yapıların ilk kez oluşan kısımlarıdır. Bu bölgede daha henüz yaş halkaları oluşmamıştır. Büyüme ile birlikte bu kısmın etrafına inorganik tuz birikimi olur ve böylece kemiksi yapılarda halkalar teşekkül etmeye başlar.

Yaş tayini çalışmalarında kemiksi yapının en dış kısmındaki annulusun durumuna karar vermek de balığın gerçek yaşını tespit edebilmek için son derece önemlidir. Yaş sayımı yapılırken kemiksi yapının en dış kısmında yeni bir büyüme bölgesi gözlenirse de balığın yaşı en son tamamladığı annulusa göre yapılmalıdır. Eğer annulus tamamlanmış ise bunu yeni bir yaş halkası olarak kabul etmek gerekirken, annulus hala tamamlanmamışsa ve hala kemiksi yapının dış kısmında büyüme bölgesi gözleniyorsa bu durum (+) büyüme bölgesi olarak düşünülmelidir. Bu şekilde kemiksi yapının en dış kısmındaki halkaları inceleyerek yapılan çalışmalara bir başka deyişle, otolit kenarının opak yada hiyalin oluşuna karar verme işlemine kenar karakterizasyon analizi denilmektedir.

Kemiksi yapıların her yıl bir annulus oluşturup oluşturmadığını tespit etmek için ise kenar birikim analizleri (KBA) kullanılmaktadır. Kenar birikim analizleri aynı zamanda annulus oluşum zamanını da belirlemektedir. Bir çok balıkta başarılı bir şekilde uygulanan alternatif bir doğrulama metodudur. Bir çok

araştırmacı kenar analizleri yaparak inceledikleri türlerin opak ve hiyalin halkalarının bir yıl boyunca hangi aylarda oluştuklarını tespit etmiştir. Örneğin Swan ve Gordon (2001) *Coryphaenoides rupestris* türünün otolitlerinin dış kısmındaki opak halkanın çok kolay görülebildiğini ancak hiyalin halkanın otolit kenarlarında çok ince birikmesinden ve oldukça şeffaf olmasından dolayı çok zor tespit edilebildiğini belirtmiştir. Ayrıca bu türün opak kenar birikiminin ağustos' la mart ayı arasında gerçekleştiğini belirtmiştir. Escot ve Granado-Lorencio (2001) *Barbus sclateri* türünde annulus oluşum zamanını belirlemek için otolitleri kullanmışlar ve kenar birikim analizleri sonucunda opak ve hiyalin halkanın yılda sadece bir kez oluştuğunu, opak halkanın temmuz ile ocak ayları arasında, hiyalin halkanın ise şubat ile haziran ayları arasında meydana geldiğini bulmuşlardır. Faunce ve arkadaşları (2001) *Cichlasoma urophthalmus*' un otolitlerinde kenar birikim analizi yapmış ve sonuç olarak opak büyüme bölgelerinin yılın ocak ve mayıs aylarında oluştuğunu tespit etmiştir. Sun ve arkadaşları (2002) ise *Xiphias gladius*' un anal yüzgeç ışınlarını kullanarak bu türün yaşını belirlemiş ve kenar birikim analizleri ile de bu türün anal yüzgeç ışınında halkaların yılda sadece bir kez oluştuğunu tespit etmişlerdir. Ancak bazı durumlarda ise kemiksi yapılarda bir yıl boyunca birden fazla opak halka meydana gelebilir. Örneğin Morales-Nin ve arkadaşları (1998) *Merluccius merluccius*' un yakılmış otolit kesitlerinde yaptıkları kenar birikim analizleri sonucunda bir yıl boyunca birden fazla opak halkanın meydana geldiğini tespit etmiş ve bununla eşey ve eşeyssel aktiviteyle ilgili olduğunu bildirilmişlerdir.

Yaş tayininde kemiksi yapının merkezi belirlenip halka yapısı inceledikten sonra balığın yaşı tespit edilir ve balık yakalandığı tarih dikkate alınarak ait olduğu yıl sınıfına konulur. Yıl sınıfı ve yaş grubu kavramları farklı ifadelerdir. Yaş grubu, balığın içinde bulunduğu biyolojik yaşı ifade eder. Yıl sınıfı ise aynı yıl yumurtadan çıkan balıkların tek bir yaş grubuna dahil edilmesini ifade eder. Bunu yaparken, genel bir kural olarak Kuzey Yarımküre için 1 ocak tarihi, doğum tarihi olarak esas alınır. Bazen yaş tayininde yapılan hatalar, farklı yaş sınıflarının tek bir yaş grubunda toplanmasına sebep olduğu gibi, aynı bireyin aynı yıl içerisinde iki farklı yaş grubuna dahil olmasına da

sebepler olur. Bu nedenle balığın yaşı belirlendikten sonra doğru yıl sınıfına yerleştirilmesi çok önemlidir.

Yaş tayininin doğruluğu balık popülasyonlarının tam olarak yönetilebilmesi için çok önemlidir (Baker ve McComish, 1998). Çünkü yaş tayininden elde edilen yaşı normalden büyük veya küçük bulunması, balıkçılık idaresindeki temel hesaplamalarda hataya sebep olur. Bu nedenle yaş tayini çalışmalarında doğruluk ve uyum kavramları üzerinde durulmalıdır.

Yaş tayini çalışmalarının güvenilirlik derecesini belirleyen “doğruluk” kavramı tayin edilen yaşı gerçek yaşa ne kadar yakın olduğunu ifade eder (Chilton ve Beamish, 1982). Yaşı bilinen balıklar kullanılarak veya markalama çalışmaları yapılarak yaş hesaplamalarının doğruluğu saptanmaya çalışılır. Doğrulama çalışmalarının belli bir türün her yaş grubu için ayrı ayrı yapılması gerektiği gibi farklı habitatlarda yaşayan balıklar için de tekrarlanması gerekmektedir (Beamish ve McFarlane, 1983).

Uyum ise aynı sonuçların tekrarlanabilme derecesini gösterir. Eğer araştırma tek bir kişi tarafından yürütülüyorsa, okuyucu her yapıyı mümkün olduğunca fazla sayıda, en az üç kez olmak üzere değerlendirmelidir. Farklı zamanlarda yapılan bu okumaların arasındaki benzerlik ve farklılıkların uyumu ortaya konmalıdır. Şayet araştırma birden fazla okuyucu tarafından yapılıyorsa tekrarlı okumaların karşılaştırılması, çalışmaların güvenilirliğini daha da çok artıracaktır. Dolayısıyla okumalar veya okuyucular arasındaki benzerlik ve farklılıkların uyumu metodun güvenilirliğini ortaya koyacaktır.

Uyum tek başına bir kemiksi yapının diğerlerine göre daha güvenilir olduğunu göstermek için yeterli değildir. Bu nedenle elde edilen yaş değerleri bir çok istatistiksel analize tabii tutularak en güvenilir yapı bulunmaya çalışılır. Bu analizlerde en yaygın olarak, her bir yapı ve okuyucu kombinasyonu için ortalama yüzde hata (Average Percent Error =APE) indeksi ve değişim katsayısı (Coefficient of variation =CV) hesaplanır. Ortalama yüzde hata indeksi (Beamish ve Fournier, 1981) ve değişim katsayısı (Chang, 1982) ile aynı türün farklı yapılarını ve farklı türlerin yaş değerlerini karşılaştırmak mümkündür. Bir çok yaş tayini çalışmasında ortalama yüzde hata indeksi ve değişim katsayısı analizleri kullanılarak yaş tayininde uyum derecesi belirlenmeye çalışılmıştır

(Kelly ve ark., 1997; Stevenson ve Secor, 1999; Maartens ve ark., 1999; Stransky ve ark., 2001; Pajuelo ve ark., 2003; Lessa ve Duarte-Neto, 2004; Andrade, 2004).

Yaş okumalarında meydana gelen farklılıkların veya sapmaların nedenini ise genel olarak üç faktör altında toplayabiliriz. Bunlar çevresel şartlardan etkilenen kemiksi yapıların okunabilirliğindeki zorluklar, okuyucu tecrübesi ve yorumlaması ve okuyucunun tutarsız okumalarıdır. Bu üç faktör sırasıyla bir kemiksi yapının yüksek sapma göstermesinin sebebi olarak incelenebilir. (Chilton ve Beamish, 1982; Kimura ve Lyons, 1991; Baker ve Timmons, 1991; Gümüş ve Polat 1994).

1.3. *Neogobius melanostomus* hakkında genel bilgi ve çalışmanın amacı

Tez konusunu teşkil eden Benekli Kaya Balığı (*Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814), Gobiidae familyasının bir üyesidir. Bu familyanın en tipik özelliği ventral yüzgeçlerinin birleşerek bir vantuz meydana getirmesidir.

Gobiidae familyasının ülkemiz sularında 28 türü bulunmaktadır. Ancak yapılan çalışmada Karadeniz’de yaşayan Gobiidae türlerinden sadece 6 tanesi trol tekneleri tarafından yakalanmış ve inceleme yerine getirilmiştir. Bu türler: *Neogobius melanostomus*, *Mesogobius batrachocephalus*, *Gobius niger*, *Neogobius cephalarges*, *Gobius cruentatus*, *Neogobius platyrostris*’ dir. Bu türlerin içerisinde en yaygın olarak bulunan kaya balığı türü, bu çalışmanın da materyali olan *Neogobius melanostomus*’ tur.

Karadeniz’de avlanan ve ticari olarak tüketilen kaya balığı türü *Neogobius melanostomus* sinonim olarak *Gobius melanostomus* olarak da bilinmektedir. Karadeniz’ den başka Azak denizi, Hazar denizi, Marmara denizi, Aral Gölü ve Rusya’nın Karadeniz’e dökülen ırmakları (Dinyeper, Dinyester, Güney Bug, Don, Kodor), ile son yıllarda da Avrupa ve Kuzey Amerikanın iç sularında tespit edilmiştir. Bu türün Avrupa’daki ilk örnekleri 1990 yılında, Baltık denizinde Polonya’da Gdansk körfezinde bulunmuştur (Skora ve Stolarski, 1996). Kuzey Amerika’da ise ilk olarak 1990 yılında St. Clair nehrinde tespit edilmiştir (Jude ve ark., 1992). Esas olarak Karadeniz’ de yaşayan *N.*

melanostomus'un Karadeniz sularında bulunan tanker gemilerinin balans suları ile Avrupa ve Kuzey Amerika' nın iç sularına kadar gittiği ve daha sonra bu akuatik ekosistemlere uyum sağlayarak işgalci tür olarak yerleştiği bilinmektedir (Charlebois ve ark.,1997).

N. melanostomus sıcak iklim koşullarında hem deniz, hem de tatlı su formları olarak bulunabilir (Hernaman ve ark., 2000). Düşük tuzluluğa toleranslı olduklarından Karadeniz'den diğer nehirlerle girebilmekte ve buralarda tatlı su formu olarak yaşayabilmektedirler. Kıyıya yakın sularda yaklaşık 20 ila 70 m derinliklerde, kaya, çakıl, kum ve çamurlu zeminlerde yaşamaktadırlar (Skora, 1996). -1°C den 30°C' ye kadar farklı su sıcaklıklarında yaşayabilirler. Ancak 6°C 'den düşük su sıcaklıklarında aktiviteleri zayıflar. İyi yüzücü olmadıklarından özellikle akıntılara karşı uzun mesafeler alamazlar. Karnivordurlar. Yumuşakça, solucan, ufak balık, yengeç ve larvaları ile diğer hayvanlarla beslenmektedirler. Üreme devrinde beslenmesi azalmakta hatta tamamen kesilmektedir. Erkekler dişilere oranla daha hızlı büyürler ve daha büyük boyutlara ulaşırlar. Eşeyssel olgunlaşma genellikle dişilerde 2. yaşında erkeklerde ise 3. yaşında gerçekleşmektedir. Yumurtlama zamanı ise Nisandan Temmuz kadardır. Özellikle Mayıs ayında bol miktarda yumurta bırakırlar. Yumurtaları büyük ve yüksek protein içeriklidir. Yumurtalarını taş ve midye kabuklarının alt kısmına bırakan dişiler beslenmek üzere hemen denizin derinliklerine inerler. Erkekler ise larvalar çıkıncaya kadar bu yuvaya bekçilik ederler. Bu sırada beslenemedikleri için de erkeklerin büyük bir çoğunluğu ölür. Larvaların çıkmasıyla birlikte hayatta kalan diğer erkekler de sahillere uzaklaşarak beslenme alanlarına doğru geçerler (Charlebois ve ark.,1997). Tüm bu özelliklerinden dolayı özellikle de tuzluluk ve su sıcaklığı değişimlerine karşı oldukça toleranslı oldukları için Karadeniz' e çok kolay uyum sağlamışlardır. Ticari bir tür olduğu için Karadeniz ve Hazar denizinde trollerle ve çeşitli ağ tipleri ile yakalanmaktadır. Skora (1996) Karadeniz' in kuzeyinde kaya balıklarının 1930 ve 1940' lı yıllarda 3-4.000 ton civarında yakalandığını belirtmiştir. Ülkemizde ise Devlet İstatistik Enstitüsü'nün yaptığı anket çalışmalarında, Karadeniz' in kuzeyinde 1990 ile 2001 yılları arasında ticari olarak yakalanan kaya balığı miktarının 500 ton civarında olduğu bildirilmiştir

(DİE, 1990-2001). Kaya balıkları genellikle taze ve kurutulmuş olarak yenebilir. Ancak bazı durumlarda dondurularak veya tuzlanarak muhafaza edilebildiği gibi domates sosu içine karıştırılarak özellikle konserve sanayinde de kullanılabilir.

Bu güne kadar *N. melanostomus* ile ilgili birçok araştırmanın yapıldığı tespit edilmiştir. Genellikle araştırmaların çoğu bu türün morfolojisi, beslenmesi, üremesi, dağılımı ve yeni kayıtlar gibi çeşitli konularda yoğunlaşmıştır (Simonovic ve ark., 1998; Wolfe ve Marsden, 1998; MacInnis ve Corkum, 2000; Simonovic ve ark., 2001; Charlebois ve ark., 2001; Sapota, 2004). Ancak türün yaş bilgilerinin tespit edilmeye çalışıldığı araştırmalar da mevcuttur. Örneğin; Gümüş ve Polat (1998) Karadeniz’ de yaşayan *Gobius melanostomus*’ un pul, otolit ve omur gibi kemiksi oluşumlarını kullanarak bu türün yaşını belirlemeye çalışmışlardır. MacInnis ve Corkum (2000) Detroit nehrinin yukarı kısımlarında yaşayan *Neogobius melanostomus*’ un sagitta ve lapilluslarını kullanarak bu türün yaşını belirlemeye çalışmışlardır. Phillips ve arkadaşları (2003) ise Pensilvanya’ daki Erie gölüne dökülen akarsularda yaşayan *Neogobius melanostomus*’ un yaşını belirlemeye çalışmışlardır.

Bu çalışmada; gelecekteki *Neogobius melanostomus* stoklarından optimum düzeyde yararlanabilmek ve stokların devamlılığını sağlayabilmek için bundan sonra yapılacak çalışmalara kaynak oluşturabilmek maksadıyla türün yaş tayini metodunu kenar birikim analizi ile doğrulamak ve büyüme özelliklerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Karadeniz'in Jeomorfik Ve Hidrografik Özellikleri

Karadeniz kıtalar arası bir iç deniz özelliğindedir. Doğu Avrupa ve Kafkasya arasında doğu-batı doğrultusunda uzanan elips şeklinde, yüzölçümü 424.000 km² olan orta büyüklükte bir denizdir. Batı kıyıları Romanya, Bulgaristan ve Türkiye'nin Avrupa yakasındaki toprakları ile çevriliyken, kuzey ve doğu kıyıları Ukrayna, Rusya ve Gürcistan, tüm güney kıyıları ise Türkiye toprakları ile çevrilidir.

Bir çanak biçiminde olan Karadeniz; doğudan batıya 1200 km uzunluğa ve kuzeyden güneye 610 km maksimum genişliğe sahiptir. Ortalama derinliği 1197 m civarındayken, en derin yeri 2245 m' dir ve yaklaşık olarak 536969 km³ su taşımaktadır (Atalay, 1994). Kıtalar içine fazla sokulmuş olması ve okyanuslarla irtibatının bir takım boğazlar ve iç denizlerle sağlanması, Karadeniz'i hidrografik bakımından farklı özellikler gösteren bir deniz haline getirmiştir (Ardel, 1975).

Karadeniz'in yapısını ve oluşumunu açıklamak için Karadeniz tabanında birçok sondaj çalışmaları yapılmış ve tabanından tortul örnekleri alınmıştır. Bu örneklerin analizinden çıkan sonuçlara göre, Karadeniz'deki ortam 25000 yıl kadar önce tuzlu sudan tatlı suya dönüşmüştür. Ancak, günümüzden 22000 yıl kadar önce Karadeniz yüzeyden derinlere doğru oksijen ihtiva eden gerçek tatlı su ortamına dönüşmüştür. Bu devre 12000 yıl kadar devam etmiştir. 10000 yıl kadar önce başlayan ve 7000 yıl kadar süren dönemde ise deniz seviyesi yükselerek İstanbul boğazı vasıtasıyla Marmara ve Akdeniz'le bağlantı kurmuştur. Bu olay Karadeniz'in tatlı su ortamından tekrar tuzlu su ortamına dönüşümünü sağlamıştır. Günümüzden yaklaşık olarak 3000 yıl kadar önce Karadeniz bugünkü durumuna kavuşmuştur. Özellikle son dönemde Karadeniz'in tuzlu su ortamına kavuşması, daha önce tatlı suda yaşayan canlıların ölmelerine ve bunların da ayrışmaları ile kükürtlü hidrojen gazının (H₂S) oluşmasına neden olmuştur. Su dolaşımının olmadığı ya da zayıf olduğu 200 m'den derin sularda canlı hayat bulunmamaktadır. Karadeniz'de canlı yaşamı sağlayan oksijen sadece 100-200 m kalınlığındaki en üst su sütununda bulunmaktadır. Bu zondaki fitoplakton, zooplakton ve balıklar denizdeki canlı

ortamı oluşturmaktadır. Bu tabakanın altında ise H_2S ile zehirlenmiş, fakat mineral ve organik maddeler bakımından çok zengin olan anoksik su kütlesi bulunmaktadır.

Karadeniz’de canlı ortamın zengin olması; H_2S ile zehirlenmiş olan su kütlesinde bol miktarda organik ve inorganik besin maddelerinin oluşması ve bu denize dökülen akarsuların fazla ve akımların yüksek olması ile ilgilidir. Karadeniz havzası, dünyada en fazla sediment alan denizlerin başında gelmektedir. Özellikle Türkiye’den Karadeniz’e dökülen Sakarya, Kızılırmak, Yeşilırmak ve Türkiye dışından Karadeniz’e dökülen Tuna, Dinyeper ve Dinyester nehirleri tarafından Karadeniz’e asılı malzeme taşınmaktadır. Bu çökeltilerden karbonat depolarının nisbi miktarına ve kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) miktarına baktığımızda son 3000 yıl içerisinde karbonat çökmesinin çok büyük miktarda olduğu yapılan araştırmalarla bulunmuştur (Atalay, 1994).

Karadeniz’de su sıcaklığı 0-25 m arasında hızla düşmekte, 125 m’ den itibaren $1^{\circ}C$ ’ lik farklarla azalmakta ve 200 m’ den itibaren ise bu fark $0,3^{\circ}C$ yi geçmemektedir. Karadeniz’in üst bölgelerinde su sıcaklığı mevsime bağlı olarak değişirken, alt tabakalarındaki su sıcaklığı mevsim sıcaklıklarından etkilenmediği için sabit kalmaktadır. En soğuk suları 45 m ile 90 m arasında bulunmakta ve bu kısımlarda genellikle sıcaklık $7-8^{\circ}C$ civarında bulunmaktadır. Kışın yüzeyden 200 m’ ye kadar sıcaklık gittikçe artmaktadır. Yüzey sularının sıcaklığı ise $2^{\circ}C$ ila $6^{\circ}C$ arasında kalmaktadır. Yazın ise yüzey sularının sıcaklığı $26^{\circ}C$ ’ ye kadar çıkmaktadır.

Karadeniz’in diğer önemli özelliklerinden biri de tuzluluğun düşük olmasıdır. Denizin üst tabakalarında, karadan tatlı su akışı, yağışlarla eklenen yağmur suyu ve tuzluluğu az olan Azak denizinin Karadeniz’le bağlantısı Karadeniz’deki düşük tuzluluğu açıklamaktadır. Bu nedenle, tuzluluk ortalama olarak % 0.18 civarında bulunmaktadır. Derinlik arttıkça tuzluluk da artmaktadır. Karadeniz’in pH’ ı ise 7.5 ila 8.4 arasında değişmekte ve ilkbahardaki biyolojik olaylarla pH da yükselmektedir (Slastanenko, 1955-1956).

Genel olarak Karadeniz’de birim saha itibariyle okyanuslardan iki kat daha fazla balık ve diğer canlılar yaşamaktadır. Karadeniz balıkçılığı genelde hamsi gibi pelajik stoklar üzerine yoğunlaşmıştır. Ancak avlanma ve Karadeniz

ekosisteminde meydana gelen değişimler nedeniyle stokların tamamına yakını çökmüş ve avcılık zaten sınırlı sayıda olan mezgit, vatoz ve kalkan gibi demersal gruba doğru kaymıştır. Ancak son yıllarda yapılan bilinçsiz balık avcılığı, aşırı miktarda balık avlanması ve başta kirli Tuna sularının Karadeniz'i kirletmesi, Karadeniz canlı hayatını bir hayli fakirleştirmiştir (Avşar, 1998).



Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan toplam 868 kaya balığının örnekleme alanı

2.2. Örnekleme

Çalışma materyali olan *Neogobius melanostomus* türüne ait toplam 868 örnek (397 dişi, 471 erkek), Samsun il sınırları içinde bulunan Terme-Kurupelit mevki (41° 22' Kuzey, 36° 10' Doğu) arasında yürütülen trol avcılığından temin edilmiştir. Örnekleme Ekim 2002 ile Mart 2005 tarihleri arasında, 3 mil sınırı dışında, 30-150 m derinlikten temin edilmiştir (Şekil 1). Örnekler Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, İhtiyoloji Laboratuvarına getirilmiş ve aşağıda belirtilen ölçümler alınmıştır. Bütün ölçümler her birey için ayrı ayrı düzenlenmiş kataloglara; yakalanma yeri, tarihi ve katalog numarası verilerek kaydedilmiştir.

