

**KARADENİZ’DE YAŞAYAN Barbunya Balığı,
Mullus barbatus ponticus (Essipov, 1927)
(MULLİDAE)’ NDA OTOLİT OKUMA VE
BOY-FREKANS ANALİZİ YÖNTEMİ İLE YAŞ
VE BÜYÜME MODELİNİN BELİRLENMESİ**

SERDAR SÜER

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

T.C. ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARADENİZ’DE YAŞAYAN Barbunya Balığı, *Mullus barbatus ponticus*
(Essipov 1927) (MULLİDAE)’ NDA OTOLİT OKUMA VE BOY-FREKANS
ANALİZİ YÖNTEMİ İLE YAŞ VE BÜYÜME MODELİNİN BELİRLENMESİ

SERDAR SÜER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Aysun GÜMÜŞ

SAMSUN-2008

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından 08/09/2008 tarihinde yapılan sınav ile **Biyoloji** Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan.....: Prof. Dr. Nazmi POLAT

Üye.....: Prof. Dr. Recep BİRCAN

Üye.....: Yrd. Doç. Dr. Aysun GÜMÜŞ (Danışman)

ONAY:

Yukardaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.....// 2008

Prof . Dr. Hasan GÜMÜŞ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**KARADENİZ'DE YAŞAYAN Barbunya Balığı, *Mullus barbatus ponticus*
(Essipov 1927) (MULLİDAE)' NDA OTOLİT OKUMA VE BOY-FREKANS
ANALİZİ YÖNTEMİ İLE YAŞ VE BÜYÜME MODELİNİN BELİRLENMESİ**

ÖZET

Bu çalışmada, Eylül 2004-Mayıs 2006 tarihleri arasında Samsun açıklarında yürütülen trol avcılığından 1600 adet örnek temin edilmiştir. Örneklerin total boy dağılımı 5,9-22,6 cm arasında değişim göstermiştir. Eşeylere ait boy-frekans dağılımları arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Boy-ağırlık ilişkisi tüm bireyler için; $W = 0,07 L^{3,15}$ olarak tespit edilirken, eşeyin boy-ağırlık ilişkisine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Otolitten yapılan yaş tespitinde örneklerin yaş dağılımı 0+-VI olarak tespit edilmiştir. Otolitten yaş okuma, biyolojik yaş ve gözlenen yaş olmak üzere iki farklı metot kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca ortalama yaş, okuyucu uyumu (%), ortalama yüzde hata (%) ve değişim katsayısı (%) hesaplanmıştır.

Otolit boyutları (boy, genişlik, ağırlık)-total boy, otolit boyutları-ağırlık arasındaki ilişkiler eşeyler için ayrı ayrı incelenmiş ve ilişkilerin tümü eğrisel olarak tespit edilmiştir. Otolit boyutları-yaş arasındaki ilişkilerin ise doğrusal olduğu tespit edilmiştir. Kenar Birikim Analizi yapılarak annulus oluşum periyodu incelenmiş ve yılda bir kez opak ve bir kez hiyalin halka oluşumu belirlenmiştir. Ayrıca halka yarıçapları ölçülerek, otolit büyümesinin yaşa bağlı değişimi incelenmiştir.

Büyüme modelinin belirlenmesi için biyolojik yaş ve gözlenen yaş verileri kullanılarak von Bertalanffy büyüme modeline uyan büyüme parametreleri hesaplanmıştır. Von Bertalanffy büyüme parametreleri erkek bireylerde $L_{\infty} = 25,29 (1 - e^{-0,154 (t-1,59)})$, dişi bireylerde ise $L_{\infty} = 39,36 (1 - e^{-0,082 (t-1,92)})$ olarak belirlenmiştir. Bu parametreler ELEFAN I programı ile doğrudan boy-frekans verilerinden elde edilen büyüme parametreleri ile karşılaştırılmıştır. Böylece ayrı hesaplama metotlarının kullanılması halinde oluşabilecek farkların boyutu ortaya konmuştur. Ayrıca çalışmadaki örneklerin yaş-boy ilişkisini en iyi tanımlayan regresyon modeli araştırılmış ve bu polinomial eşitliğe de yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Barbunya balığı, *Mullus barbatus ponticus*, Karadeniz, Yaş, Büyüme, Boy-frekans, Otolit.

DETERMINATION OF AGE AND GROWTH MODEL OF RED MULLET
***Mullus barbatus ponticus* (Essipov 1927) (MULLIDAE) BY MEANS OF**
OTOLITH READING AND LENGTH-FREQUENCY ANALYSIS

ABSTRACT

In this study, totally 1600 individuals were collected by trawl fishery operating on Samsun offshore between September 2004 and May 2006. Total length of samples ranged from 5.9 cm to 22.6 cm. The length-frequency distributions were significantly different between sexes. The Length- weight relation was defined by the equation of $W = 0,07 L^{3,15}$ and has no significant difference between males and females.

Ages obtained from otolith readings were ranged from 0+ and VI years. Otolith readings were based on two different criteria which were named as ‘biological age’ and ‘observed age’. Furthermore mean age, reader agreement (%) , average percent error (%), and coefficient of variation (%) were estimated for ageing precision.

The relationships between otolith dimensions (otolith length, otolith width and otolith weight)-total length and otolith dimensions-weight were investigated separately for sexes and all relations were determined as curvilinear. The relations between otolith dimensions and age were defined by linear regression equations. The timing of annulus formation was determined by means of marginal increment analysis and it is revealed that a single opaque and a single hyaline zone were deposited on otoliths throughout a year. Moreover, otolith growth was investigated by relating the radius measurement of annuli with age.

The growth model was determined by fitting the age data obtained from biological age and observed age to von Bertalanffy growth equation. Von Bertalanffy growth equation was calculated as $L_{\infty} = 25,29 (1 - e^{0,154 (t-1,59)})$ in males and as $L_{\infty} = 39,36 (1 - e^{0,082 (t-1,92)})$ in females. These parameters were compared to the growth parameters derived from length-frequency data analysed by ELEFAN I. Therefore, it is attempted to indicate the level of bias in length-at-age data on the case of application of different methods. Furthermore, the best fitting regression model to the age-length relation was estimated as a polynomial equation.

Key words: Red mullet, *Mullus barbatus ponticus*, Black Sea, Age, Growth, Length-frequency, otolith.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm; çalışmalarımın yönlendirilmesi ve sonuçlandırılmasında büyük emeği geçen, çalışma azmi ve disiplini ile her zaman kendisini örnek aldığım tez danışmanım sayın hocam Yrd. Doç Dr Aysun GÜMÜŞ' e içtenlikle teşekkür ederim.

Her zaman bilgi birikimi ve tecrübelerinden faydalandığımız, öğrencilerinden desteğini esirgemeyen saygıdeğer Prof. Dr. Nazmi POLAT hocama teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince beni maddi, manevi yönden yalnız bırakmayan sevgili eşim Banu Başak SÜER' e, desteklerini hep hissettiğim aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ	1
1.1. <i>Mullus barbatus ponticus</i> Hakkında Genel Bilgi ve Çalışmanın Amacı.....	7
2. MATERYAL VE METOT	11
2.1. Örnekleme.....	11
2.2. Boy ve Ağırlık Ölçümleri.....	12
2.3. Eşey Dağılımı	13
2.4. Boy ve Ağırlık Dağılımları	13
2.5. Boy-Ağırlık İlişkileri	14
2.6. Otolitlerin Yaş Tayinine Hazırlanması ve Otolit Ölçümleri	15
2.7. Otolitlerden Yaş Okuma ve Uyum Analizleri.....	16
2.7.1. Ortalama Yaş Hesabı.....	16
2.7.2. Yaş Hesaplamalarında Uyum, Ortalama Yüzde Hata (OYH) ve Değişim Katsayısı (DK).....	17
2.7.3. Otolitlerin Değerlendirme Kriterleri.....	18
2.7.4. Yaş Kompozisyonu	19
2.7.5. Otolit Boyutu-Total Boy ve Otolit Boyutu-Ağırlık İlişkileri	19
2.7.6. Otolit Boyutu-Yaş İlişkileri	19
2.7.7. Annulus Yarıçapı Ölçümleri	20
2.7.8. Kenar Birikim Analizi (K.B.A.)	20
2.8. Büyüme	21
2.8.1. Otolit Yaşı Verilerinden Elde Edilen Büyüme Parametreleri	21
2.8.2. Boy-Frekans Dağılımından Elde Edilen Büyüme Parametreleri	22
2.8.3. Büyüme Parametrelerinin Karşılaştırılması ve Büyüme Modelinin Belirlenmesi.....	24
3. BULGULAR	25
3.1. Eşey Dağılımı	25
3.2. Boy-Frekans Dağılımı	27

3.3. Ağırlık Dağılımı.....	30
3.4. Boy-Ağırlık İlişkisi.....	33
3.5. Otolitlerden Yaş Okuma ve Uyum Analizleri.....	34
3.5.1. Yaş Halkası Özellikleri.....	34
3.5.2. Otolit Yaşı Okumalarında Uyum, Ortalama Yüzde Hata ve Değişim Katsayısı Hesaplamaları	38
3.5.3. Yaş Kompozisyonu	39
3.5.4. Otolit Boyutları	42
3.5.5. Otolit Boyutu-Total Boy ve Otolit Boyutu-Ağırlık İlişkileri.....	44
3.5.6. Otolit Boyutu-Yaş İlişkileri.....	47
3.5.7. Annulus Yarıçapı Ölçümleri.....	49
3.5.8. Kenar Birikim Analizi (K.B.A.)	51
3.6. Büyüme.....	53
3.6.1. Total Boy ve Ağırlık Değerlerinin Yaş Gruplarına Göre Tanımlayıcı İstatistikleri	53
3.6.2. Balık ve Otolit Büyümesi.....	56
3.6.3. Otolit Yaşı Verilerinden Elde Edilen Büyüme Parametreleri.....	61
3.6.4. Boy-Frekans Verilerinden Elde Edilen Büyüme Parametreleri.....	66
3.6.5. Büyüme Modellerinin Karşılaştırılması.....	68
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	72
4.1. Eşey Dağılımı.....	72
4.2. Boy-Frekans Dağılımı.....	73
4.3. Ağırlık Dağılımı.....	74
4.4. Boy-Ağırlık İlişkisi.....	74
4.5. Otolitlerden Yaş Okuma ve Uyum Analizleri.....	76
4.5.1. Yaş Halkası Özellikleri.....	76
4.5.2. Okuyucu Uyumu.....	76
4.5.3. Yaş Kompozisyonu.....	77
4.5.4. Otolit Boyutu-Total Boy ve Otolit Boyutu-Yaş İlişkileri.....	78
4.5.5. Halka Yarıçapı ve Annulus Oluşum Periyodu.....	80
4.6. Büyüme.....	81

4.6.1. Yaş Boy Değerleri	81
4.6.2. Von Bertalanffy Büyüme Parametreleri	83
4.6.3. Büyüme Parametrelerinin Karşılaştırılması	84
5. KAYNAKLAR.....	85
6. EKLER.....	94
7. ÖZGEÇMİŞ	99

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Yaş tespiti kriterlerinin güvenilirlik düzeyi	5
Şekil 2.1. Barbunya balığının örnekleme alanı	11
Şekil 2.2. Barbunya balığı (<i>Mullus barbatus ponticus</i> , Essipov, 1927)	12
Şekil 2.3. Otolit boyutu ve halka yarıçapı ölçümlerinin yapıldığı otolit eksenleri (proksimal yüzeyden)	15
Şekil 2.4. ELEFAN I uygulamasında yıl sınıfları belirlenirken boy-frekans dağılımının değerlendirilmesi	23
Şekil 3.1. 2004-2006 yılları arasında örneklenen barbunya balıklarının aylık ve yıllık eşeyssel dağılımı	26
Şekil 3.2. 2004-2006 yılları arasında örneklenen barbunya balıklarının boy-frekans dağılımı	29
Şekil 3.3. 2004-2006 yılları arasında örneklenen barbunya balıklarının ağırlık-frekans dağılımı	32
Şekil 3.4. Barbunya balığı bireylerinde total boy-ağırlık ilişkisi	33
Şekil 3.5. En küçük ve en büyük yaş gruplarına ait otolitlerde merkez nokta (primordium) ve ilk yaş halkasının gözlenmesi	34
Şekil 3.6. Barbunya balığı otolitlerinde ilk yaş halkası içerisindeki yalancı halka oluşumu	35
Şekil 3.7. Barbunya balığı otolitlerinde yalancı halka oluşumu	36
Şekil 3.8. Barbunya balığı otolitlerinde vateritik birikim	37
Şekil 3.9. (A) Mart 2005, (B) Aralık 2005 aylarında yakalanan barbunya balığı otoliti	39
Şekil 3.10. Barbunya balığı bireylerinde otolit okumalarından elde edilen yaş kompozisyonu	41
Şekil 3.11. Barbunya balığı bireylerinde (N=1475) otolit boyutu-total boy ilişkileri	45
Şekil 3.12. Barbunya balığı bireylerinde (N=1475) otolit boyutu-ağırlık ilişkileri	46
Şekil 3.13. Barbunya balığı bireylerinde (N=1475) otolit boyutu-yaş ilişkileri	48

Şekil 3.14. Her bir yaş grubunda otolit kenarında tamamlanan son annulusu izleyen kenar birikiminin aylara göre değişimi	51
Şekil 3.15. Barbunya balığı otolitlerinde aylara göre opak ve hiyalin kenar birikim yüzdesi	52
Şekil 3.16. Barbunya balığı bireylerinde 1 Ocak kabulüyle elde edilen otolit yaşı-boy ilişkileri	62
Şekil 3.17. Barbunya balığı bireylerinde gözlenen yaş verilerine göre total boy-yaş ilişkileri	65
Şekil 3.18. Barbunya balığı bireylerinde boy-frekans dağılımında yıl sınıflarının izlenmesi	67
Şekil 3.19. Farklı metotlarla hesaplanan von Bertalanffy büyüme eğrileri (VBBE)	70
Şekil 3.20. Barbunya balığı bireylerinde total boy-yaş ilişkisini gösteren polinomial regresyon eğrisi	71

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3.1. 2004-2006 yılları arasında örneklenen barbunya balıklarının boy-frekans dağılımı	27
Çizelge 3.2. Otolitlerde iki okuyucunun yaş verilerinin karşılaştırılması	38
Çizelge 3.3. Barbunya bireylerinde yaş grupları	40
Çizelge 3.4. Barbunya balıklarının eşeylere göre her yaş grubu için belirlenen otolit boyu (OB) tanımlayıcı istatistikleri	42
Çizelge 3.5. Barbunya balıklarının eşeylere göre her yaş grubu için belirlenen otolit genişliği (OG) tanımlayıcı istatistikleri	43
Çizelge 3.6. Barbunya balıklarının eşeylere göre her yaş grubu için belirlenen otolit ağırlığı (OA) tanımlayıcı istatistikleri	43
Çizelge 3.7. Barbunya balığı örneklerinde otolit boyutları ile total boy ve ağırlık arasındaki ilişki parametreleri	44
Çizelge 3.8. Barbunya balığı örneklerinde otolit boyutları ile ortalama yaş arasındaki ilişki parametreleri	47
Çizelge 3.9. Barbunya balığı örneklerinde her bir yaş grubu için ortalama yaş halkası yarıçap uzunlukları	50
Çizelge 3.10. Barbunya balığı örneklerinde yaşa bağlı total boy (cm) ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri	54
Çizelge 3.11. Barbunya balığı örneklerinde yaşa bağlı ağırlık (g) ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri	55
Çizelge 3.12. Barbunya balığının erkek ve dişi bireylerinde her bir yaş grubu için hesaplanan ortalama total boy (cm) değerlerinin karşılaştırılması	56
Çizelge 3.13. Barbunya balığının erkek ve dişi bireylerinde her bir yaş grubu için hesaplanan ortalama ağırlık (g) değerlerinin karşılaştırılması	57
Çizelge 3.14. Barbunya balığının erkek ve dişi bireylerinde her bir yaş grubu için hesaplanan ortalama otolit boyu (mm) değerlerinin karşılaştırılması	58
Çizelge 3.15. Barbunya balığının erkek ve dişi bireylerinde her bir yaş grubu için hesaplanan ortalama otolit genişliği (mm) değerlerinin karşılaştırılması ..	59
Çizelge 3.16. Barbunya balığının erkek ve dişi bireylerinde her bir yaş grubu için hesaplanan ortalama otolit ağırlığı (mg) değerlerinin karşılaştırılması	60

Çizelge 3.17. Barbunya balığında otolit okumalarından elde edilen yaş-boy anahtarı	63
Çizelge 3.18. Farklı metotlarla hesaplanan von Bertalanffy büyüme parametrelerinden elde edilen total boy değerleri	68
Çizelge 4.1. Barbunya balığı ile yapılan çalışmalardan elde edilen eşey oranları	72
Çizelge 4.2. Barbunya balığı ile yapılan çalışmalardan hesaplanan boy-ağırlık ilişkisi değerleri	75
Çizelge 4.3. Barbunya balığı ile yapılan çalışmalardan hesaplanan ortalama yaş-boy değerleri	82
Çizelge 4.4. Barbunya balığı ile yapılan çalışmalardan hesaplanan von Bertalanffy denklem sabit ve katsayıları	83

KISALTMALAR LİSTESİ

J	Jüvenil (Henüz eşeyssel olgunluğa erişmemiş genç birey)
E	Erkek
D	Dişi
E+D	Erkek+Dişi
TB	Total Boy
ÇB	Çatal Boy
A	Balık Ağırlığı
OB	Otolit Boyu
OG	Otolit Genişliği
OA	Otolit Ağırlığı
r_n	Halka Yarıçapı
KBA	Kenar Birikim Analizi
DK	Değişim Katsayısı (Varyasyon Katsayısı) (CV: Coefficient of Variation)
OYH	Ortalama Yüzde Hata İndeksi (APE: Average Percent Error)
L_t	t Yaşındaki Total Boy
L_∞	Asimptotik Boy
K	Büyüme Katsayısı
t	Yaş
t_0	Sıfır Boydaki Teorik Yaş
VBBE	<u>V</u> on <u>B</u> ertalanffy <u>B</u> üyüme <u>E</u> ğrisi
FISAT II	<u>F</u> ish <u>S</u> tock <u>A</u> ssessment <u>T</u> ools (Program)
ELEFAN I	<u>E</u> lectronic <u>L</u> ength <u>F</u> requency <u>A</u> nalysıs (Program)
SPSS 15.0	<u>S</u> tatistical <u>P</u> ackages of <u>S</u> ocial <u>S</u> ciensis (Program)

1. GİRİŞ

Ülkemiz ve Karadeniz ekonomisi için vazgeçilmez bir unsur olan balık türleri, günümüzde etkili bir stok idaresine ihtiyaç duymaktadır. Stoklar hakkında yeterli bilgi bulunmaması, elde edilebilecek en yüksek verimi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumun düzeltilmesi, stoklar ile ilgili biyolojik verilerin elde edilmesi ve bu verilerin doğru bir şekilde analiz edilerek etkili bir üretim ve koruma politikasının oluşturulması ile mümkün olacaktır. Bu nedenle balıkların biyolojik özellikleri, yaş, büyüme karakteri, üreme faaliyetleri ve en küçük av büyüklüğü gibi avcılığı yönlendirilecek bilgilere ihtiyaç vardır.

Yaş tayini bu bilgilerin elde edilmesinde ilk ve en önemli adımlardan biridir. Yaş tayini ile bir balık popülasyonunda balıkların ömür uzunluklarını, eşeyssel olgunluk yaşı ve boyunu, popülasyonun yaş kompozisyonunu, yaşla birlikte yumurtlama zamanı ve süresinin değişip değişmediğini, yaş gruplarındaki ortalama boy ve ağırlıklarını, popülasyondaki yaşama ve ölüm oranlarını ve yıl sınıfı analizlerini tespit etmek mümkündür (Erkoyuncu, 1995).

Balıklarda büyüme, yaşı bir fonksiyonu olarak gerçekleşir. Dolayısıyla yaş bilgilerinin en az hata ile belirlenmesi popülasyon dinamiği hesaplamada en hassas ve can alıcı noktalarından biridir (Gümüş ve Polat, 1996). Yaş tayini sırasında yapılacak hatalar popülasyon ile ilgili hesaplarda sapmalara ve dolayısıyla stok idaresinde bazen telafisi çok zor olabilecek kayıplara yol açacaktır. Bu aşamada ortaya çıkan en büyük zorluk standart bir yaş belirleme yöntemi olmamasıdır. Her bir tür ve türün farklı bölgelerde dağılım gösteren stokları için güvenilir yaş belirleme metodu farklılıklar gösterebilmektedir. Hatta bu durum aynı stoktaki farklı yaş gruplarına ve eşeye göre bile farklı olabilmektedir. Bu yüzden yaş tayini çalışmalarında türe özgü büyüme özelliklerinin belirlenerek yaş tayini metodunun güvenilirliğinin sınanması gerekir.

Yaş tespitinde uygulanan en eski yöntemlerden biri boy-frekans analizidir. Bu metod, Peterson metodu olarak da bilinir. Balıkların boy dağılımlarının farklı yaş gruplarında farklı mod değerlerine sahip olacağını kabul eden ve bu mod değerlerinin birbirinden ayrılmasına dayanan bir hesaplama yöntemidir. Örneklerin boy-frekans dağılımını gösteren grafik hazırlandığında birden fazla sayıda beliren tepe değerler,

stokta bulunan ardışık yıl sınıflarına işaret eder. Böylece dolaylı olarak stoğun yaş kompozisyonu ortaya çıkmış olur.

Doğal bir yaş belirleme yöntemi olması nedeniyle son derece kolay ve kullanışlı olan bu metotta bazı sınırlamalar söz konusudur.

1) Metot ancak kısa ömürlü ve hızlı büyüyen türler için kullanılabilir. Çünkü grafikte oluşan tepe noktaları 4-5 yaşa kadar belirleyicidir. Giderek azalan frekansla birlikte grafikteki tepe noktaları birbirine girerek yıl sınıflarının tespitini imkansız hale getirmektedir. Bu yüzden bu metot uzun ömürlü balıkların yaş belirlenmesinde kullanılmaz.

2) Örnekleme yapılırken örneklerin aynı stoktan stoğu temsil edecek sayıda, herhangi bir seçim yapılmadan rasgele ve periyodik olarak alınmasına dikkat edilmelidir. Çünkü aynı türün farklı stoklarının büyüme oranı bulundukları habitat farklılığına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. İyi beslenen bir stoktaki bireyin boyu ile az beslenen stoktaki bir bireyin boyu farklı olacaktır. Bu da oluşturulan grafikte sapmalara neden olur ki metodun güvenilirliğini azaltır.