1- Her bir balık örneğinin total ve standart boyları ± 1 mm hassasiyetli ölçme tahtasında belirlenmiştir.

2- Örneklerin ağırlığı ± 1 g hassasiyetli terazide tartılarak elde edilmiştir.

3- Örnekler anüslerinden itibaren göğüs yüzgeçlerine kadar keskin bir makasla dikkatlice kesilerek, iç organları dışarıya çıkarıldıktan sonra gonadlarından eşey tayini yapılmıştır. Ovaryum ve testislerin olgunluk derecesi, varsa yumurta gelişimi ile ilgili bilgiler not olarak kaydedilmiştir.

4- Her bir balığın boyundan itibaren 4. ve 10. omur arası çıkarılarak katalog numarasının yazılı olduğu petri kutusuna konulmuştur.

5- Bütün balıkların baş kısımları keskin bir makasla vücutlarından ayrıldıktan sonra baş, boyundan gözlere doğru simetrik olarak ikiye ayrılmıştır. Ucu ince bir pens yardımı ile başın her iki yanında bulunan otolitler bulundukları çukurlardan çıkarılmıştır. Her iki otolit de üzerindeki kan ve endolenf sıvısından iki parmak ucunda ovuşturularak temizlendikten sonra katalog numaralarının yazılı olduğu ve içinde o balığa ait omurların da bulunduğu petri kutusuna konulmuştur. Bu işlemlerden sonra omur ve otolitler yaş tayini incelemeleri için gerekli hazırlık aşamalarından geçirilmiştir.



Şekil 2.2. Benekli Kaya Balığı resmi

2.2.1. Omurların Yaş Tayinine Hazırlanması

Boyun bölgesinden itibaren 4.den 10.ya kadar kesilen omurların üzerindeki et ve benzeri oluşumların temizlenmesi için omurlar kaynamakta olan saf suda 4 dak. kadar kaynatılmıştır. Bu esnada omurların üzerindeki et parçacıkları iyice yumuşamış ve kemik üzerinden kolayca ayrılır hale gelmiştir. Kaynayan sudan alınan omurların üstündeki et ve deri parçacıkları bistüri yardımıyla iyice temizlenmiş ve omurlar birbirinden ayrılmıştır. Bu temizleme esnasında kemiksi yapının bozulmamasına dikkat edilmiştir. Özellikle son annulusun tespitini zorlaştırmamak için en dış çeper dikkatle temizlenmiştir. Omurların çukur bölgeleri annulusların kolaylıkla gözlenebilmesi için iyice temizlenmiştir. Temizlenen omurlar 103°C'lik etüvde 15 dak. bekletilmiştir. Bu şekilde kurutulan omurlarda, opak ve hiyalin halkalar arasındaki kontrastın artırılması sağlanmıştır. Etüvden çıkarılan omurlar soğuyuncaya kadar bekletilmiş ve ince uclu bir pensle tekrar temizlenerek incelemeye hazır hale getirilmiştir. İncelemeler alkol ile dolu siyah çukur bir kap içerisinde üstten ve yandan aydınlatma kullanılarak binoküler stereo mikroskopta yapılmıştır. Örnekler x10 büyütme ile incelenmiştir (Polat ve Beamish, 1992).

2.2.2. Otolitlerin Yaş Tayinine Hazırlanması ve Otolit Ölçümleri

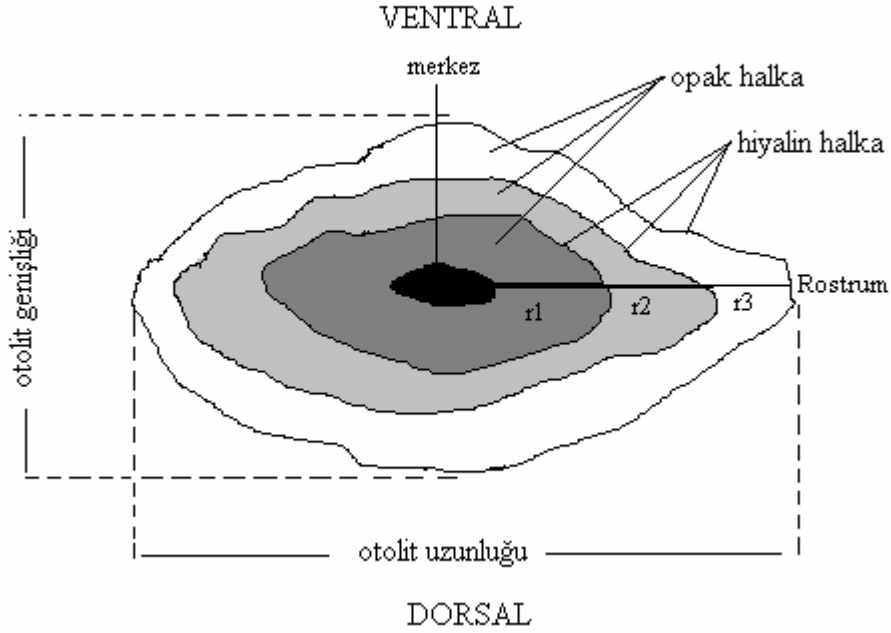
Sağ ve sol otolitler ± 0.1 mg hassasiyetli dijital terazilerde ayrı ayrı tartılarak otolit ağırlıkları (OA) kaydedilmiştir. Otolitin merkez noktasından geçmek üzere posterior ve anterior ucu arasındaki mesafe ölçülmüş ve toplam otolit uzunluğu (OU) olarak kaydedilmiştir. Otolitin merkez üzerinden geçen dorsoventral eksen boyunca ölçülmesiyle de otolit genişliği (OG) belirlenmiştir. Her bir yaş grubunda OU, OG ve OA' na ait değerlerin tanımlayıcı istatistikleri (ortalama, en küçük ve en büyük değer, standart sapma ve ortalamanın güven aralığı) hesaplanmıştır. Yine her bir eşey için hesaplanan otolit boyutu ortalamalarının yaş grupları içinde eşeyler arasında farklılık gösterip göstermediği bağımsız iki örneklem t testi ($\alpha=0,05$) ile kontrol edilmiştir.

Merkezden rostral uca kadar otolitinin toplam yarıçapı (R) ve merkezden i.annulusun dış kenarına kadar ise her annulusun yarıçapı (r_i) aynı eksen

üzerinde ölçülerek kaydedilmiştir. Yaş tayinine hazırlanan otolitler alkol ile dolu siyah çukur bir kap içerisinde üstten ve yandan aydınlatma kullanılarak binoküler stereo mikroskopta x10 büyütme ile incelenmiştir (Polat ve Beamish, 1992).

Annulus çapı ölçümlerinde (R ve r_i) kullanılan eksen boyunca dizilen opak ve hiyalin halkaların sayılması ile yaş belirlenmiştir.

Otolitler ayrıca kenar kısımlarında bulunan halka tiplerine göre de incelenmişlerdir. Buna göre otolitlerin kenarındaki opak ya da hiyalin oluşum tek tek kaydedilmiştir. Daha sonra her bir eşey ayrı ayrı olmak üzere dikkate alınarak, aylar bazında örneklerin yüzde kaçının opak ve yüzde kaçının hiyalin halka oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu uygulamanın amacı yaş halkası oluşum periyodunu belirlemektir. Çünkü, şayet balık yılda bir kez yaş halkası oluşturuyorsa opak ya da hiyalin halkalardan her biri sadece bir kez maksimum değere ulaşabilir. Bir başka deyişle opak halka oranındaki artış ve maksimuma ulaştığı dönem, balığın büyüme periyoduna karşılık gelir. Bunun aksine hiyalin kenar oranlarının yüksek olduğu ve tepe değerini bulduğu dönem annulus olarak da tabir edilen yaş halkasının oluşum dönemidir.



Şekil 2.3. Otolit boyutu ve halka çapı ölçümlerinin yapıldığı otolit eksenleri (proksimal yüzeyden)

2.3. Kemiksi Yapıların Değerlendirilmesinde Dikkat Edilen Hususlar

Neogobius melanostomus'un otolitlerinden yapılan yaş belirleme çalışması esnasında, balığın yaşı belirlenirken oluşabilecek önyargıyı önlemek amacıyla balığa ait boy ve ağırlık gibi ölçümlere bakılmamıştır. Sadece balığın yakalandığı tarih ve gonad durumu dikkate alınmıştır. Bütün örnekler iki okuyucu tarafından üçer kez olmak üzere belli zaman aralıklarıyla okunmuştur.

Kemiksi yapı incelemesinde ilk önce merkez ve ilk yaş halkasının tespitine dair bir ön çalışma yapılmıştır. İlk yaş halkası belirlendikten sonra, otolitin tamamlanmış olan son annulus bölgesi çevresinde opak ya da hiyalin kenar tesbit edilmiştir.

2.4. Uzunluk-Frekans Dağılımları

Erkek (471) ve dişi (397) bireylerin uzunluk frekans dağılımları hazırlanmış, dağılımlar arasında eşeylere bağlı farkın önemliliği Kolmogorov-Smirnov ($\alpha=0,05$) testi ile kontrol edilmiştir.

2.5. Kemiksi Yapılarda Ortalama Yaş Hesapları

Otolit ve omur gibi kemiksi yapıların her birisi için ayrı ayrı ortalama yaş bulunmuştur. Ortalama yaş aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır (Campana, 1990):

$$X_{kt} = \frac{\sum_i \sum_j X_{ijkt}}{n.f}$$

X_{kt} = Ortalama yaş

n = Tekrar okuma sayısı

f = Örnek sayısı

X_{ijkt} = j. balığın i. okumadaki yaşı

2.6. Yaş Hesaplamalarında Uyum, Ortalama Yüzde Hata Hesaplamaları (OYH) ve Değişim Katsayısı Hesaplamaları (DK)

Yapılan üç tekrarlı okuma sonucu her iki okuyucunun elde ettiği omur ve otolit yaş ortalamalarından uyum değerlendirmesi yapılmış ve iki okuyucu arasındaki uyum yüzdesi hesaplanmıştır. Kemiksi yapılar içerisinde en yüksek uyuma sahip olan yapı en güvenilir yapı olarak belirtilmiştir

N. melanostomus türünün 868 balık örneğinde, her bir okuyucunun otolit ve omur kemiksi yapılarının her birisi için ayrı ayrı yaptıkları üç okuma sonucunda elde ettikleri yaş verilerinin ortalama yüzde hata hesaplamaları hesaplanmıştır.

Ortalama yüzde hata hesaplamaları aşağıdaki denkleme göre yapılmaktadır (Beamish ve Fournier, 1981):

$$OYH = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left[\frac{1}{R} \sum_{i=1}^R \frac{|X_{ij} - X_j|}{X_j} \right] \times 100$$

N = Örnek sayısı

R = Tekrarlı okuma sayısı

X_{ij} = j. balığın i. tekrardaki yaşı

X_j = j. balık için hesaplanan ortalama yaş

Bu hesaplamalar sonucunda en düşük ortalama yüzde hata değerine sahip olan kemiksi yapı *N. melanostomus* türü için en güvenilir yapı olarak belirlenmiştir.

Örneklerin otolit ve omurlarının her birinin ayrı ayrı olarak her bir okuyucu tarafından üçer kez okunması ile elde edilen tüm verilerle değişim katsayısı hesaplanmıştır. Bu metot yaş verilerinin güvenilirliğini karşılaştırmak için kullanılmıştır (Chang, 1982). Bu metotla standart sapmanın ortalama yaşa bölünmesi ile mutlak sapma elde edilir. Yaş verilerinin güvenilirliğini ve uyumunu karşılaştırmada değişim katsayısı hesaplamaları diğer istatistiksel metotlara göre çok daha güvenilir sonuçlar vermektedir (Beamish ve Fournier, 1981).

Değişim katsayısı hesaplamaları aşağıdaki denkleme göre yapılmaktadır (Chang, 1982):

$$DK = \frac{\sqrt{\frac{R}{\sum_{i=1}^R (X_{ij} - X_j)^2}}}{X_j} \times 100$$

DK= j. balığın değişim katsayısı

R = Tekrarlı okuma sayısı

X_{ij} = j. balığın i. tekrardaki yaşı

X_j = j. balığın ortalama yaşı

Bu hesaplamalar sonucunda en düşük değişim katsayısı değerine sahip olan kemiksi yapı *N. melanostomus* türü için en güvenilir yapı olarak belirlenir.

2.7. Toplam Uzunluk-Ağırlık İlişkileri

Toplam uzunluk ve toplam ağırlık arasındaki ilişki; oldukça yaygın olarak kullanılan;

$$W = aL^b$$

eşitliği ile tespit edilmiştir (Erkoyuncu, 1995). Burada; W toplam ağırlık (g), L toplam uzunluk (cm), a ve b ise denklem sabitleridir. Uzunluk-ağırlık ilişkisi her bir eşey için ayrı ayrı tesbit edilmiştir. Verilerin logaritmik dönüşümleri yapılarak normal dağılım şartları sağlanmıştır. Uzunluk-ağırlık ilişkisinin eşeyler arasındaki farklılığı regresyon eğrilerinin kesişim ve eğim değerlerinin karşılaştırılması ile kontrol edilmiştir (Genel Lineer Model, $\alpha=0,05$).

2.8. Otolit Boyutu-Toplam Uzunluk ve Otolit Boyutu-Yaş İlişkileri

Otolitin boyutları (OU, OG, OA) doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon teknikleri kullanılarak toplam uzunluk ile ilişkilendirilmiştir. Benzer şekilde, OU, OG ve OA ile yaş arasındaki ilişki doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon analizi ile tespit edilmiş, değişkenler arasındaki ilişkiyi en iyi temsil eden eşitlik belirlenmiştir.

2.9. Balık Boyutu-Yaş ilişkileri ve Büyüme parametreleri

Yaş gruplarına göre ortalama boy hesaplamaları yapıldıktan sonra her bir eşey için yaş-boy anahtarları hazırlanmıştır. Boy dağılımı 1,0 cm'lik aralık kullanılarak hazırlanmış ve dişilerde 12 grup, erkeklerde ise 19 grup belirlenmiştir. Her bir boy grubunda belirlenen örnek sayıları yüzde olarak da ifade edilmiştir.

Otolit okumalarından elde edilen yaş-ortalama uzunluk değerleri kullanılarak, erkek ve dişi bireyler için ayrı ayrı olmak üzere büyüme parametreleri von Bertalanffy büyüme denklemi yardımıyla tahmin edilmiştir (Erkoyuncu, 1995);

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Burada;

L_t = t yaşındaki toplam uzunluk

L_{∞} = asimptotik uzunluk

K = büyüme katsayısı

t = balığın yaşı

t_0 = sıfır uzunluğundaki teorik yaş değeridir.

Ayrıca, aşağıdaki denklem kullanılarak yaş-ağırlık verilerinden yine her bir eşey için ağırlıkça büyüme parametreleri hesaplanmıştır.

$$W_t = W_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

Burada;

W_t = t yaşındaki toplam ağırlık

W_{∞} = asimptotik ağırlık

K = büyüme katsayısı

t = balığın yaşı

t_0 = sıfır ağırlığındaki teorik yaş değeridir

3. BULGULAR

3.1. Uzunluk-frekans dağılımları

Kaya balığı örneklerinde erkek ve dişi örneklerin uzunluk-frekans dağılımları arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur (Kolmogorov-Smirnov testi, $z=4,22$, $P<0,001$). Test sonucuna göre, dişi bireylerde ortalama uzunluk 13,0 cm; erkek bireylerde ise 14,2 cm' dir. Bu da genel olarak uzunluk-frekans dağılımında erkeklerin dişilerden daha yüksek uzunluk değerlerine sahip olduğunu ve farklı şekilde dağıldığını göstermektedir (Şekil 3.1.). Erkek ve dişi bireylerin frekans dağılımındaki bu farklılık, eşeylerin farklı büyüme tarzı geliştirdiklerine dair bir uyarı olarak görülmektedir.

3.2. Kemiksi Yapılarda Yaş Verilerinin Karşılaştırılması, Uyum, Ortalama Yüzde Hata ve Değişim Katsayısı Hesaplamaları

Yapılan üç tekrarlı okuma sonucu kemiksi yapılarda I-V arası olmak üzere beş yaş grubu tespit edilmiştir. Her iki okuyucunun elde ettiği omur ve otolit yaş verilerinin uyum değerlendirmesi, ortalama yüzde hata değerleri ve değişim katsayısı değerleri Tablo 3.1.'de verilmiştir.

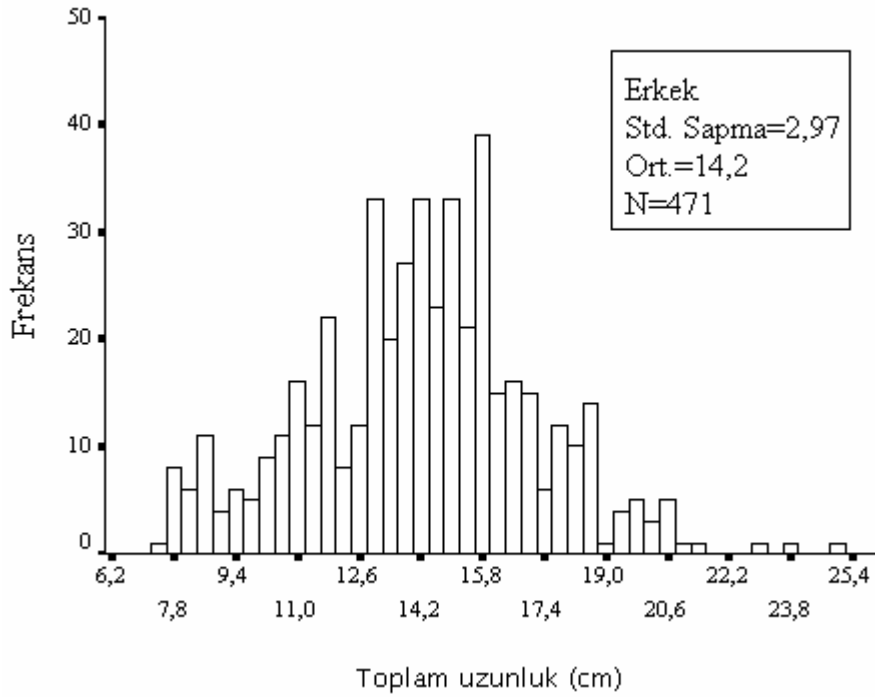
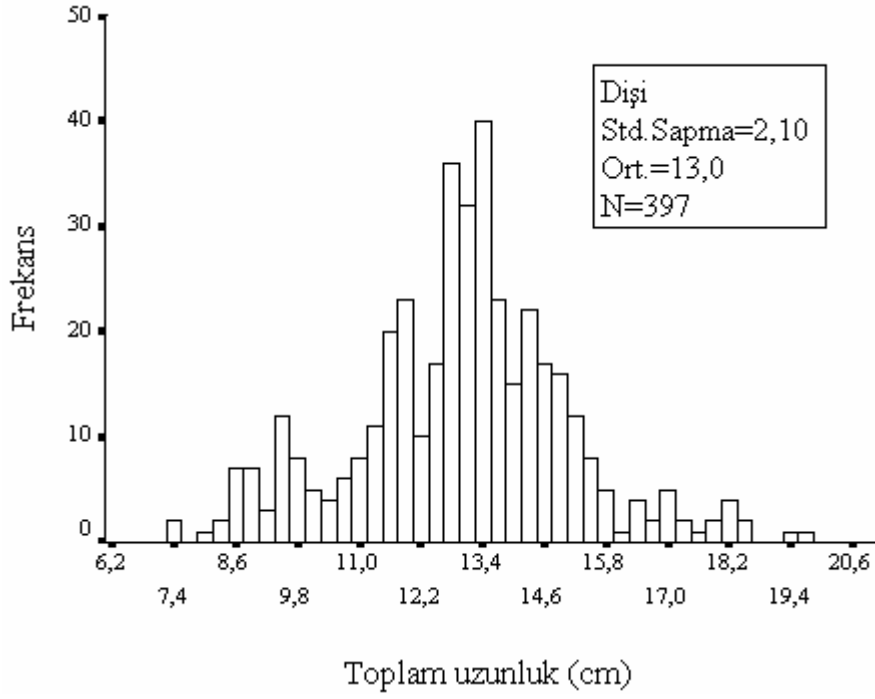
Tablo 3.1. İki okuyucunun otolit ve omurda yaş verilerinin karşılaştırılması

Kemiksi yapılar	N	Ortalama yaş		Uyum (%)	Ortalama Yüzde Hata (%)		Değişim Katsayısı (%)	
		1. Okuyucu	2. Okuyucu		1. Okuyucu	2. Okuyucu	1. Okuyucu	2. Okuyucu
Otolit	868	2,15	2,17	82	2,5	4,7	6,2	9,5
Omur	868	3,14	3,25	55	12,3	17,8	11,4	15,8

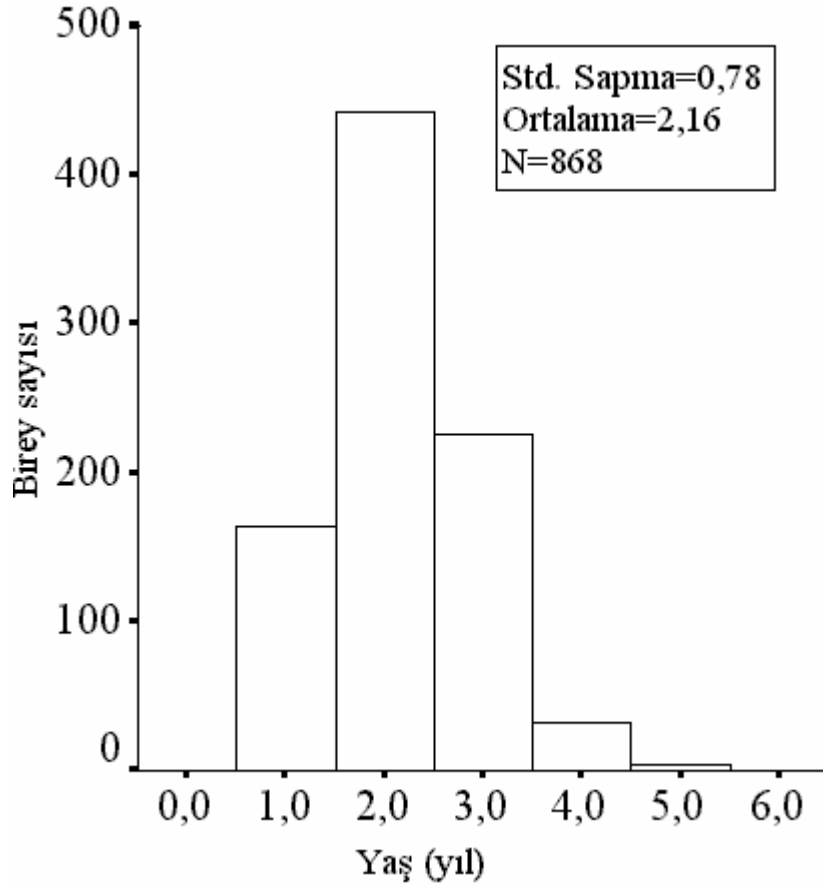
Tablo 3.1.' e göre omur yaşı her iki okuyucu için de ortalama bir yıl fazla olarak hesaplanmıştır. Okuyucular arasındaki yüzde uyum bariz olarak otolitte daha yüksektir. Otolit yaşlarındaki bu yüksek uyuma paralel olarak ortalama

yüzde hata değerleri omura kıyasla otolitte daha düşük gözlenmiştir. Yine bu bulguyu destekler nitelikte değişim katsayısı değerleri otolitte omurdan daha düşük olarak elde edilmiştir. Bu veriler ışığında; omur yaşlarında gözlenen düşük okuyucu uyumu, yüksek ortalama yüzde hata ve yüksek değişim katsayısı omurun bu türün yaş tayininde çok güvenilir bir yapı olamayacağını göstermektedir. Buna karşılık otolitte alınan karşılaştırmalı değerler türün yaşının tespitinde otolitin tercih edilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle; çalışmanın geri kalan kısmında yaş değerlendirmelerinin tümü otolitten elde edilen yaş okumaları kullanılarak yapılmış, omur yaşları bütün değerlendirmelerin dışında tutulmuştur.