Günümüzde en yaygın olarak kullanılan yaş belirleme yöntemi, balıkların kemiksi yapıları üzerindeki yıllık halkaların incelenmesi şeklindeki anatomik yaklaşımdır. Kemiksi yapıların incelenmesinde, büyüme hızındaki mevsimsel değişime bağlı olarak pul, otolit, omur, yüzgeç ışıını, operkül ve suboperkül gibi kemiksi yapılar üzerinde oluşan halkalardan faydalanılır. Bu yöntemin temel prensibi, yapılar üzerinde oluşan halka oluşumlarının oluşum zamanı ve periyodisitesinin belirlenmesidir. Her kemiksi yapı belli bir türün yaş tayini için uygun ve güvenilir olmayabilir. Bu durumda karşılaştırma esastır ve bu karşılaştırmanın belli bazı kriterler kullanılarak yapılması gerekir. Karşılaştırma yapı bakımından yapılabileceği gibi birden fazla yaş okuyucusunun sonuçlarının karşılaştırılması şeklinde de olabilir. Bu nedenle, kemiksi yapılar üzerindeki annulusların değerlendirilmesi ile yapılan yaş belirleme işleminde ilk olarak uygun yapının belirlenmesi ve okuma-okuyucu uyum çalışmalarının gerçekleştirilmesi gerekir (Kimura ve ark, 2006; Power ve ark, 2006; Ihde ve Chittenden, 2002, Gillanders ve ark, 1999; Baker ve McComish, 1998; Polat ve Beamish, 1992; Polat ve Dedeman, 1990; Ekingen ve Polat, 1987).

Bu yapılar içinde en çok tercih edilenlerden biri pullardır (Maceina ve Sammons, 2006; Cazorla, 2005; Machias ve ark, 2002; Chung ve Woo, 1999; Horppila

ve Nyberg, 1999; Polat ve ark, 1997). Örneklerden pulların alınışı, incelemeye hazırlanması ve saklanması diğer yapılara göre oldukça kolaydır. Bu pratik kullanım sebebiyle sıkça tercih edilen pul metodunun bazı dezavantajları, son yıllarda bu yapıya duyulan güvenin azalmasına yol açmıştır. Örneğin; üreme, göç, besin kıtlığı ve absorpsiyonlar gibi şartlara bağlı olarak pullardaki yalancı halka oluşumu, yaşlı örneklerde halkaların sıklığı, herhangi bir yaralanma sonucu sonradan oluşan rejenere pullarla yapılan yaş tespiti hatalara neden olabilmektedir (Campana, 2001, Sipe ve Chittenden, 2001).

Günümüzde otolit en sıklıkla kullanılan yapılardan biridir. Embriyonal dönemden itibaren var olduğu için ve herhangi bir tahrip olma ve yenilenme söz konusu olmadığından daha güvenli sonuçlar vermektedir. Her balıkta üç çift halinde bulunan otolitlerden en yaygın olarak kullanılanı sagittadır (Abecasis ve ark, 2008; Bwanika ve ark, 2007; Gregg ve ark, 2006; Beckman 2002; Stuart ve McKillup 2002; Adachi ve ark, 2000). Bununla birlikte asteriskus ve lapillus da bazı araştırmacılar tarafından kullanılmıştır (Silva ve Stewart, 2006; Imai ve ark, 2002; Escot ve Granado-Lorencio, 2001; Francis ve ark, 1999; Morales-nin ve ark, 1999).

Otolitlerin yaş belirleme için hazırlanışı türe göre farklılık gösterebilir. Otolitin şekline ve kalınlığına bağlı olarak halkalar, kuru, yüzeyden ve bütün olarak incelenebileceği gibi (Sipe ve Chittenden, 2001) kesit alarak, alkolde ve gliserinde bekleterek, kalın otolitlerde ortadan kırma, kesit alma, yakma ve cilalama tekniği kullanılarak da incelenebilir (Gregg ve ark, 2006; Kamukuru ve ark, 2005; Beckman, 2002, Polat ve Gümüş, 1996).

Pul ve otolite alternatif olarak bazı türlerin yaşı belirlenirken dorsal, pektoral veya anal yüzgeçten alınan kesitler kullanılabilir (Maceina ve Sammons, 2006; Nanami ve Takegaki, 2005; Lessa ve Duarte-Neto, 2004; Mills ve Chalanchuk, 2004; Bernardes 2002; Ihde ve Chittenden, 2002; Polat ve Kukul, 1995a; Polat 1987). Özellikle yaşlı balıkların yaş tespitinde güvenilir bir metottur. Ancak birçok balıkta ışınlar yeterince kemikleşmemiş ve kesit almaya uygun olmayabilir.

Yaş belirleme işleminde kullanılan diğer bir yapı olan omur birçok araştırmacı tarafından güvenilir bulunmuştur. Omurlar incelenirken önce temizleme ve kurutma işlemine tabi tutulduklarından çoğu zaman göz ardı edilirler. Ancak birçok türde oldukça güvenilir bulunan omurlar, sadece kemikli balıklar için değil kıkırdaklı

balıkların yaş tespitinde de kullanılan yapılar olmuştur. (Polat ve Işık, 1995; Polat ve Dedeman, 1990)

Bunların dışında operkül ve suboperkül kemiklerinden, frontal, lakrimal, kleithrum, hipural, urostil, korakoid, dermatoid, metapterygoit gibi farklı kemiksi yapılardan da yaş belirleme işlemi yapmak mümkündür. Ayrıca göz merceği kullanılarak yapılan yaş belirleme çalışmaları da mevcuttur. (Sharma ve Borgstrom, 2007; Jackson ve ark, 2007; Brenden ve ark, 2006; Pazira ve ark, 2005; Horppila ve Nyberg, 1999; Baker ve McComish, 1998; Raitaniemi ve Heikinheimo, 1998; Siezen, 1989; Rahman ve Moghraby, 1984)

Karşılaştırma yoluyla elde edilen yaş verilerinin güvenilirliğini arttırmak için çeşitli yöntemler uygulanır. Bunlar doğrulama ve uyum değerlendirmesi çalışmalarıdır.

Doğrulama, belirlenen yaşın gerçek yaşa ne kadar yakın olduğunu ifade eder. İlk akla gelen doğrulama metodu, yaşı bilinen balıkları markalama ve tekrar tutmadır. Metot, havuz ve akvaryum gibi kontrollü bir ortamda ya da göl, gölet gibi sınırlı alanlardaki bireylerin periyodik olarak yakalanıp markalanması ve ölçülmesi esasına dayanır. Markalama işlemi türün de özellikleri dikkate alınarak farklı şekillerde uygulanır. Küçük örneklerde sırt yüzgecindeki birkaç iğnenin kesilmesi, solungacın işaretlenmesi, damgalama veya boyama ile markalama işlemi yapılabilir. Daha büyük örneklerde dayanıklı etiketlerin vücuda tutturulması ile uygulanır. Diğer yandan günümüzde elektronik etiketler ve vücuda enjekte edilen kimyasal iz elementler ile de markalama işlemleri yapılmaktadır.

Markalama işlemi ile balığın büyüme hızı, populasyonun yoğunluğu, yeni yıl katılımı, göç ve göç yolları gibi önemli bilgilere ulaşılabilir. Elde edilen veriler kesin olup son derece tutarlı sonuçlar verir. Ancak markalama işlemi sırasında balık strese girebilir. Bu durum balığın büyüme hızını değiştirerek doğru sonuç alınmasını engelleyebilir. Bunun için mümkün olduğunca fazla örnekle çalışmak gerekir. Fazla örnek ise daha çok zaman ve maliyet gerektirir ki bu da metodun uygulanabilirliğini etkiler. Bu metot daha çok diğer metotların doğruluğunun kontrol edilmesinde kullanılır.

Güvenirliği arttırma yollarından biri de yıllık halka karakterinin oluşum zamanı ve periyodisitesinin belirlenebilmesidir. Şayet doğrulama yapma imkanı yoksa kemiksi yapılara ait örnekleme tam bir yıl esas alınarak, düzenli olarak her ay yapıldığı taktirde,

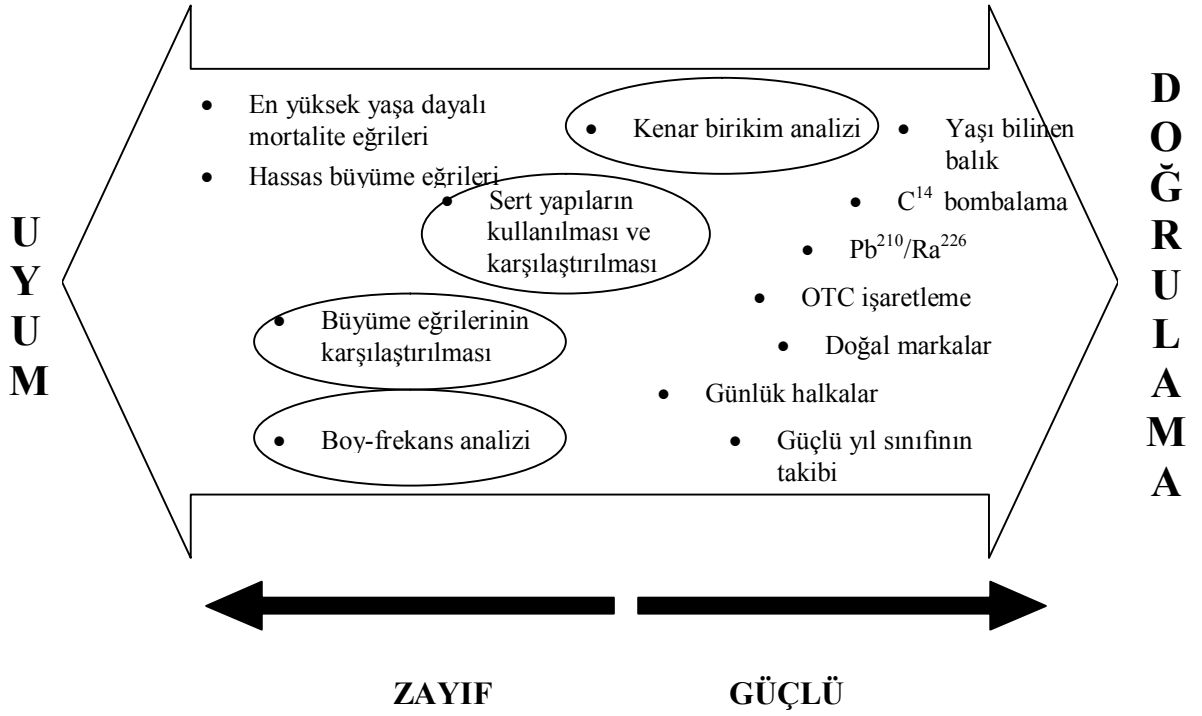
kemiksi veya kalsifiye yapıların kenar kısmındaki opak yada hiyalin halkanın değişiminden, annulus oluşum zamanı gösterilir ve yılda sadece tek bir halkanın olduğu ispatlanabilir. Kenar Birikim Analizi (KBA) adı verilen bu yöntem birçok araştırmacı (Peres ve Haimovici, 2004; Pajuelo ve ark, 2003; Sarre ve Potter, 2000; Adachi ve ark, 2000) tarafından yaş verilerinin güvenilirliğini arttırmak için kullanılsa da, gerçek bir doğrulama metodu değildir.

Uyum ise aynı sonuçların tekrarlanabilme derecesidir. Buna göre yaş belirleme tek kişi tarafından yapılıyorsa en az üç kez ve farklı zamanlarda okuma yapılmalıdır. Yapılan okumaların uyum derecesi belirlenmelidir. Birden fazla okuyucu varsa, tekrarlı okumaların karşılaştırılması yapılan çalışmanın güvenilirliğini arttıracaktır (Beckman, 2002; Sipe ve Chittenden, 2001; Eklund ve ark, 2000; Maartens ve ark, 1999; Raitaniemi ve ark, 1998; Polat ve Kukul (Gümüş), 1995b). Ancak uyum tek başına yeterli değildir. Her bir yapı ve okuyucu kombinasyonu için ortalama yüzde hata (Average Percent Error =APE) (Peres ve Haimovici, 2004; Lessa ve Duarte-Neto, 2004; Pajuelo ve ark, 2003) indeksi ve değişim katsayısı (Coefficient of variation =CV) (Maartens ve ark, 1999; Baker ve McComish, 1998) hesaplanmalıdır. 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.

Güvenilir bir yaş tespiti çalışmasında yüksek okuyucu uyumu ilk aranılan şartlar olmakla birlikte bu tür tespitlerde doğrulama analizlerinden uygun olanların da yürütülmesi gerekir. Şekil 1.1' de yaş tespiti çalışmalarında kullanılan uyum ve doğrulama metotlarının güvenilirlik düzeyleri şematize edilmiştir (Kimura ve ark, 2006). Elips içersinde şematize edilen kriterler, bu çalışmanın temel metodolojisini oluşturmaktadır.

Bu çalışmada da uyum analizleri ile birlikte yaş verilerinin güvenilirliğini arttıracak aşağıdaki uygulamalara yer verilmiştir. Bunlar,

- 1) Kenar birikim analizi ile yılda tek bir yaş halkası oluşturduğunun ispatı,
- 2) Yıllık halkanın oluşum zamanı,
- 3) Otolit okumalarında elde edilen yaş verilerinin, boy-frekans analizinde elde edilen verilerle karşılaştırılması,
- 4) Her iki metottan (otolit ve boy-frekans) elde edilen büyüme parametrelerinin karşılaştırılmasıdır.



Şekil 1.1. Yaş tespiti kriterlerinin güvenilirlik düzeyi (Kimura ve ark, 2006). Yaş hesaplamalarında uyum ve doğrulama arasındaki süreklilik bazında belli bir tür için kullanılan yaş tespiti kriterlerinin güvenilirlik düzeyi (Elips içersinde şematize edilen kriterler, bu çalışmanın temel metodolojisini oluşturmaktadır)

1.1. *Mullus barbatus ponticus* Hakkında Genel Bilgi ve Çalışmanın Amacı

Tez konusu olan barbunya balığı *Mullus barbatus ponticus* (Essipov 1927), Mullidae familyasının bir üyesidir. Mullidae tüm dünyada dağılım gösteren önemli bir familyadır. İçerdiği 15 cinsin 3 tanesi Akdeniz’de bulunur. (*Mullus*, *Upeneus*, *Pseudopeneus*). Ülkemizde *Mullus* sp. 2 tür (*M. barbatus* ve *M. surmuletus*) ve bir alttür (*Mullus barbatus ponticus*) ile temsil edilir. *M. barbatus ponticus* Karadeniz ve Azak Denizi’nde dağılım gösterir. Çeşitli morfolojik özellikleri ile *M. barbatus barbatus*’tan ayırt edilebilir. *Upeneus* cinsine ait olan türler (*Upeneus moluccensis*, *Upeneus pori*) Hint Okyanusu kökenli türler olup, Süveyş Kanalı’nın açılması ile Kızıldeniz üzerinden Akdeniz’e girerek doğu bölgelerinden itibaren ülkemiz Akdeniz ve Ege kıyılarında yayılan lesepsiye türlerdir (Torcu ve Mater, 2000).

Barbunya balığı ılık veya sıcak denizlerde genellikle 100-300 m sığ sularda yaşayan dip balıklarıdır. Kıyıların kum-çamur veya tamamen çamur olan kısımlarında dağılım gösterirler. Besinlerini bu alanlardaki kurtçuklar, krustase ve küçük omurgasızlar oluşturur. Suların sıcaklık durumuna göre yıl içinde üreme ve beslenme gibi ihtiyaçlarını karşılamak üzere mevsimsel göç yaparlar (Whitehead ve ark., 1986). Böylece yılın büyük bir bölümünde avlanabilirler. Ayrıca etinin sıkı ve lezzetli olması ekonomik değerini yükseltmektedir. Genellikle dip trol ağı ile avlanmaktadır.

M. barbatus ponticus’ta vücut yanlardan basık, burun kısa, neredeyse diktir. Baş kısmı oldukça kısadır ve toplam uzunluğun yaklaşık % 20’ si kadardır. Çenenin altında iki adet uzantı olup; boyu pektoral yüzgeçten uzun değildir. Operkül dikensizdir. Üst çenede diş bulunmaz. İlk dorsal yüzgeçte 8 diken vardır ve ilki oldukça kısadır. İkinci dorsal yüzgeçte 1 diken ve 7-8 yumuşak ışın vardır. Yan çizgide yaklaşık 31-35 pul bulunur. Vücutta gümüş rengi ağırlıkta olup dorsal yüzgeçlerde ve yan çizgide esmerimsi-kırmızı renkler bulunur. Yüzgeçler genellikle sarı ve renksizdir, leke yoktur. *Mullus barbatus barbatus*’tan maksillanın durumu ve suborbital pulların sayısı ile ayırt edilir. (Maksilla gözün ön kenarına uzanmaz. Göz altına rastlayan suborbital pulların ilk sırası genellikle 4 tanedir). Ayrıca baskın gümüş rengi ile de farklılık gösterir. Uzunluğu 30 cm’ye kadar olabilir ama genellikle 10-20 cm olarak bulunur (Slastanenko, 1956).

Barbunya balıkları Doğu Atlantik’te, Avrupa ve Afrika Kıyıları boyunca, İngiltere adalarından Kanarya Adaları’na, Akdeniz’de ve Karadeniz’de dağılım

göstermektedir. Ülkemiz kıyılarında da dağılım gösteren bu önemli ekonomik tür üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Barbunya balıklarının üremeleri ile ilgili yapılan çalışmalarda (Toğulga, 1977; Metin, 2005) I yaştan birkaç ay geçtikten sonra eşeyssel olgunluğa eriştikleri ve üreme periyodunun Nisan-Ağustos aylarında olduğu rapor edilmiştir. İzmir Körfezi'ndeki stoklarda minimum üreme boyu dişiler için 14,2 cm total boy ve erkeklerde 12,4 cm total boy olarak belirlenmiş, ayrıca ilk üreme yaşının bölgelere göre farklılık gösterebileceği belirtilmiştir (Metin 2005).

Toğulga (1977), İzmir Gülbahçe Körfezi'ndeki trol çalışmaları ile yakalanan barbunya balığının biyolojisini incelemiş ve türün boy-ağırlık ilişkisini, büyüme özelliklerini, beslenme ve üremesi ile ilgili bilgiler vermiştir. Çoral (1988) Ege Denizi'ndeki barbunya balığının biyolojisini ve populasyon dinamiklerini belirlemek üzere 15-24 Ağustos 1987 tarihleri arasında 11 ayrı istasyondan 798 örnek alarak eşey oranlarını, yaş ve boy dağılımlarını incelemiştir. Araştırmasında avlardaki en yoğun grubun 11-15 cm boy arasındaki balıklar olduğunu ve bunların da I-II yaşındaki balıklar olduğunu rapor ederek I yaşındaki balıkların avlanmasının stokları yıprattığını belirtmiştir. Toğulga ve Mater (1992), İzmir Körfezi'nde yaptıkları populasyon dinamiği çalışmasında türün boy dağılımı, eşey kompozisyonu, populasyondaki yaş-boy, yaş-ağırlık ve boy- yaş ilişkisi ile kondüsyon faktörünü belirlemiş ve mevsimsel farklılıkları incelemiştir. Hekimoğlu (1992), Aralık 1991-Mayıs 1992 tarihleri arası İzmir Körfezi'nden alınan 500 barbunya bireyi ile yaptığı çalışmada türün boy-ağırlık, yaş-boy, yaş-ağırlık, beslenme, üreme ve gelişme gibi biyolojik özelliklerini tespit etmiştir. Türeli ve Erdem (1997)' in Adana Yumurtalık ilçesi kıyı bölgesinde 348 barbunya bireyi ile yürüttüğü çalışmada erkek-dişi karışımı örneklerinin 0-IV yaş arasında dağılım gösterdiği, kondisyon değerinin 1.791 ± 0.0206 olduğu ve eşeyssel olgunluğa II. yaştan itibaren ulaştıkları bulunmuştur. Çelik ve Torcu (2000), Ege Denizi' nin kuzeyinde Edremit Körfezi' nde Ekim 1996- Eylül 1997 tarihlerinde aylık olarak yürütülen çalışmalarda 474 bireyin eşey dağılımı, boy ve ağırlıkça büyüme, kondisyon faktörü, beslenme rejimi ve üreme zamanı gibi biyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Kınacıgil ve ark. (2001)' nın İzmir Körfezi' ndeki 10977 barbunya örneği ile yaptığı çalışmada çatal boy-ağırlık, yaş-boy ve yaş-ağırlık ilişkileri, mevsimsel değişimler incelenmiş, populasyonun I-III yaş arasında dağılım gösterdiği, yeni yıl katılımının

Ağustos ayında gerçekleştiği bilgileri verilmiştir. Özbilgin ve ark. (2004) 2002 yılında aylık yürüttükleri örnekleme ile 110891 barbunya balığına ait total boy verileri ile İzmir Körfezi' ndeki barbunya stoklarının populasyon parametrelerini ve ölüm oranlarını araştırmışlardır. Büyüme özelliklerinin tespitinde boy-frekans analizi yöntemi kullanmışlardır. Metin (2005), İzmir Körfezi' ndeki çalışmada türün üreme özelliklerini incelemiş ve ilk üreme boyu, bir defada bırakılan yumurta miktarı-total boy, bir defada bırakılan yumurta miktarı-ağırlık arasındaki ilişkiyi hesaplamıştır. Özvarol ve ark. (2006), Şubat 2002- Ağustos 2003 tarihleri arasında yürüttükleri araştırmalarında Antalya Körfezi' nde yakalanan 368 örnekte eşey ve yaş dağılımını incelemiş ve büyüme parametreleri ile kondüsyon faktörü hesaplamalarını rapor etmişlerdir. Turan (2006), Karadeniz, İzmir Körfezi ve İskenderun Körfezi olmak üzere üç farklı noktadan aldığı örnekler ile Mullidae familyasının ülkemizde dağılım gösteren 4 tür ile bir alt türünü genetik ve morfolojik karakterlerine bakarak filogenetik olarak incelemiş ve *Mullus barbatus* ile *Mullus barbatus ponticus* arasındaki filogenetik ilişkiyi belirlemiştir.

Karadeniz'de ise barbunya balığı çalışmalarına ait ilk güvenilir bilgiler Akşiray (1954) ve Slastanenko (1956)' ya aittir. Slastanenko yaptığı çalışmada türün taksonomisi, dağılımı, beslenme ve daha önceki çalışmalara ait bilgiler sunmuştur. Slastanenko (1956)' ya göre Essipov (1927) Kerç ve Tuzla sahillerinde yaptığı çalışmalarda Karadeniz' deki barbunya balıklarının Akdeniz' deki formlarından farklı olduğunu belirtmiş ve Karadeniz' deki barbunya balıklarını alttür olarak tanımlamıştır.

Karadeniz barbunyasının günümüz stoklarının biyolojik özellikleri ve populasyon dinamiklerini içeren çalışmalarda, Samsun (1990) 1988-1989 av sezonunda Orta Karadeniz'de barbunya balığı stoklarının bazı temel özelliklerini araştırdığı çalışmada, avlanan barbunya balıklarının % 71,79' unun henüz üreme olgunluğuna ulaşmamış I ve II yaşındaki balıklar olduğunu ve avlanan balıkların % 90,93' ünün avlanması yasak balıklardan oluştuğunu rapor etmiştir. Şahin ve Akbulut (1996)' un Doğu Karadeniz sahilinde yürüttükleri çalışmada türün bu bölgedeki stoklarının cinsiyet dağılımı, büyüme özellikleri, kondisyon faktörü ve üreme zamanı gibi biyolojik özellikleri incelenmiştir.