Otolit yaşlarından elde edilen verilere göre bireylerin yaş gruplarına dağılımı Şekil 3.2.'de görüldüğü gibidir. Buna göre örneklerin % 18,9'u I yaş grubunda, % 50,9'u II yaş, % 26,0'sı III yaş, % 3,7'si IV yaş ve % 0,5'i V yaş grubunda dağılım göstermiştir. Bu dağılım populasyon içinde en baskın yaş grubunun II yaş olduğunu göstermekte, bunu III yaş grubu izlemektedir.



Şekil 3.1. Kaya balığı örneklerinde dişi ve erkek bireylerin uzunluk-frekans dağılımları.



Şekil 3.2. Kaya balığı örneklerinde otolit verilerine göre yaş dağılımı

3.3. Yaş Halkası Özellikleri

Kaya balığı örneklerinde otolit yaşlarının belirlenmesinde toplam olarak 895 örnek değerlendirmeye alınmış, bunlardan 27'si, kırılma, vateritik birikim ve anormal kalsiyum karbonat birikimi sebebiyle değerlendirme dışında tutulmuştur. Kalan 868 örnekte otolit boyutu ölçümleri ve yaş sayımları yapılmıştır.

Kaya balığı otolitleri genelde elipsoid yapıya sahip, proksimal yüzeyde çukurlaşma göstermeyen bir yapıdadır. Otolit merkezi en yaşlı örneklerde dahil olmak üzere daima şeffaf bir görüntüdedir. Bir çok kemikli balık türünde ilk yaştan sonra otolit merkezinde meydana gelen kalınlaşmalar ilk yaş halkasının belirlenmesini güçleştirir. Dolayısıyla kaya balığı örneklerinde merkezin daima

görünür halde olması ilk yaş halkasının sağlıklı olarak belirlenmesinde büyük avantaj sağlamıştır.

İlk yaş halkası, geniş bir opak bölge ile karakterize olmuş ve rahat tanımlanabilir yapıdadır. İlk yaş halkasını takiben ikinci, üçüncü, dördüncü ve çok az örnekte olmakla beraber beşinci yaş halkası (dişide 1, erkekte 3 birey) belirgin bir kontrastla opak ve hiyalin halkalar olarak birbirini takip etmiştir (Ek 1-6). Örneklerin belli bir kısmında yalancı halkalar gözlenmiştir. Ancak bu halkalar otolit merkezi ve rostrum arasında bulunan ve yaş sayımının yapıldığı eksenin ziyade merkez ve antirostral uç arasındaki bölgede yaygınlık göstermiştir. Ön incelemede tespit edilen bu durumdan dolayı sayım eksenini rostral yönde seçilmiştir.

Genel olarak örneklerin büyük çoğunluğunda merkez etrafında belirgin bir hiyalin bölge gözlenmiştir. Bu hiyalin bölge gerçek bir yaş halkası olmayıp, balığın serbest beslenme dönemine geçiş esnasında oluşturduğu ve muhtemelen büyümenin minimum olduğu dönemde oluşmuştur. Bu hiyalin halkanın genişliği örnekten örneğe değişebilmekte, bazı bireylerde çok darken bazı bireylerde daha geniş olabilmektedir (Ek 7a-7b). Bu durumun yaz boyunca süren kısmi yumurtlama sebebiyle yumurtadan farklı zamanlarda çıkış ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Bir çok örnekte bu geniş opak bölgenin oluşum aşamasında pseudohiyalin olarak tanımlanan yapıyı oluşturduğu gözlenmiştir. Pseudohiyalin büyüme döneminde otolit kenarında oluşan ancak henüz üzerinde opak olarak nitelenebilecek kalsiyum karbonat birikimi bulunmayan organik matrikstir. Bu genellikle çok çok ince olan ve gerçek hiyalin halka gibi otolit bütünü çevresini saran bir yapıda değildir. Bir başka deyişle pseudohiyalinin otolit çevresinde yer yer kalınlaşma yaptığı gözlenebilir (Ek 8). Pseudohiyalinin en büyük dezavantajı gerçek hiyalinle karıştırılıp yaş halkası olarak sayılabilmesidir. Bu problemin aşımında titiz bir inceleme ve tekrarlı okumalar ile şayet belirlenmişse annulus oluşum periyodunun gözönüne alınması faydalı olan tedbirlerdir.

Otolit yapısında rastlanan ilginç bir durum da örneklerin ventral kenarında gözlenen girinti ya da çöküntü şeklindeki oluşumdur (Ek 9). Örneklerin % 16'sında sağ ya da sol, bazen de her ikisinde birlikte ventral girinti

gözlenmiştir. Bu ventral girinti bazen çok derin, bazen de sığ olabilmektedir. Bazı örneklerde ise ilk yaşlarda oluşan ventral girinti otolit büyümesi ile kapanmış fakat izi hala gözlenebilir halde kalmıştır (Ek 10). Otolit yapısında gözlenen bir diğer anormal oluşum da kalsiyum karbonat kristallerinin vaterit şeklinde birikmesidir. Bu duruma genelde otolit çiftlerinden sadece birinde rastlanmıştır. Bir başka ifadeyle, sağ ya da sol otolit normal birikim oluşturmuşken diğeri vateritik yapıda olabilmektedir (Ek 11).

3.4. Uzunluk-Ağırlık İlişkisi

Kaya balığı örneklerinde dişi (397) ve erkek (471) bireyler için ayrı ayrı olmak üzere uzunluk ve ağırlık verilerine dair tanımlayıcı istatistikler hesaplanmıştır. Örneklerin yaş gruplarına göre; ortalama, en küçük ve en büyük uzunluk değerleri, standart sapma ve güven aralığı değerleri Tablo 3.2.'de gösterilmiştir. Dişi bireylerde yaş grupları arasındaki toplam uzunluk artışı I-II yaş arasında 2,65 cm, II-III yaş arasında 1,79 cm, III-IV yaş arasında 2,07 cm ve IV-V yaş arasında 1,42 cm olarak gerçekleşmiştir. Aynı değerler erkek bireyler için sırasıyla 3,33 cm, 2,18 cm, 2,08 cm ve 0, 73 cm'dir. Bu durumda en büyük boy artışı değeri her iki eşey için de I ve II yaş grubu arasında gerçekleşmiştir. Tablo 3.2.'ye göre aynı yaş grubundaki erkek ve dişi bireylerin uzunluk değerleri bağımsız iki örneklem t testi ile karşılaştırıldığında; I ve IV yaş gruplarında uzunluk ortalamaları arasındaki farkın önemli olmadığı görülmektedir. Buna karşılık II ve III yaş grubu erkek ve dişi bireylerin uzunluk ortalamaları arasındaki fark anlamlıdır. İlk yaş grubu içerisinde erkek ve dişi bireylerin aynı uzunluk ortalamalarına sahip olduğu gözlenmektedir. Ancak II yaş grubundan itibaren bu eşitlik erkekler lehine bozulmaktadır. Bir başka deyişle II yaş grubundaki erkekler aynı yaş grubundaki dişilerden daha uzundur. Bu durum istatistik olarak III yaş grubu için de ispatlanmıştır. IV yaş grubunda dişilerde ortalama 16,78 cm ve erkeklerdeki 18,27 cm'lik boy değerleri istatistik olarak farklı görünmemektedir, ancak bu durumun, bu yaş grubundaki örnek sayısının azlığından ve dolayısıyla da nispeten yüksek standart sapma değerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Örneklerin yaş gruplarına göre; ortalama, en küçük ve en büyük ağırlık değerleri, standart sapma ve güven aralığı değerleri Tablo 3.3.'de gösterilmiştir. Dişi bireylerde yaş grupları arasındaki ağırlık artışı I-II yaş arasında 15,14 g, II-III yaş arasında 15,97 g ve III-IV yaş arasında 29,91 g olarak gerçekleşmiştir. Aynı değerler erkek bireyler için sırasıyla 21,62 g, 19,33 g, 32,53 g 'dır. V yaş grubunda örnek sayısının çok az olması nedeniyle IV-V yaş grubu arası değerler anlamlı sonuç vermemiştir. Örneğin V yaşındaki tek dişi birey 70 g ağırlığındadır ve bu da IV yaş ağırlık ortalamasının altında bir değerdir. Netice itibarıyla hem dişi, hem de erkek bireylerde en büyük oransal ağırlık artışı toplam uzunluk verilerinde olduğu gibi I-II yaş grubu arasında değil, III-IV yaş grupları arasında gerçekleşmiştir. Bir başka deyişle bu tür en büyük ağırlık artışını üçüncü yılında kaydetmiştir. Tablo 3.3.'e göre aynı yaş grubundaki erkek ve dişi bireylerin ağırlık değerleri bağımsız iki örneklem t testi ile karşılaştırıldığında; I ve IV yaş gruplarında ağırlık ortalamaları arasındaki farkın önemli olmadığı, buna karşılık II ve III yaş grubu erkek ve dişi bireylerin ağırlık ortalamaları arasındaki farkın ise önemli olduğu gözlenmiştir. İlk yaş grubu içerisinde erkek ve dişi bireyler aynı ağırlık ortalamalarına sahiplerse de, II yaş grubundan itibaren erkekler aynı yaş grubu için daha yüksek ağırlık değerlerine sahip olmaya başlamışlardır. Bu durum istatistik olarak III yaş grubu için de geçerlidir. IV yaş grubunda dişilerde ortalama 76,22 g ve erkeklerdeki 90,83 g'lık ağırlık değerleri istatistik olarak farklı görünmemektedir, ancak bu durumun, bu yaş grubundaki örnek sayısının azlığından ve dolayısıyla da nisbeten yüksek standart sapma değerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kaya balığı örneklerinde uzunluk-ağırlık ilişkileri erkek ve dişi bireyler için ayrı ayrı incelenmiştir (Şekil 3.3.). Dişi bireylerde uzunluk ve ağırlık arasındaki ilişki;

$$W = 0,0076 L^{3,23} \quad r=0,97 \quad N=397$$

erkek bireylerde ise;

$$W = 0,0110 L^{3,07} \quad r=0,98 \quad N=471$$

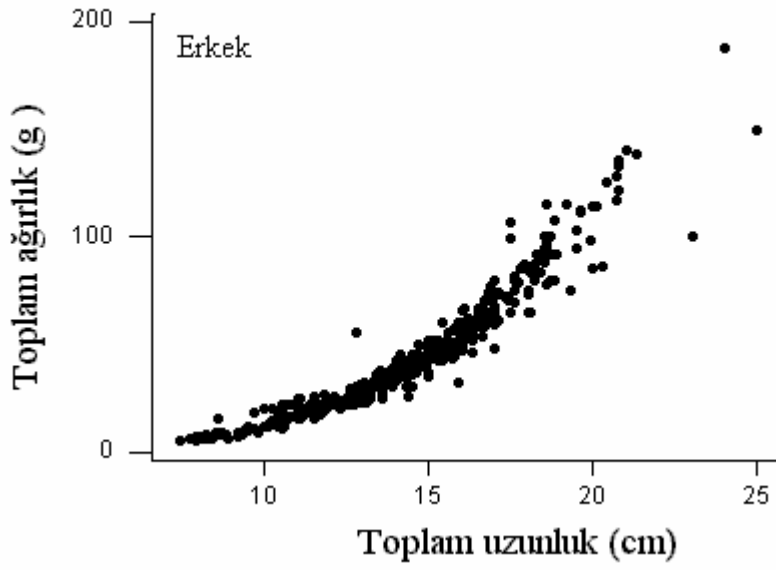
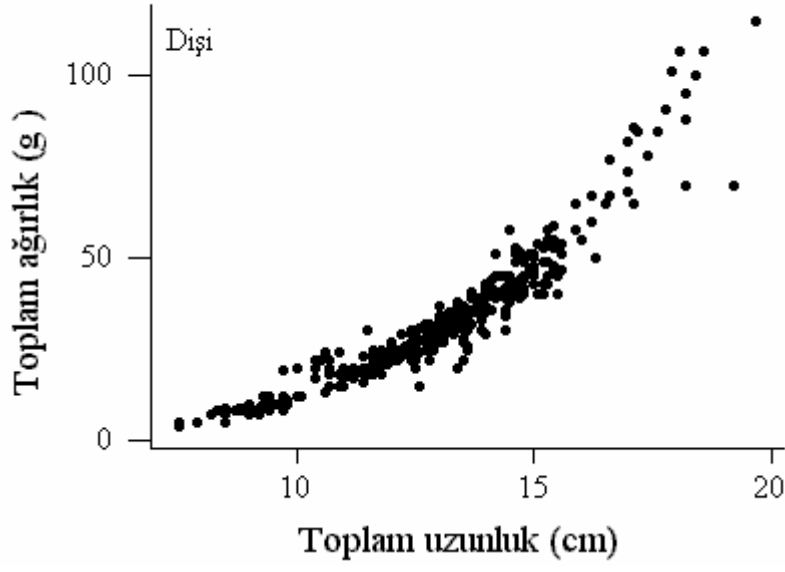
şeklinde hesaplanmıştır.

Tablo 3.2. Dişi ve erkek kaya balığı örneklerinde toplam uzunluk ölçümlerinin (cm) tanımlayıcı istatistikleri ve eşeyler arasındaki farkın karşılaştırılması

EŞEY	YAŞ	I	II	III	IV	V
DİŞİ	Ortalama	10,27	12,92	14,71	16,78	18,20
	Minimum	7,5	9,3	11,0	13,0	-
	Maksimum	15,3	17,6	19,2	18,6	-
	Std. Sapma	1,75	1,27	1,47	2,07	-
	Güven Aralığı	10,06-10,48	12,84-13,00	14,55-14,87	16,09-17,47	-
TOPLAM		69	233	85	9	1
ERKEK	Ortalama	10,68	14,01	16,19	18,27	19,00
	Minimum	7,4	9,3	12,0	13,2	18,2
	Maksimum	15,8	24,0	25,0	21,3	20,3
	Std. Sapma	2,02	2,03	2,01	2,61	1,14
	Güven Aralığı	10,47-10,89	13,87-14,15	16,02-16,36	17,73-18,81	18,34-19,66
TOPLAM		95	209	141	23	3
t testi		P>0,05	P<0,001	P<0,001	P>0,05	-

Tablo 3.3. Dişi ve erkek kaya balığı örneklerinde toplam ağırlık ölçümlerinin (g) tanımlayıcı istatistikleri ve eşeyler arasındaki farkın karşılaştırılması

EŞEY	YAŞ	I	II	III	IV	V
DİŞİ	Ortalama	15,2	30,3	46,3	76,2	70
	Minimum	4,0	12,0	20,0	29,0	-
	Maksimum	45,0	85,0	100,0	107,0	-
	Std. Sapma	9,16	10,34	16,02	30,05	-
	Güven Aralığı	14,10-16,30	29,66-31,02	44,57-48,05	66,2-86,24	-
TOPLAM		69	233	85	9	1
ERKEK	Ortalama	17,4	38,9	58,3	90,8	91,0
	Minimum	5,0	8,0	22,0	30,0	86,0
	Maksimum	44,0	188,0	128,0	140,0	100,0
	Std. Sapma	9,98	19,76	22,24	36,26	7,81
	Güven Aralığı	16,33-18,37	37,6-40,34	56,43-60,17	83,28-98,38	86,49-95,51
TOPLAM		95	209	141	23	3
t testi		P>0,05	P<0,001	P<0,001	P>0,05	-



Şekil 3.3. Dişi ve erkek kaya balığı örnekleri için uzunluk-ağırlık ilişkileri

Uzunluk-ağırlık ilişkilerinde dişi bireyler için hesaplanan $a=0,0076$ ve $b=3,23$ ve erkek kaya balığı örnekleri için hesaplanan $a=0,0110$ ve $b=3,07$ denklem sabitleri arasındaki farkın önemliliği için yapılan Genel Lineer Model testi sonucu, test parametreleri $F=10,802$, $r=0.98$, $P<0,001$ olarak elde edilmiştir. Buna göre eşeyler için bulunan uzunluk-ağırlık ilişkisi denklemlerinin istatistik olarak farklı olduğu anlaşılmaktadır. Bir başka deyişle eşeylerin büyüme özellikleri birbirinden farklıdır. Erkekler dişilere göre biraz daha zayıf ve uzun, dişiler ise daha tıknaz sayılabilir.

3.5. Otolit Boyutu- Toplam Uzunluk, Otolit Boyutu-Yaş İlişkileri

Kaya balığı örneklerinde uzunluk, genişlik ve ağırlık gibi otolit ölçümlerine ait tanımlayıcı istatistikler her bir eşey için ayrı ayrı olmak üzere hesaplanmış ve Tablo 3.4., 3.5. ve 3.6.'da sunulmuştur.

Tablo 3.4.'de her bir yaş grubunda elde edilen otolit uzunluğu ortalamalarının eşeyler arasında farklılık gösterip göstermediği bağımsız iki örneklem t testi ile kontrol edildiğinde, I yaş grubu dişi ve erkek bireylerin arasında fark olmadığı gözlenmiştir. Diğer taraftan II, III ve IV yaş gruplarında eşeyler arasındaki fark önemli bulunmuştur.

Ortalama otolit uzunluklarının ardışık yaşlardaki artışları dişi bireylerde I-II yaş arasında 0,69 mm, II-III yaş arasında 0,50 mm, III-IV yaş arasında 0,21 mm ve IV-V yaş arasında ise 0,57 mm olmuştur. Erkek bireylerde aynı artış sırasıyla 0,79 mm, 0,40 mm, 0,54 mm ve 0,03 mm olarak gözlenmiştir.

Tablo 3.4. Kaya balığı örneklerinde dişi ve erkek bireylerin otolit uzunlukları (mm) için hesaplanan tanımlayıcı istatistikler ve eşeyler arasındaki farkın karşılaştırılması

EŞEY	YAŞ	I	II	III	IV	V
DİŞİ	Ortalama	3,14	3,83	4,33	4,54	5,11
	Minimum	2,33	3,00	3,33	3,44	-
	Maksimum	4,33	5,33	5,55	5,00	-
	Std. Sapma	0,55	0,39	0,39	0,50	-
	Güven Aralığı	3,07-3,21	3,80-3,86	4,29-4,37	4,37-4,71	-
TOPLAM		69	233	85	9	1
ERKEK	Ortalama	3,26	4,05	4,45	4,99	4,96
	Minimum	2,33	3,00	3,33	3,56	4,67
	Maksimum	4,55	5,66	5,44	5,56	5,56
	Std. Sapma	0,57	0,03	0,40	0,49	0,51
	Güven Aralığı	3,20-3,32	4,04-4,06	4,42-4,48	4,89-5,09	4,66-5,26
TOPLAM		95	209	141	23	3
t testi		P>0,05	P<0,001	P<0,05	P<0,05	-

Tablo 3.5.'te aynı yaş gruplarında elde edilen ortalama otolit genişliği verileri arasındaki fark eşeyler açısından I, II ve IV yaş gruplarında önemli, III yaş grubunda önemsiz bulunmuştur. Yaş grupları arasındaki otolit genişlik artışı dişi bireylerde sırasıyla 0,40 mm, 0,26 mm, 0,07 mm ve 0,27 mm, erkek bireylerde ise 0,37 mm, 0,20 mm, 0,25 mm ve 0,16 mm olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3.5. Kaya balığı örneklerinde dişi ve erkek bireylerin otolit genişlikleri (mm) için hesaplanan tanımlayıcı istatistikler ve eşeyler arasındaki farkın karşılaştırılması

EŞEY	YAŞ	I	II	III	IV	V
DİŞİ	Ortalama	2,33	2,73	2,99	3,06	3,33
	Minimum	1,44	2,22	2,55	2,78	-
	Maksimum	3,00	3,77	3,89	3,33	-
	Std. Sapma	0,30	0,25	0,24	0,19	-
	Güven Aralığı	2,29-2,37	2,71-2,75	2,69-3,29	3,00-3,12	-
TOPLAM		69	233	85	9	1
ERKEK	Ortalama	2,46	2,83	3,03	3,28	3,44
	Minimum	1,78	2,22	2,22	2,55	3,22
	Maksimum	3,11	3,77	4,22	4,11	3,89
	Std. Sapma	0,32	0,02	0,26	0,31	0,385
	Güven Aralığı	2,43-2,49	2,82-2,84	3,01-3,05	3,22-3,34	3,24-3,64
TOPLAM		95	209	141	23	3
t testi		P<0,05	P<0,05	P>0,05	P<0,05	-

Tablo 3.6.'ya göre ise I, III ve IV yaş gruplarında ortalama otolit ağırlıkları arasındaki fark eşey grupları için önemsiz, II yaş grubunda ise önemli bulunmuştur. Yaş grupları arasındaki ortalama otolit ağırlığı artışı dişi bireylerde sırasıyla 2,59 mg, 2,40 mg, 3,20 mg ve 0,23 mg , erkek bireylerde ise 3,06 mg, 1,98 mg, 2,10 mg ve 1,97 mg olarak hesaplanmıştır.

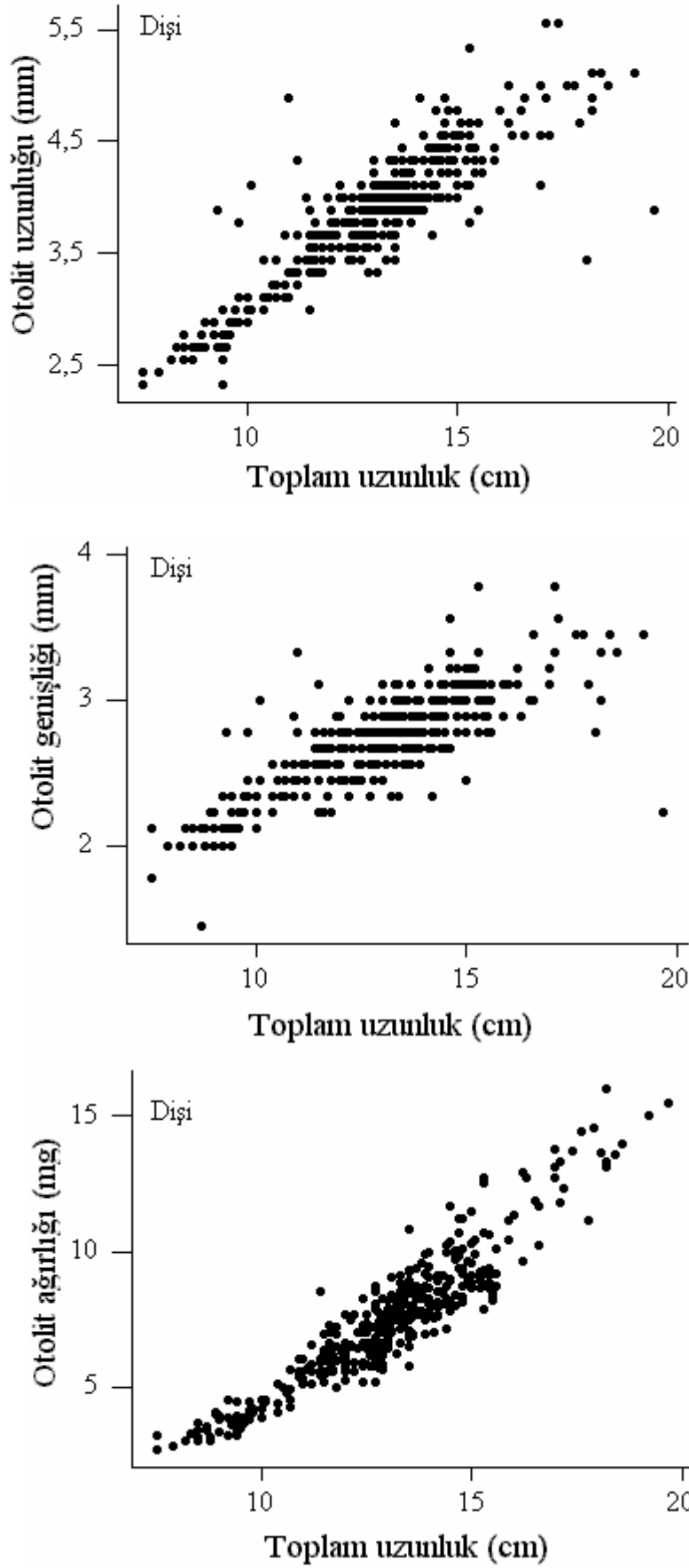
Tablo 3.6. Kaya balığı örneklerinde dişi ve erkek bireyler için otolit ağırlıkları (mg) için hesaplanan tanımlayıcı istatistikler ve eşeyler arasındaki farkın karşılaştırılması

EŞEY	YAŞ	I	II	III	IV	V
DİŞİ	Ortalama	4,68	7,27	9,67	12,87	13,10
	Minimum	2,70	3,65	6,25	7,70	-
	Maksimum	8,70	14,40	18,30	18,90	-
	Std. Sapma	1,50	1,51	2,04	3,33	-
	Güven Aralığı	3,50-5,86	7,17-7,37	9,41-9,93	11,76-13,98	-
TOPLAM		69	233	85	9	1
ERKEK	Ortalama	5,01	8,07	10,05	12,15	14,12
	Minimum	2,30	3,85	6,45	8,40	11,65
	Maksimum	8,90	18,65	16,55	18,05	18,45
	Std. Sapma	1,61	0,14	1,80	2,55	3,76
	Güven Aralığı	4,85-5,17	8,06-8,08	9,90-10,20	11,62-12,68	11,95-16,29
TOPLAM		95	209	141	23	3
t testi		P>0,05	P<0,001	P>0,05	P>0,05	-

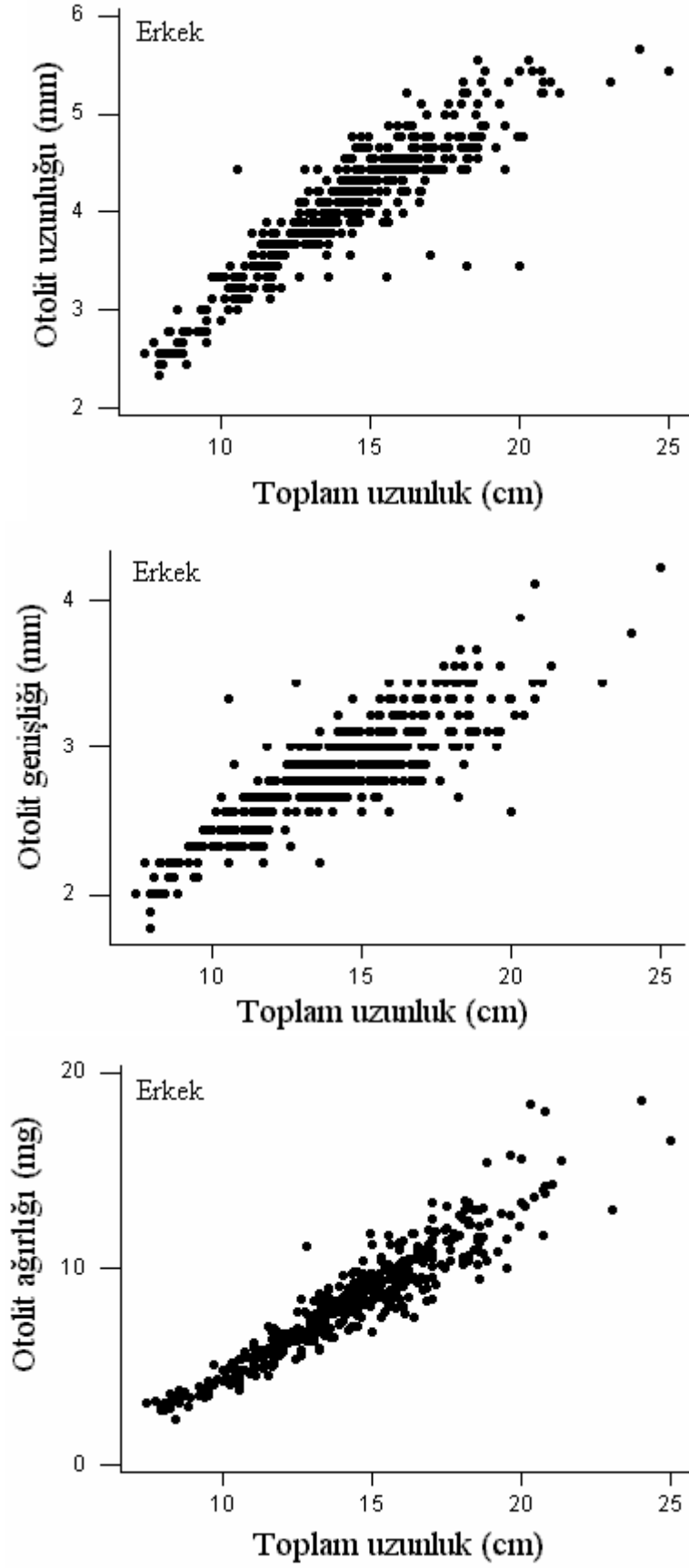
Otolit uzunluğu, genişliği ve ağırlığı ile toplam balık uzunluğu arasındaki ilişkiler dişi bireyler için Şekil 3.4., erkek bireyler için ise Şekil 3.5.'de sunulmuştur. Otolit boyutları ile toplam balık uzunluğu arasındaki ilişki denklemlerinin belirlenmesi için kullanılan regresyon analizi sonucu; elde edilen ilişki tipleri, denklem sabitleri (kesişim ve eğim), ilişkinin kuvvetini gösteren korelasyon katsayıları ve ilişkinin tutarlılığını gösteren P değeri Tablo 3.7.'de sunulmuştur. Tablo 3.7.' ye göre her iki eşeyde de otolit boyutları ile toplam uzunluk arasındaki ilişkilerin bütünü eğrisel olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3.7. Kaya balığı örneklerinde dişi ve erkek bireylerin otolit boyutları ve toplam uzunluk (TU) arasındaki ilişki parametreleri

	DEĞİŞKEN (Bağımlı-Bağımsız)	Denklem Parametreleri					
		İlişki türü	N	a	b	r	P
DİŞİ	Otolit uzunluğu-TU	Eğrisel	397	0,4538	0,8331	0,89	0,00
	Otolit genişliği-TU	Eğrisel	397	0,5669	0,6133	0,82	0,00
	Otolit ağırlığı-TU	Eğrisel	397	0,0647	1,8421	0,92	0,00
ERKEK	Otolit uzunluğu-TU	Eğrisel	471	0,5670	0,7427	0,93	0,00
	Otolit genişliği-TU	Eğrisel	471	0,7151	0,5210	0,88	0,00
	Otolit ağırlığı-TU	Eğrisel	471	0,1113	1,6137	0,96	0,00



Şekil 3.4. Kaya balığı dişi bireylerinde (N=397) otolit boyutu-toplam uzunluk ilişkileri

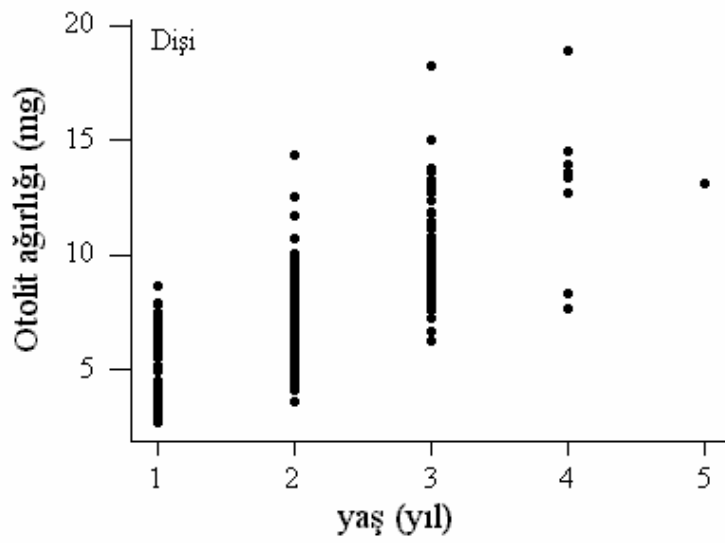
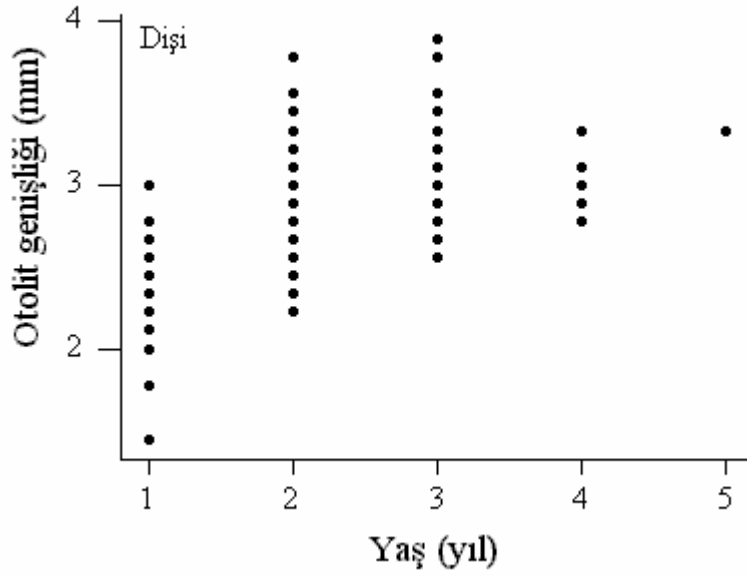
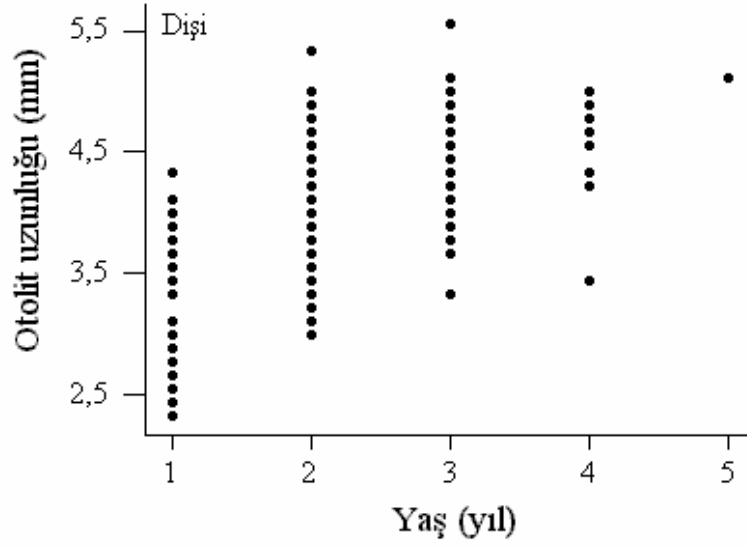


Şekil 3.5. Kaya balığı erkek bireylerinde (N=471) otolit boyutu-toplam uzunluk ilişkileri

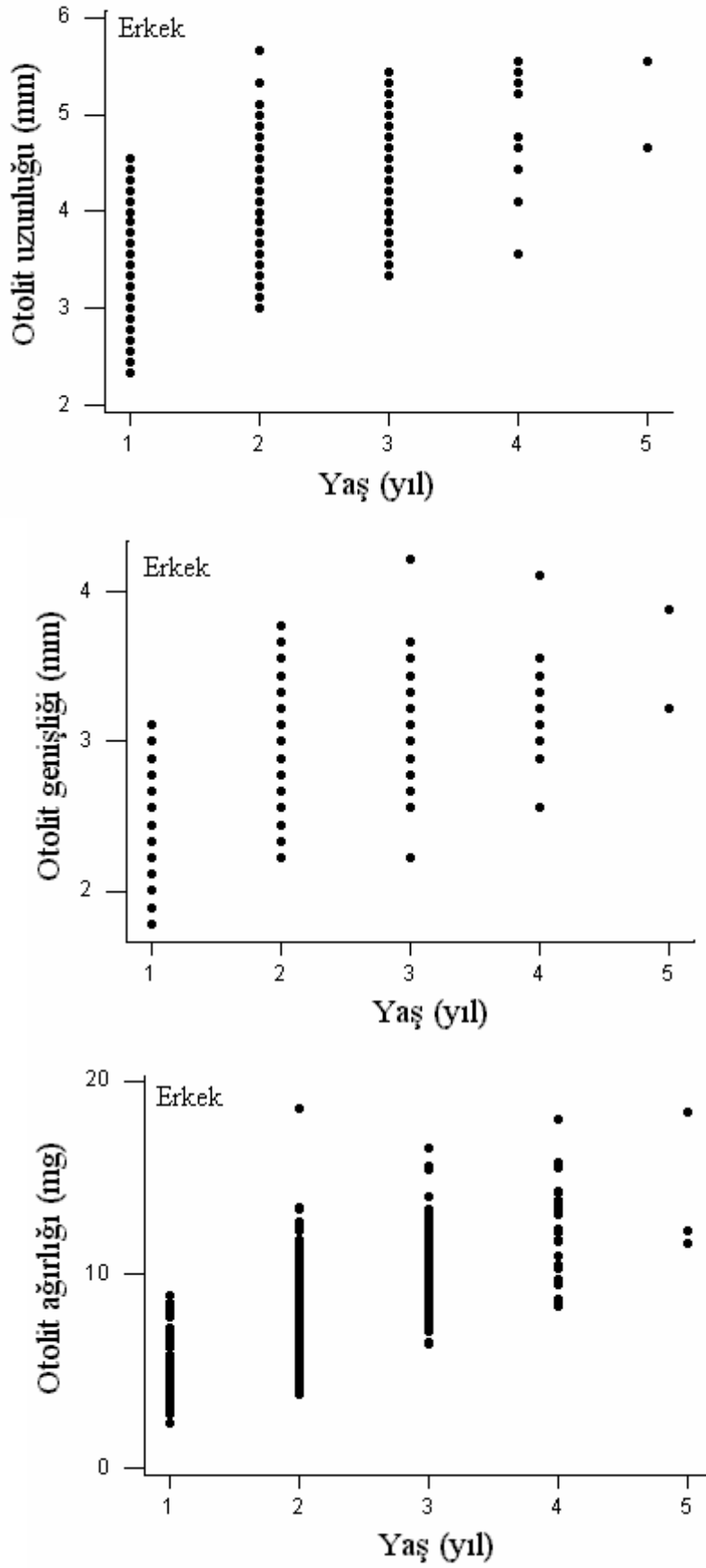
Otolit uzunluğu, genişliği ve ağırlığı ile yaş arasındaki ilişkiler dişi bireyler için Şekil 3.6., erkek bireyler için ise Şekil 3.7.'de sunulmuştur. Otolit boyutları ile yaş arasındaki ilişki denklemlerinin belirlenmesi için kullanılan regresyon analizi sonucu; elde edilen ilişki tipleri, denklem sabitleri (kesişim ve eğim), ilişkinin kuvvetini gösteren korelasyon katsayıları ve ilişkinin tutarlılığını gösteren P değeri Tablo 3.8.'de sunulmuştur. Tablo 3.8.'e göre her iki eşeyde de otolit uzunluğu ve genişliği ile yaş arasındaki ilişki tipi eğrisel, otolit ağırlığı ve yaş arasındaki ilişki tipi ise doğrusal olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3.8. Kaya balığı örneklerinde dişi ve erkek bireylerin otolit boyutları ve yaş arasındaki ilişki parametreleri

	DEĞİŞKEN (Bağımlı-Bağımsız)	Denklem Parametreleri					
		İlişki türü	N	a	b	r	P
DİŞİ	Otolit uzunluğu-yaş	Eğrisel	397	3,0989	0,2984	0,68	0,00
	Otolit genişliği-yaş	Eğrisel	397	2,3193	0,2274	0,65	0,00
	Otolit ağırlığı-yaş	Doğrusal	397	2,1935	2,5227	0,73	0,00
ERKEK	Otolit uzunluğu-yaş	Eğrisel	471	3,2437	0,2949	0,70	0,00
	Otolit genişliği-yaş	Eğrisel	471	2,4416	0,2007	0,65	0,00
	Otolit ağırlığı-yaş	Doğrusal	471	3,0326	2,3707	0,72	0,00



Şekil 3.6. Kaya balığı dişi bireylerinde (N=397) otolit boyutu-yaş ilişkileri



Şekil 3.7. Kaya balığı erkek bireylerinde (N=471) otolit boyutu-yaş ilişkileri

3.6. Halka Yarıçapı Ölçümleri ve Toplam Uzunluk ile İlişkisi

Kaya balığı otolitlerinde, dişi ve erkek bireylerde ayrı ayrı olmak üzere, yaş halkası yarıçap uzunlukları I yaş grubu için r_1 , II yaş grubu için r_1 ve r_2 , III yaş grubu için r_1 , r_2 ve r_3 , IV yaş grubu için r_1 , r_2 , r_3 ve r_4 ve son olarak da V yaş grubu için r_1 , r_2 , r_3 , r_4 ve r_5 olarak ölçülmüş ve Tablo 3.9.' da sunulmuştur.