Karadeniz' deki barbunya balıklarının biyolojisi ile ilgili en kapsamlı çalışma olarak Genç (2000)' in 1990-1996 yılları arasında Doğu Karadeniz kıyılarında yürütmüş

olduğu araştırma öne çıkmaktadır. Genç (2000)' in bu çalışması, Karadeniz barbunyası stoklarının biyoekolojik özellikleri ve populasyon dinamiğı üzerine ayrıntılı bilgiler içermektedir. Polat ve ark. (2005) Orta Karadeniz'den alınan barbunya balığı örneklerinde farklı kemiksi yapılarla yaş belirleme işlemi yapılarak en uygun metod araştırması yapmış ve bu çalışmada kırık otolit metodu önerilmiştir. Kalaycı ve ark. (2007)' nın Orta Karadeniz'deki 10 türün uzunluk ağırlık ilişkisinin belirlendiğı çalışmada barbunya balığına ait boy-ağırlık ilişkisi gösteren parametreleri tespit edilmiştir. Demirhan ve Can (2007) Doğu Karadeniz'deki 7 türün boy-ağırlık ilişkisini tespit ettikleri çalışmalarıda barbunya balıklarına ait bilgiler sunmuşlardır.

Barbunya balığı gibi ekonomik değeri oldukça yüksek türler üzerinde biyolojik izleme çalışmalarının yapılması stokların sürdürülebilirliğı açısından oldukça önemlidir. Yapılan çalışmaların sıklığı incelendiğinde ülkemiz sularının tamamında dağılım gösteren barbunya balığı ile ilgili izleme çalışmalarının Karadeniz'de de aynı oranda sürdürülmesi gerekmektedir. Stoklardan etkin bir şekilde yararlanılması ve avcılığın uygun bir şekilde yönlendirilebilmesi için mevcut çalışmaların güncellenmesi gerekmektedir.

Barbunya balığı ile daha önce yapılan yaş tayini ve büyüme özelliklerinin tespiti ile ilgili değişik çalışmalarda uygun yaş belirleme metodu olarak otolit okuma veya boy-frekans yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada *M. barbatus ponticus*' un büyüme özelliklerini en doğru şekilde yansıtacak metodun tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Örnekleme

Bu çalışmada araştırma materyalini oluşturan Karadeniz barbunyası (*Mullus barbatus ponticus*, Essipov, 1927) örnekleri Orta Karadeniz Bölgesi'nde, Samsun ili sınırları içerisinde yer alan (41° 22' Kuzey, 36° 10' Doğu) Kurupelit ile Terme arasında dip trolü avcılığı yapan balıkçılardan elde edilmiştir. Örnekleme dip trolünün serbest olduğu dönemde (15 Eylül 2004 ve 1 Mayıs 2006) iki av sezonu boyunca aylık olarak yürütülmüştür. Her bir av sezonunda 9 ay olmak üzere toplam 18 ayda 1600 adet örnek toplanmıştır. Dip trolünün yasak olduğu Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında örnek alınamamış; ancak gerekli kurumlardan alınan özel izinle Mayıs ayında da örnekleme imkanı bulunmuştur.



Şekil 2.1. Barbunya balığının örnekleme alanı

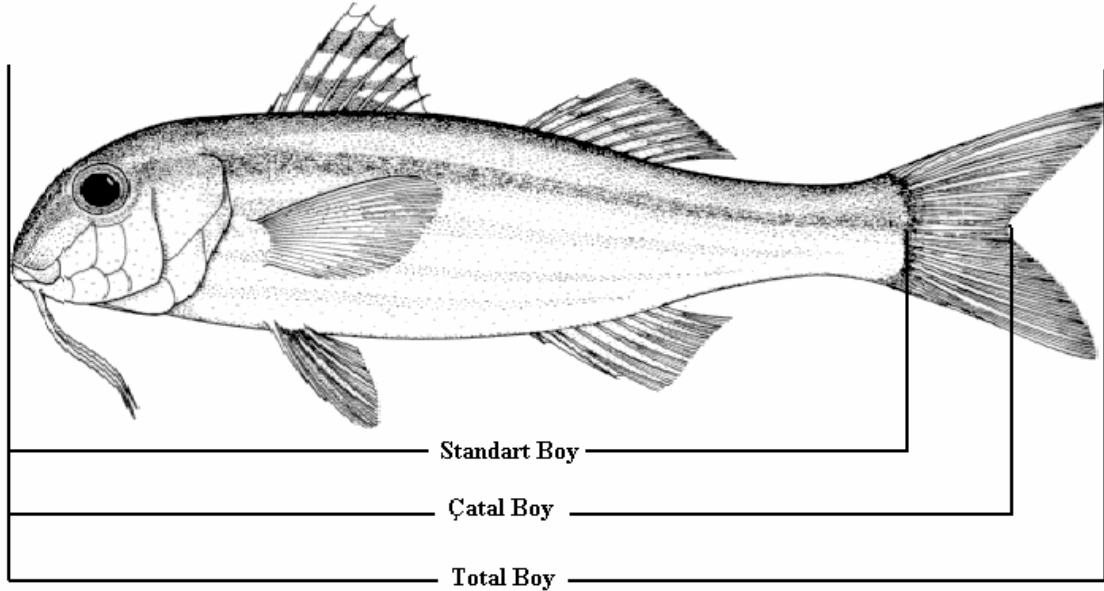
Elde edilen barbunya balığı örnekleri Ondokuzmayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, İhtiyoloji Laboratuvarına getirilmiş araştırma için belirlenen ölçümler alınmıştır. Yapılan ölçümler her bir birey için ayrı ayrı yakalanma yeri, tarihi ve katalog numarası verilerek kaydedilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde ve

istatistik analizlerde SPSS (Statistical Packages of Social Sciensis, version 15.0), MINITAB (version 13.1) ve FISAT II (Fish Stock Assessment Tools) gibi paket programlardan yararlanılmıştır.

2.2. Boy ve Ağırlık Ölçümleri

Boy ölçümleri milimetrik göstergeli ve “L” şeklindeki balık ölçme tahtası kullanılarak yapılmıştır. Bu tür ile ilgili çalışmalarda genellikle total boy ölçümleri alınmış; ancak karşılaştırma yapabilmek amacıyla bu çalışmada total boy ile birlikte çatal ölçümleri de not alınmıştır. Ayrıca total boyun çatal boyla ilişkisi araştırılarak doğrusal regresyon analizi yardımıyla dönüşüm modeli belirlenmeye çalışılmıştır. Total boy, balığın burun ucundan kuyruğun en uç kısmı ölçülerek, çatal boy burun ucundan kuyruk çatalına kadar olan kısım ölçülerek bulunmaktadır. Tüm ölçümler 1 mm hassasiyetle yapılmış ve kaydedilmiştir.

Ağırlık ölçümleri örnekler kurutma kağıdı üzerinde bir süre bekletilerek su ve salgıları temizlendikten sonra 0,1 g. hassasiyetli “Soehnle” marka elektronik terazi kullanılarak tespit edilmiştir.



Şekil 2.2. Barbunya balığı (*Mullus barbatus ponticus*, Essipov,1927)

2.3. Eşey Dağılımı

Eşey tayini gonadların renk ve yapı farklılıklarına bakılarak yapılmıştır. Bunun için balığın karın bölgesi anüsten itibaren göğsüne kadar makasla dikkatlice kesilerek, iç organlar çıkarılmış ve gonadların durumu bir pens ile incelenmiştir. Kırmızı, pembemsi ve yoğun kılcıl damar içeren yapılar ovaryum olarak tanımlanmış, beyaz renkli düz yapı ise testis olarak kabul edilmiştir. Özellikle küçük boydaki örnekler olmak üzere bazı örneklerde bu yapılar gelişmediğinden ayırt edilememiştir. Bu şekildeki henüz eşeyssel olgunluğa erişmemiş bireyler ise juvenil olarak nitelendirilmiştir.

Eşeylerin tespiti yapıldıktan sonra 1600 adet örnekte eşey dağılımı incelenmiştir. İlk olarak örneklemenin yapıldığı üç ardışık takvim yılına denk gelecek şekilde erkek ve dişi birey oranları ayrı ayrı incelenmiştir. Böylece farklı yıllardaki eşey oranları karşılaştırılmıştır. Sonrasında tüm örnekler için genel eşey dağılımı incelenerek populasyonun eşey oranı belirlenmiştir.

2.4. Boy ve Ağırlık Dağılımları

2004-2006 yılları arasında aylık olarak yapılan örnekleme ile alınan 1600 adet Karadeniz barbunyası örneklerinin 1 cm' lik sınıf aralığına göre boy-frekans dağılımları belirlenmiştir. Boy dağılımlarının eşeyler arasında farklı olup olmadığını test etmek için her yıl bazında ve genel olarak erkek ve dişilerin boy dağılımları Kolmogorov-Smirnov iki örneklem testi ($\alpha=0,05$) kullanılarak karşılaştırılmıştır. Her ne kadar eşeyler için ortalama boy, ağırlık ve diğer tanımlayıcı istatistikler hesaplsa da, bu veriler dağılımların karşılaştırılmasında bazen yanıltıcı sonuçlar doğurabilir. Bu yüzden dağılımı bir bütün olarak karşılaştırma imkanı sunan testler kullanılarak önemli farklılık çıkması halinde, her türlü yaş ve büyüme analizinde erkek ve dişiler için ayrı değerlendirme ve hesaplama yapılması amaçlanmıştır.

Veri grubunu tanımak amacıyla örnekleme yapılan her yıl ve toplam örneklem için her iki eşey grubu da dikkate alınarak boy ve ağırlık ölçümlerinde ortalama, standart hata, en küçük ve en büyük değerler olmak üzere temel belirtici istatistikler hesaplanmıştır.

2.5. Boy-Ağırlık İlişkileri

Balık boyu ile ağırlığı arasında fonksiyonel bir ilişki vardır. Diğer bir deyişle balıktaki ağırlık artışı boyun bir kuvveti şeklinde ifade edilmektedir (Ricker, 1975). Total boy ve ağırlık arasındaki ilişki; oldukça yaygın olarak kullanılan;

$$W = aL^b$$

eşitliği ile tespit edilmiştir. Burada;

L = total boy (cm),

W = balık ağırlığı (g)

a = regresyon denkleminin kesişim noktası

b= regresyon denkleminin eğim değeri

olarak tanımlanmıştır.

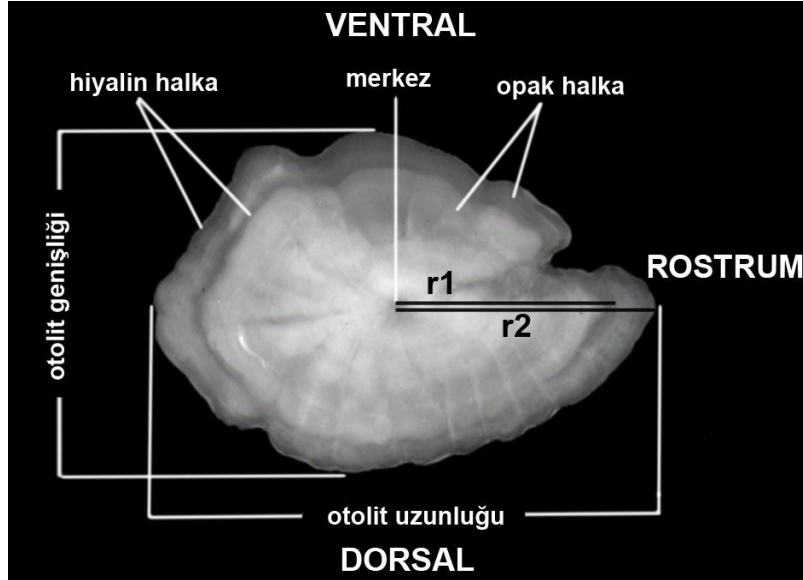
Normal dağılım şartlarını yerine getirmek için boy ve ağırlık değerlerinin logaritmik dönüşümleri yapılmış ve bu ilişkiyi tanımlayan geometrik regresyon modeli belirlenmiştir.

Araştırmada boy-ağırlık ilişkisi, her bir eşey için ayrı ayrı ve genel olarak tespit edilmiştir. Boy-ağırlık ilişkisinin eşeyler arasındaki farklılığı regresyon eğrilerinin kesişim ve eğim değerlerinin karşılaştırılması ile kontrol edilmiştir (ANCOVA, Genel Lineer Model, $\alpha=0,05$).

2.6. Otolitlerin Yaş Tayinine Hazırlanması ve Otolit Ölçümleri

Sagittal otolitleri çıkarmak için baş makasla vücuttan ayrılmış ve dorsalde boyundan gözlere doğru simetrik olarak ikiye kesilmiştir. İnce bir pens ile başın iki tarafında yer alan sağ ve sol otolitler bulundukları yerden çıkarılmıştır. Otolitler, üzerlerindeki doku parçacıklarından temizlendikten sonra boyutları ölçülmek ve yaş tayini yapmak üzere katalog numaralarına göre zarflara yerleştirilmiştir.

Otolitler, alkol dolu siyah çukur bir zemine yerleştirilerek Leica MZ 125 marka stereo mikroskoba bağlı kamera-monitör ve Leica IM50 görüntü analiz programı kullanılarak görüntülenmiş ve boyutları ölçülmüştür. Otolitin merkez noktasından geçmek üzere posterior ve anterior ucu arasındaki mesafe ölçülerek otolit boyu (OB), yine merkezden geçmek kaydıyla dorsal ve ventral uçlar arasındaki mesafe ölçülerek otolit genişliği (OG) kaydedilmiştir (Şekil 2.3). Merkez noktadan rostral uca doğru her bir annulusun (i) yarıçapı (r_i) aynı eksen üzerinde ölçülerek yaş halkası yarıçapları belirlenmiştir. Yaş tespiti halka yarıçapı ölçümünde kullanılan eksen boyunca dizilen opak ve hiyalin halkaların sayılması ile yapılmıştır.



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

Otolit ağırlığı (OA) sağ ve sol olarak ayrı ayrı hassas “Ohaus” marka elektronik terazide 0,1 mg hassasiyetle tartılarak kaydedilmiştir. Daha sonra sağ ve sol otolit ağırlıkları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı eşleştirilmiş iki örneklem t testi ($\alpha=0,05$) ile kontrol edilmiştir.

Otolitler vateritik birikimlerine göre de incelenmiş ve vateritik birikim görülme sıklığı belirlenmiştir. Vateritik birikimin sağ ve sol otolitte oluşma oranları aralarında anlamlı bir farkın bulunup bulunmadığı kikare testi ($\alpha=0,05$) kullanılarak sınanmıştır.

2.7. Otolitlerden Yaş Okuma ve Uyum Analizleri

Mullus barbatus ponticus örneklerinin incelenmesinde siyah-beyaz renk kontrastı tercih edilerek halkaların izlenme kalitesi artırılmıştır. Yaş tespiti yapılırken her hangi bir önyargıyı engellemek için balığın boy ve ağırlık değerlerine başvurulmamış, sadece örnekleme tarihi dikkate alınmıştır.

Otolit okumaları iki okuyucu tarafından bağımsız olarak gerçekleştirilmiş, her bir okuyucu belli aralıklarla üçer okuma elde etmiştir. Tekrarlı okumalar ve okuyucular arasında uyum analizleri yapılmıştır.

2.7.1. Ortalama Yaş Hesabı

Okuyucular ve tekrarlı okumalar arasında herhangi bir aşırı ve düşük yaş tespiti olup olmadığı belirlemek amacıyla ortalama yaş hesaplanmıştır. Her bir okuyucu için ortalama yaş hesabı aşağıda belirtilen eşitlik kullanılarak yapılmıştır (Campana, 1990).

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

X_{kt} = ortalama yaş

n = örnek sayısı

f = tekrar okuma sayısı

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

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

Uyum analizinin amacı gerek her bir okuyucunun kendi tekrarlı okumalarında, gerekse farklı okuyucuların verilerinde aynı değerlendirme kriterlerini kullanıp kullanmadığını sınamaktır. Okuyucu içinde veya okuyucular arasındaki yüksek uyum, yaş halkalarını değerlendirme kriterlerinin benzer olduğuna işaret eder. Bu kriterler:

- Otolit merkezinin şeffaf bir şekilde gözleniyor olduğundan emin olmak
- Merkez etrafında, bireyin stoka katılım esnasında doğal bir işaret olup olmadığının tespiti,
- İlk büyüme zonu (ilk opak bölge) ve ilk annulusun tespiti,
- Yalancı halkaların mevcudiyeti, varsa şekil ve karakterleri, tüm örnekler içerisinde sıklık ve bulunduğu bölge itibariyle bir ortak karaktere sahip olup olmadığı gibi değerlendirmelerdir.

Şayet bu değerlendirmeler tekrarlı okumalarda ya da okuyucular arasında aynı şekilde kullanılıyorsa yüksek uyum elde edilmesi doğal bir sonuçtur.

Mullus barbatus ponticus türünün otolitleri alınan 1475 örneğinde, yapılan üç tekrarlı okuma sonucu her iki okuyucunun elde ettiği otolit yaş ortalamalarından uyum değerlendirmesi yapılmış ve iki okuyucu arasındaki uyum yüzdesi hesaplanmıştır. Yaş verilerinin ortalama yüzde hata hesaplamaları Beamish ve Fournier (1981)' e göre yapılmıştır.

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

N = örnek sayısı

R = tekrarlı okuma sayısı

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

X_j = j. balık için hesaplanan ortalama yaş

1475 balık örneğinin otolitlerinin 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).

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

DK= değişim katsayısı

R = tekrarlı okuma sayısı

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

X_j = j. balığın ortalama yaşı

2.7.3. Otolitlerin Değerlendirme Kriterleri

Otolit yaşları değerlendirilirken, son oluşan yaş halkasına göre bireyin yerleştirildiği yaş grubuna karar vermek için genellikle 1 Ocak tarihi Kuzey Yarım Küredeki balık popülasyonları için ortak doğum günü olarak kabul edilir. Ancak birçok araştırmacı bu kabulü yapmadan, otolitte gözlediği yaş halkası sayısını bireyin yaşı olarak kaydetmektedir. Dolayısıyla ortaya iki farklı kriter çıkmaktadır. Gözlenen yaş ile balığın gerçek yaşı arasında bu kabulden kaynaklanan fark birçok araştırmacının gözünden kaçmaktadır. Bu çalışmanın amacıyla da belirtildiği gibi, bu farklı kabulden kaynaklanan yaş hesabı sapmalarını ölçebilmek için otolit örneklerinde iki tip sayım yapılmıştır.

1) 1 Ocak tarihi esas alınarak sayılan yaş halkasına göre birey ait olduğu yaş grubuna yerleştirilmiş; bu “Biyolojik Yaş” olarak nitelendirilmiştir.

2) 1 Ocak tarihi dikkate alınmadan, kaç annulus sayılıyorsa örnek o yaş grubuna yerleştirilmiş ve bu da “Gözlenen Yaş” olarak nitelendirilmiştir.

2.7.4. Yaş Kompozisyonu

Örneklerin yaş kompozisyonunu çıkarmak üzere her bir yaş grubundaki birey sayısı belirlenmiş ve toplam örnek sayısı içinde bulunma yüzdesi hesaplanmıştır. Böylece baskın yaş grubu ya da gruplarının tespiti sağlanmıştır. Yaş kompozisyonları hem biyolojik yaş, hem de gözlenen yaş için belirlenmiş, aralarındaki farkın önemi Kolmogorov-Smirnov iki örneklem testi ($\alpha=0,05$) ile kontrol edilmiştir. Her iki kabule göre yapılan değerlendirmede ortalama yaş hesaplanarak farklı metodların kullanılması halinde ortaya çıkacak sapmanın boyutu tahmin edilmiştir.

2.7.5. Otolit Boyutu-Total Boy ve Otolit Boyutu-Ağırlık İlişkileri

Otolitin boyutları (OB, OG, OA) doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon teknikleri kullanılarak total boy ile ilişkilendirilmiştir. Benzer şekilde, OB, OG ve OA ile ağırlık arasındaki ilişki doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon analizi ile tespit edilmiş, değişkenler arasındaki ilişkiyi en iyi temsil eden model belirlenmiştir. Elde edilen ilişki tipleri, denklem sabitleri (kesişim ve eğim), ilişkinin kuvvetini gösteren korelasyon katsayıları ve ilişkinin tutarlılığını gösteren P değerleri hesaplanmıştır.

2.7.6. Otolit Boyutu-Yaş İlişkileri

Her bir yaş grubunda OB, OG ve OA' na dair ortalama ve standart hata değeri hesaplanmıştır. Hesaplamalar ilk olarak eşeyler için ayrı ayrı yapılmış ve ortalamaların yaş grupları içinde eşeyler arasında farklılık gösterip göstermediği bağımsız iki örneklem t testi ($\alpha=0,05$) ile kontrol edilmiştir. Ayrıca tüm örnekleri içeren genel ortalama hesabı da yapılmıştır.

Otolit boyutları (OB, OG, OA) doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon teknikleri kullanılarak yaş ile ilişkilendirilmiş ve değişkenler arasındaki ilişkiyi en iyi temsil eden eşitlik belirlenmiştir. Elde edilen ilişki tipleri, denklem sabitleri (kesişim ve

eğim), ilişkinin kuvvetini gösteren korelasyon katsayıları ve ilişkinin tutarlılığını gösteren P değerleri hesaplanmıştır.

2.7.7. Annulus Yarıçapı Ölçümleri

Barbunya balığı otolitlerinde, 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_3 , IV yaş grubu için r_1 - r_4 , V yaş grubu için r_1 - r_5 , VI yaş grubu için de r_1 - r_6 olarak ölçülmüş ve yarıçap ortalamaları ve standart hata değerleri hesaplanmıştır. 0+ yaş grubu için henüz tam bir annulus oluşmadığından herhangi bir değerlendirme yapılmamıştır.

Yarıçap ortalamaları hesaplanırken her bir yaş grubunun r_n değerleri ayrı ayrı verilmiştir. Bunun nedeni her bir yaş grubunda elde edilen r_n değerlerinin normal dağılıma uyup uymadığını test etmektir. Bu amaçla her bir yaş için hesaplanan yarıçap ortalaması değerleri Shapiro-Wilkinson Normalite testine tabi tutulmuştur ve ölçülen r_n yarıçapları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı incelenmiştir.

2.7.8 Kenar Birikim Analizi (K.B.A.)

Otolitte tanımlanan son annulusu izleyen ilave birikim ölçülmüş ve ardışık aylar için ortalama kenar birikim değeri hesaplanmıştır. Böylece kenar birikiminin yıl içerisindeki değişimi izlenmiştir.

Otolitler en dış kenardaki halkanın karakterine göre de değerlendirilmiştir. Kenarlardaki birikimin opak veya hiyalin oluşu kaydedilmiş ve aylık olarak bulunma yüzdesi hesaplanmıştır. Bu uygulamanın amacı, türün bir yıl içerisinde tek bir annulus oluşturduğunu ispat etmek ve annulus oluşum periyodunu belirlemektir. Elde edilen veriler ile aylar bazında otolit örneklerinin yüzde kaçının opak ve hiyalin olduğu tespit edilmiştir. Eğer balık yılda bir kez annulus oluşturuyorsa opak veya hiyalin halkalar yalnız bir kez maksimum değere ulaşabilir. Buna göre opak halka oranındaki artış veya maksimum olduğu dönem balığın büyüme periyodunda olduğunu gösterir. Diğer yandan hiyalin halka oranındaki artış veya maksimum olduğu dönem yaş halkasının tamamlandığı yani annulus oluşum dönemidir.