Tablo 3.9. Dişi ve erkek kaya balığı örneklerinde her bir yaş grubu için ortalama yaş halkası yarıçap uzunlukları

YAŞ HALKASI YARIÇAP UZUNLUĞU (mm)							
EŞEY	YAŞ (yıl)	N	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5
DİŞİ	I	69	1,4026				
	II	233	1,3591	1,8088			
	III	85	1,2601	1,7072	2,0941		
	IV	9	1,3086	1,6790	1,9876	2,3333	
	V	1	1,2222	1,5555	1,8889	2,2222	2,4691
Ortalama			1,3105	1,6876	1,9902	2,2778	2,4691
Std. Sapma			0,0728	0,1042	0,1026	0,0785	-
ERKEK	I	95	1,5450				
	II	209	1,3929	1,8990			
	III	141	1,3081	1,7541	2,1682		
	IV	23	1,2705	1,6667	2,0628	2,4251	
	V	3	1,1852	1,5555	1,9259	2,2222	2,4815
Ortalama			1,3403	1,7188	2,0523	2,3236	2,4815
Std. Sapma			0,1366	0,1450	0,1215	0,1435	-

Tablo 3.9.'a göre yaş halkası yarıçaplarının artışı I yaş grubundan itibaren giderek azalan değerlerden oluşmuştur. Dişilerde r_1 ve r_2 arasındaki uzunluk artışı 0,38 mm, r_2 ve r_3 arasındaki artış 0,30 mm, r_3 ve r_4 arasındaki 0,29 mm ve son olarak r_4 ve r_5 arasındaki artış ise 0,19 mm olarak hesaplanmıştır. Aynı değerler erkek bireyler için sırasıyla, 0,38 mm, 0,33 mm, 0,27 mm ve 0,16 mm olarak gözlenmiştir. Yaş grupları arasındaki en büyük yarıçap artışının hem erkek, hem de dişi bireylerde I ve II yaş grupları arasında olduğu gözlenmektedir. II yaş grubundan sonra halka çapları arasındaki artış oranında düşme tespit edilmiştir. Otolit yaş halkası yarıçaplarının balığın toplam uzunluğu ile ilişkilendirilmesi sonucu elde edilen dağılımda bir üçüncü parametre elde edilebilmektedir. Bu parametre yaştır ve dağılımın şekinden kolayca tanımlanabilir. Yaş halkası yarıçapları ve toplam uzunluk arasındaki ilişki dişi ve erkek bireyler için Şekil 3.8.' de gösterilmiştir. Şekil 3.8.'de görüldüğü üzere I, II ve III yaş grupları belirgin olarak birbirinden ayrılmaktadır. IV yaş grubu için de aynı durum söz konusu olmakla birlikte örnek sayısının azlığı bu grubun yeterince şekillenememesine neden olmuştur.

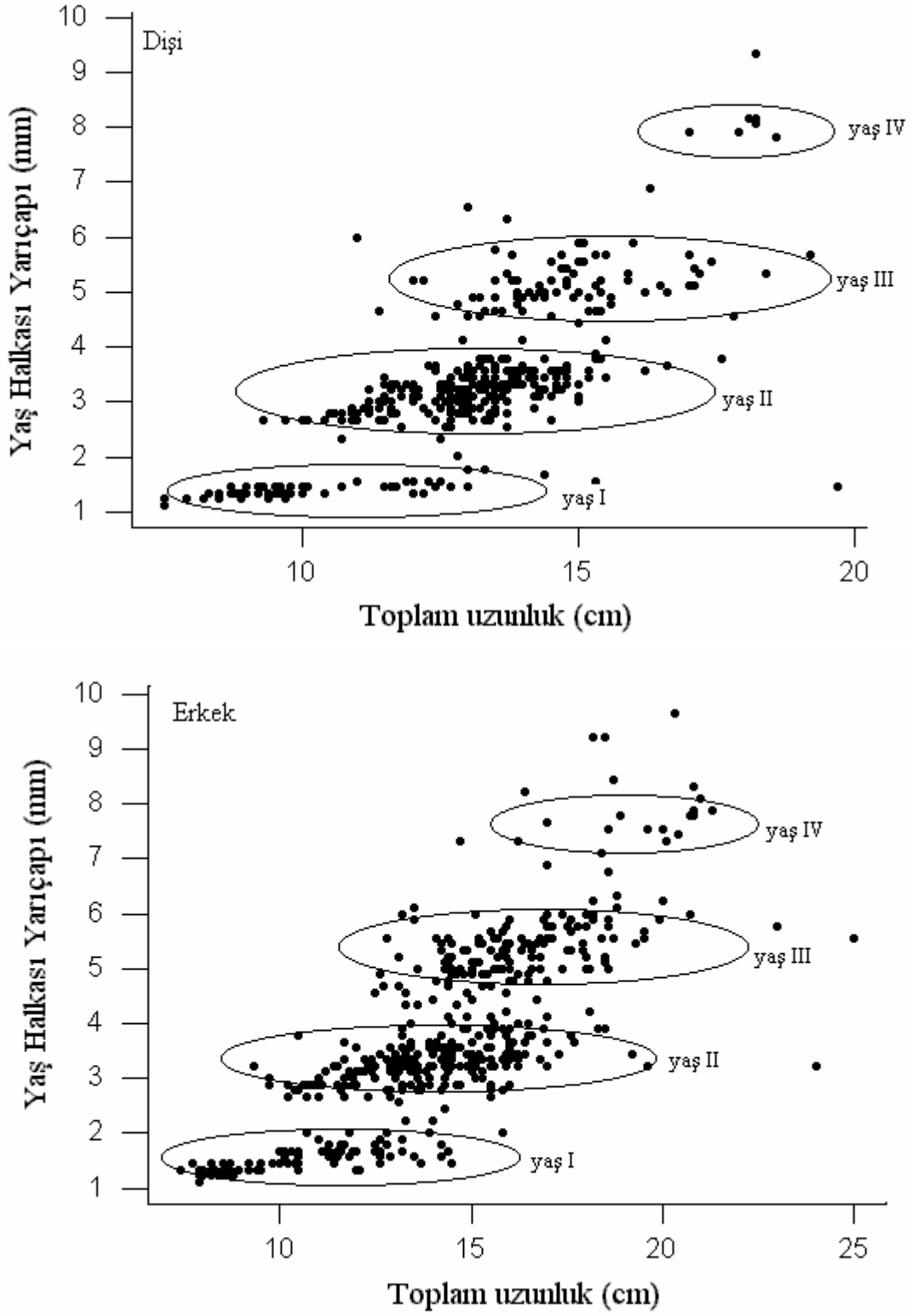
3.7.Otolitte Opak ve Hiyalin Halka Kenarlarının Yıllık Değişimi ve Yaş Halkası Oluşum Zamanı

Otolit kenarlarında bulunan opak yada hiyalin halkaların aylık olarak bulunma yüzdeleri erkek ve dişi bireyler için ayrı ayrı hesaplanmış ve Şekil 3.9.'da sunulmuştur.

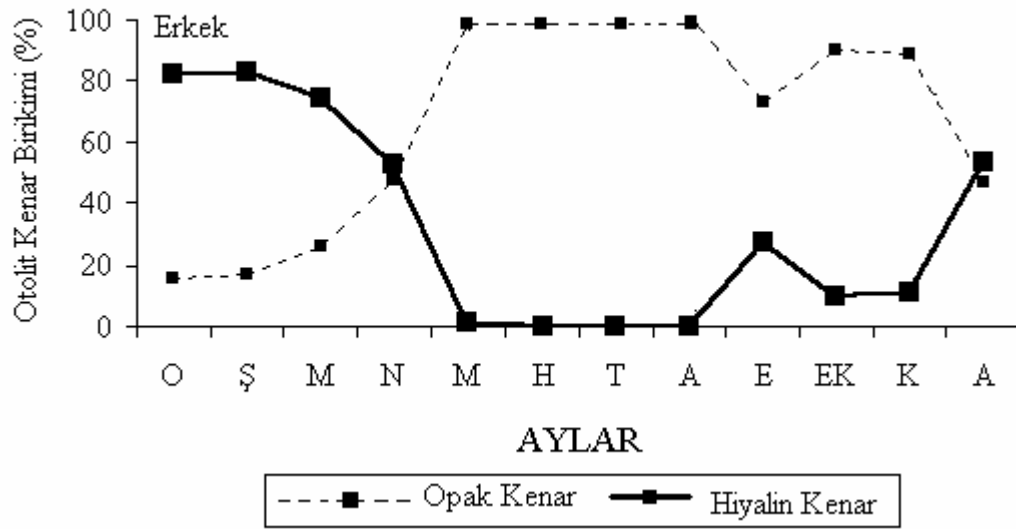
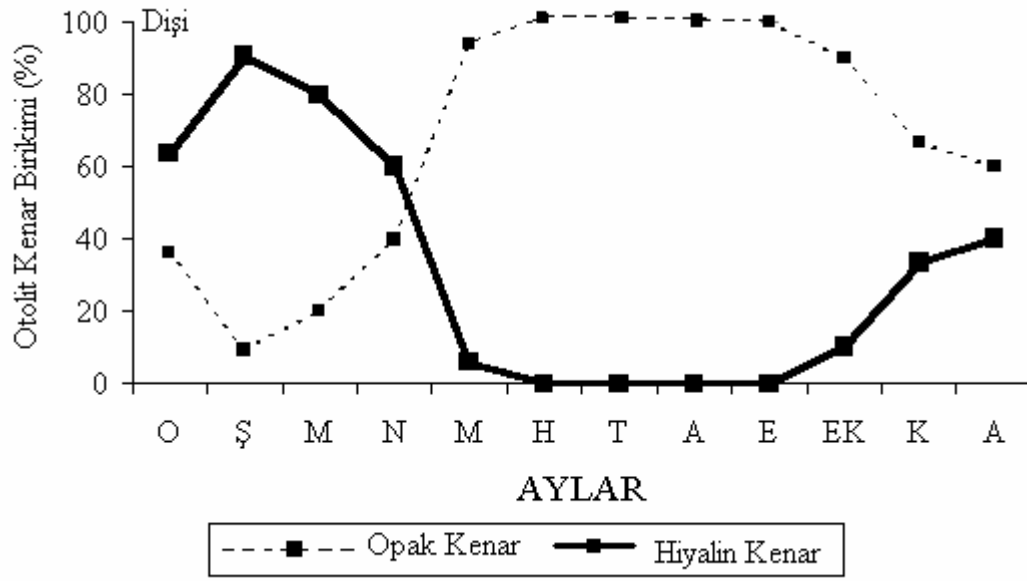
Şekil 3.9.'a göre dişi bireyler yıl içerisindeki ilk opak birikimi mart ayında göstermişlerdir. Bu ayı takiben nisan ve mayıs aylarında artan opak birikim yüzdesi haziran'da en yüksek değere ulaşmış, eylül ayından sonra ise azalma eğilimine girmiştir. Çünkü ekim ayından itibaren ilk hiyalin halka görülmüş, kış aylarında hızla artmış ve şubat'ta en yüksek değere ulaşmıştır. Özetlemek gerekirse dişi bireylerde büyüme dönemi ilkbahar ve yaz, yaş halkası oluşum periyodu ise sonbahar ve kış olarak görülmektedir. Bu durum, Kuzey yarımkürede, ılıman kuşakta yaşayan balık türleri için alışlagelmiş bir durumdur. Çünkü bu kuşakta yaşayan balık türleri genellikle ilkbahar ve yaz döneminde büyüme gösterirler. Ek 12' de ekim ayında 15,9 cm uzunluğunda,

55 gr ağırlığında ve II yaşında erkek birey otolitinde hiyalin kenar, Ek 13'de ise mart ayında 15,2 cm uzunluğunda, 45 gr ağırlığında ve II yaşında bir erkek birey otolitinde opak kenar görülmektedir.

Dişiler oldukça erken yaşta (II yaş) eşeyssel olgunluğa erişmektedir. Erkek bireylerde annulus oluşum peryodu tamamiyle dişilerle aynı peryoda sahiptir. Bir başka deyişle erkeklerde yaş halkası oluşumu eylül ayında ve ilk opak birikimin artmaya başladığı mart ayı arasında gerçekleşmektedir. Erkek ve dişi bireyler arasındaki tek fark ilk hiyalin birikimin erkek bireylerde dişilerden bir ay önce gözlenmesidir. Erkeklerin eşeyssel olgunluk yaşına (III yaş) aynı yaştaki dişilerden daha geç ulaşması özellikle de II yaş grubundan itibaren daha yüksek uzunluk ve ağırlık değerlerine sahip olmasını açıklamaktadır.



Şekil 3.8. Erkek ve dişi kaya balığı otolitlerinde yaş halkası yarıçapları ve toplam uzunluk ilişkisi



Şekil 3.9. Erkek ve dişi kaya balığı otolitlerinde opak ve hyalin kenar birikim yüzdesinin yıllık değişimi

3.8. Yaş-Uzunluk Anahtarı ve von Bertalanffy Büyüme Parametreleri

Çeşitli uzunluklardaki bireylerin yaşları dikkate alınarak boy gruplarına yerleştirilmesi ile Tablo 3.10.' da dişi ve Tablo 3.11.'de erkek bireyler için yaş-uzunluk anahtarları oluşturulmuştur. Her iki tablodan da gözlemlendiği üzere yaş grupları içinde toplam uzunluk açısından geniş bir varyasyon gözlenmektedir. Bu da yaş gruplarının boyca belli bir miktar çakışması anlamına gelmektedir.

Her yaş grubu için elde edilen ortalama uzunluk ve ortalama ağırlık değerleri kullanılarak boyca ve ağırlıkça büyüme parametreleri her iki eşey için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Dişi bireylerde ;

boyca büyüme parametreleri; $L_{\infty}= 25,29 \text{ cm}$ $K=0,186$ $t_0=5,75$

ağırlıkça büyüme parametreleri; $W_{\infty}=86,81 \text{ gr}$ $K=0,400$ $t_0=57,8$

erkek bireylerde;

boyca büyüme parametreleri; $L_{\infty}= 21,31 \text{ cm}$ $K=0,385$ $t_0=9,70$

ağırlıkça büyüme parametreleri; $W_{\infty}=125,04 \text{ gr}$ $K=0,290$ $t_0=91,13$

olarak bulunmuştur.

Kaya balığının dişi bireylerde I yaş grubundan V yaş grubuna kadar yıllık ortalama büyümesi boyca 1,98 cm/yıl ve 20,34 g/yıl, erkek bireylerde ise I yaş grubundan IV yaş grubuna kadar, boyca 2,08 cm/yıl ve 24,49 g/yıl olarak gerçekleşmiştir. Ortalama büyüme değerleri göz önüne alındığında erkeklerin dişilerden daha yüksek büyüme oranına sahip olduğu gözlenmektedir. Elde edilen asimptotik uzunluk ve ağırlık değerleri örneklerimizin en yüksek uzunluk ve ağırlık değerleriyle karşılaştırıldığında gerçekçi bulunmuştur.

Dişi ve erkek kaya balığı örneklerinde toplam uzunluk ve yaş arasındaki ilişki Şekil 3.10. ve toplam ağırlık ve yaş arasındaki ilişki ise Şekil 3.11'de sunulmuştur. Her iki şekilden de anlaşılacağı üzere kaya balığı ilk üç yılda lineer bir büyüme tarzı göstermekte ancak dördüncü yıldan itibaren büyüme hızı düşmektedir.

Tablo 3.10. Dişi kaya balığı örneklerinde yaş-uzunluk anahtarı

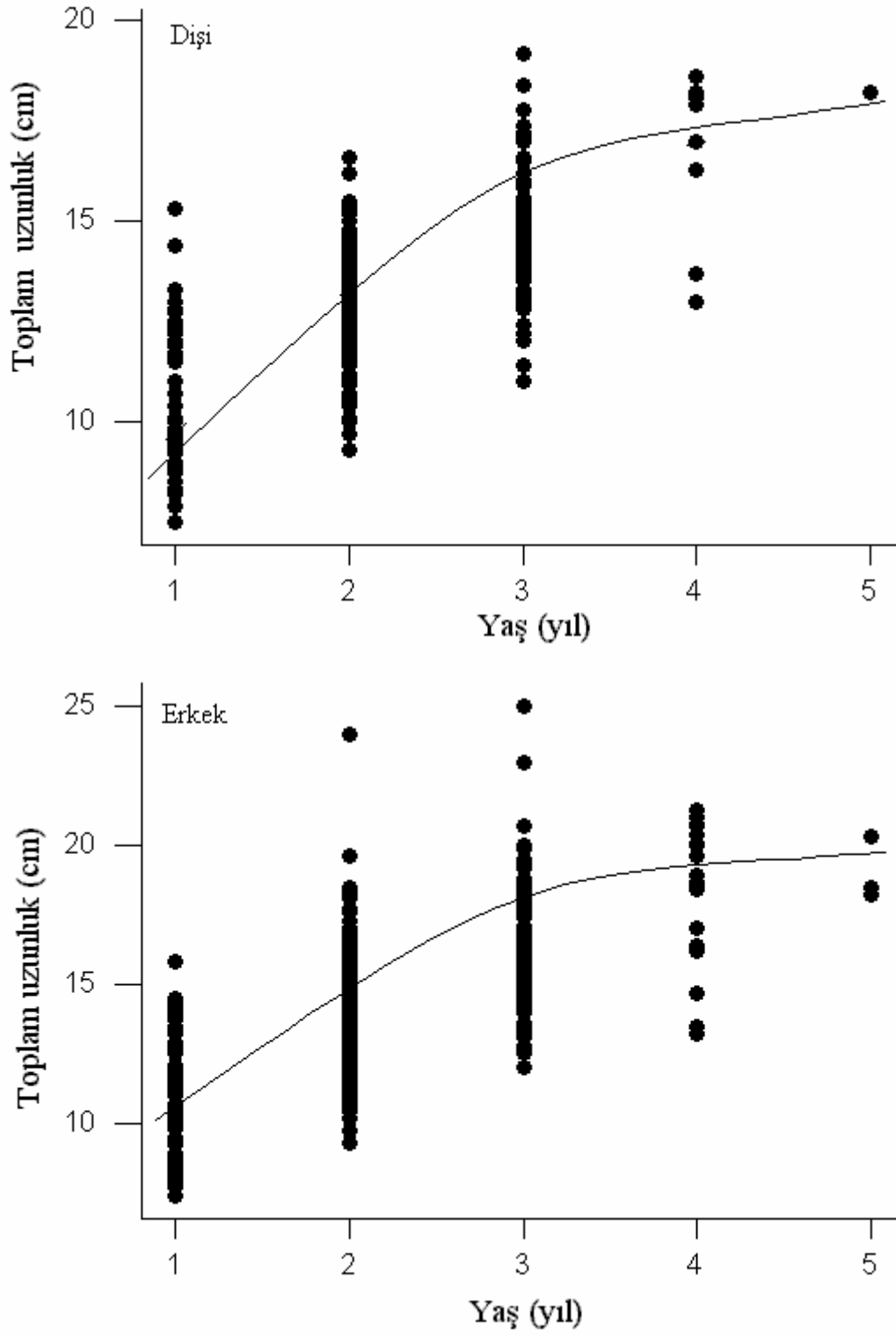
Toplam	YAŞ (yıl)				
Uzunluk(cm)	I	II	III	IV	V
7,5-8,5	10 (14,49)*				
8,5-9,5	23 (33,33)	1 (0,43)			
9,5-10,5	12 (17,39)	6 (2,58)			
10,5-11,5	3 (4,35)	29 (12,45)	2 (2,35)		
11,5-12,5	13 (18,84)	45 (19,31)	3 (3,53)		
12,5-13,5	6 (8,70)	89 (38,19)	12 (14,12)	1 (11,11)	
13,5-14,5	1 (1,45)	41 (17,60)	24 (28,24)	1 (11,11)	
14,5-15,5	1 (1,45)	19 (8,15)	26 (30,59)		
15,5-16,5		1 (0,43)	8 (9,41)	1 (11,11)	
16,5-17,5		1 (0,43)	7 (8,24)	1 (11,11)	
17,5-18,5		1 (0,43)	2 (2,35)	4 (44,45)	1 (100,00)
18,5-19,5		1 (0,43)	1 (1,17)	1 (11,11)	
Toplam	69 (100.00)	233 (100.00)	85 (100.00)	9 (100.00)	1 (100.00)

*örnek sayısı (% değer)

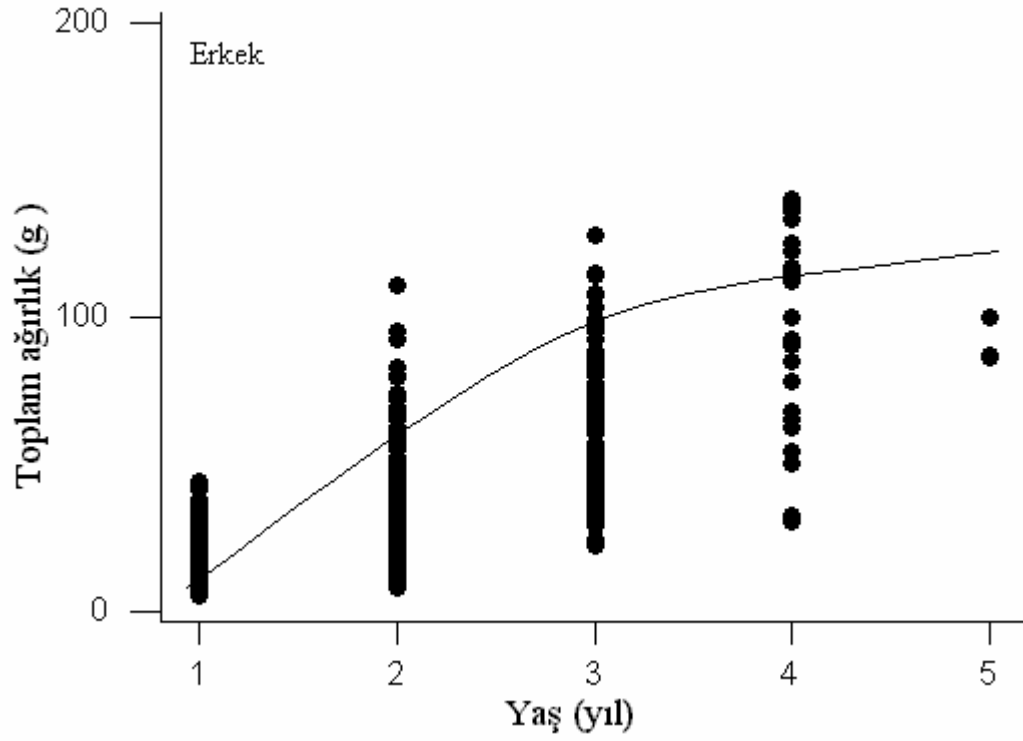
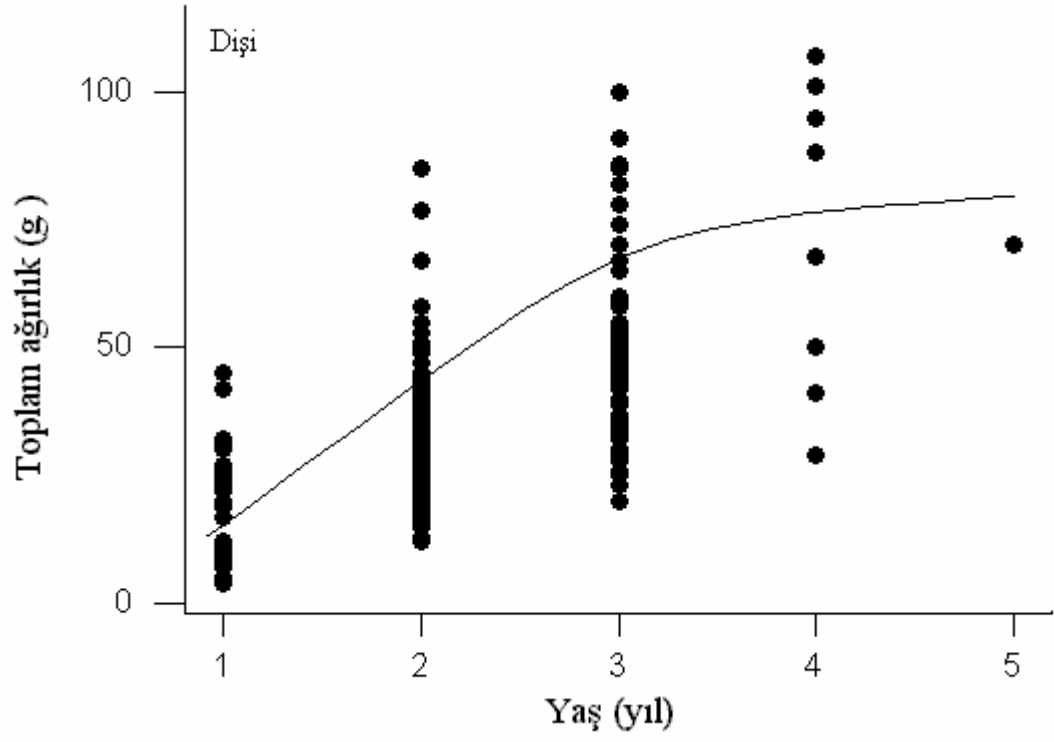
Tablo 3.11. Erkek kaya balığı örneklerinde yaş-uzunluk anahtarı

Toplam Uzunluk(cm)	YAŞ (yıl)				
	I	II	III	IV	V
6,5-7,5	1 (1,05)*				
7,5-8,5	18 (18,95)				
8,5-9,5	16 (16,84)				
9,5-10,5	14 (14,74)	8 (3,83)			
10,5-11,5	14 (14,74)	18 (8,61)			
11,5-12,5	11 (11,58)	22 (10,53)	2 (1,42)		
12,5-13,5	12 (12,63)	37 (17,70)	8 (5,67)	3 (13,04)	
13,5-14,5	8 (8,42)	44 (21,05)	20 (14,18)		
14,5-15,5		38 (18,18)	27 (19,15)	1 (4,35)	
15,5-16,5	1 (1,05)	27 (12,92)	29 (20,57)	2 (8,70)	
16,5-17,5		9 (4,31)	21 (14,89)	2 (8,70)	
17,5-18,5		5 (2,39)	18 (12,77)	1 (4,35)	2 (66,67)
18,5-19,5			11 (7,80)	4 (17,39)	
19,5-20,5		1 (0,48)	2 (1,42)	4 (17,39)	1 (33,33)
20,5-21,5			1 (0,71)	6 (26,09)	
21,5-22,5					
22,5-23,5			1 (0,71)		
23,5-24,5					
24,5-25,5			1 (0,71)		
Toplam	95 (100.00)	209 (100.00)	141 (100.00)	23 (100.00)	3 (100.00)

*örnek sayısı (% değer)



Şekil 3.10. Kaya balığı dişi ve erkeklerinde toplam uzunluk-yaş ilişkisi



Şekil 3.11. Kaya balığı dişi ve erkeklerinde toplam ağırlık-yaş ilişkisi

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Güvenilir Kemiksi Yapı, Yaş Grupları, Yaşın Tahmini

Kaya balığı örneklerinin yaş tayininde kullanılmak üzere seçilen iki kemiksi yapı; omur ve otolitte yapılan ön çalışma neticesinde otolitin daha güvenilir sonuçlar verdiği anlaşılmıştır. Kemiksi yapının güvenilirliğine karar verirken bir çok yaş tayini araştırmacısının kullandığı kriterler; tekrarlı yaş okumalarından elde edilen yüzde okuyucu uyumu, ortalama yüzde hata ve değişim katsayısı değerleri, dikkate alındığında yüksek okuyucu uyumu, düşük ortalama yüzde hata ve düşük değişim katsayısı sebebiyle otolit tercih edilmiştir. Bir çok araştırmacı kaya balığı yaşı ile ilgili yürüttükleri çalışmalarda otolitten faydalanmışlardır (Skazkina ve Kostyuchenko, 1968; Crossman ve ark., 1992; Jude ve ark., 1992; Skora ve Stolarski, 1996)

Elde edilen yaş bulguları sonucu bu türde I ve V yaş arasında bireyler tespit edilmiştir. Berg (1949) ve Nikol'skii (1954) bu türün, doğal yayılış alanında maksimum IV yaşa kadar ulaştığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan Skora ve Stolarski (1996) Gdansk Körfezi (Baltık Denizi)'nde yaşayan kaya balığı örneklerinin II ila V yaş arasında dağıldığını ve populasyonun % 90'ının II ve III yaş bireylerinden oluştuğunu kaydetmişlerdir. Çalışmada kullanılan örnekler trol ile yakalandığından muhtemelen I yaş grubu örneklenememiştir. Ayrıca, bizim örneklemimizde de II ve III yaş grubu, toplam örneklemin % 77'sini oluşturan baskın yaş grupları olmuştur. Orta Avrupa' da Tuna Nehri'nin Yugoslavya sınırları içinde bulunan kısmında yaşayan kaya balığı populasyonunda ise 0-II yaş grupları tespit edilmiştir (Simonovic ve ark., 1998; Simonovic ve ark., 2001). Kuzey Amerika' da, Detroit nehrinin üst bölgesinde yaşayan kaya balığı populasyonunda ise 0-III yaş arasında olmak üzere dört yaş grubu rapor edilmiştir (MacInnis ve Corkum, 2000). Literatür kayıtlarından ve bu çalışmanın sonuçlarından bu türün maksimum ömür uzunluğunun beş yıl olduğu anlaşılmaktadır. Bu türe ait VI yaşında bir bireyi hiçbir çalışma kaydetmemiştir. Ancak yine de populasyonda çok az bireyin V yaşına ulaşabildiği gözlenmiştir.

4.2. Otolit Boyutu-Toplam Uzunluk ve Otolit Boyutu-Yaş İlişkisi

Otolit boyutlarının ardışık yaş grupları arasındaki değişimi uzunluk, genişlik ve ağırlık cinsinden ele alındığında, giderek azalan bir büyüme eğilimi gözlenmiştir (Bölüm 3.5.). Bu eğilimin bozulduğu istisnai durumlar genellikle örnek sayısının çok az olduğu IV (9 dişi, 23 erkek birey) ve V (1 dişi, 3 erkek birey) yaş grubunda gözlenmiştir. Otolit büyümesinde giderek azalan bu büyüme eğilimi yaşla birlikte büyüme hızındaki düşüşün otolit özelliklerine yansımaları olarak yorumlanabilir.

Toplam uzunluk açısından dişi ve erkek bireyler arasında I yaş grubundan sonra oluşan fark, dişi ve erkek bireylerin ortalama otolit uzunluğu değerleri arasında da saptanmıştır. Bu durum II yaş grubundan itibaren erkek ve dişiler arasındaki farklı büyüme tarzının otolit büyümesine de yansıdığını göstermektedir. Aynı şekilde otolit ağırlıkları da ilk yaş grubunda eşeyler arasında farklılık göstermemiş, II yaş grubunda fark anlamlı bulunmuştur. Ancak III ve IV yaş gruplarında erkek ve dişi otolit ağırlıkları arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. İlk anda bu durum bir tezat gibi görünse de otolit boyutları ve yaş arasındaki ilişki tipleri incelendiğinde bu sonucun anlamlı olduğu görülmektedir. Şöyle ki; otolit boyutları ile toplam uzunluk arasındaki ilişkilerin bütünü eğrisel tiptedir. Bir başka deyişle; hayat döngüsünün belli bir noktasından sonra otolit boyutları ve toplam uzunluk arasındaki doğrusal ilişki bozulmaktadır. Ancak, hem erkek hem de dişilerdeki otolit boyutları ve yaş arasındaki ilişkilere bakıldığında, otolit uzunluğu-yaş ve otolit genişliği-yaş arasındaki ilişkiler eğrisel olmakla birlikte, otolit ağırlığı-yaş ilişkisi doğrusaldır. Bunun anlamı otolit ağırlığındaki artışın yaşla orantılı olarak artmasıdır. Bu açıdan değerlendirildiğinde, yaştan tahmini için en güvenilir otolit boyutunun otolit ağırlığı olduğu görülmektedir. Çünkü belli bir devreden sonra otolit uzunluğu ve genişliği yaştaki artışı temsil edememektedir. Bu yüzden yaştan morfometrik bir değişken olan otolit ağırlığı ile tahmin edilmesinin, otolit uzunluğu ve genişliğine kıyasla daha güvenilir sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Otolit ağırlığının yaştan tahmininde diğer otolit ölçümlerinden daha güvenilir olduğunu bildiren çok sayıda çalışma vardır (Araya ve ark., 2001; Pilling ve ark., 2003; Francis ve Campana, 2004).

4.3. Halka Yarıçapı ve Annulus Oluşum Peryodu

Her bir yaş grubunu ifade eden halka çapı ölçümlerinden elde edilen sonuçlar ardışık yaşlardaki halka çapı artışının giderek azaldığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu toplam uzunluk değerlerinin artışı ile paralel olduğu gibi aynı zamanda yaşla birlikte otolit büyüme hızının düştüğünü göstermekte ve yaş ve otolit uzunluğu arasındaki eğrisel ilişkiyi de açıklamaktadır. Ayrıca halka yarıçaplarının toplam uzunluk ile ilişkilendirilmesi sonucu elde edilen grafik dağılımı (Şekil 3.8.) yaş gruplarının birbirinden izole olmuş halde gözlenebilmesini sağlamıştır. Bu görsel tespit, bireysel yaş tahminlerinin doğru yapıldığının çok önemli bir göstergesidir.

Kaya balığı erkek ve dişilerinde opak halka oluşum dönemi ilkbahar ve yaz aylarında, hiyalin halka (annulus) oluşumu ise sonbahar ve kış aylarına denk gelmektedir. Benzer bulgular Azov denizi popülasyonu (Kostyuchenko, 1961; Skazkina ve Kostyuchenko, 1968) ve Detroit Nehrinin üst kısımlarındaki kaya balığı popülasyonu için de elde edilmiştir (MacInnis ve Corkum, 2000).

Kaya balığının büyüme periyodunun ilkbahar ve yaz aylarında gerçekleşmesi, türün büyümesinin eşeyssel faaliyetlerden etkilenmediğini göstermektedir. Çünkü, kaya balığı dişileri mayıs itibarıyla başladıkları yumurtlama faaliyetini yaz boyu sürdürmekte bir başka deyişle kısmi yumurtlama gerçekleştirmektedir. Aynı durum, Karadeniz, Hazar Denizi, Romanya kıyıları, Azov Denizi, Bulgaristan ve Azerbaycan kıyıları, Volga nehri ve deltasında ve Gdansk körfezinde (Baltık Denizi) bildirilmiştir (Kazanchev, 1981; Skora ve Stolarski, 1996). Şayet yumurtlama olayı büyüme davranışını etkilemiş olsaydı, bu aylarda otolit kenarında opak birikim artışı gözlenemezdi. Bu noktadan hareketle kaya balığını annulus oluşum periyodunun su sıcaklığı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Her ne kadar annulus oluşum periyodunu etkileyen faktörü belirlemek ayrı bir çalışma konusu olsa da bu çalışmadaki bulgular opak halka ve hiyalin halka oluşumundaki asıl faktörün su sıcaklığı olduğunu göstermektedir. Bu görüşü destekleyen çalışmalar Azov denizi'nde kaydedilmiştir (Kovtun, 1979; Moskal'kova, 1996).

4.4. Yaş- Uzunluk ve Büyüme parametreleri

Kaya balığı örneklerinde dişi ve erkek bireylerin uzunluk-frekans dağılımı arasındaki farkın anlamlı olması eşeylerin farklı büyüme özellikleri gösterdiğini ortaya koymaktadır. Genel olarak frekans dağılımı dikkate alındığında erkek bireylerin dişi bireylerden daha uzun olduğu gözlenmektedir. Yaş-uzunluk anahtarı dikkate alındığında, her bir yaş grubu içerisindeki boy dağılımlarının geniş varyasyon gösterdiği, bu yüzden yaş gruplarının boy dağılımlarında çakışmalar olduğu görülmektedir. Yaş gruplarının boy dağılımındaki benzer çakışmalar ve yaş grubu içindeki büyüme varyasyonları MacInnis ve Corkum (2000) tarafından da Detroit nehri popülasyonu için bildirilmiştir.

Kaya balığı için elde edilen toplam uzunluk değerleri bu konuda yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Berg (1949) ve Nikol'skii (1954)' e göre bu türün ulaşabileceği maksimum standart uzunluk erkeklerde 25 cm, dişilerde ise 14 cm'dir. Bu çalışmada ise dişi bireyler için maksimum toplam uzunluk 19,2 cm, erkek bireyler için 25,0 cm olarak ölçülmüştür. Aynı araştırmacılar türün erkeklerinin ilk yıl içinde 11-13 cm, III-IV yaşında ise 17-18 cm' lik boya ulaştığını, dişilerin ilk yıl 8-11 cm, III-IV yaşında ise 13-14 cm olduğunu söylemiştir. İlk yaş grubunun uzunluğu bu çalışmada erkeklerde 10,68 cm iken, III-IV yaş gruplarında ise 16,19-18,27 cm' dir. Bu çalışmada dişiler için uzunluk ortalamaları ilk yaş için 10,27 cm, III-IV yaş grubu için ise 14,71-16,78 cm olarak ölçülmüştür. Bu çalışmadaki değerlerin, sözkonusu araştırmacılarınkı ile doğrudan karşılaştırılması farklı uzunluk birimleri kullanıldığı için güçtür. Bu çalışmada elde edilen değerlerin yüksek gibi görülmesi toplam uzunluk ölçümü sebebiyledir. Ancak aradaki fark dikkate alındığında değerler benzer görünmektedir.

Skora ve Stolarski (1996) erkeklerde maksimum total uzunluğu 24,6 cm olarak bildirmiş, genel olarak II, III ve IV yaş grubu için boy ortalamalarını sırasıyla 15,2 cm, 18,2 cm ve 21,2 cm olarak ölçüldüğünü kaydetmişlerdir. Bu değerler, bu çalışmada elde edilenlerle kıyaslandığında daha yüksek görülmektedir.

Bu türün nehir sistemlerinde yaşayan popülasyonlarının toplam uzunluk değerlerine bakıldığında; Stranai ve Andreji (2004) Slovakya içerisinde kalan

Tuna nehri popülasyonunda 25 cm'lik (standart uzunluk) bireylerin bulunduğunu ancak genel olarak boy dağılımının 15-18 cm arasında değiştiğini bildirmiştir. Simonovic ve arkadaşları (2001)' na göre 0 yaş örneklerinde (Yugoslavya–Tuna nehri) ortalama standart uzunluk 4,2 cm, I yaş grubunda 7,7 cm ve II yaş grubunda ise 9, 3 cm'dir. Bu değerler diğer çalışmalara göre oldukça düşük görünmektedir.

Kuzey Amerika' da bulunan dört büyük göl ve nehir sistemlerinde yaşayan popülasyonlardan bildirilen uzunluk değerleri ise şöyledir. Crossmann ve arkadaşları (1992)' na göre St. Clair nehrinde yaşayan bireylerin toplam uzunluk dağılımı 2,9 ile 18 cm arasında değişirken, Calumet Limanı (İllinois)' da bu dağılım 6,0 ile 15,2 cm arasındadır. Jude ve arkadaşları (1992) Belle nehrinde toplam uzunluğu 2,9 cm ile 11,8 cm değerleri arasında kaydetmiştir. MacInnis ve Corkum (2000) Detroit nehrinde I yaş grubu için standart uzunluk dağılımını 2,5-9,0 cm, ve ortalamasını dişilerde 5,8 cm, erkeklerde 6,3 cm; II yaş grubunda dağılımı 5,5-10,0 cm ve ortalamasını dişilerde 6,5 cm ve erkeklerde 7,6 cm olarak bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada dişi bireylerin ilk yıllarındaki ortalama uzunluk artışları 3,3 cm, erkeklerde ise 3,7 cm olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada ise dişiler için ilk yıl uzunluk artışı 2,65 cm, erkekler için ise 3,3 cm olarak belirlenmiştir.

Kaya balığı örneklerinde uzunluk-ağırlık ilişkisinde elde edilen b değeri dişiler için 3,23, erkekler için ise 3,07 olarak bulunmuştur. Bu konuda yapılan diğer çalışmalarda; MacInnis ve Corkum (2000) b değerini örneklerin geneli için 3,26, Jude ve arkadaşları (1992) ise 3,48 olarak hesaplamışlardır. Tipik izometrik büyümede b değeri 3 olarak kabul edildiğinden, bu çalışmada elde edilen değerlerin literatür verileri ile uyum gösterdiği ve türün büyümesinin dişilerde daha tıknaz, erkeklerde ise izometrik büyümeye çok yakın olarak nitelenebileceği söylenebilir.

Dişi ve erkek kaya balığı örnekleri için hesaplanan von Bertalanffy büyüme parametrelerinden L_{∞} ve W_{∞} değerleri gözlenen maksimum uzunluk ve ağırlık değerleri ile uygunluk göstermektedir. Dişilerde gözlenen en yüksek uzunluk değeri 19,2 cm iken, uzunlukça hesaplanan VBBP'den L_{∞} 25,29 cm, erkeklerde gözlenen en yüksek uzunluk değeri 25,0 cm iken, L_{∞} 21,31 cm

olmuştur. Dişilerde gözlenen en yüksek ağırlık değeri 107 g iken, ağırlıkça hesaplanan VBPP'den W_{∞} 86,8 g, erkeklerde gözlenen en yüksek ağırlık değeri 188 g iken, W_{∞} 125,0 g olmuştur. Büyüme katsayısını gösteren K değeri uzunlukça büyümede dişilerde 0,186 ile erkeklerdeki 0,385 değerinden daha düşük görünmektedir. Ağırlıkça büyümede ise dişilerde 0,400 olan K değeri erkeklerdeki 0,290 değerinden daha yüksektir. Bu da erkeklerin dişilerden daha uzun ancak daha zayıf olarak büyüme gösterdiği anlamına gelmektedir.

Netice olarak genel bir değerlendirmeye bu kaya balığı türünü kısa ömürlü ve hızlı büyüyen bir balık olarak niteleyebiliriz.

5. KAYNAKLAR

- Alves, A., Barros, P., Pinho, M R., 2002.** Age and Growth studies of bigeye tuna *Thunnus obesus* from Madeira using vertebrae. Fisheries Research 54: 389-393.
- Andrade, H. A., 2004.** Age and Growth of the searobin (*Prionotus punctatus*) in Brazilian Waters. Bulletin of Marine Science, 75(1): 1-9.
- 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.
- Ardel, A., 1975.** Hidrografya, Cilt 2, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 276 s.
- Atalay, İ., 1994.** Türkiye Coğrafyası Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova İzmir, 496 s.
- Avşar, D., 1998.** Balıkçılık Biyolojisi ve Popülasyon Dinamiği. Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı, ADANA. 303 sy.
- Baker, T. T., Timmons, L. S., 1991.** Precision of Ages Estimated from Five Bony Structures of Arctic Char (*Salvelinus alpinus*) from the Wood River System, Alaska. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol: 48, pp 1007-1014.
- Baker, E. A., McComish, T. S., 1998.** Precision of Ages Determined from Scales and Opercles for Yellow Perch *Perca flavescens*. J.Great Lakes Res. 24(3): 658-665.
- Barber, W.E., McFarlane, G.A., 1987.** Evaluation of Three Techniques to Age Arctic Char from Alaskan and Canadian Waters. Transactions of the American Fisheries Society, 116: 874-881.
- Beamish, R. J., Chilton, D., 1977.** Age Determination of Lingcod (*Ophiodon elongatus*) Using Dorsal Fin Rays and Scales. J. Fish. Res. Board. Can. 34: 1305-1313.
- Beamish, R. J., 1981.** Use of Fin-Ray Sections to Age Walleye Pollock, Pacific Cod, and Albacore, and the Importance of This Method. Transactions of the American Fisheries Society, Vol. 110: 287-299.

- Beamish, R. J., Fournier, D. A., 1981.** A method for comparing the precision of a set of age determinations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38: 982-983.
- Beamish, R. J., Chilton, D., 1982.** Preliminary evaluation of a method to determine the age of sablefish (*Anoplopoma fimbria*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 277-287.
- Beamish, R. J., McFarlane, G. A., 1983.** The Forgotten Requirement for Age Validation in Fisheries Biology. *Trans. Amer. Fish. Soci.*, 112 (6), 735-743.
- Beamish, R. J., McFarlane, G. A., 1987.** Current trends in age determination methodology, in R. C. Summerfelt and G. E. Hall, editors. *Age and growth of fish*, Iowa State Univ. Pres, Ames, Iowa, pp 15-42.
- Beamish, R. J., McFarlane, G. A., 2000.** Reevaluation of the interpretation of annuli from otoliths of a long-lived fish, *Anoplopoma fimbria*. *Fisheries Research* 46, 105-111.
- Beckman, D. W., 2002.** Comparison of Aging Methods and Validation of Otolith Ages for the Rainbow Darter, *Etheostoma caeruleum*. *Copeia* 3, pp.830-835.
- Bellido, J. M., Pierce, G. J., Romero, J. L., Millan, M., 2000.** Use of frequency analysis methods to estimate growth of anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) in the Gulf of Cadiz (Sw Spain).
- Berg, L. S., 1949.** Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. USSR Zoological Institute, Academy of Science. Translated from Russian 1965: Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.
- Bilton, H.T., 1986.** Marking Chum Salmon Fry Vertebrae with Oxytetracycline. *North American Journal of Fisheries Management* 6:126-128. *Fisheries Research* 48, 107-115.
- Bostancı, D., 1998.** Karadeniz'de Yaşayan *Solea lascaris* (Risso, 1810)'te Yaş Belirleme Yöntemleri. Yüksek lisans tezi, Samsun.
- Burkett, R. D., Jackson, W. B., 1971.** The Eye Lens as An Age Indicator in Freshwater Drum. *Am. Mild. Nat.*,85: 222-225.