2.8. Büyüme

2.8.1. Otolit Yaşı Verilerinden Elde Edilen Büyüme Parametreleri

Barbunya balığı bireylerinin otolit yaşı verilerinden büyüme özelliklerini incelemek üzere iki farklı metot kullanılmıştır. Öncelikle 1 Ocak kabulü ile yapılan okumalardan elde edilen veriler ile barbunya balığının büyüme özellikleri ortaya koyulmuş ve büyüme parametreleri hesaplanmıştır. Daha sonra örneğin yakalandığı andaki gözlenen yaş verilerine bağlı olarak büyüme özellikleri incelenmiş ve büyüme parametreleri hesaplanmıştır. Her iki hesaplamadan elde edilen veriler karşılaştırılmıştır.

Barbunya örneklerinin büyüme özellikleri incelemek üzere her yaş grubu için total boy, ağırlık, otolit boyu, otolit genişliği ve otolit ağırlığı ölçümlerinin belirtici istatistik değerleri hesaplanmıştır. Değerlerin eşeyler arasında anlamlı fark gösterip göstermediği bağımsız iki örneklem t testi ile kontrol edilmiştir. T testi uygulamasından önce gruplara varyans türdeşliği testi (Levene testi) tatbik edilerek eş ya da farklı varyansa sahip olup olmadıkları belirlenmiş ve hipotez kabulü buna göre yapılmıştır. Bu şekilde erkekler ve dişilerin büyüme özellikleri karşılaştırılmış, ayrıca tüm örnekler için genel değerlendirme yapılmıştır.

Erkek ve dişi bireyler için yaş-boy anahtarları hazırlanmıştır. Boy dağılımı 1,0 cm' lik sınıf aralığı kullanılarak hazırlanmıştır.

Otolit okumalarından elde edilen yaş-total boy değerleri kullanılarak, erkek, dişi ve genel olarak üzere büyüme parametreleri von Bertalanffy büyüme denklemi yardımıyla tahmin edilmiştir (Ricker, 1975).

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

Burada;

L_t = t yaşındaki total boy

L_{∞} = asimptotik boy

K = büyüme katsayısı

t = yaş

t_0 = sıfır boydaki teorik yaş

değeridir.

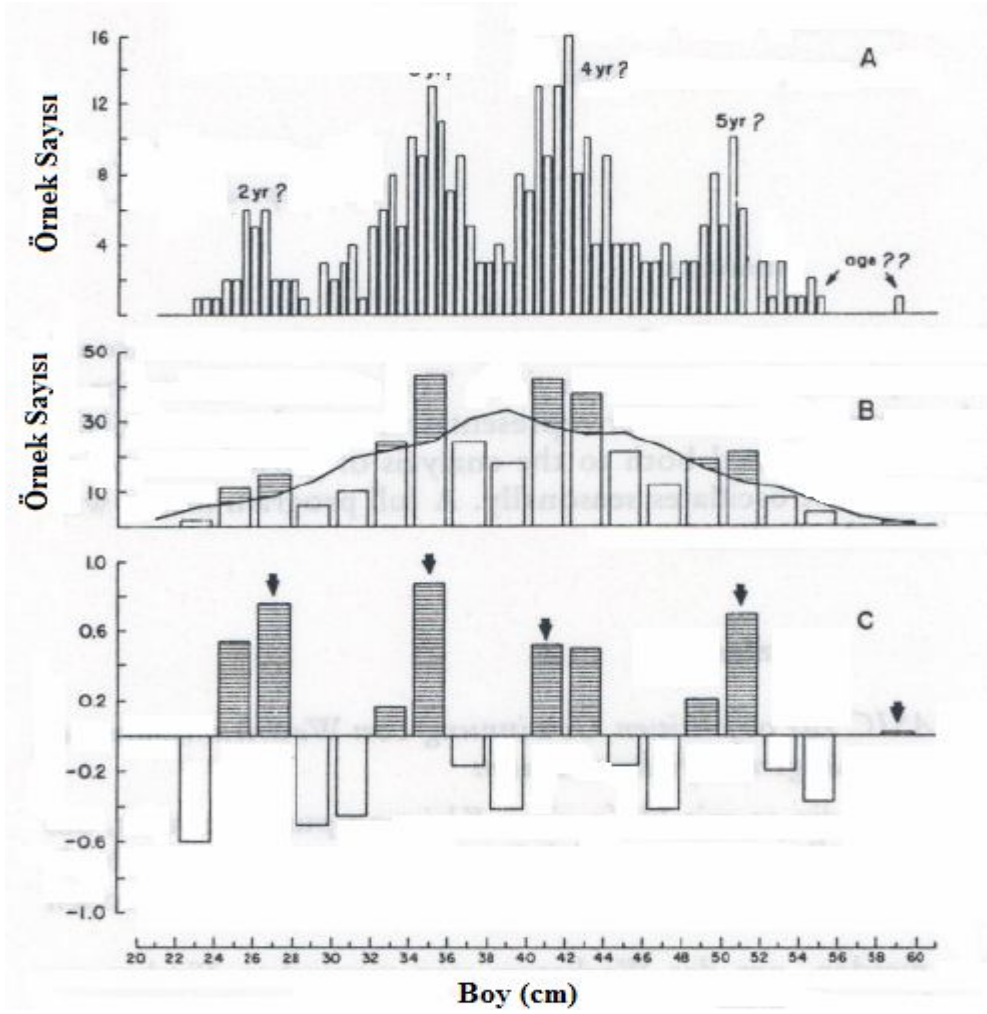
Bu hesaplamada kullanılan yaş verileri 1 Ocak kabulü yapılarak tespit edilen biyolojik yaş değerleridir. Gözlenen yaş değerlerini kullanarak büyüme parametrelerini hesaplamak için ise FISAT II programı kullanılmıştır. Balığın doğum tarihi 30 Temmuz olarak kabul edilip yaş değerleri ay cinsinden ele alınmış, böylece bir yıl için tek bir yaş grubu yerine yıl içindeki değişimi hesaba katan yaş-boy verileri kullanılmıştır. Bu metotla elde edilen büyüme parametreleri, biyolojik yaş ile hesaplanan yaş-boy verilerinden elde edilen büyüme parametreleri ile karşılaştırılmıştır.

2.8.2. Boy-Frekans Dağılımından Elde Edilen Büyüme Parametreleri

Boy-frekans dağılımından büyüme parametrelerinin elde edilmesinde bilgisayar tabanlı ELEFAN I (Electronic Length Frequency Aalysis) programı kullanılmıştır (Pauly ve David, 1981). Bu program zaman içerisinde sıralı olarak düzenlenen boy-frekans örneklerinden büyüme eğrilerinin izlenmesine imkan verir. Örneklem popülasyonu temsil eder nitelikte ise bu metotla objektif büyüme parametreleri elde edilebilir. Bu metot hem tropik balık stokları hem de mevsimsel dalgalanma gösteren ılıman bölge stokları için uygundur.

Çok sayıda eleştiri almasına rağmen boy-frekans analizi metodu çoğu zaman anatomik yapılar ve markalama çalışmalarından daha geniş uygulama alanı bulmuştur. Bunun temel sebebi, veri toplama ve analizin diğer iki metottan çok daha kolay olmasıdır.

Boy-frekans analizi metodunun kökeni hem “kağıt-kalem” metodu, hem de halen uygulanan ve “boy-frekans örneklemeleri” olarak bilinen uygulamaları içine alan (Pauly ve David, 1981; Petersen (1892)’ den) çalışmalarına dayanır. Bunlardan birincisi “Petersen metodu” olarak da bilinir ve tek bir boy-frekans örneğinde, grafikte oluşan tepelerin yaklaşık olarak belli yaş gruplarına denk geldiği kabulünü yapar (Şekil 2.4.A). İkincisi ise genellikle stoktaki “güçlü yıl sınıfının izlenmesi” olarak bilinir ve belli bir zaman periyodu boyunca sıralı olarak elde edilen boy-frekans serilerinin tepe noktalarının boy eksenini boyunca takip edilmesine dayanır (Pauly ve David, 1981; Brothers (1980)’ den). Ancak bu metotların bazı sınırlayıcı yönleri vardır. Bazı balıkların yumurtlama mevsiminin çok uzun olması, kısmi yumurtlama yapıyor olmaları veya balıkların beklendiğinden uzun ömürlü olmaları bu metodun güvenilirliğini azaltır.



Şekil 2.4. ELEFAN I uygulamasında yıl sınıfları belirlenirken boy-frekans dağılımının değerlendirilmesi (A) orijinal veri N=319 ve 5 mm sınıf aralığı ile. (B) aynı veri grubunun küçük düzensizlikleri gidermek ve tepe değerleri vurgulamak üzere 2 cm' lik sınıf aralığıyla hazırlanan dağılım (Taraflı bölge ortalamalar üzerine göstermektedir). (C) B' deki veri grubunun her bir frekans değerinin karşılık gelen ortalama frekans değerine bölündükten sonraki dağılımı (Pauly ve David, 1981)

ELEFAN I programının büyüme parametrelerini hesaplarken objektif sonuçlar almasının sebebi ilave bir veriye ihtiyaç duymamasıdır. Mesela “Cassie metodu” (Pauly ve David, 1981; Cassie (1954)’ den)’ nda olduğu gibi yaş gruplarının sayısının tahmin edilmesi ya da NORMSEP programında olduğu gibi boy-frekans örneklemelerinin ayrıştırılması gerekmez. Bu nedenle otolit yaşlarından elde edilen büyüme parametrelerini karşılaştırmak maksadıyla tamamiyle boy-frekans verilerinden elde edilen büyüme parametreleri FISAT II içerisindeki ELEFAN I uygulaması ile hesaplanmıştır. Bütün parametreler erkek ve dişi bireyler için ayrı ayrı ve genel olarak tespit edilmiştir.

2.8.3. Büyüme Parametrelerinin Karşılaştırılması ve Büyüme Modelinin Belirlenmesi

Biyolojik yaş ve gözlenen yaş verileri kullanılarak von Bertalanffy büyüme modeline uyan büyüme parametreleri ve ayrıca ELEFAN I programı ile boy-frekans verilerinden elde edilen büyüme parametreleri karşılaştırılmış ve farklı hesaplama metotlarının kullanılması halinde oluşabilecek farkların boyutu ortaya konmuştur. Yukarıda belirtilen yöntemlerden elde edilen büyüme parametrelerinin dışında bu çalışmadaki örneklerin yaş-boy ilişkisini en iyi tanımlayan regresyon modeli de araştırılmış, bu konuda yapılabilecek diğer çalışmalara temel teşkil edeceği düşünülen polinomial eşitliğe de yer verilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Eşey Dağılımı

Barbunya örneklerinin eşey dağılımı belirlenirken öncelikle örnekleme yapıldığı üç ardışık yıla denk gelen örneklerin eşey oranları incelenmiştir (Şekil 3.1)

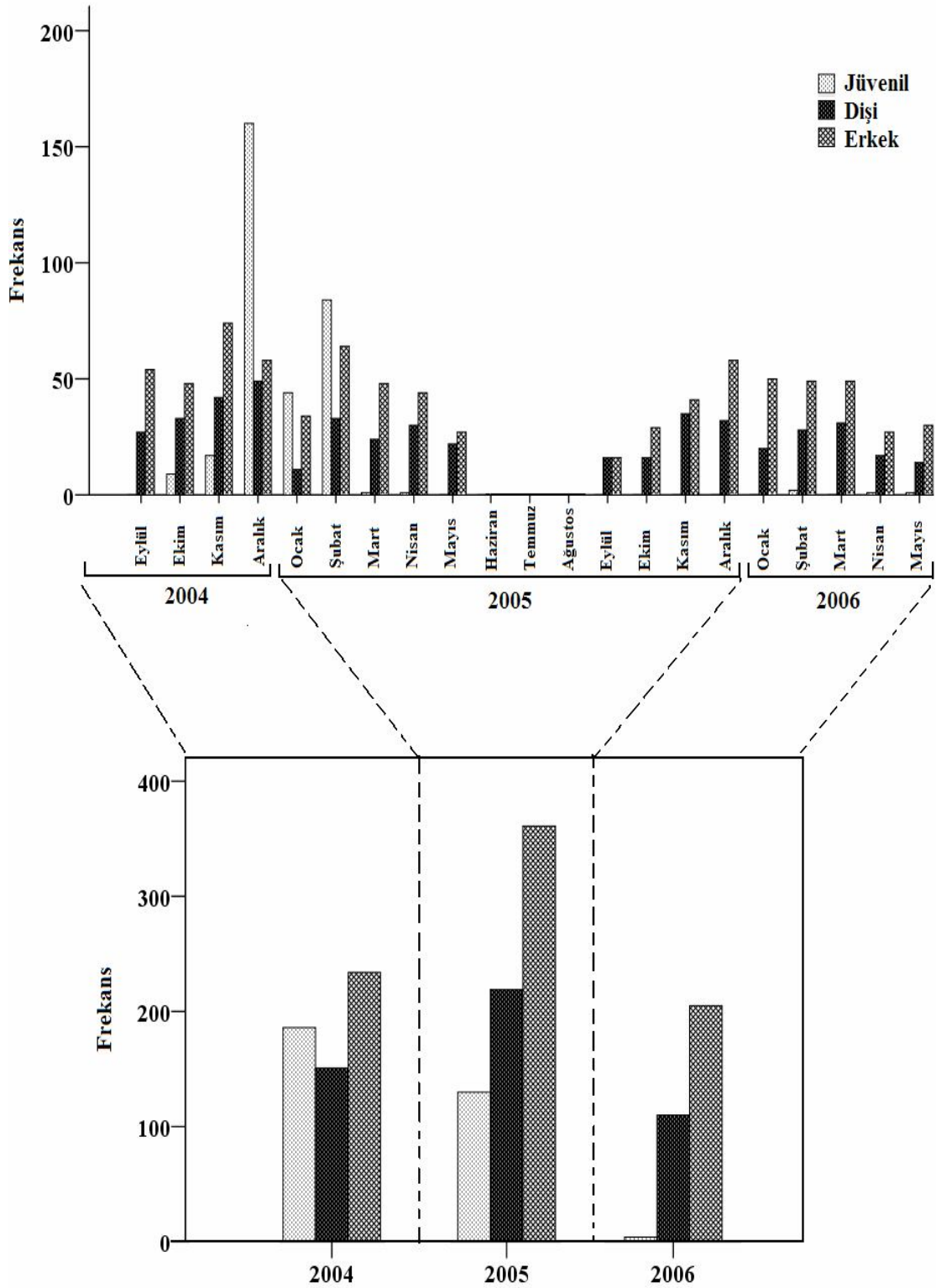
Buna göre 2004 yılında alınan 571 bireyden 234'ü erkek, 151'i dişi ve 186'sı juvenil olarak tespit edilmiştir. 2004 yılındaki eşey dağılımı % 41 erkek, % 26,4 dişi ve % 32,6 juvenil olup, erkek-dişi oranı 1,55:1 olmuştur. Juvenil bireylerin oranının yüksek olması örnekleme bu yılın son aylarında gerçekleşmesi ve dolayısıyla yeni nesil katılımına denk gelmesi ile ilgili görülmektedir.

2005 yılında alınan 710 bireyden 361'i erkek, 219' u dişi, 130' u juvenil olarak tespit edilmiştir. 2005 yılındaki eşey dağılımı % 50,8 erkek, % 30,8 dişi ve % 18,3 juvenil olup, erkek-dişi oranı 1,65:1 olmuştur. 2005 yılındaki örneklem grubu bu çalışma içerisinde tam bir takvim yılı içeren tek yıl sınıfı olup bazı analizler için referans noktası olmuştur.

2006 yılında ise 319 bireyden 205' i erkek, 110' u dişi ve 4' ü juvenil olarak tespit edilmiştir. 2006 yılındaki eşey dağılımı % 64,3 erkek, % 34,5 dişi ve % 1,3 juvenil olup, erkek-dişi oranı 1,86:1 olmuştur. Juvenil bireylerin bu örneklem grubunda oldukça az bir oranla temsil edilmiş olması, örnek alınan dönemin yılın ilk aylarına denk gelmesinin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Tüm örnekler bir arada değerlendirildiğinde 1600 barbunya balığından 800'ü erkek, 480' si dişi ve 320' si juvenil olarak tespit edilmiştir. Genel eşey dağılımı % 50 erkek, % 30 dişi ve % 20 juvenil olup; erkek-dişi oranı 1,67:1 olmuştur.

Buna göre üç ardışık yılda ve genel olarak yapılan değerlendirmede erkeklerin sürekli baskın olduğu gözlenmiştir. Ayrıca eşey oranının mevsimlere göre değişimi (Şekil 3.1) incelenmiş, ancak üreme mevsimine bağlı olarak erkek ve dişilerin nispi bolluğunda bir değişim gözlenmemiştir.



Şekil 3.1. 2004-2006 yılları arasında örneklenen barbunya balıklarının aylık ve yıllık eşeyssel dağılımı

3.2. Boy-Frekans Dağılımı

Araştırmada kullanılan 1600 adet Karadeniz barbunyası örneğinin yıllara ve eşeylere göre boy frekans dağılımı Çizelge 3.1’ de verilmiştir. Populasyondaki balıkların boy grupları genel olarak 9,5-14,5 cm arasında yoğunlaşmaktadır. Bu boy grupları arasındaki balıklar örneklerin % 73,5’ ini oluşturmaktadır. Araştırmada en küçük balık boyu 5,9 cm, en büyük balık boyu ise 22,6 cm olarak tespit edilmiştir

Çizelge 3.1. 2004-2006 yılları arasında örneklenen barbunya balıklarının boy-frekans dağılımı

YIL	2004			2005			2006			GENEL			TOPLAM	
EŞEY	J	E	D	J	E	D	J	E	D	J	E	D	N	N%
5,5-6,5	3			5						8			8	0,5
6,5-7,5	40			16						56			56	3,5
7,5-8,5	32			34		1	2			68		1	69	4,3
8,5-9,5	45			39	3	2	2	8	5	86	11	7	104	6,5
9,5-10,5	47	16	3	27	40	13		22	11	74	78	27	179	11,2
10,5-11,5	19	35	19	9	50	17	45	14		28	130	50	208	13,0
11,5-12,5		51	23		75	29	66	25			192	77	269	16,8
12,5-13,5		50	29		95	52	39	29			184	110	294	18,4
13,5-14,5		46	27		66	53	17	16			129	96	225	14,1
14,5-15,5		26	22		16	22	6	4			48	48	96	6,0
15,5-16,5		1	10		8	13	-	2			9	25	34	2,1
16,5-17,5		4	5		7	9	2	2			13	16	29	1,8
17,5-18,5		-	4		1	5			2		1	11	12	0,8
18,5-19,5		4	3			1					4	4	8	0,5
19,5-20,5		1	5			-					1	5	6	0,4
20,5-21,5			-			2						2	2	0,1
21,5-22,5			1			-						1	1	0,1
TOPLAM	186	234	151	130	361	219	4	205	110	320	800	480	1600	100

2004 yılında alınan 571 örnekte yapılan ölçümlerde erkeklerde boy ortalaması $12,85 \pm 0,11$ cm, en küçük boy 9,5 cm ve en büyük boy 20,0 cm iken; dişilerde ortalama boy $13,76 \pm 0,19$ cm, en küçük boy 9 cm ve en büyük boy 22,6 cm' dir. Henüz eşeyssel olgunluğa erişmemiş bireylerde boy ortalaması $8,7 \pm 0,1$ cm, en küçük boy 6,2 cm ve en büyük boy 11,0 cm' dir.

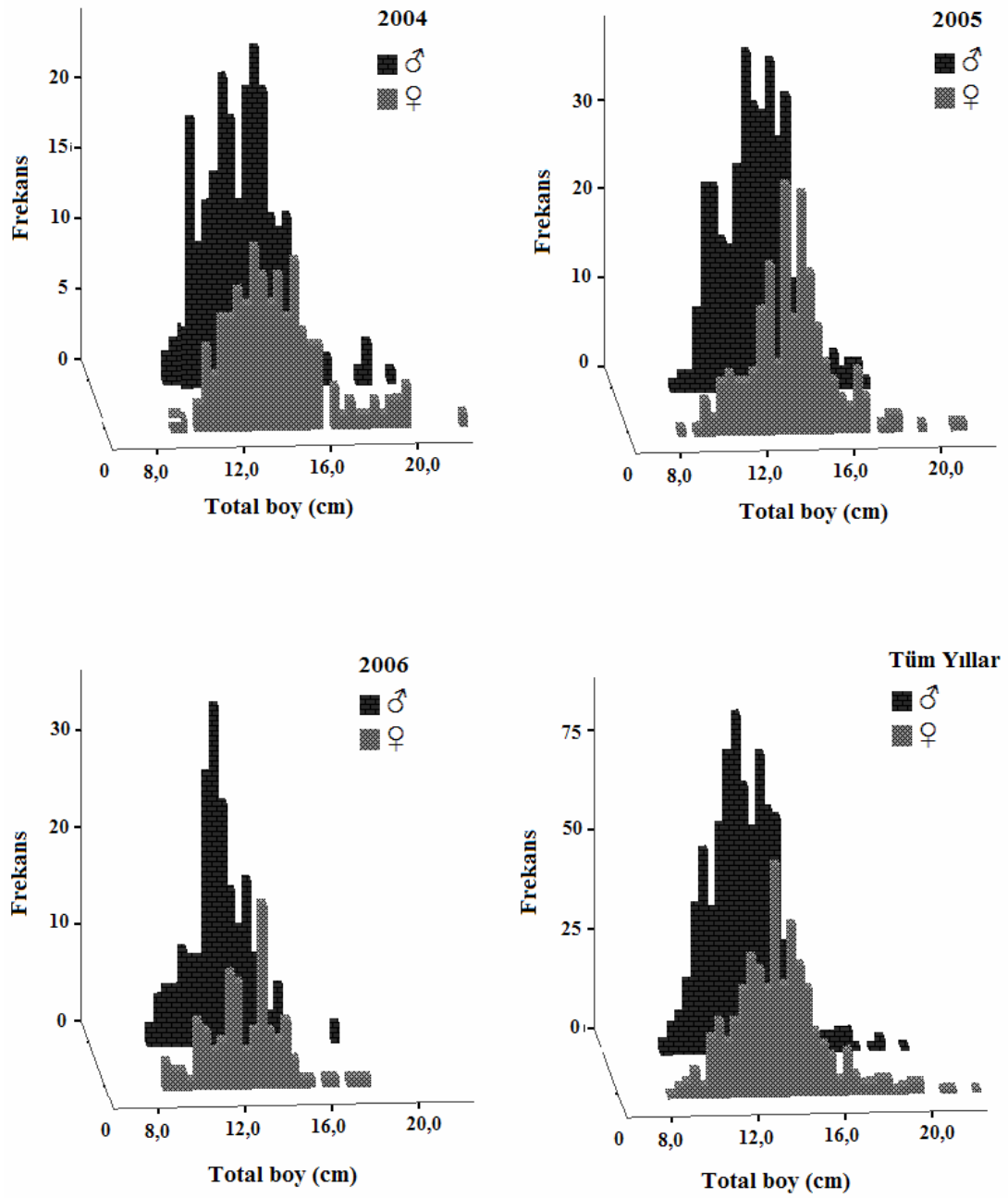
2005 yılında alınan toplam 710 örnekte erkeklerde boy ortalaması $12,49 \pm 0,8$ cm, en küçük boy 8,5 cm ve en büyük boy 17,5 cm iken; dişilerde ortalama boy $13,41 \pm 0,14$ cm, en küçük boy 8,4 cm ve en büyük boy 21,3 cm' dir. Henüz eşeyssel olgunluğa erişmemiş bireylerin boy ortalaması $8,65 \pm 0,11$ cm, en küçük boy ve en büyük boy ise sırasıyla 5,9 ve 11,1 cm olarak gözlenmiştir.

2006 yılında yakalanan 319 bireyde erkeklerde boy ortalaması $11,82 \pm 0,1$ cm, en küçük boy 8,5 cm, en büyük boy 17,2 cm, dişilerde ortalama boy $12,4 \pm 0,17$ cm, en küçük boy 8,5 cm ve en büyük boy 18,0 cm' dir. Juvenil bireylerin boy ortalaması $8,35 \pm 0,31$ cm, en küçük boy 7,6 cm, en büyük boy 9,1 cm' dir.

Tüm yıllarda alınan barbunya balığı örnekleri ele alındığında erkeklerin boy ortalaması $12,42 \pm 0,06$ cm, en küçük boy 8,5cm ve en büyük boy 20 cm' dir. Dişilerin boy ortalaması $13,29 \pm 0,1$ cm, en küçük boy 8,4 cm ve en büyük boy 22,6 cm' dir. Juvenil bireylerde boy ortalaması $8,67 \pm 0,07$ cm, en küçük boy 5,9 cm, en büyük boy 11,0 cm olarak bulunmuştur (Şekil 3.2).

Tüm bu bulgular eşliğinde eşeyler arası boy-frekans dağılımları farkının anlamlı olup olmadığını test etmek için kullanılan İki Örneklem Kolmogorov-Smirnov testi sonucu her bir yıl bazında eşeyler arasındaki fark önemli bulunmuştur. Test değerleri 2004 yılı için $z=1,85$, $P<0,01$, 2005 yılı için $z=2,88$, $P<0,001$ ve 2006 yılı için $z=2,02$, $P<0,001$ olarak hesaplanmıştır. Tüm yıllar için de eşeylerin boy-frekans dağılımları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($z=3,55$ $P<0,001$).

Buna göre barbunya balığında bireylerinin boy dağılımına ait medyan değer erkek bireylerde 12,4 cm, dişilerde ise 13,2 cm, olmuştur. Dolayısıyla eşeylerin boy dağılımları arasında yaklaşık 0,8 cm' lik bir fark tespit edilmiştir. Dişiler, erkek bireylere kıyasla daha uzun boy değerlerine sahip görünmektedir. Genel olarak boy dağılımındaki bu farklılıktan dolayı yaş gruplarını esas alan her türlü analizde erkek ve dişi bireyleri ayrı ayrı değerlendirme gereği doğmuştur.



Şekil 3.2. 2004-2006 yılları arasında örneklenen barbunya balıklarının boy-frekans dağılımı

Araştırmada kullanılan total boy (TB) değerleri ile çatal boy (ÇB) arasında tespit edilen doğrusal ilişki modeli her iki eşey ve tüm bireyler için hesaplanmıştır. Buna göre aradaki ilişki erkeklerde;

$$\text{ÇB} = 0,159 + 0,869(\text{TB}) \quad r=0,995 \quad P<0,001$$

dişilerde;

$$\text{ÇB} = 0,200 + 0,867(\text{TB}) \quad r=0,994 \quad P<0,001$$

tüm bireyler dikkate alındığında;

$$\text{ÇB} = 0,199 + 0,866(\text{TB}) \quad r=0,993 \quad P<0,001$$

olarak belirlenmiştir.

3.3. Ağırlık Dağılımı

Toplam 1600 adet örneğin ağırlık dağılımları hem yıllar hem de eşeyler için ayrı ayrı ele alındığında istatistik olarak önemli farklılıklar bulunmuştur.

2004 yılında örneklenen 571 örneğin erkeklerinde ortalama ağırlık $23,1 \pm 0,72$ g, en küçük ağırlık 8,2 g ve en büyük ağırlık 75,5 g olarak tespit edilmiştir. Dişilerde ise ortalama ağırlık $29,6 \pm 1,45$ g, en küçük ağırlık 8,3 g ve en büyük ağırlık 114,4 g'dır. Juvenil bireylerin ortalama ağırlığı $6,9 \pm 0,23$ g, en küçük ağırlık 2,1 g, en büyük ağırlık 14, 4 g olmuştur.

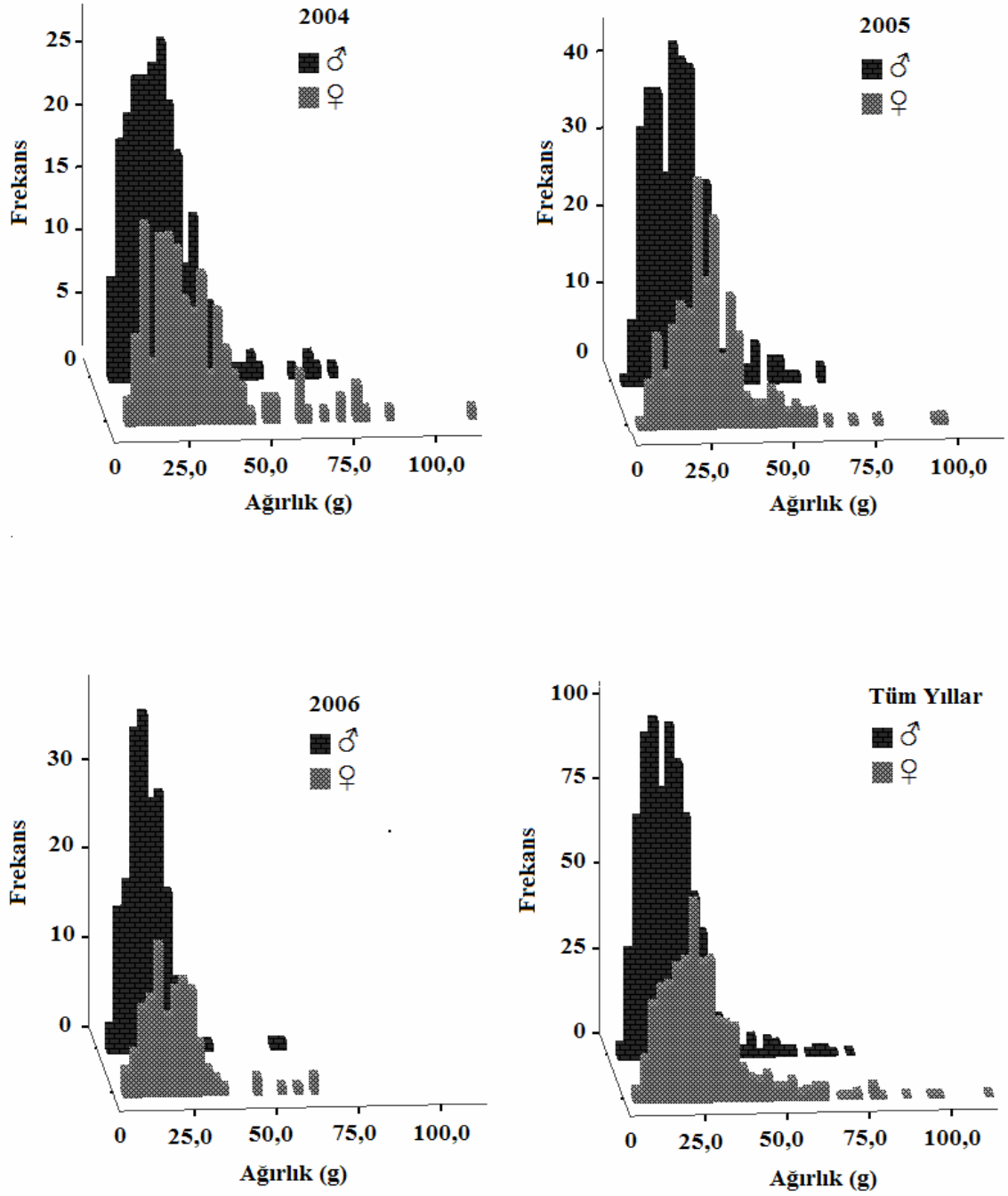
2005 yılında alınan 710 bireyde erkeklerin ağırlık ortalaması $22,3 \pm 0,5$ g olup; en küçük ve en büyük ağırlık sırasıyla 6,0 g ve 66,7 g' dır. Dişilerde ortalama ağırlık $27,7 \pm 0,92$ g, en küçük ağırlık 6,4 g ve en büyük ağırlık 98,0 g olmuştur. Juvenil bireylerin ağırlık ortalaması $6,9 \pm 0,27$ g, en küçük ve en büyük ağırlık sırasıyla 1,9 ve 14,3 g olarak tespit edilmiştir.

2006 yılında alınan toplam 319 örnekte ise erkeklerde ortalama ağırlık $17,1 \pm 0,47$ g, en küçük ağırlık 5,9 g ve en büyük ağırlık 57,0 g olarak tespit edilmiştir. Dişilerde ise ortalama ağırlık $20,9 \pm 1,01$ g, en küçük ağırlık 5,4 g ve en büyük ağırlık 63,4 g' dır. Juvenil bireylerin ortalama ağırlığı $5,4 \pm 0,74$ g, en küçük ağırlık 3,9 g, en büyük ağırlık 7, 4 g olarak bulunmuştur.

Genel olarak incelendiğinde erkeklerin ağırlık ortalaması $21,2 \pm 0,34$ g, en küçük ağırlık 5,9 g ve en büyük ağırlık 75,5 g' dır. Dişilerin ortalama ağırlığı $26,7 \pm 0,68$ g, en küçük ağırlık 5,4 g ve en büyük ağırlık 114,4 g' dır. Juvenil bireylerin ağırlık ortalaması $6,89 \pm 0,17$ g, en küçük ağırlık 1,9 g ve en yüksek ağırlık 114,4 g' dır (Şekil 3.3).

Tüm bu bulgular eşliğinde eşeyler arası ağırlık-frekans dağılımları farkının anlamlı olup olmadığını test etmek için kullanılan İki Örneklem Kolmogorov-Smirnov testi sonucu her bir yıl bazında eşeyler arasındaki fark önemli bulunmuştur. Test değerleri 2004 yılı için $z=1,85$, $P<0,01$, 2005 yılı için $z=2.54$, $P<0,001$ ve 2006 yılı için $z=1,93$, $P<0,001$ olarak hesaplanmıştır. Tüm yıllar için de eşeylerin boy-frekans dağılımları arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($z=3,39$ $P<0,001$).

Buna göre barbunya balığında bireylerin ağırlık dağılımına ait medyan değer erkek bireyler için 20,0 g, dişiler için ise 23,7 g olmuştur. Dolayısıyla eşeylerin ağırlık dağılımları arasında yaklaşık 4 g' lık bir fark tespit edilmiştir. Dişiler erkek bireylere kıyasla daha büyük ağırlığa sahip görünmektedir. Aynı şekilde ağırlık dağılımındaki bu anlamlı farklılıktan dolayı yaş gruplarını esas alan her türlü analizde eşeyler ayrı değerlendirmelere tabi tutulmuştur.



Şekil 3.3. 2004-2006 yılları arasında örneklenen barbunya balıklarının ağırlık-frekans dağılımı

3.4. Boy-Ağırlık İlişkisi

Barbunya balığı örneklerinde boy-ağırlık ilişkisini belirlemek için uygulanan regresyon analizinde erkek, dişi ve juvenil bireyleri de kapsayan genel veri için aşağıdaki eşitlikler elde edilmiştir.

Erkek bireyler için;

$$W = 0,07 L^{3,17} \quad r=0,98 \quad N=800 \quad P<0,001$$

Dişi bireyler için;

$$W = 0,07 L^{3,14} \quad r=0,98 \quad N=480 \quad P<0,001$$

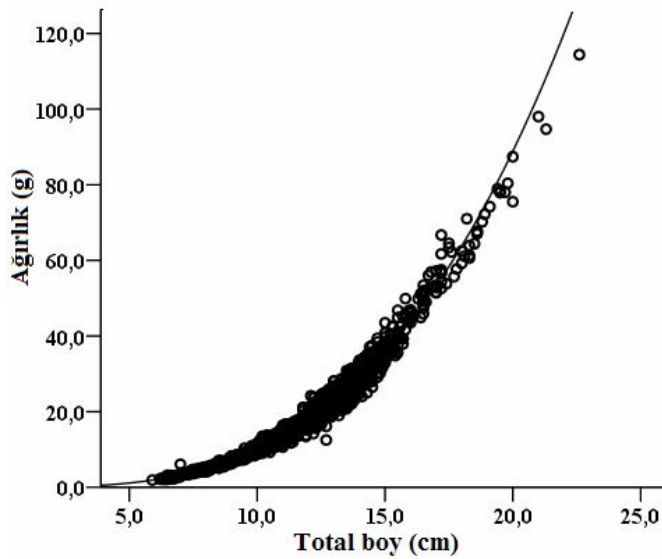
Genel için;

$$W = 0,07 L^{3,15} \quad r=0,99 \quad N=1600 \quad P<0,001$$

olarak hesaplanmıştır.

Eşeyler için hesaplanan denklem sabitleri arasındaki farkın önemliliği uygulanan Genel Lineer Model sonucu önemsiz bulunmuştur. Test parametreleri $F=0,543$, $N=1600$, $P>0,05$ olarak elde edilmiştir. Bu veriden hareketle eşeyin boy-ağırlık ilişkisine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Eşeyler arasında boy ağırlık ilişkisi modeli açısından anlamlı bir fark bulunamadığından b katsayısının 3,0' ten istatistik olarak farklı olup olmadığını test ederken her iki eşey için genelleştirilmiş denklemdeki $b=3,15$ kullanılmıştır. Buradaki b değeri istatistik olarak 3,0' e eşit bulunduğundan (t testi, $s.h_b=0,10$, $P>0,05$) örneklerin boy ağırlık ilişkisi izometrik olarak nitelendirilebilir (Şekil 3.4).



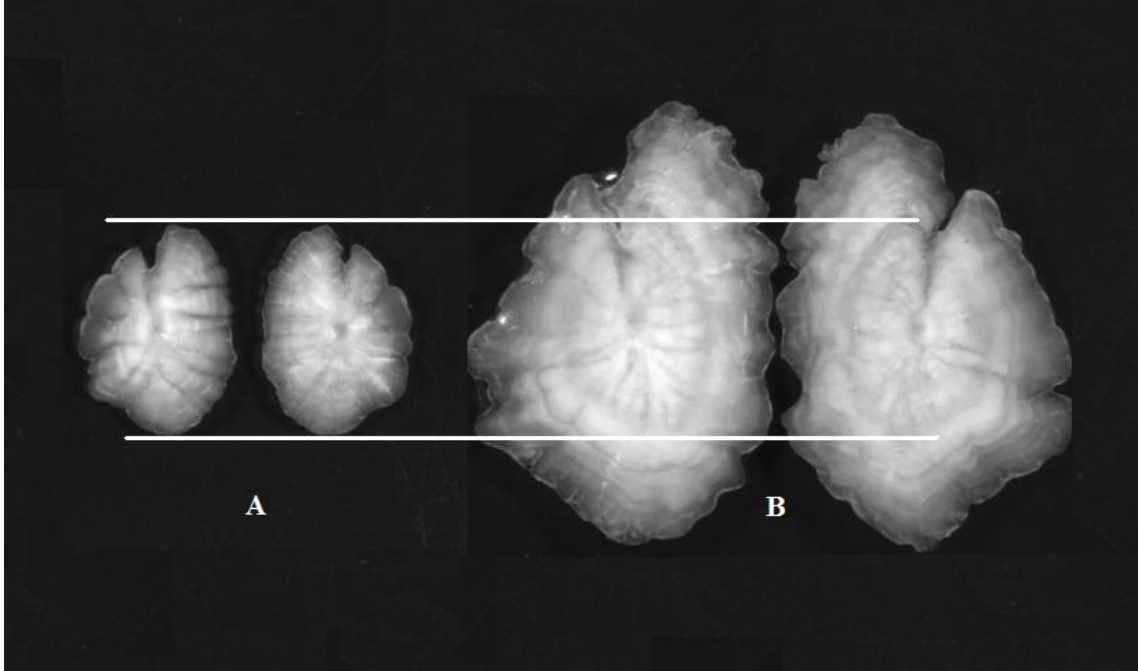
Şekil 3.4. Barbunya balığı bireylerinde total boy-ağırlık ilişkisi

3.5. Otolitlerden Yaş Okuma ve Uyum Analizleri

3.5.1. Yaş Halkası Özellikleri

Yaş belirleme işlemimde kullanılan toplam 1600 adet barbunya balığından alınan otolitlerin 125' inde kırılma ve vateritik birikim nedeni ile yaş belirleme işlemi yapılamamıştır. Kalan 1475 adet örnek ile yaş belirleme ve otolit boyutu ölçüm işlemleri sürülmüştür.

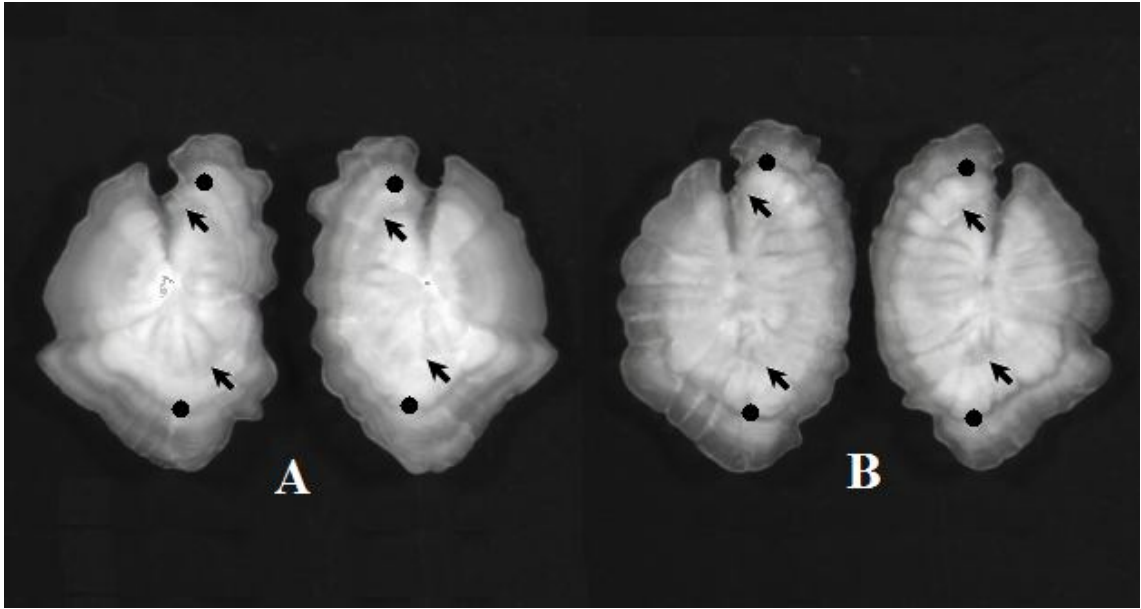
Birçok demersal balık türünde olduğu gibi barbunya balıkları da vücut büyüklüklerine kıyasla iri otolitlere sahiptirler. Genel olarak proksimal yüzey düz ve pürüzsüz olarak gözlenmiştir. Bu haliyle yaş tayinine oldukça uygun ve problemsiz görünmektedir. Yapılan ön incelemede örneklerin genelinde vateritik büyüme hariç yaş okumayı engelleyecek herhangi bir sıra dışı oluşum, iz veya kalınlaşma gözlenmemiştir. Merkezde tespit edilebilen odak nokta (primordium) etrafında konsantrik olarak dizilen opak ve hiyalin halkalar ardışık koyu ve açık bantlar şeklinde izlenmiştir.



Şekil 3.5. En küçük ve en büyük yaş gruplarına ait otolitlerde merkez nokta (primordium) ve ilk yaş halkasının gözlenmesi (A) 0+ yaş grubuna ait 8,3 cm total boy ve 6,0 g ağırlığında juvenil birey otoliti, (B) V yaş grubuna ait 21,0 cm total boy ve 98,0 g ağırlığında dişi birey otoliti

Genellikle balıklarda ilerleyen yaşla birlikte otolitteki allometrik büyüme merkez nokta etrafında kalınlaşmalara ve ilk yıl halkalarının kaybolmasına neden olur. Bu çalışma içerisinde tespit edilen en büyük yaş VI olmakla birlikte sadece tek bir örnekte sayım yapılmıştır (Ek 6.8). Toplam 9 örnekte V yaş tespit edilmiş ve özellikle bu örneklerden yola çıkılarak herhangi bir allometrik oluşumun varlığı ya da yokluğu incelenmiştir. Yapılan otolit incelemeleri sonucunda bu tür için ileri yaş kabul edilebilecek yaş gruplarında (IV ve V) merkez noktada herhangi bir kalınlaşmaya tesadüf edilmemiştir (Şekil 3.5). Bu durum yaş tayini ve yarıçap ölçümlerinin sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için oldukça avantaj sağlamaktadır.