- Campana, S.E., 1984.** Comparison of Age Determination Methods for the Starry Flounder. Transactions of the American Fisheries Society 113, 365-369.
- Campana, S.E., 1990.** How reliable are growth back calculations based on otoliths? Can. J. Fish. Aquat. Sci., 47: 2219-2227.
- Campana, S.E., 1999.** Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications, Mar. Ecol. Prog. Ser., Vol:188:263-297.
- Carlander, K. D., 1987.** A History of Scale Age and Growth of North American Freshwater Fish. The Age and Growth of Fish. The Iowa State Univ. Press, 3-13.
- Carlton, W. G., Jackson, W. B., 1971.** The Eye Lens as an Age Indicator in Carp. Copeia, 3: 633-636.
- Casselman, J. M., 1979.** The esocid cleithrum as an indicator calcified structure. J. Dube and Y. Gravel, eds. Proc. 10th Warmwater Workshop, Spec. Publ. Pp:249-272.
- Casselman, J. M., 1987.** The Biology of Fish Growth (Chapter 7) Academic Press, Canada, 209-242.
- Cazorla, A. L., 2000.** Age structure of the population of weakfish *Cynoscion guatucupa* (Cuvier) in the Bahia Blanca waters, Argentina. Fisheries Research 46, 279-286.
- Cermeno, P., Uriarte, A., De Murguía, A. M., Morales-Nin, B., 2003.** Validation of daily increment formation in otoliths of juvenile and adult European anchovy. Journal of Fish Biology 62, 679-691.
- Chalanchuk, S. M., 1984.** Aging a Population of the White Sucker, *Catostomus commersoni* by the Fin-Ray Method. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1321: IV-16p.
- Chang, W. Y. B., 1982.** A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 39: 1208-1210.
- Charlebois, P. M., Marsden, J. E., Goettel, R. G., Wolfe, R. K., Jude, D. J., Rudnika, S. 1997.** The round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas), a review of European and North American literature. Illinois-Indiana Sea

Grant Program and Illinois Natural History Survey. IHNS Special Publication No. 20. 76pp.

- Charlebois, P. M., Corkum, L. D., Jude, D.J., Knight, C., 2001.** The Round Goby (*Neogobius melanostomus*) Invasion: Current Research and Future Needs. *Journal of Great Lakes Research* 27(3): 263-266.
- Chilton, D. E., Beamish, R. J., 1982.** Age Determination Methods for Fishes Studied by the Groundfish Program at the Pacific Biological Station. *Can. Spe. Pub. Fish. And Aquat.Sci.*, 60 s.
- Chilton, D. E., Bilton, H.T., 1986.** New Method for Aging Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) Using Dorsal Fin Rays, and Evidence of its Validity. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Vol. 43.
- Chugunova, N. I., 1963.** Age and growth studies in fish. *Nat. Sci. Found.*, Washington, 123p.
- Clear, N. P., Gunn, J. S., Rees, A. J., 2000.** Direct validation of annual increments in the otoliths of juvenile southern bluefin tuna, *Thunnus maccoyii*, by means of a large-scale mark-recapture experiment with strontium chloride. *Fish. Bull.* 98: 25-40.
- Crivelli, A., 1980.** The Eye Lens Weight and Age in the Common Carp, *Cyprinus carpio* L., *J. Fish. Biol.*, 16: 469-473.
- Crossman, E. J., Holm, E., Cholmondeley, R., and Tuininga, K. 1992.** First record for Canada of the rudd, *Scardinius erythrophthalmus*, and notes on the introduced round goby, *Neogobius melanostomus*. *Can. Field-Nat.* 106:206-209.
- Das, M., 1994.** Age Determination and Longevity in Fishes. *Gerontology*, 40: 70-96.
- Davidoff, E.B., 1986.** Verification of the Scale Method for Ageing the Cyprinid, *Migrogrex terrasanctae terrasanctae* (Steinitz, 1952) in Lake Kinneret (Israel). *Bamidgeh*, 4(18): 108-125.
- D.İ.E, 1990-2001.** Devlet İstatistik Enstitüsü Su Ürünleri Anket Sonuçları.
- Dwyer, K. S., Walsh, S. J., Campana, S. E., 2003.** Age determination, validation and growth of Grand Bank yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*). *ICES Journal of Marine Science*, 60: 1123-1138.

- Ekingen, G., Polat, N., 1987.** Age Determination and Length-Weight Relations of *Capoeta capoeta umbla* (Heckel) in Lake Keban. Tr. J. Zoology, 11, 1, 5-15.
- Erkoyuncu, İ., 1995.** Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Sinop, 265 s.
- Escot, C., Granada-Lorencio, C., 2001.** Validation of the otoliths for age determination in *Barbus sclateri* (Günth.). Ecology of Freshwater Fish 10: 122-126.
- Faunce, C. H., Patterson, H. M., Lorenz, J. J., 2002.** Age, growth, and mortality of the Mayan cichlid (*Cichlasoma urophthalmus*) from the southeastern Everglades. Fish. Bull. 100: 42-50.
- Francis, R. I. C. C., Campana, S. E., 2004.** Inferring age from otolith measurements: a review and a new approach. Can. J. Fis. Aquat. Sci., 61: 1269-1284.
- Gümüş, A., Polat, N., 1994.** Tatlısu kefali (*Leuciscus cephalus* L., 1758)'nin beş kemiksi yapısında yaş tayini ve uyum değerlendirmesi. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, 6-8 Temmuz, Edirne.
- Gümüş, A., Polat, N., 1998.** Karadeniz'de Yaşayan *Gobius melanostomus*' ta yaş Belirleme. Doğu Anadolu Bölgesi III. Su Ürünleri Sempozyumu. 10-12 Haziran, Sy. 201-206.
- Gümüş, A., 1999.** Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio* L.)'ın kemiksi yapılarında birikim takibi metodu ile yaş doğrulaması. Doktora tezi. 103 s. Samsun.
- Hanchet, S. M., Uozumi, Y., 1996.** Age validation and growth of southern blue whiting, *Micromesistius australis* Norman, in New Zealand. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, Vol.30: 57-67.
- Hansen, L.P., 1978.** Age Determination of Roach, *Rutilus rutilus* L. From Scales and Opercular Bones. Arch. Fishwiss., 29, 1/2 , 93-98.
- Hansen, L.P., 1980.** Age, Growth and Maturity of the White Bream *Blicca bjoerkna* (L.) in Lake Qyeren. SE. Norway, Fauna Norv. Ser., A, 1, 15-23.

- Heifetz, J., Anderl, D., Maloney, N. E., Rutecki, T. L., 1999.** Age validation and analysis of ageing error from marked and recaptured sablefish, *Anoplopoma fimbria*. Fish. Bull. 97:256-263, pp 256-263.
- Hernaman, V., Munday, P. L., Schlappy, M. L., 2000.** Validation of otolith growth-increment periodicity in tropical gobies. Marine Biology 137: 715-726.
- Hotos, G. N., 2003.** A study on the scales and age estimation of the grey golden mullet, *Liza aurata* (Risso, 1810), in the lagoon of Messolonghi (W. Greece). J. Appl. Ichthyol. 19, 220-228.
- Ihde, T. F., Chittenden, M. E., 2002.** Comparison of Calcified Structures for Aging Spotted Seatrout. Transactions of the American Fisheries Society 131: 634-642.
- Iizuka, S., Inoue, H., Nishioka, J., Kawagishi, M., 1985.** Annuli Check Formation on Scales of Brown Barracuda *Sphyraena pinguis* Günter. Bull. Kyoto Ocea. Fish. Sci., No: 9.
- Jearld, A. J., 1983.** Age Determination (Chapter 16) in Fishery Techniques. Nielsen, L. A., Johnson, D. I., 301-324.
- Jude, D. J., Reider, R. H., Smith, G. R. 1992.** Establishment of the Gobiidae in the Great Lakes basin. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 416-421.
- Kazanchev, E. N., 1981.** Fishes of the Caspian Sea: a key. Moscow. 168 pp. (in RUSSIAN)
- Kelly, C. J., Connolly, P. L., Bracken, J. J., 1997.** Age estimation, growth, maturity and distribution of the round nose grenadier from the Rockall trough. Journal of Fish Biology, 50: 1-17. Fishery Bulletin, 89: 53-60.
- Kimura, D. K., Lyons, J. J., 1991.** Between-Reader Bias and Variability in the Age-Determination Process.
- Kostyuchenko, V. A., 1961.** Age and Growth of the round goby *N. melanostomus* (Pallas) in the Azov Sea. Tr. AzCherNIRO 19: 45-60. (in RUSSIAN)
- Kovtun, I. F., 1979.** Significance of the sex ratio in the spawning population of the round goby in relation to year-class strength in the Sea of Azov. J. Ichthyol. 19: 161-163.

- Kraiem, P. M. M., 1982.** The Age and Growth of the Barbel, *Barbus barbus* (L.) in two french Rivers, the Rhone and the Allier, A Comparative Study. Arch. Hydrobiol. 96 (1): 73-96, 1982.
- Lai, H., Gunderson, D. R., Low, L.L., 1987.** Age Determination of Pacific Cod, *Gadus macrocephalus* Using Five Ageing Methods, Fishery Bulletin, Vol: 85, No: 4.
- Laiding, T. E., Pearson, D E., Sinclair, L. L., 2003.** Age and growth of blue rockfish (*Sebastes mystinus*) from central and northern California. Fish Bull.101: 800-808.
- Landa, J., Pereda, P., Duarte, R., Azevedo, M., 2001.** Growth of anglerfish (*Lophius piscatorius* and *L. budegassa*) in Atlantic Iberion waters. Fisheries Research 51: 363-376.
- Laurenson, C. H., Johnson, A., Priede, I. G., 2005.** Movements and growth of monkfish *Lophius piscatorius* tagged at the Shetland Islands, northeastern Atlantic. Fisheries Research 71, 185-195.
- Leonardos, I., Sinis, A., 2000.** Age, growth and mortality of *Atherina boyeri* Risso, 1810 (Pisces: Atherinidae) in the Mesolongi and Etolikon lagoons (W. Greece). Fisheries Research 45, 81-91.
- Lessa, R., Duarte-Neto, P., 2004.** Age and growth of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the western equatorial Atlantic, using dorsal fin spines. Fisheries Research 69: 157-170.
- Lobo, C., Erzini, K., 2001.** Age and growth of Ray's bream (*Brama brama*) from the South of Portugal. Fisheries Research 51, 343-347.
- Maartens, L., Booth, A. J., Hecht, T., 1999.** The growth of monkfish *Lophius vomerinus* in Namibian waters, with a comparison of otolith and illicia methods of ageing. Fisheries Research 44: 139-148.
- Mann, R. H. K., Steinmetz, B., 1985.** On the accuracy of age-determination using scales from rudd, *Scardinius erythrophthalmus* (L.), of known age. J. Fish Biol. 26, 621-628.
- MacInnis, A. J, Corkum, L. D. 2000.** Age and growth of round goby *Neogobius melanostomus* in the Upper Detroit River. Transactions of the American Fisheries Society 129: 852-858.

- Masuda, Y., Ozawa, T., Onoue, S., Hamada, T., 2000.** Age and growth of the flathead, *Platycephalus indicus*, from the coastal waters of west Kyushu, Japan. *Fisheries Research* 46, 113-121.
- McFarlane, G. A., Beamish, R. J., 1990.** An Examination of Age Determination Structures of Walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) from Five Stocks in the Northeast Pacific Ocean. *Proceed. Symp. Appl. Stock Asses. Tech. Gadids. Bull. No. 50*, 37-56.
- Mills, K. H., Beamish, R. J., 1980.** Comparison of Fin-Ray and Scale Age Determinations for Lakefish (*Coregonus clupeaformis*) and Their Implications for Estimates of Growth and Annual Survival. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37:534-544.
- Morales-Nin, B., 1992.** Determination of Growth in Bony Fishes from Otolith Microstructure. *FAO, Fisheries Technical Paper*.
- Morales-Nin, B., Sena-Carvalho, D., 1996.** Age and Growth of the black scabbard fish (*Aphanopus carbo*) off Madeira. *Fisheries Research* 25, 239-251.
- Morales-Nin, B., Torres, G. J., Lombarte, A., Recasens, L., 1998.** Otolith growth and estimation in the European hake. *Journal of Fish Biology* 53, 1155-1168.
- Moreno, T., Morales-Nin, B., 2003.** Age Determination and validation on otoliths of the sand-smelt *Atherina presbyter* (Pisces: Atherinidae) from the central-east Atlantic. *Fisheries Research* 62: 77-87.
- Moskal'kova, K. I., 1996.** Ecological and morphophysiological prerequisites to range extention in the round goby *Neogobius melanostomus* under conditions of anthropogenic pollution. *J. Ichthyol.* 36: 584-590.
- Mug-Villanueva, M., Gallucci, V. F., Lai, H., 1994.** Age Determination of carvina reina (*Cynoscion albus*) in the Gulf of Nicoya, Costa Rica, based on examination and analysis of hyaline zones, morphology and microstructure of otoliths. *Journal of Fish Biology* 45, 177-191.
- Newman, S. J., Dunk, I. J., 2002.** Growth, Age Validation, Mortality, and other Population Characteristics of the Red Emperor Snapper, *Lutjanus*

- sebae* (Cuvier, 1828), off the Kimberley Coast of North-Western Australia. Estuarine, Coastal and Shelf Science 55, 67-80.
- Nikol'skii, G. V., 1954.** Special ichthyology. Sovetskaya nauka. (Translated from Russian by the Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1961.)
- Njoku, D. C., Ezeibekwe, I. O., 1996.** Age composition and growth of the large-scaled mullet, *Liza grandisquamis* (pisces:Mugilidae), Valenciennes, 1836 on the New Calabar Estuary, off the Nigerian coast. Fisheries Research 26, 67-73.
- Oxenford, H. A., Hunte, W., Deane, R., Campana, S. E., 1994.** Otolith Age Validation and Growth-Rate Variation in Flyingfish (*Hirundichtys affinis*) from the Eastern Caribbean. Marine Biology, Vol:118, pp. 585-592.
- Pajuelo, J. G., Lorenzo, J. M., Dominguez-Seoane, R., 2003.** Age estimation and growth of the zebra seabream *Diplodus cervinus cervinus* (Lowe, 1838) on the Canary islands shelf (Central-east Atlantic). Fisheries Research 62: 97-103.
- Peltonen, H., Raitaniemi, J., Parmanne, R., Eklund, J., Nyberg, K., Halling, F., 2002.** Age determination of Baltic herring from whole otoliths and from neutral red stained otolith cross sections. ICES Journal of Marine Science, 59: 323-332.
- Phillips, E. C., Washek, M. E., Hertel, A. W., Niebel, B. M., 2003.** The round goby (*Neogobius melanostomus*) in Pennsylvania tributary streams of Lake Erie. Journal of Great Lakes Research, 29(1): 34-40.
- Pilling, G. M., Grandcourt, E. M., Kirkwood, G. P., 2003.** The utility of otolith weight as a predictor of age in the emperor *Lethrinus mahsena* and other tropical fish species. Fisheries Research, 60: 493-596.
- Polat, N., 1987.** Keban Baraj Gölü'nde Yaşayan *Barbus rajanorum mystaceus* Heckel 1843' ta Yaş Belirleme Yöntemleri. VIII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Zooloji, Hidrobiyoloji, Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Tebliğleri, Cilt II, 575-588.

- Polat, N., 1988.** Keban Baraj Gölü'ndeki *Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843)'te Yaş Belirlenmesi. IX. Ulusal Biyoloji Kongresi, Sivas, 21-23 eylül 1988, 393-398.
- Polat, N., Dedeman, E., 1990.** Karadeniz' de Yaşayan *Gadus euxinus* (Nord)'ta Karşılaştırmalı Yaş Tayini. X. Ulusal Biyoloji Kongresi, Erzurum, 18-20 Temmuz, 225-232.
- Polat, N., Kukul, A., 1990.** Karadeniz'deki İstavrit (*Trachurus trachurus* L.)'te Yaş Belirleme Yöntemleri. X. Ulusal Biyoloji Kongresi, 18-20 Temmuz, Erzurum, 217-224.
- Polat, N., Beamish, R. J., 1992.** Annulus Formation on Anatomical Structures of Siraz (*Capoeta capoeta*) in Altinkaya Dam Lake. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Dergisi, 4 (1), 70-88.
- Polat, N., Kariptaş, E., Işık, K., 1992.** Altinkaya Baraj Gölü'nde Yaşayan *Capoeta tinca* (Heckel, 1843)'nın Yaş Belirleme Yöntemleri. Fırat Üniversitesi XI. Ulusal Biyoloji Kongresi, Elazığ, 24-27 Haziran, Hidrobiyoloji ve Çevre Biyolojisi Sektörünü, 179-187, Elazığ.
- Polat, N., Işık, K., Kukul, A., 1992.** Bıyıklı Balık (*Barbus plebejus escherichi* Steindachner, 1897)' ın Yaş Tayininde Kemiksi Yapı-Okuyucu Uyum Değerlendirmesi. Doğa-Tr. J. of Zoology. 17: 503-509.
- Polat, N., Gümüş, A., 1995.** Age Determination and Evaluation of Precision Using Five Bony Structures of the Brond-Snout (*Chondrostoma regium* Heckel, 1843). Tr. J. of Zoology 19, 331-335.
- Polat, N., Gümüş, A., 1996.** Ageing of whiting (*Merlangius merlangius euxinus*, Nord., 1840) based on broken and burnt otolith. Fisheries Research 28, 231-236.
- Polat, N., 2000.** Balıklarda yaş belirlemenin önemi, IV.Su Ürünleri sempozyumu, 28-30 Haziran, Erzurum, s:9-20.
- Polat, N., Bostancı, D., Yılmaz, S., 2001.** Comparable Age Determination in Different Bony Structures of *Pleuronectes flesus luscus* Palas, 1811 inhabiting the Black Sea. Turk J Zool 25: 441-446.

- Polat, N., Bostancı, D., Yılmaz, S., 2004.** Age Analysis on Different Bony Structures of Perch (*Perca fluviatilis* L. 1758) Inhabiting Derbent Dam Lake (Bafra, Samsun). Turk. J. Vet. Anim.Sci. 28, 465-469.
- Prince, E. D., Lee, D. W., Javech, J. C., 1985.** Internal Zonations in Sections of Vertebrae from Atlantic Bluefin Tuna, *Thunnus thynnus*, and Their Potential Use in Age Determination. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 938-946.
- Quinn, S. P., Ross, M. R., 1982.** Annulus formation by White Suckers and the Reliability of Pectoral Fin Rays for Ageing Them. North American Journal of Fisheries Management 2:204-208.
- Radebe, P. V., Mann, B. Q., Beckley, L.E., Govender, A., 2002.** Age and Growth of *Rhabdosargus sarba* (Pisces: Sparidae), from KwaZulu-Natal, South Africa. Fisheries Research 58, 193-201.
- Raitaniemi, J., Heikinheimo, O., 1998.** Variability in Age Estimates of Whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) from Two Baltic Populations- Differences between Methods and between Readers. Nordic J. Freshw. Res. 74:101-109.
- Roberson, N. E., Kimura, D. K., Gunderson, D. R., Shimada, A. M., 2005.** Indirect validation of the age-reading method for Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) using otoliths from marked and recaptured fish. Fish. Bull. 103:153-160.
- Sapota, M. R. 2004.** The round goby (*Neogobius melanostomus*) in the Gulf of Gdansk-a species introduction into the Baltic Sea. Hydrobiologia 514:219-224.
- Scoppettone, G. G., 1988.** Growth and Longevity of the Cui-ui and Longevity of Other Catostomids and Cyprinids in Western North America. Transactions of the American Fisheries Society 117: 301-307.
- Sekigawa, T., Takahashi, T., Takatsu, T., Nishiuchi, S., Sasaki, M., Shiokawa, F., 2003.** Age and growth of *Sebastes vulpes* in the coastal waters of western Hokkaido, Japan. Fisheries Science 69: 575-580.

- Sipe, A. M., Chittenden, M. E., 2002.** Comparison of Calcified Structures for Aging Bluefish in the Chesapeake Bay Region. Transactions of the American Fisheries Society 131: 783-790.
- Siezen, R. J., 1989.** Eye Lens Ageing in the Spiny Dogfish (*Squalus acanthias*), I. Age Determination from Lens Weight. Current Eye Research, 8 (7).
- Simonović, P.D., Valković, B., Paunović, M. 1998.** Round goby *Neogobius melanostomus*, a new Ponto-Caspian element for Yugoslavia. Folia Zoologica Brno 47:305-312.
- Simonović P., Paunović, M., Popović, S. 2001.** Morphology, feeding and reproduction of the round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas), in the Danube river basin, Yugoslavia. J. Great Lakes Res. 27(3):281-289.
- Skazkina, E. P., Kostyuchenko, V. A. 1968.** Food of *N. melanostomus* in the Azov Sea. Vopr. Ikhtiol. 8:303-311.
- Skora, K. E., 1996.** Pages 96-107 in Report of the working group on introduction and transfers of marine organisms (WGITMO). ICES Annual Science Conference, Reykjavik, Iceland.
- Skora, K. E., Stolarski, J. 1996.** *Neogobius melanostomus* (Pallas 1811), a new immigrant species in the Baltic Sea. Proceedings of the 2nd International Estuary Symposium, Gdynia.
- Slastenenko, E., 1955-1956.** Karadeniz Havzası Balıkları. Et ve Balık Kurumu Genel Müdürlüğü Yayınları, İstanbul, 711 s.
- Stevenson, J. T., Secor, D. H., 1999.** Age determination and growth of Hudson River Atlantic sturgeon, *Acipenser oxyrinchus*. Fish. Bull. 97: 153-166.
- Stráňai, I., and Andreji, J. 2004.** The first report of round goby, *Neogobius melanostomus* (Pisces, Gobiidae) in the waters of Slovakia. Folia Zool. 53(3):335-338.
- 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. Northwest Atlantic Fisheries Organization. Scientific Council Meeting-Haziran, Serial No. N4384.