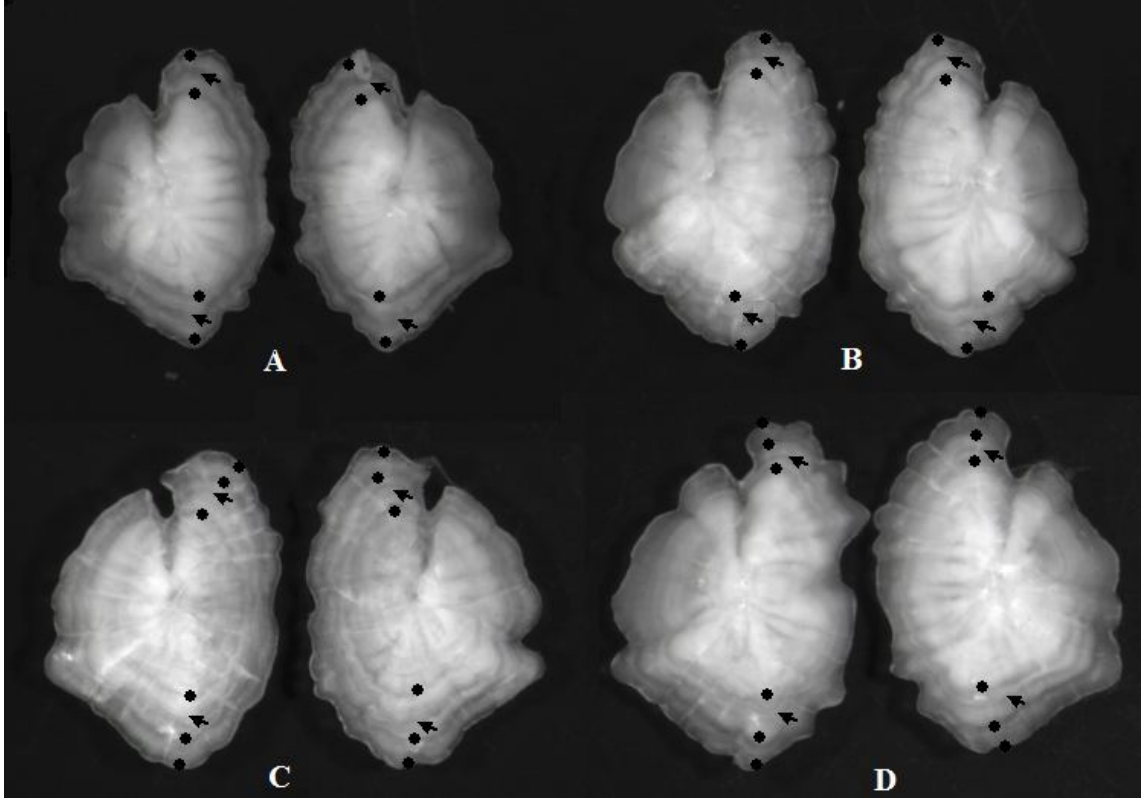
Merkezden itibaren ilk hiyalin halkaya kadar oldukça geniş bir opak bölge yer almaktadır. Bazı örneklerde bu opak bölge içinde zayıf bir hiyalin birikim gözlenmiştir. Bu oluşum bazen opak kısmın incelmesi ya da ton farklılığı şeklini almıştır. Örneklerin büyük çoğunluğunda tesadüf edilen ve hemen hemen aynı noktaya tekabül eden bu oluşumun doğal bir işaret olduğu ve barbunya örneklerinin yumurta besininden serbest beslenmeye geçtikleri dönem içerisindeki uyum sürecine denk geldiği tahmin edilmektedir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Barbunya balığı otolitlerinde ilk yaş halkası içerisindeki yalancı halka oluşumu, (↗) ilk opak birikim içindeki yalancı halka, (●) ilk yaş halkası

Geniş opak alanın hemen sonrasında belirgin bir hyalin halka gözlenmekte ve böylece ilk yaş halkası tespit edilmektedir. İlk yaş halkasının tespitinde herhangi bir zorluk ya da belirsizlikle karşılaşılmamıştır. Yaş halkalarının genişliği bireysel varyasyonlar var olmakla birlikte balığın artan yaşına bağlı olarak gittikçe daralma eğilimi göstermiştir. Nitekim bu gözlemin somut bir göstergesi olarak annulus yarıçap ölçümlerinden faydalanılmıştır.

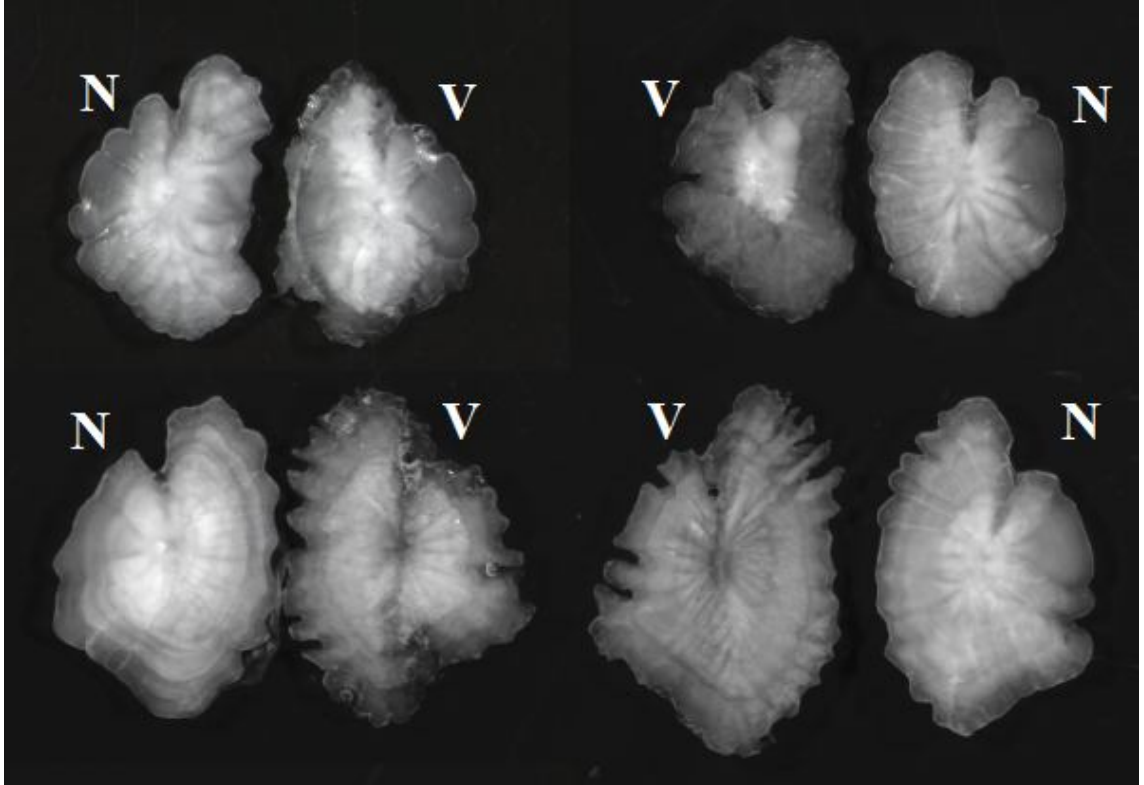
Yalancı halkalar çok sık olmamakla birlikte bazı örneklerde yaş tespitini güçleştirmektedir (Şekil 3.7). Yalancı halkalar otolit yüzeyinde genellikle rostrum ve antirostrum bölgesinde fark edilmiş, gerçek halkalardan ayırt edilmeleri için tam bir konsantrik bant oluşturmaları şartı aranmıştır. Gerçek bir yaş halkası otolit tüm yönleri boyunca devamlılığını sürdürürken yalancı halkalar dorsal ve ventral yönde kesintiye uğramışlardır. Diğer taraftan yalancı halkaların en sıklıkla gözlemlendiği dönem büyümenin ikinci yılına denk gelen sürece, yani ilk annulusun tamamlanmasından Sonraki büyüme dönemi içerisinde gözlenmektedir. Bir sonraki gerçek yaş halkasının



Şekil 3.7. Barbunya balığı otolitlerinde yalancı halka oluşumu (● yaş halkası, ➤ yalancı halka) A ve B , II yaş grubuna, C ve D III yaş grubuna dahil birey otolitleri

yani ikinci yaş halkasının oluşmasıyla toplamda üç annulus varmış gibi gözlenebilmektedir.

İncelenen otolit örneklerinin 45 adetinde kalsiyum karbonat kristallerinin anormal birikmesi ile oluşan vateritik birikim gözlenmiştir (Şekil 3.8). Vateritik otolitler daha ince ve kırılğan bir yapıdadır. Yapılarındaki anormal birikimden dolayı aynı boydaki balıkların otolitlerine kıyasla daha büyük ya da daha küçük boyutta ölçülmüşlerdir. Bu tutarsızlıktan dolayı vateritik otolit boyutları otolit boyutu-balık boyu ilişkileri incelenirken değerlendirme dışında tutulmuşlardır. Nitekim, her ne kadar bir kısmında annulus sayımı yapılabilmişse de aynı sebepten dolayı yaş analizlerinde kullanılmamışlardır. Diğer taraftan 45 adet (toplam örneklemin % 2,81'si) vateritik oluşumun 19 tanesin sol otolitte, 26 tanesinin sağ otolitte meydana geldiği gözlenmiştir. Her iki otolitte birden vateritik oluşum gözlenmemiştir. Kikare testi kullanılarak yapılan testte vateritik oluşumun sağ ve sol otolitte oluşumunun tamamen rastlantısal olduğu bulunmuştur (Kikare Testi, $\chi^2=1,089$, $p>0,05$)



Şekil 3.8. Barbunya balığı otolitlerinde vateritik birikim (V) vateritik otolit, (N) normal otolit

3.5.2. Otolit Yaşı Okumalarında Uyum, Ortalama Yüzde Hata ve Değişim Katsayısı Hesaplamaları

İki okuyucu tarafından yapılan üç tekrarlı okuma sonucu barbunya balığı otolitlerinden 0+-VI arası olmak üzere yedi yaş grubu tespit edilmiş (Ek 6.1-Ek 6.8) ve her bir okuyucu için ortalama yaş hesaplanmıştır. İlk okuyucu tarafından yapılan tekrarlı okumalarda ortalama yaş $1,82 \pm 0,015$ yıl, ikinci okuyucu tarafından yapılan okumalarda ise ortalama yaş $1,77 \pm 0,025$ yıl olarak bulunmuştur. Ortalama yaş, uygulanan iki örneklem bağımsız t testi sonucu iki okuyucu arasında istatistik olarak eşit bulunmuştur (t testi, $t=1,746$, $df=5902$, $P>0,05$). Sonuç olarak iki okuyucu arasındaki fark sadece 0.05 yıl ile sınırlı kalmıştır ki, bu da aynı kriterler ile yaş okuma yapıldığını, herhangi bir ‘eksik veya aşırı okuma’ olmadığını göstermektedir.

Her iki okuyucunun uyum araştırması neticesinde otolit yaş verilerinin % 87,8 oranında uyumlu olduğu bulunmuştur. Okuyucu uyumları yaş grupları dikkate alınarak incelendiğinde 0+ yaş grubunda % 92,2 , I yaş grubunda % 89,1 , II yaş grubunda % 87,4 , III yaş grubunda % 86,6 , IV yaş grubunda % 80,0 ve V yaş grubunda % 77,8 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler okuyucu uyumunun ikinci yıl büyümesinden itibaren düştüğünü göstermektedir. Ayrıca ortalama yüzde hata değerleri ve değişim katsayısı değerleri her iki okuyucu için ayrı ayrı hesap edilerek Çizelge 3.2’ de verilmiştir.

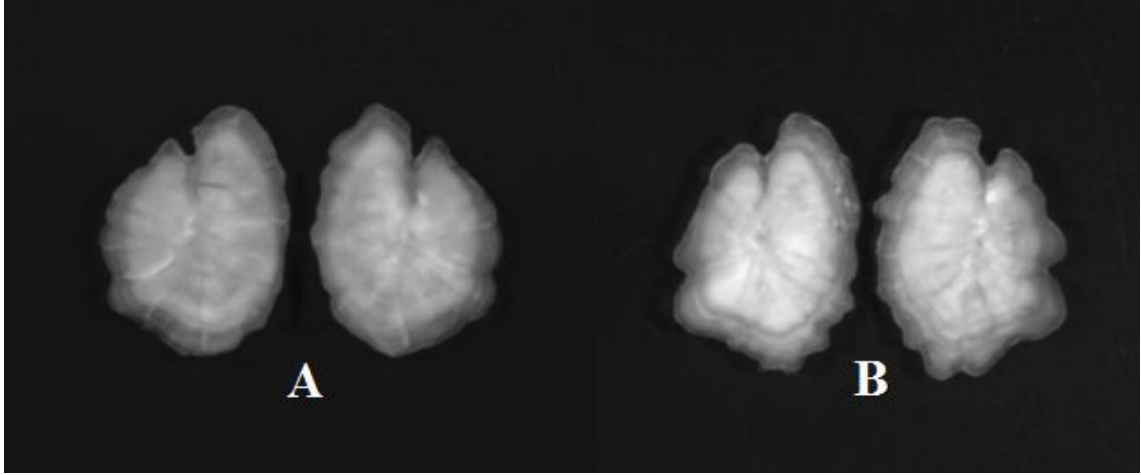
Çizelge 3.2. Otolitlerde iki okuyucunun yaş verilerinin karşılaştırılması

Okuyucu	N	Ortalama yaş	Ortalama Yüzde Hata (%)	Değişim Katsayısı (%)
A	1475	$1,82 \pm 0,015$	% 0,73	% 8,01
B	1475	$1,77 \pm 0,025$	% 0,69	% 15,6

Elde edilen tüm bu veriler; ortalama yaşların anlamlı derecede fark içermemesi, yüksek okuyucu uyumu, düşük ortalama yüzde hata oranı ve düşük değişim katsayısı değerleri okuyucu kriterlerinin uyumlu ve tutarlı olduğunu göstermektedir.

3.5.3. Yaş kompozisyonu

Biyolojik yaş ve gözlenen yaş esas alınarak yapılan okumalarda herhangi bir örneğin yaşı yılın belli bir döneminde farklı iki değere sahip olabilir. Bunu örnekle açıklamak gerekirse, annulus formasyonu kış aylarında gerçekleşen (subtropik kuşakta yaşayan) bir tür için sonbahar ayları kritik dönem sayılabilir. Şekil 3.9’ da görülen A örneği Mart 2005 ve B örneği Aralık 2005 tarihinde yakalanmıştır. 1 Ocak tarihi esas alınarak okunduğunda A örneği 1+ olarak kabul edilir ve I yaş sınıfına dahil edilir. B örneği de 1(2) olarak değerlendirilerek yine I yaş sınıfına dahil edilir. Her ne kadar B örneği ikinci annulusu tamamlamış görünüyor olsa da henüz biyolojik olarak ikinci yaşını doldurmamıştır. Ancak 1 Ocak doğum günü kriteri kullanılmadığında araştırmacı ilk örneği I yaş sınıfına, ikinci örneği ise II yaş sınıfına dahil edecektir. Böylece aynı yıl yumurtadan çıktıkları halde yakalanan A ve B örneklerini farklı yıl sınıfında değerlendirilmiş olacaktır.



Şekil 3.9. (A) Mart 2005, (B) Aralık 2005 aylarında yakalanan barbunya balığı otoliti

Çalışmanın bu bölümünde, yaş tayini yapacak araştırmacıların bu iki ayrı kabulü kullanmaları halinde oluşacak farkın yaş kompozisyonunu nasıl etkilediği ortaya konulmuştur. 1 Ocak kabulü ile yapılan yaş belirleme işleminde toplamda 1475 barbunya otoliti incelenmiş ve örneklerin 0+-VI yaş arasında dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu yaş gruplarından en baskın olarak gözleneni % 46,2 ile II yaş grubu olmuştur. Bunu sırası ile %24,8 ile I yaş, %15,2 ile III yaş ve % 10,4 ile 0 yaş grupları izlemiştir. Diğer yaş grupları ise daha düşük oranlarla temsil edilmişlerdir (Çizelge 3.3).

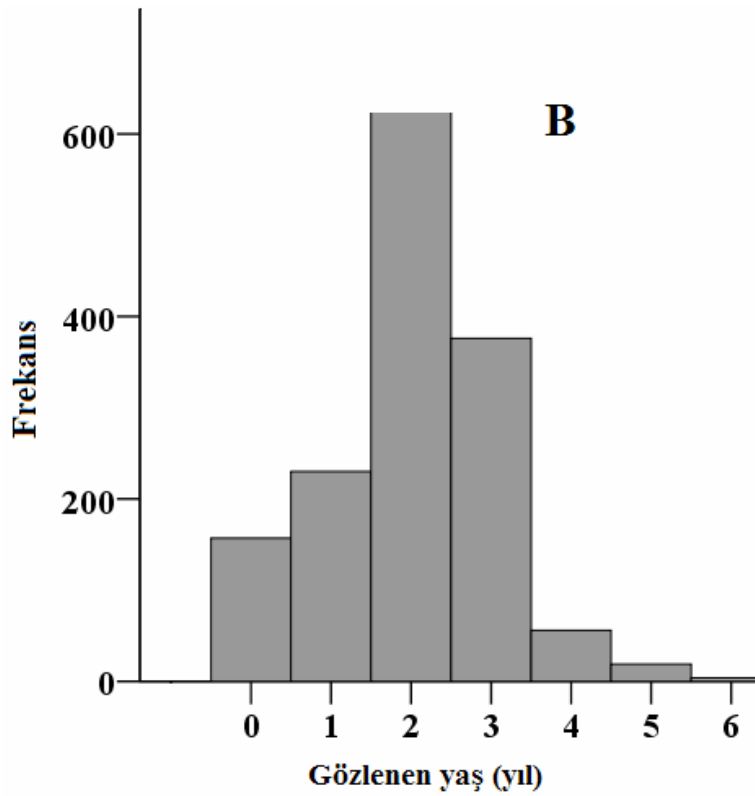
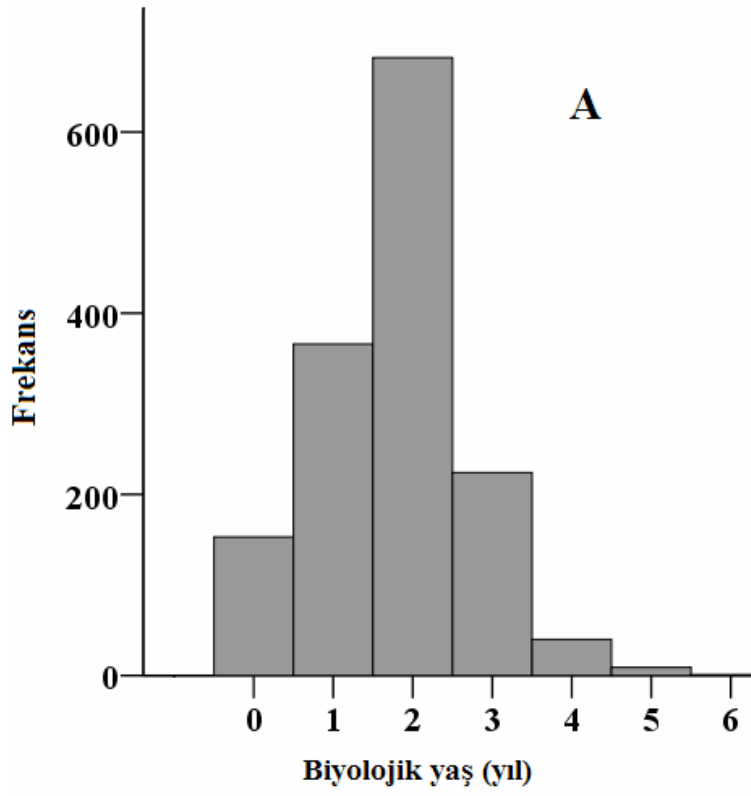
Balık örneğinin yakalandığı tarih değerlendirilmeden sadece otolitteki annuluslar sayılarak yapılan yaş tespitinde (gözlenen yaş) ise örneklerin 0+-VI yaş arasında dağılım gösterdiği ancak daha farklı bir kompozisyon oluşturduğu gözlenmiştir. Yine II yaş grubu % 42,9' luk oranla en baskın grup olmuş, bunu % 25,5 ile III yaş grubu, %15,6 ile I yaş grubu ve % 10,6 ile 0 yaş grubu takip etmiştir. (Çizelge 3.3). Bu durumda bütün örneklerle yaş değerlendirmesi açısından bakıldığında biyolojik yaş için ortalama değer $1,77 \pm 0,025$ yıl iken, gözlenen yaş için bu değer $2,01 \pm 0,027$ yıl olmuştur. Sonuç olarak bütün örneklem dikkate alındığında 0,24 yıl kadar bir fark oluşmuştur.

Yaş kompozisyonu bir bütün olarak değerlendirildiğinde I yaş grubundan II yaşa, II yaş grubundan ise III yaş grubuna sistematik bir kayma olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin kritik sonbahar döneminde diğer bir ifadeyle yılın son dört ayında yeni kış halkasının oluşumuna bağlı olarak, tamamlanmamış olan biyolojik yaşa rağmen fazladan bir halka sayılması olduğu kesindir. Biyolojik yaş ve gözlenen yaş kompozisyonu karşılaştırıldığında farklı bir dağılım gözlenmiştir (Şekil 3.10). Yapılan analiz sonucu yaş kompozisyonlarının istatistik olarak farklı dağılıma sahip olduğu ortaya çıkmıştır (İki Örneklem Kolmogorov-Smirnov testi, $n=1475$, $z=3,323$, $P<0,001$). Bu durum araştırmacıların yaş tayini yaparken uyguladıkları kritere göre ne kadar farklı sonuçlar elde edebileceklerini göstermesi bakımından önemlidir.

Aylık olarak yürütülen çalışmalarda yıl sınıflarının karıştırılmaması bakımından 1 Ocak kabulü ile yapılan tespitin daha uygun olacağı düşünülerek çalışmanın bundan sonraki bölümünde bu yaş verileri esas alınmıştır.

Çizelge 3.3. Barbunya bireylerinde yaş grupları

YAŞ GRUPLARI	Biyolojik yaş		Gözlenen yaş	
	N	%N	N	%N
0+	153	10,4	157	10,6
I	366	24,8	230	15,6
II	682	46,2	633	42,9
III	224	15,2	376	25,5
IV	40	2,5	56	3,8
V	9	0,6	19	1,3
VI	1	0,1	4	0,3
TOPLAM	1475	100	1475	100



Şekil 3.10. Barbunya balığı bireylerinde otolit okumalarından elde edilen yaş kompozisyonu, (A) 1 Ocak kabulüne göre değerlendirme, (B) Biyolojik doğum tarihine göre değerlendirme

3.5.4 Otolit Boyutları

Otolit boyutlarına ait bütün tanımlayıcı istatistikler 0+ ve VI yaş gruplarının her birinde ve eşey farkı dikkate alınarak hesaplanmıştır (Çizelge 3.4-Çizelge 3.6). Henüz ilk yaş büyümesini tamamlamamış juvenil örnekler karşılaştırma için kullanılamayacağından çizelgede yer almamıştır. Juvenil bireylerin ortalama otolit boyutları; otolit boyu (OB) $2,03 \pm 0,013$ mm, otolit genişliği (OG) $1,48 \pm 0,01$ mm, otolit ağırlığı ise (OA) $1,14 \pm 0,02$ mg olarak hesaplanmıştır.

Ölçülen en küçük otolit boyu 1,51 mm, otolit genişliği 1,13 mm ve otolit ağırlığı 0,5 mg olup, 0+ yaş grubunda 6,5 cm total boy ve 2,1 g ağırlığa sahip örnekten alınmıştır. En büyük otolit örneği ise otolit boyu 3,96 mm, otolit genişliği 2,58 mm ve otolit ağırlığı 6,8 mg olup VI yaş grubunda 22,6 cm total boy ve 114,4 g ağırlığa sahip örnekten elde edilmiştir.

Çizelge 3.4. Barbunya balıklarının eşeylere göre her yaş grubu için belirlenen otolit boyu (OB) tanımlayıcı istatistikleri

Yaş	Eşey	N	Otolit Boyu (mm)			
			En Küçük	En Büyük	Ortalama	S.hata
I	E	157	1,91	2,71	2,32	0,02
	D	72	1,93	2,73	2,34	0,02
	E+D	229	1,91	2,73	2,32	0,01
II	E	437	2,02	3,05	2,58	0,01
	D	245	2,22	3,13	2,64	0,01
	E+D	682	2,02	3,13	2,60	0,01
III	E	125	2,42	3,35	2,78	0,02
	D	99	2,31	3,30	2,84	0,02
	E+D	224	2,31	3,35	2,81	0,01
IV	E	15	2,88	3,49	3,21	0,04
	D	25	2,83	3,58	3,21	0,05
	E+D	40	2,83	3,58	3,21	0,03
V	E	2	3,32	3,50	3,40	0,08
	D	7	3,03	3,83	3,49	0,09
	E+D	9	3,03	3,83	3,47	0,08
VI	E	-	-	-	-	-
	D	1	-	-	3,96	-
	E+D	1	-	-	3,96	-

Çizelge 3.5. Barbunya balıklarının eşeylere göre her yaş grubu için belirlenen otolit genişliği (OG) tanımlayıcı istatistikleri

Yaş	Eşey	N	Otolit Genişliği (mm)			
			En Küçük	En Büyük	Ortalama	S.hata
I	E	157	1,39	2,03	1,70	0,01
	D	72	1,39	2,10	1,70	0,02
	E+D	229	1,39	2,10	1,70	0,01
II	E	437	1,21	2,37	1,85	0,01
	D	245	1,49	2,25	1,89	0,01
	E+D	682	1,21	2,37	1,87	0,01
III	E	125	1,69	2,43	1,98	0,01
	D	99	1,75	2,40	2,03	0,02
	E+D	224	1,69	2,43	2,00	0,01
IV	E	15	1,95	2,50	2,18	0,04
	D	25	2,03	2,65	2,28	0,03
	E+D	40	1,95	2,65	2,24	0,03
V	E	2	2,29	2,40	2,35	0,06
	D	7	2,05	2,61	2,37	0,07
	E+D	9	2,05	2,61	2,37	0,06
VI	E	-	-	-	-	-
	D	1	-	-	2,58	-
	E+D	1	-	-	2,58	-

Çizelge 3.6. Barbunya balıklarının eşeylere göre her yaş grubu için belirlenen otolit ağırlığı (OA) tanımlayıcı istatistikleri

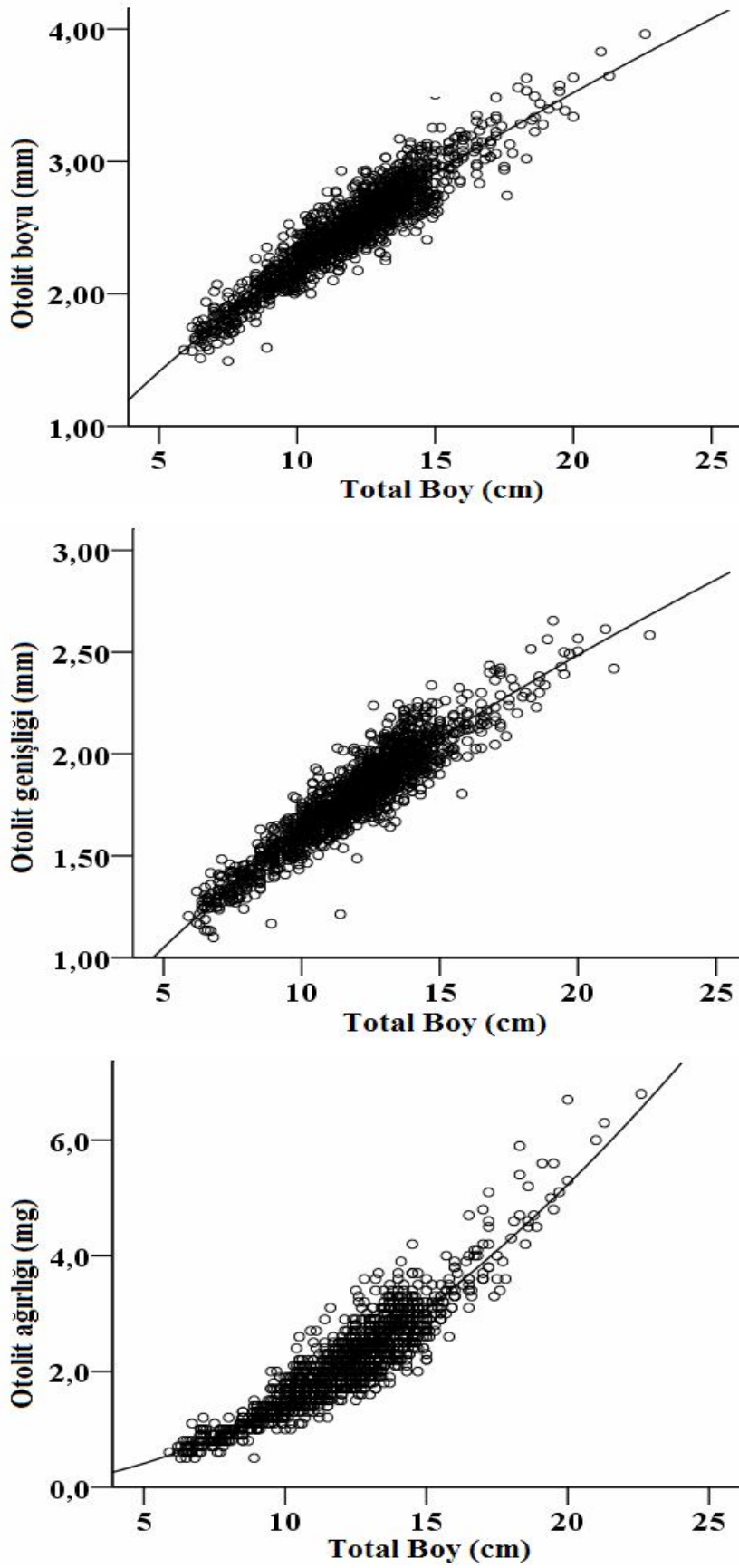
Yaş	Eşey	N	Otolit Ağırlığı (mg)			
			En Küçük	En Büyük	Ortalama	S.hata
I	E	157	1,0	2,6	1,67	0,03
	D	72	1,0	2,6	1,66	0,05
	E+D	229	1,0	2,6	1,67	0,02
II	E	437	1,2	3,6	2,22	0,02
	D	245	1,4	3,5	2,36	0,03
	E+D	682	1,2	3,6	2,27	0,02
III	E	125	1,9	4,8	2,80	0,05
	D	99	2,0	4,7	2,90	0,05
	E+D	224	1,9	4,8	2,85	0,03
IV	E	15	3,1	5,3	4,05	0,17
	D	25	2,9	5,6	4,09	0,15
	E+D	40	2,9	5,6	4,07	0,11
V	E	2	4,5	5,1	4,80	0,30
	D	7	3,7	6,7	5,38	0,40
	E+D	9	3,7	6,7	5,26	0,32
VI	E	-	-	-	-	-
	D	1	-	-	6,8	-
	E+D	1	-	-	6,8	-

3.5.5. Otolit Boyutu-Total Boy ve Otolit Boyutu-Ağırlık İlişkileri

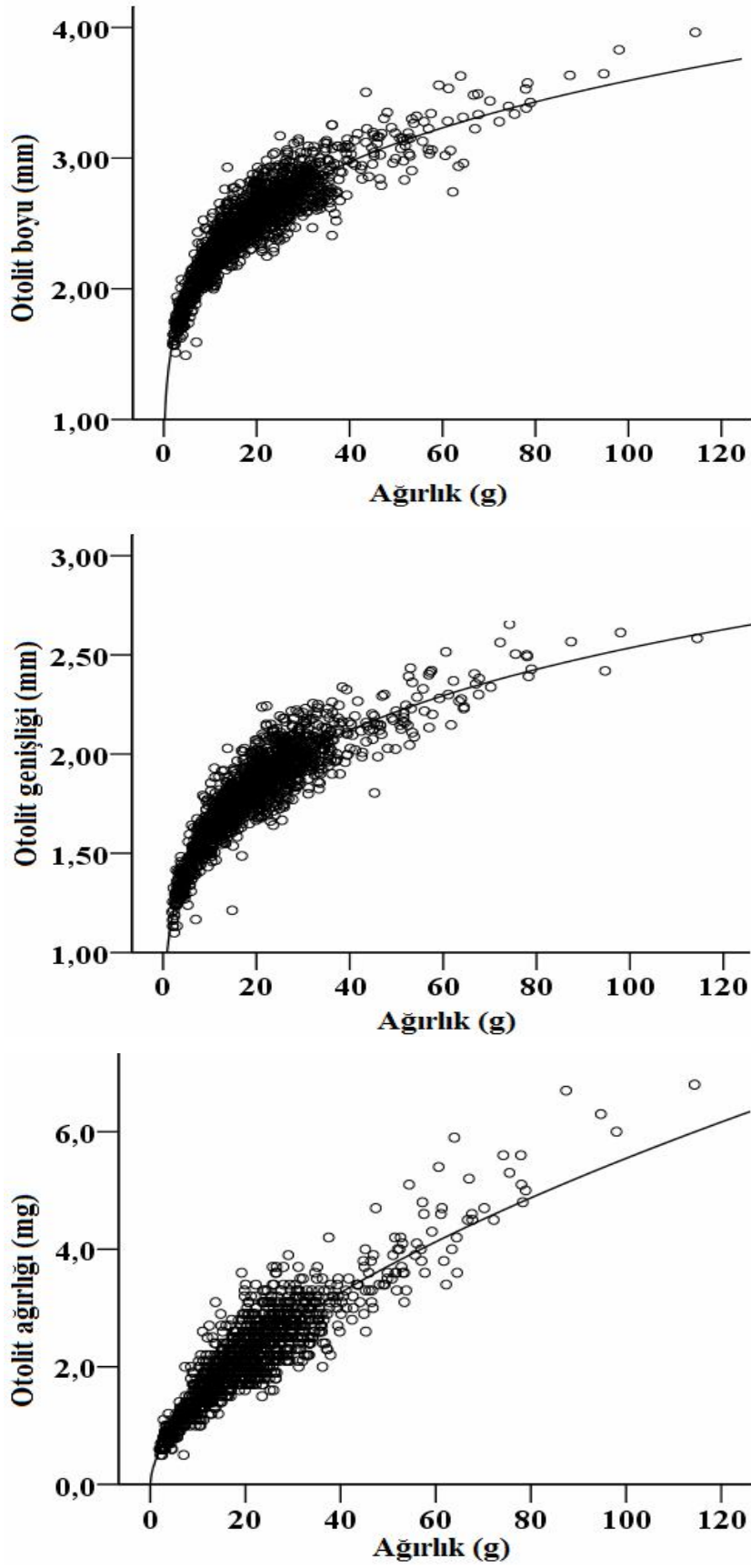
Otolit boyu, genişliği ve ağırlığı ile total boy arasındaki ilişkiler Şekil 3.11’ de, balık ağırlığı ile arasındaki ilişkiler ise Şekil 3.12’ de sunulmuştur. Balık boyu ve balık ağırlığının bağımsız değişken olarak belirlendiği regresyon analizi işlemlerinde tüm değişkenler arasındaki ilişkileri en iyi tanımlayan eşitlikler belirlenmiş ve elde edilen ilişki tipleri, denklem sabitleri (kesişim ve eğim), ilişkinin kuvvetini gösteren korelasyon katsayıları ve ilişkinin tutarlılığını gösteren P değerleri Çizelge 3.7’ de sunulmuştur. Buna göre otolit boyutları ile total boy ve ağırlık arasındaki ilişkilerin tümü eğrisel olarak tespit edilmiştir. Çizelge 3.7’ ye göre otolit boyutları balık boyuna bağlı olarak doğru orantılı bir şekilde artmamaktadır. Ancak b katsayısı dikkate alındığında otolit boyu ve genişliğindeki artış balık boyundaki artışın gerisinde kalmıştır. Diğer taraftan otolit ağırlığındaki artışı ifade eden denklemde b değerinin 1’den yüksek oluşu otolit ağırlığının total boy artışından daha yüksek bir büyüme hızına sahip olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak otolit boyu ve genişliği total boydan daha düşük, otolit ağırlığı ise daha yüksek bir artış hızı göstermektedir.

Çizelge 3.7. Barbunya balığı örneklerinde otolit boyutları ile total boy ve ağırlık arasındaki ilişki parametreleri

Değişken		Denklem Parametreleri						
Bağımsız	Bağımlı	İlişki tipi	N	a	b	sh _b	r	P
Total boy (cm)	OB (mm)	Eğrisel	1475	0,488	0,659	0,006	0,94	0,00
	OG (mm)	Eğrisel	1475	0,386	0,622	0,006	0,93	0,00
	OA (mg)	Eğrisel	1475	0,021	1,842	0,018	0,94	0,00
Ağırlık (g)	OB (mm)	Eğrisel	1475	1,383	0,207	0,002	0,94	0,00
	OG (mm)	Eğrisel	1475	1,030	0,196	0,002	0,93	0,00
	OA (mg)	Eğrisel	1475	0,385	0,579	0,006	0,93	0,00



Şekil 3.11. Barbunya balığı bireylerinde (N=1475) otolit boyutu-total boy ilişkileri



Şekil 3.12. Barbunya balığı bireylerinde (N=1475) otolit boyutu-ağırlık ilişkileri

Otolit boyutları ve balık ağırlığı arasındaki ilişkiye bakıldığında ise her üç otolit boyutunun da balık ağırlığından daha düşük bir artış hızına sahip olduğu gözlenmektedir. Ancak otolit boyu, genişliği ve ağırlığı arasında bir karşılaştırma yapılırsa otolit ağırlığının balık ağırlığıyla ilişkisinin diğerlerine göre daha doğrusal olduğu göze çarpmaktadır.

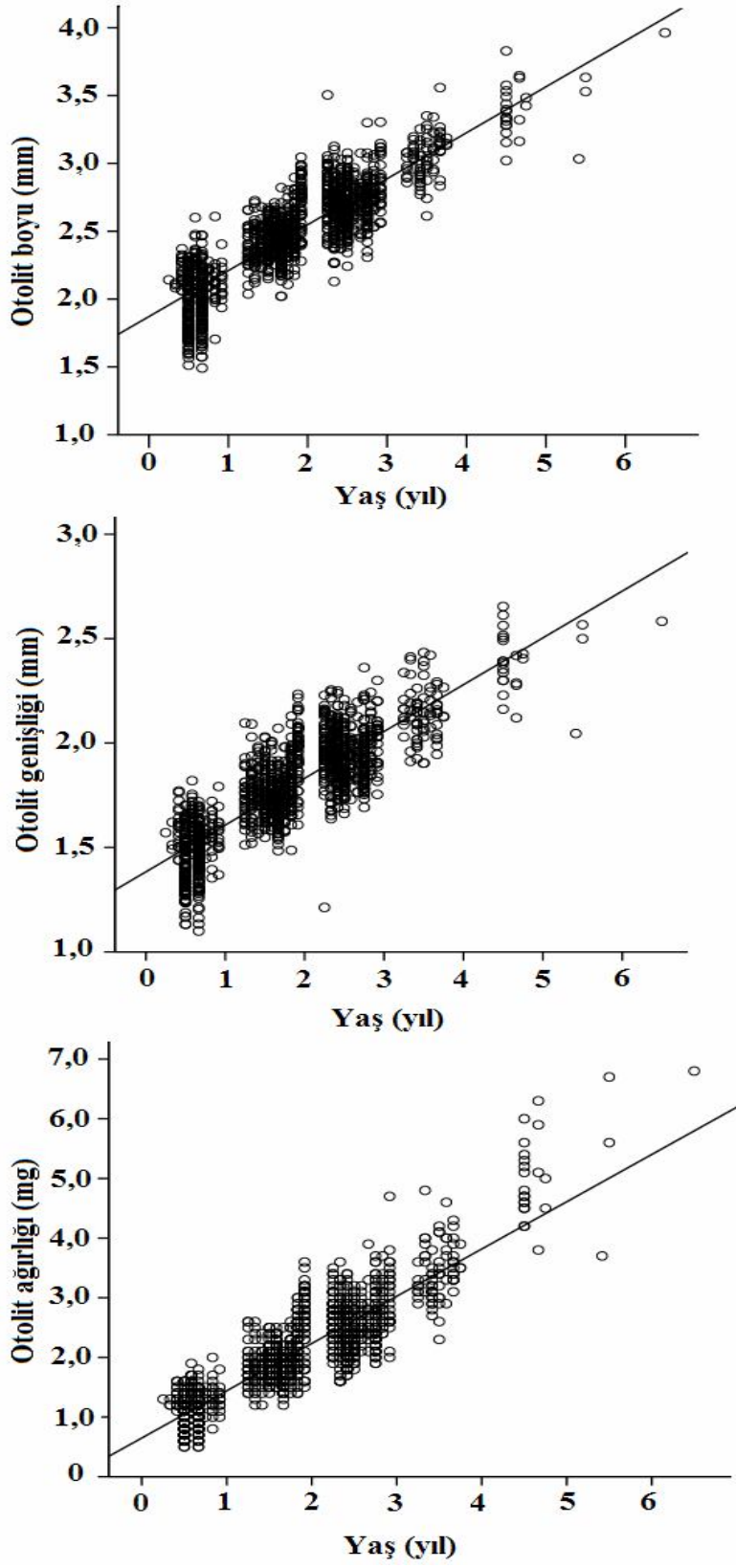
3.5.6. Otolit Boyutu-Yaş İlişkileri

Otolit boyu, genişliği ve ağırlığı ile ortalama yaş arasındaki ilişkiler Şekil 3.13’ de gösterilmiştir. İlişkileri en iyi açıklayan regresyon denklemlerinin tipleri, sabitleri, ilişkinin kuvvetini gösteren korelasyon katsayıları ve ilişkinin tutarlılığını gösteren P değerleri Çizelge 3.8’ de sunulmuştur. Buna göre otolit boyutları ile yaş arasındaki ilişkilerin tümü doğrusal olarak tespit edilmiştir.

Her üç otolit boyutuna ait değerler artan yaşla birlikte orantılı olarak artış gösterse de korelasyon katsayıları dikkate alındığında otolit ağırlığı yaşı en iyi tahmin eden parametre olarak gözlenmektedir.

Çizelge 3.8. Barbunya balığı örneklerinde otolit boyutları ile ortalama yaş arasındaki ilişki parametreleri

Değişken	Denklemler Parametreleri						
Bağımlı-Bağımsız	İlişki tipi	N	a	b	sh _b	r	P
OB (mm)-Yaş (yıl)	Doğrusal	1475	1,871	0,339	0,005	0,87	0,00
OG (mm)-Yaş (yıl)	Doğrusal	1475	1,383	0,224	0,038	0,84	0,00
OA (mg)- Yaş (yıl)	Doğrusal	1475	0.650	0,792	0,011	0,88	0,00



Şekil 3.13. Barbunya balığı bireylerinde (N=1475) otolit boyutu-yaş ilişkileri

3.5.7. Annulus Yarıçapı Ölçümleri

Barbunya balığı otolitlerinde, I yaş grubu için r_1 , II yaş grubu için r_1 ve r_2 , III yaş grubu için r_1 - r_3 , IV yaş grubu için r_1 - r_4 , V yaş grubu için r_1 - r_5 , VI yaş grubu için de r_1 - r_6 olarak belirlenen yaş halkası yarıçap uzunluklarına ait ortalama ve standart hata değerleri Çizelge 3.9' da sunulmuştur. 0+ yaş grubunda ilk annulus tamamlanmadığından halka yarıçapı ölçülmemiştir.

Otolitte annulus yarıçapı ölçümlerine göre yarıçapı ortalaması r_1 için $0,952 \pm 0,002$ mm, r_2 için $1,153 \pm 0,002$ mm, r_3 için $1,309 \pm 0,005$ mm, r_4 için $1,496 \pm 0,014$ mm ve r_5 için $1,682 \pm 0,038$ mm olarak hesaplanmıştır. VI yaş grubunu temsil eden sadece bir örnek olması nedeniyle ortalama hesap edilememiş ancak r_n değerleri Çizelge 3.9.'da gösterilmiştir.

Yaş halkası yarıçaplarının artışı incelendiğinde; en yüksek artışın I ile II yaş grubu arasında olduğu görülmektedir. Otolitlerde r_1 ve r_2 arasındaki farkın ortalama uzunluğu $0,201$ mm olarak gerçekleşmiştir. Bu durum bireylerin hayat devirlerinin ikinci yılında ileriki yaşlara kıyasla daha yüksek büyüme hızına ulaştıkları anlamına gelmektedir. Diğer yaşlardaki artış giderek azalma eğilimi göstermektedir. Sırası ile r_2 ve r_3 arasındaki artış $0,156$ mm, r_3 ve r_4 arasındaki artış $0,187$ mm, r_4 ve r_5 arasındaki artış $0,186$ mm olmuştur. Bu genel eğilimin dışında kalan tek istisna, II ile III yaş grubu arasındaki durumdur. Genellikle hayat devrinin ilk yıllarındaki yüksek büyüme hızına paralel olarak halka çaplarındaki artışın da yüksek olması beklenir. Ancak $0,156$ mm ile en düşük artış oranının yaşandığı ve balığın üçüncü yıl büyümesine karşılık gelen bu dönem büyüme hızında bir yavaşlamayı akla getirmekte ve genel eğilime ters görünmektedir.

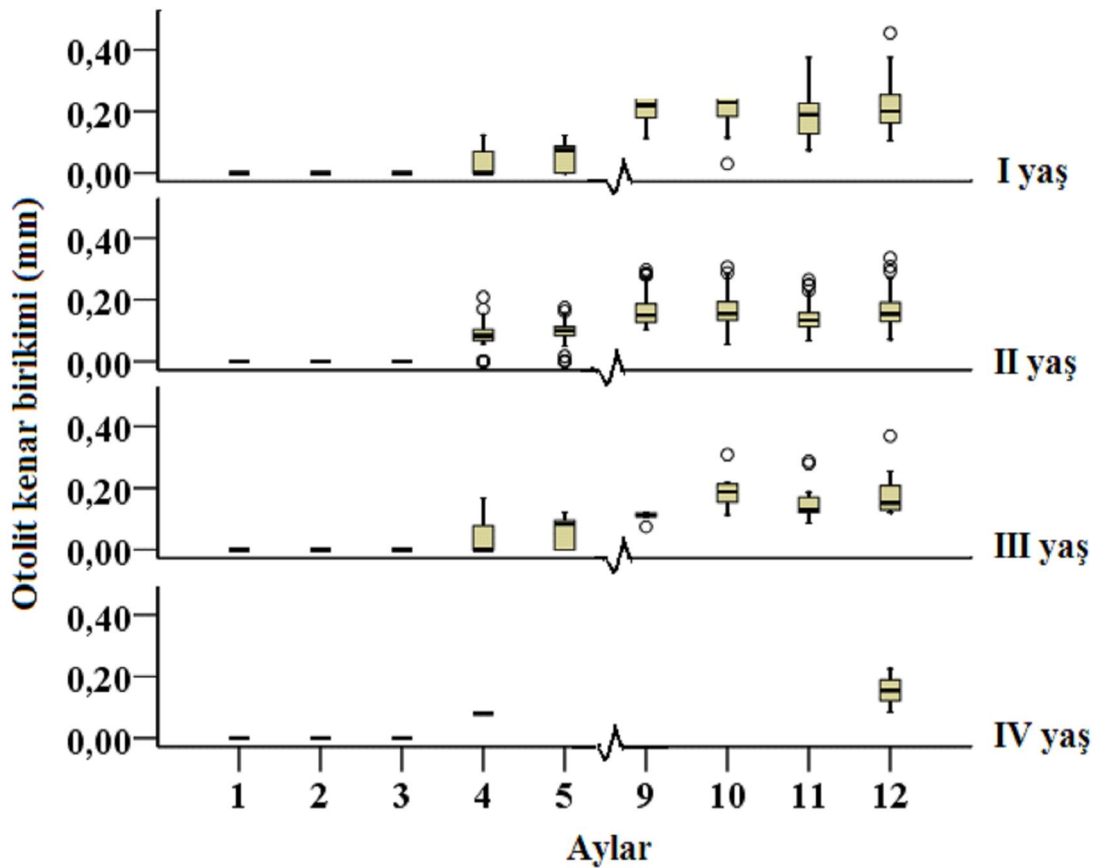
Annulusların her bir yaş grubunda doğru olarak tesbit edilip ölçüldüğünü göstermek için, hesaplanan ortalama yarıçap değerlerinin dağılımı Shapiro-Wilkinson normalite testine tabi tutulduğunda elde edilen sonuçlar Çizelge 3.9' da sunulmuş ve her bir yaş grubunda ölçülen halka yarıçaplarının normal dağılıma uyduğu gözlenmiştir. Test için yeterli sayıda örnek olmadığından r_5 ve r_6 için değerlendirme yapılmamıştır. Bu sonuç, barbunya balığı otolitlerinde artan yaşa bağlı olarak r_n yarıçapların ölçülmesinde herhangi bir yanılgıya yer vermeden ölçüm yapılabildiğini göstermektedir.

Çizelge 3.9. Barbunya balığı örneklerinde her bir yaş grubu için ortalama yaş halkası yarıçap uzunlukları

YAŞ	N	r₁ ort± sh (mm)	r₂ ort± sh (mm)	r₃ ort± sh (mm)	r₄ ort± sh (mm)	r₅ ort± sh (mm)	r₆ ort± sh (mm)
I	366	0,969±0,005	-	-	-	-	-
II	682	0,948±0,003	1,158±0,003	-	-	-	-
III	224	0,935±0,005	1,136±0,005	1,305±0,005	-	-	-
IV	40	0,944±0,014	1,164±0,011	1,324±0,014	1,494±0,016	-	-
V	9	1,016±0,021	1,180±0,025	1,344±0,029	1,511±0,037	1,661±0,041	-
VI	1	1,013	1,170	1,324	1,531	1,713	1,987
Genel	1322	0,952±0,002	1,153±0,002	1,309±0,005	1,496±0,014	1,682±0,038	1,987
Normalite testi (Test değeri, P)		0,851 P<0,05	0,957 P<0,05	0,949 P<0,05	0,900 P<0,05	- -	- -

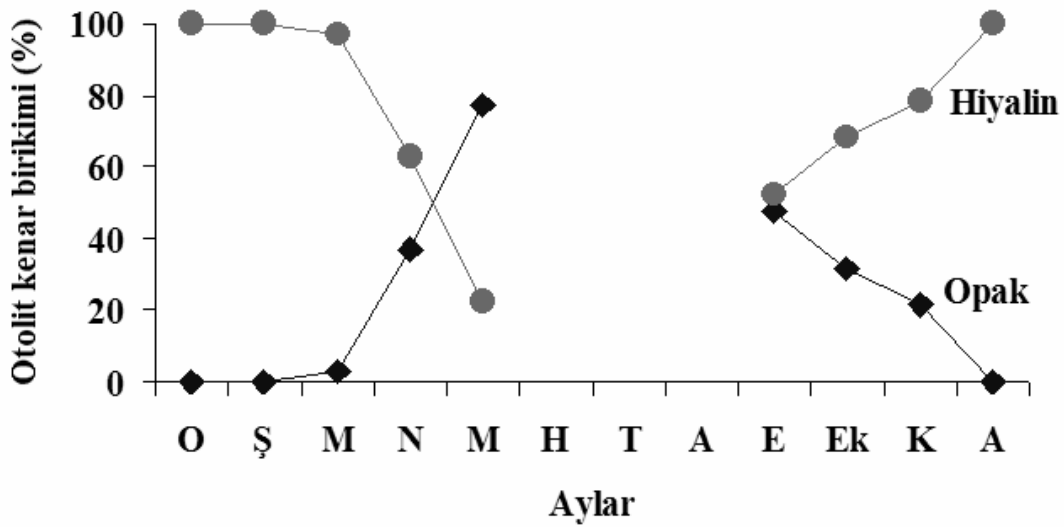
3.5.8. Kenar Birikim Analizi (K.B.A.)

Her bir yaş grubunda otolit kenarında tamamlanan son annulusu izleyen kenar birikiminin aylara göre değişimi incelendiğinde I, II, III ve IV yaş gruplarındaki artışın benzer şekilde gerçekleştiği görülmüştür. Kenar birikiminin Nisan ayından itibaren artmaya başladığı, ilerleyen aylarda birikimin genişlediği görülmüştür. Kenar birikimindeki bu artışın ivmesi sonbahar aylarına girildiğinde düşmüştür. Birikimde bir miktar artış olsa da bahar aylarındaki kadar yüksek değildir. Opak birikimdeki genişleme ilk hiyalin halkanın oluşumuyla birlikte maksimum noktasına ulaşmış görünmektedir. Balığın büyümesinin durması ya da en aza inmesi anlamına gelen bu oluşum barbunya balığı örneklerinde ilk olarak Eylül'de başlayarak Aralık ayına kadar sürmüştür (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Her bir yaş grubunda otolit kenarında tamamlanan son annulusu izleyen kenar birikiminin aylara göre değişimi

Otolit kenarlarında bulunan opak ve hiyalin halkaların aylık olarak bulunma yüzdeleri incelenerek Şekil 3.15’ de verilmiştir. Opak oluşum ilk olarak % 2,7 oranla Mart ayında başlamıştır. Nisan ayında % 36,8 ve Mayıs ayında % 77,2 oranı ile artış göstermiştir. Kuzey yarım küre ılıman bölge balıklarının genelinde olduğu gibi opak kenar görülme frekansı yaz mevsimi en yüksek noktaya ulaşacak ve aynı dönem içerisinde otolit kenarında hiyalin oluşum gözlenme oranı en düşük yüzdeye ulaşacaktır. Ancak av yasağına bağlı olarak söz konusu aylarda örnekleme yapılamaması bu eğilimi görmemizi engellemiştir. Mevcut örnekleme takip edildiğinde ise Eylül ayından itibaren düşme eğiliminde olan opak oluşum ve artma eğiliminde olan hiyalin oluşum frekansı gözlenmektedir. Eylül ayında örneklerin yaklaşık yarısı hiyalin ve yarısı opak kenarlı otolit taşıırken, aradaki fark Ekim ve Kasım aylarında giderek açılmıştır. Örneğin Kasım ayı örneklerinin % 78,4’ ünde hiyalin kenar oluşumu gözlenirken, % 21,6’ sında opak oluşum tesbit edilmiştir. Bu tespitin anlamı Kasım ayı içerisinde bile halen büyümeye devam eden bireylerin bulunduğudır. Aralık itibariyle örneklerin tamamında hiyalin kenar oluşumu izlenmiş ve bu hal bir sonraki yılın büyümesini ifade eden ilk opak oluşumun gözleendiği Mart ayına kadar korunmuştur. Sonuç olarak yılda tek bir kez opak ve tek bir kez hiyalin halka oluşumunun belirlenmesi, sayılan yaş halkalarının yıllık olarak oluştuğuna işaret etmektedir.



Şekil 3.15. Barbunya balığı otolitlerinde aylara göre opak ve hiyalin kenar birikim yüzdesi

3.6. Büyüme

3.6.1. Total Boy ve Ağırlık Değerlerinin Yaş Gruplarına Göre Tanımlayıcı İstatistikleri

Barbunya balıklarında total boy ve ağırlık ölçümlerinin juvenil, erkek, dişi ve tüm bireyler için yaş gruplarına göre, en küçük, en büyük, ortalama, standart hata ve güven aralığından oluşan tanımlayıcı istatistikleri sırasıyla Çizelge 3.10 ve Çizelge 3.11’ de verilmiştir.

Erkek bireylerde total boy artışı I ve II yaş arasında 1,3 cm, II ve III yaş arasında 1,0 cm, III ve IV yaş arasında 3,3 cm, IV ve V yaş arasında 0,9 cm olarak gerçekleşmiştir. Dişilerde ise total boy artışı I ve II yaş arasında 1,9 cm, II ve III yaş arasında 1,3 cm, III ve IV yaş arasında 2,9 cm, IV ve V yaş arasında 1,6 cm olmuştur. Buradan en düşük total boy artışının her iki eşey için de II ve III yaşlar arasında, en yüksek artışın da III ve IV yaşlar arasında gerçekleştiği görülmektedir.

Ağırlık ortalamalarındaki artış erkek bireylerde, I ve II yaş arasında 6 g, II ve III yaş arasında 5,4 g, III ve IV yaş arasında 25,7 g, IV ve V yaş arasında 8,65 g olarak gerçekleşmiştir. Dişilerde ise I ve II yaş arasında 8,9 g, II ve III yaş arasında 7,4 g, III ve IV yaş arasında 25,4 g, IV ve V yaş arasında 15,1 g olmuştur. En düşük ağırlık artışı her iki eşey için yine II ve III yaş arasında gerçekleşirken en yüksek ağırlık artışı da III ve IV yaş grupları arasında gözlenmiştir.

Çizelge 3.10. Barbunya balığı örneklerinde yaşa bağlı total boy (cm) ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri

EŞEY	YAŞ	0+	I	II	III	IV	V	VI
JUVENİL	N	153	137	-	-	-	-	-
	Ort. $\pm$ s.h.	8,4 $\pm$ 0,10	8,7 $\pm$ 0,10	-	-	-	-	-
	En küçük	6,2	5,9	-	-	-	-	-
	En büyük	11	11	-	-	-	-	-
	Güv.aralığı	8,3-8,5	8,6-8,8	-	-	-	-	-
ERKEK	N	-	157	437	125	15	2	-
	Ort. $\pm$ s.h.	-	11,1 $\pm$ 0,10	12,4 $\pm$ 0,06	13,5 $\pm$ 0,11	16,7 $\pm$ 0,52	17,6 $\pm$ 0,47	-
	En küçük	-	8,5	9,6	11,4	13,2	17,2	-
	En büyük	-	14,7	15,9	17,5	20	18,6	-
	Güv.aralığı	-	11,0-11,2	12,3-12,5	13,4-13,6	15,6-17,9	15,6-19,7	-
Dişi	N	-	72	245	99	25	7	1
	Ort. $\pm$ s.h.	-	11,1 $\pm$ 0,17	13,0 $\pm$ 0,09	14,3 $\pm$ 0,14	17,2 $\pm$ 0,34	18,8 $\pm$ 0,69	22,6
	En küçük	-	8,4	9,5	12	14,1	16	-
	En büyük	-	13,8	15,8	17,8	21	21,3	-
	Güv.aralığı	-	10,9-11,3	12,9-13,1	14,2-14,4	16,5-17,9	17,1-20,5	-
ERKEK + Dişi	N	-	229	682	224	40	9	1
	Ort. $\pm$ s.h.	-	11,1 $\pm$ 0,09	12,6 $\pm$ 0,05	13,8 $\pm$ 0,09	17,1 $\pm$ 0,29	18,4 $\pm$ 0,58	22,6
	En küçük	-	8,4	9,5	11,4	13,2	16	-
	En büyük	-	14,7	15,9	17,8	20	21,3	-
	Güv.aralığı	-	11,0-11,2	12,5-12,7	13,7-13,9	16,8-17,4	17,8-19,0	-
TOPLAM	1475	153	366	682	224	40	9	1

Çizelge 3.11. Barbunya balığı örneklerinde yaşa bağlı ağırlık (g) ölçümlerinin tanımlayıcı istatistikleri

EŞEY	YAŞ	0+	I	II	III	IV	V	VI
JUVENİL	N	153	137	-	-	-	-	-
	Ort. $\pm$ s.h.	6,1 $\pm$ 0,21	7,0 $\pm$ 0,26	-	-	-	-	-
	En küçük	2,1	1,9	-	-	-	-	-
	En büyük	12,2	14,4	-	-	-	-	-
	Güv.aralığı	5,7-6,5	6,5-7,5	-	-	-	-	-
ERKEK	N	-	157	437	125	15	2	-
	Ort. $\pm$ s.h.	-	14,8 $\pm$ 0,48	20,8 $\pm$ 0,35	26,2 $\pm$ 0,85	51,9 $\pm$ 3,90	60,6 $\pm$ 6,15	-
	En küçük	-	5,9	9,4	13,7	26,5	54,4	-
	En büyük	-	36,2	49,9	64,5	75,5	66,7	-
	Güv.aralığı	-	13,9-15,8	20,1-21,5	24,5-27,8	43,4-60,4	-17,6-138,7	-
Dişi	N	-	72	245	99	25	7	1
	Ort. $\pm$ s.h.	-	14,9 $\pm$ 0,73	23,8 $\pm$ 0,50	31,2 $\pm$ 1,07	56,6 $\pm$ 3,14	71,7 $\pm$ 6,77	114,4
	En küçük	-	5,4	7,3	16,7	29	46,4	-
	En büyük	-	28,7	45,3	62,2	98	94,7	-
	Güv.aralığı	-	13,5-16,4	22,8-24,8	29-33,3	50,1-63,1	55,2-88,3	-
ERKEK + Dişi	N	-	229	682	224	40	9	1
	Ort. $\pm$ s.h.	-	14,8 $\pm$ 0,40	21,9 $\pm$ 0,29	28,4 $\pm$ 0,69	54,9 $\pm$ 2,46	69,2 $\pm$ 5,52	114,4
	En küçük	-	5,9	7,3	13,7	26,5	46,4	-
	En büyük	-	36,2	49,9	64,5	98	94,7	-
	Güv.aralığı	-	14,4-15,2	21,6-22,2	27,7-29,1	53,4-57,4	63,7-74,7	-
TOPLAM	1475	153	366	682	224	40	9	1

3.6.2. Balık ve Otolit Büyümesi

Barbunya balığı örneklerinde 1 Ocak kabulü kullanılarak yapılan otolit okumalarından elde edilen yaş gruplarına göre erkek ve dişi bireylerin ortalama total boy (Çizelge 3.12), ortalama ağırlık (Çizelge 3.13), ortalama otolit boyu (Çizelge 3.14), ortalama otolit genişliği (Çizelge 3.15) ve ortalama otolit ağırlığı (Çizelge 3.16) değerleri karşılaştırılmıştır.

Çizelge 3.12. Barbunya balığının erkek ve dişi bireylerinde her bir yaş grubu için hesaplanan ortalama total boy (cm) değerlerinin karşılaştırılması

Yaş	Eşey	N	Total Boy (cm) $\pm$ s.h.	T testi (t, P)*
0+	J	153	8,4 $\pm$ 0,10	-
I	J	137	8.7 $\pm$ 0,10	-
	E	157	11,1 $\pm$ 0,10	-0.11, P>0.05
	D	72	11,1 $\pm$ 0,17	
	E+D	229	11,1 $\pm$ 0,09	-
II	E	437	12,4 $\pm$ 0,06	-5.110, P<0.001
	D	245	13,0 $\pm$ 0,09	
	E+D	682	12,6 $\pm$ 0,05	-
III	E	125	13,5 $\pm$ 0,11	-4.462, P<0.001
	D	99	14,3 $\pm$ 0,14	
	E+D	224	13,8 $\pm$ 0,09	-
IV	E	15	16,7 $\pm$ 0,52	-0.796, P>0.05
	D	25	17,2 $\pm$ 0,34	
	E+D	40	17,1 $\pm$ 0,29	-
V	E	2	17,6 $\pm$ 0,47	-1.174, P>0.05
	D	7	18,8 $\pm$ 0,69	
	E+D	9	18,4 $\pm$ 0,58	-
VI	E	-	-	-
	D	1	22,6	-
	E+D	1	22,6	-

(*) t testi sadece erkek ve dişi birey ortalamalarını karşılaştırmak için kullanılmıştır.

Çizelge 3.12' ye göre sadece II ve III yaş grubuna dahil erkek ve dişi bireylerin total boy ortalamaları arasında önemli istatistik fark bulunmuştur. Değerler aynı yaş grubu içerisindeki erkek bireylerin dişilerden anlamlı olarak daha düşük total boy ölçümlerine sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.13' e göre total boy değerlerine benzer olarak sadece II ve III yaş gruplarında erkek ve dişi bireylerin ortalama ağırlıkları arasında önemli fark bulunmuştur. Her iki yaş grubunda da dişiler bireysel olarak erkeklerden daha büyük vücut ağırlığına sahip görünmektedir.

Çizelge 3.13. Barbunya balığının erkek ve dişi bireylerinde her bir yaş grubu için hesaplanan ortalama ağırlık (g) değerlerinin karşılaştırılması

Yaş	Eşey	N	Ağırlık (g) $\pm$ s.h.	T testi (t, P)*
0 +	J	153	6,1 $\pm$ 0,21	-
I	J	137	7,0 $\pm$ 0,26	-
	E	157	14,8 $\pm$ 0,48	-0,105, P>0,05
	D	72	14,9 $\pm$ 0,73	
	E+D	229	14,8 $\pm$ 0,40	-
II	E	437	20,8 $\pm$ 0,35	-5,002, P<0,001
	D	245	23,8 $\pm$ 0,50	
	E+D	682	21,9 $\pm$ 0,29	-
III	E	125	26,2 $\pm$ 0,85	-3.657, P<0.001
	D	99	31,2 $\pm$ 1,07	
	E+D	224	28,4 $\pm$ 0,69	-
IV	E	15	51,9 $\pm$ 3,90	-0,925, P>0.05
	D	25	56,6 $\pm$ 3,14	
	E+D	40	54,9 $\pm$ 2,46	-
V	E	2	60,6 $\pm$ 6,15	-0.824, P>0.05
	D	7	71,7 $\pm$ 6,77	
	E+D	9	69,2 $\pm$ 5,52	-
VI	E	-	-	-
	D	1	114,4	-
	E+D	1	114,4	-

(*) t testi sadece erkek ve dişi birey ortalamalarını karşılaştırmak için kullanılmıştır

Çizelge 3.14. Barbunya balığının erkek ve dişi bireylerinde her bir yaş grubu için hesaplanan ortalama otolit boyu (mm) değerlerinin karşılaştırılması

Yaş	Eşey	N	Otolit Boyu (mm) $\pm$ s.h.	T testi (t, P)*
0 +	J	153	1,97 $\pm$ 0,02	-
I	J	137	2,03 $\pm$ 0,02	-
	E	157	2,32 $\pm$ 0,02	-0,721, P>0,05
	D	72	2,34 $\pm$ 0,02	
	E+D	229	2,32 $\pm$ 0,01	-
II	E	437	2,58 $\pm$ 0,01	-4,145, P<0,001
	D	245	2,64 $\pm$ 0,01	
	E+D	682	2,60 $\pm$ 0,01	-
III	E	125	2,78 $\pm$ 0,02	-2,011, P<0,05
	D	99	2,84 $\pm$ 0,02	
	E+D	224	2,81 $\pm$ 0,01	-
IV	E	15	3,21 $\pm$ 0,04	-0.470, P>0,05
	D	25	3,21 $\pm$ 0,05	
	E+D	40	3,21 $\pm$ 0,03	-
V	E	2	3,40 $\pm$ 0,08	-0,187, P>0,05
	D	7	3,49 $\pm$ 0,09	
	E+D	9	3,47 $\pm$ 0,08	-
VI	E	-	-	-
	D	1	3,96	-
	E+D	1	3,96	-

(*) t testi sadece erkek ve dişi birey ortalamalarını karşılaştırmak için kullanılmıştır

Çizelge 3.14' e göre ortalama otolit boyları eşeyler arasında sadece II ve III yaş gruplarında anlamlı farklılık göstermiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere II ve III yaş grubundaki dişi bireylerin otolitleri erkek bireylerden alınanlara göre 0,06 mm daha uzundur.

Çizelge 3.15. Barbunya balığının erkek ve dişi bireylerinde her bir yaş grubu için hesaplanan ortalama otolit genişliği (mm) değerlerinin karşılaştırılması

Yaş	Eşey	N	Otolit Genişliği (mm) $\pm$ s.h.	T testi (t, P)*
0 +	J	153	1,44 $\pm$ 0,01	-
I	J	137	1,49 $\pm$ 0,01	-
	E	157	1,70 $\pm$ 0,01	0,492, P>0,05
	D	72	1,70 $\pm$ 0,02	
	E+D	229	1,70 $\pm$ 0,01	-
II	E	437	1,85 $\pm$ 0,01	0,323, P<0,001
	D	245	1,89 $\pm$ 0,01	
	E+D	682	1,87 $\pm$ 0,01	-
III	E	125	1,98 $\pm$ 0,01	-2,509, P<0,05
	D	99	2,03 $\pm$ 0,02	
	E+D	224	2,00 $\pm$ 0,01	-
IV	E	15	2,18 $\pm$ 0,04	-2,012, P>0,05
	D	25	2,28 $\pm$ 0,03	
	E+D	40	2,24 $\pm$ 0,03	-
V	E	2	2,35 $\pm$ 0,06	0,061, P>0,05
	D	7	2,37 $\pm$ 0,07	
	E+D	9	2,37 $\pm$ 0,06	-
VI	E	-	-	-
	D	1	2,58	-
	E+D	1	2,58	-

(*) t testi sadece erkek ve dişi birey ortalamalarını karşılaştırmak için kullanılmıştır

Çizelge 3.15' e göre otolit genişliği ölçümlerinde de total boy, ağırlık ve otolit boyu ölçümlerinde olduğu gibi yine II ve III yaş grubu arasında önemli istatistik fark bulunmuştur. Erkek bireylerin otolit genişliği dişilerden, her iki yaş grubunda da 0,05 mm daha küçüktür.

Çizelge 3.16. Barbunya balığının erkek ve dişi bireylerinde her bir yaş grubu için hesaplanan ortalama otolit ağırlığı (mg) değerlerinin karşılaştırılması

Yaş	Eşey	N	Otolit Ağırlığı(mm) $\pm$ s.h.	T testi (t, P)*
0 +	J	153	1,04 $\pm$ 0,02	-
I	J	137	1,16 $\pm$ 0,03	-
	E	157	1,67 $\pm$ 0,03	0,050, P>0,05
	D	72	1,66 $\pm$ 0,05	
	E+D	229	1,67 $\pm$ 0,02	-
II	E	437	2,22 $\pm$ 0,02	-3,802, P<0,001
	D	245	2,36 $\pm$ 0,03	
	E+D	682	2,27 $\pm$ 0,02	-
III	E	125	2,80 $\pm$ 0,05	-1,309, P>0,05
	D	99	2,90 $\pm$ 0,05	
	E+D	224	2,85 $\pm$ 0,03	-
IV	E	15	4,05 $\pm$ 0,17	-0,475, P>0,05
	D	25	4,09 $\pm$ 0,15	
	E+D	40	4,07 $\pm$ 0,11	-
V	E	2	4,80 $\pm$ 0,30	-0,550, P>0,05
	D	7	5,38 $\pm$ 0,40	
	E+D	9	5,26 $\pm$ 0,32	-
VI	E	-	-	-
	D	1	6,8	-
	E+D	1	6,8	-

(*) t testi sadece erkek ve dişi birey ortalamalarını karşılaştırmak için kullanılmıştır