- Svedang, H., Wickstrom, H., Reizenstein, M., Holmgren, K., Florenius, P., 1998.** Accuracy and precision in eel age estimation, using otoliths of known and unknown age. *Journal of Fish Biology* 53, 456-464.
- Sun, C. L., Wong, S. P., Yeh, S. Z., 2002.** Age and growth of the swordfish (*Xiphias gladius* L.) in the waters around Taiwan determined from anal-fin rays. *Fish. Bull.* 100: 822-835.
- Swan, S. C., Gordon, D. M., 2001.** A review of age estimation in macrourid fishes with new data on age validation of juveniles. *Fisheries Research* 51: 177-195.
- Şen, D., 1985.** Karaçökan-Kalecik Sulama Göletinin Balık Faunasının İncelenmesi, Doktora tezi, Fırat Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 64s.
- Tanaka, S., 1990.** The Structure of the Dorsal Spine of the Deep Sea Squaloid Shark *Centrophorus acus* and its Utility for Age Determination. *Nippon Suisan Gakkaishi* 56(6), 903-909.
- Tesch, F. W., 1968.** Age and Growth. In *Methods for Assessment of Fish Production in Freshwater*, Edited by W.E. Richer, IBF Handbook No:3, Blackwell Scientific Publ. Oxford and Edinburgh, 93-123.
- Van der Walt, B. A., Beckley, L. E., 1997.** Age and growth of *Sarpa salpa* (Pisces: Sparidae) off the east coast of South Africa. *Fisheries Research* 31, 241-248.
- Villanueva, R., Moli, B., 1997.** Validation of the otolith increment deposition ratio using alizarin marks in juveniles of the sparid fishes, *Diplodus vulgaris* and *D. puntazzo*. *Fisheries Research* 30, 227-260.
- Wilson, C. A., Nieland, D. L., 2001.** Age and growth of red snapper, *Lutjanus campechanus*, from the northern Gulf of Mexico off Louisiana. *Fish. Bull.* 99: 653-664.
- Wolfe, R. K., Marsden, J.E., 1998.** Tagging methods for the round goby (*Neogobius melanostomus*). *Journal of Great Lakes Research*, 24 (3): 731-735.
- Yılmaz, S., Polat, N., 2002.** Age Determination of Shad (*Alosa pontica* Eichwald, 1838) inhabiting the Black Sea. *Turk J Zool* 26: 393-398.

6. EKLER



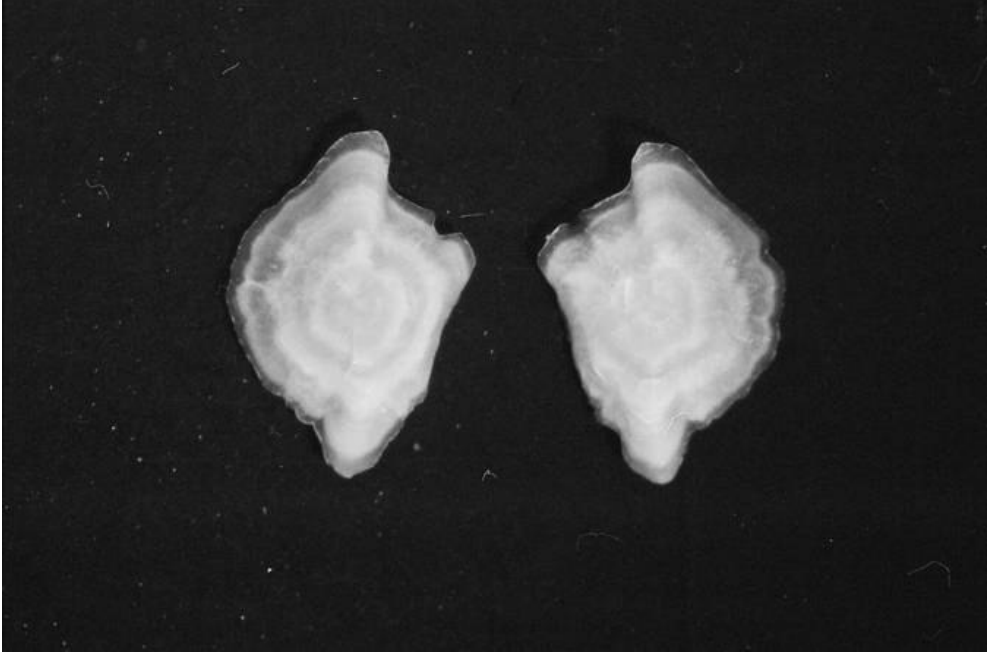
Ek 1. 0+ yaşı grubunda erkek birey otoliti (7,9 cm; 5 g)



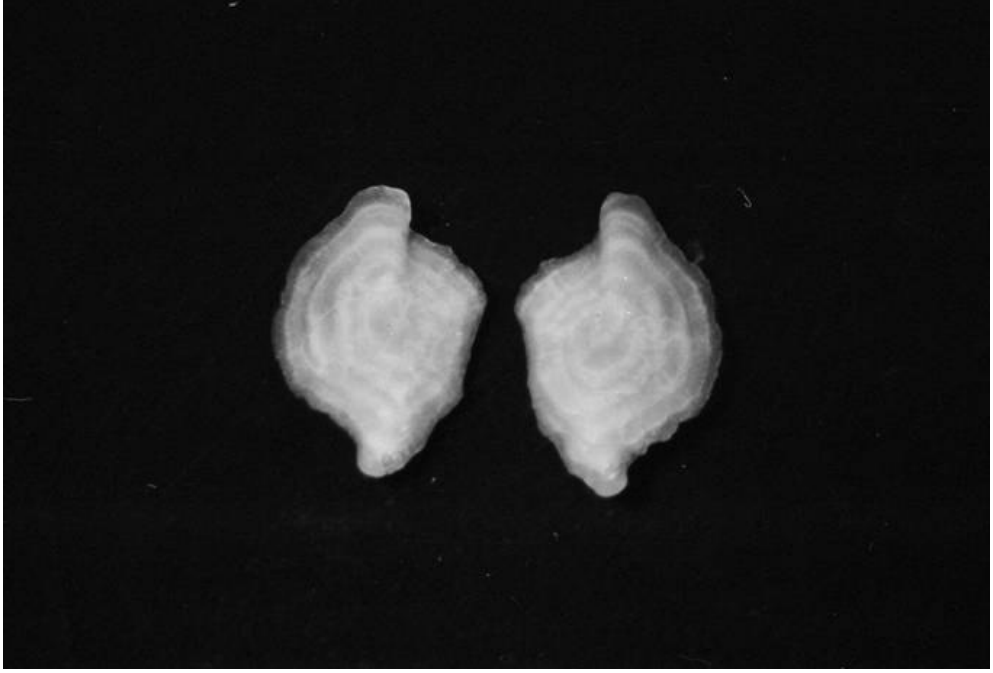
Ek 1. I yaşı grubunda erkek birey otoliti (11,6 cm; 18 g)



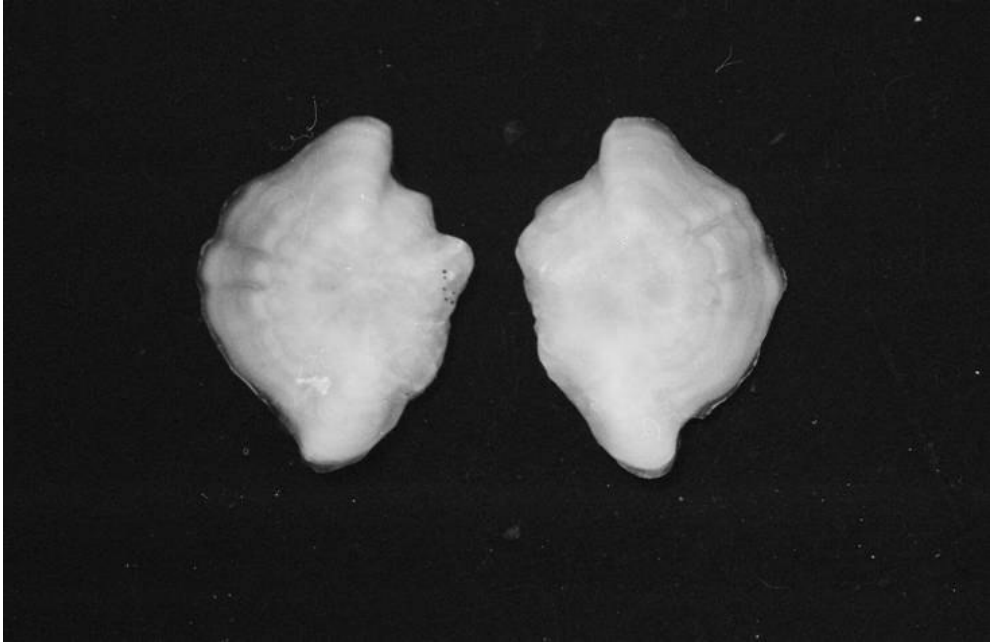
Ek 3. II yaş grubunda dişi birey otolithi (13,5 cm; 31 g)



Ek 4. III yaş grubunda erkek birey otolithi (19,3 cm; 75 g)



Ek 5. IV yaş grubunda erkek birey otolithi (20,0 cm; 85 g)



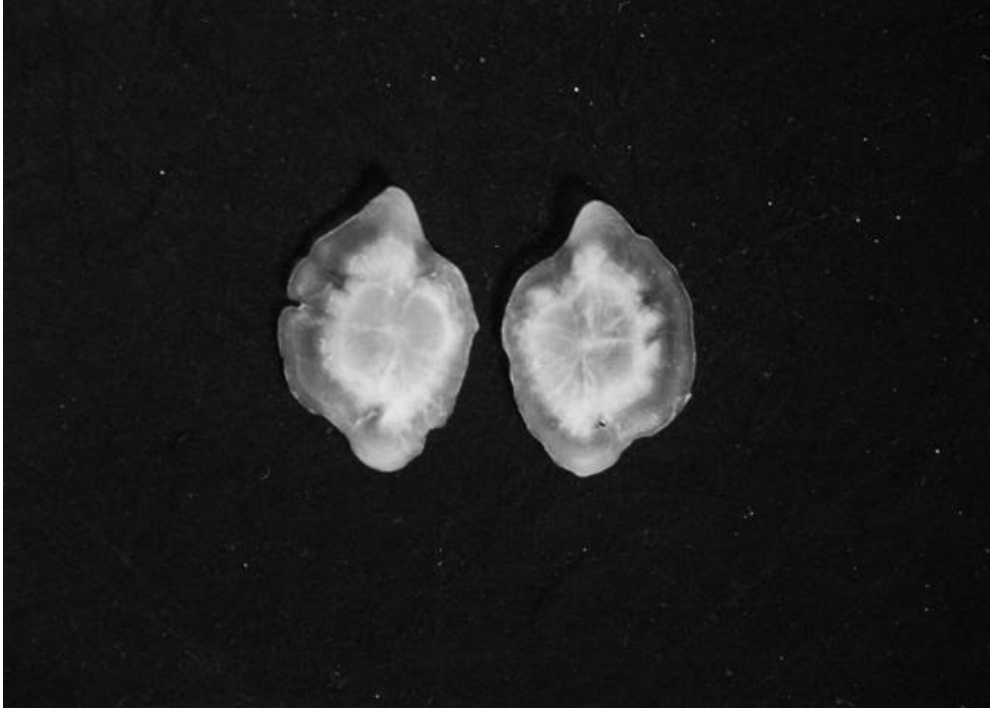
Ek 6. V yaş grubunda erkek birey otolithi (20,3 cm; 86 g)



Ek 7a. I yaş grubunda ilk opak halkadan önce dar hiyalin bölgenin gözlendiđi
dişi birey otolithi (9,7 cm; 8 g)



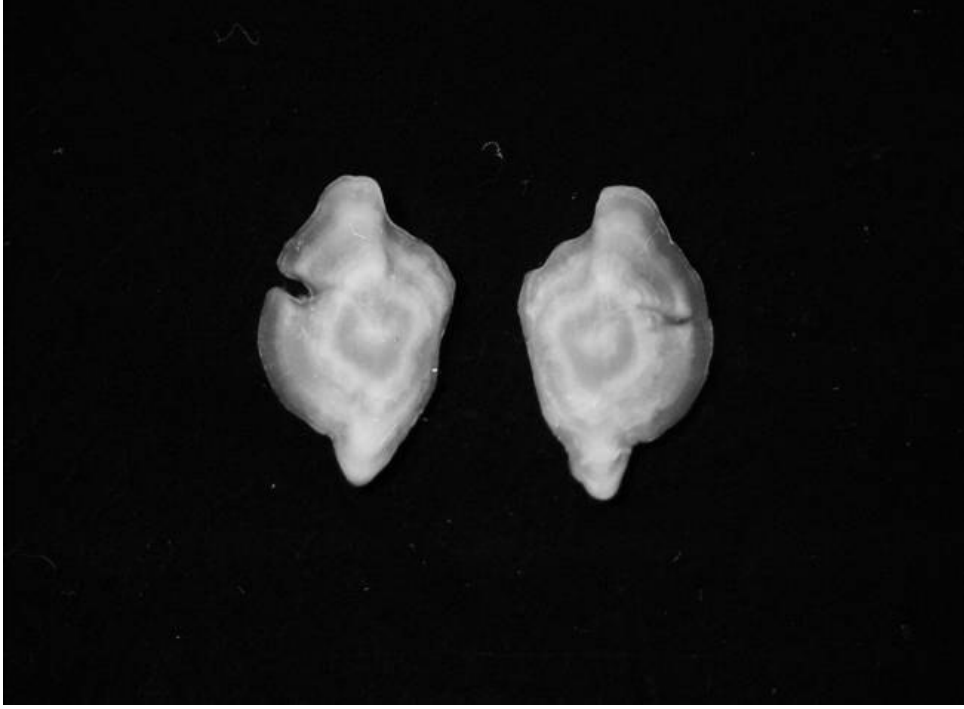
Ek 7b. I yaş grubunda ilk opak halkadan önce geniş hiyalin bölgenin gözlendiđi
dişi birey otolithi (13,0 cm; 30 g)



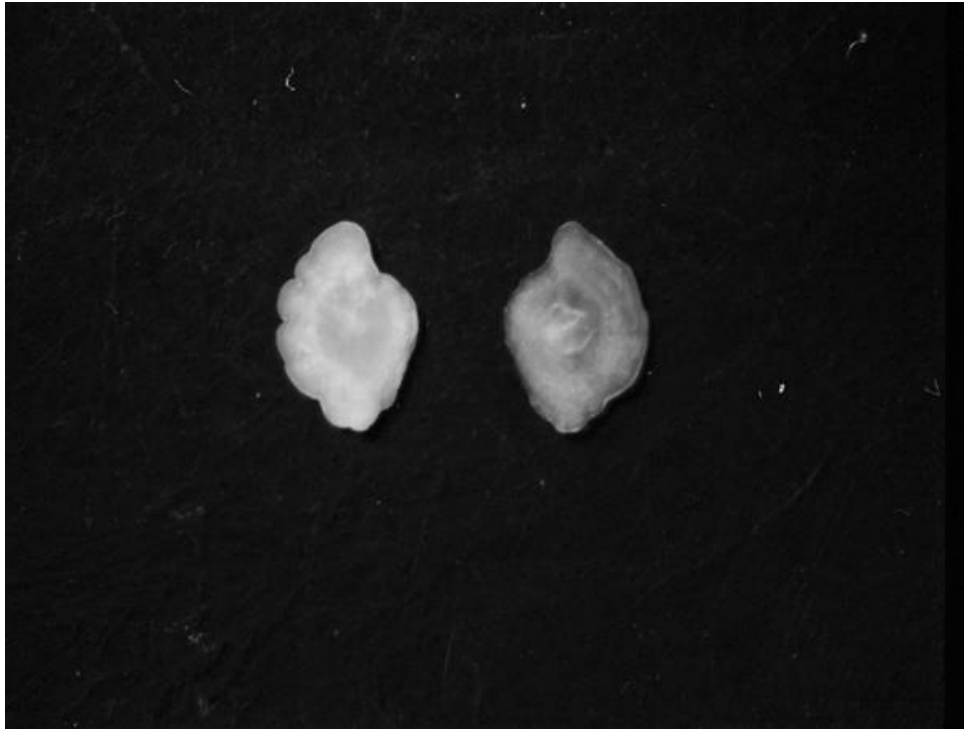
Ek 8. I+ yaş grubunda otolit dış kenarında ventral yönde pseudohiyalin, rostrum ve antirostrum'da gerçek opak büyüme gözlenen erkek birey otoliti. (12,6 cm; 29 g)



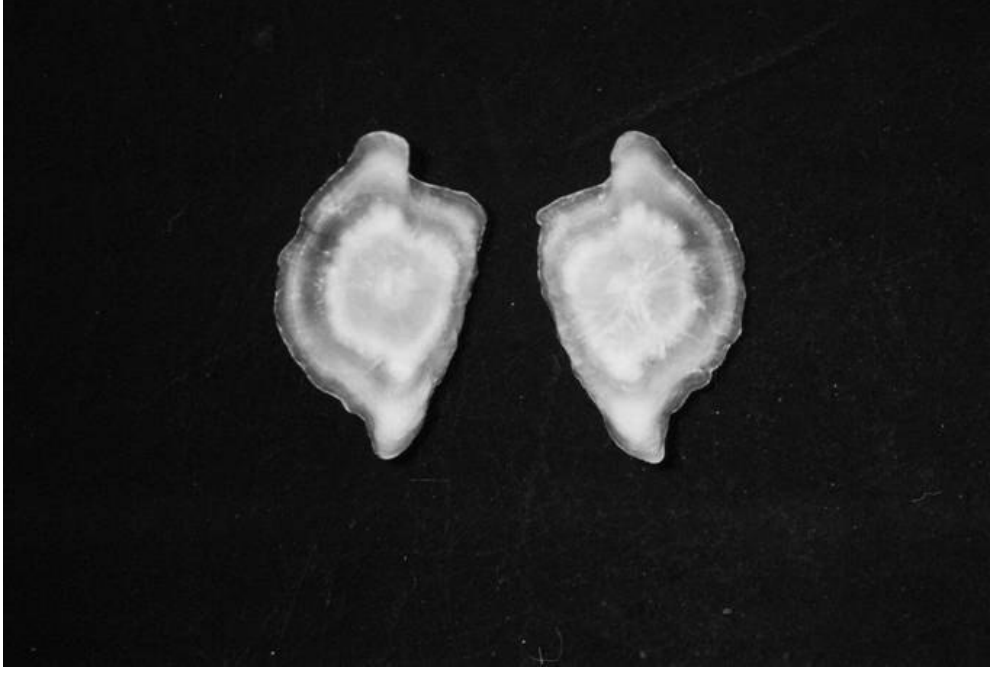
Ek 9. III+ yaş grubunda ventral bölgesinde derin girinti gözlenen erkek birey otoliti. (14,9 cm; 43 g)



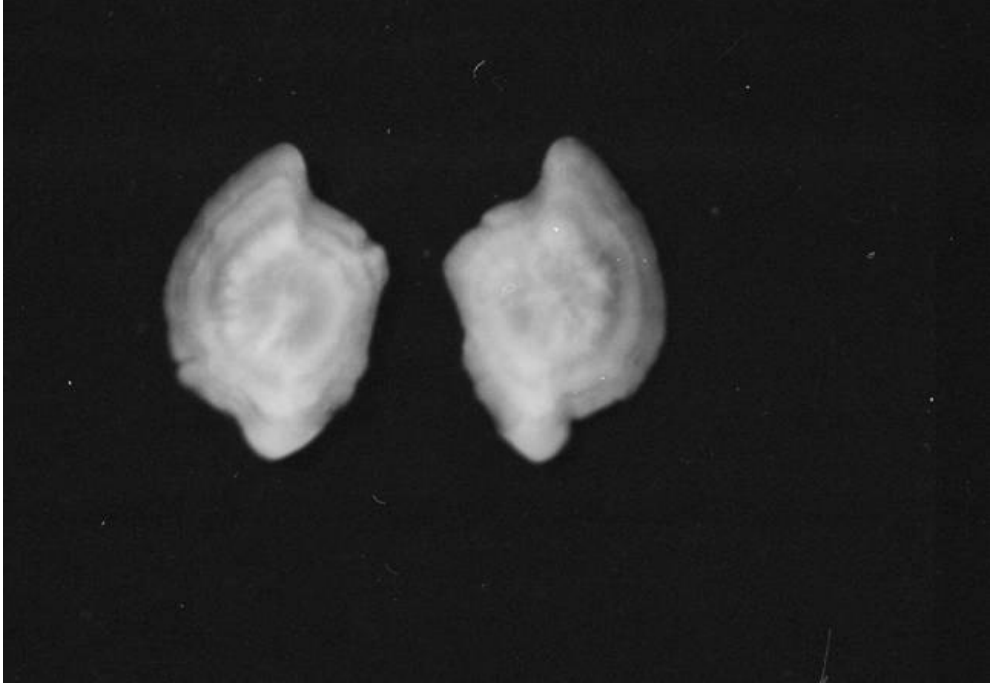
Ek 10. II+ yaş grubunda sol otolitinde ventral girinti açık, sağ otolitinde ise kapanmış görünen erkek birey otoliti. Yine ventral yönde pseudohiyalin gözlenmekte. (15,0 cm; 51 g)



Ek 11. I yaş grubunda sol otoliti normal, sağ otoliti vateritik olan dişi birey otoliti. (8,5 cm; 8 g)



Ek 12. II yaş grubunda otolitinde hiyalin kenar gözlenen, ekim ayında yakalanmış erkek birey otoliti (15,9 cm; 55 g).



Ek 13. II+ yaş grubunda otolitte opak büyüme gözlenen, mart ayında yakalanmış erkek birey otoliti (15,2 cm; 45 g).

7. ÖZGEÇMİŞ

27.04.1979 yılında Merzifon'da doğdum. İlk okulu Ladik Atatürk ilkokulunda, ortaokulu Sorgun lisesinde ve liseyi de Samsun Atatürk Süper lisesinde tamamladım. 1998' de Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'ne girmeye hak kazandım. 2002'de aynı bölümden mezun oldum.

Eylül 2002'de Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladım.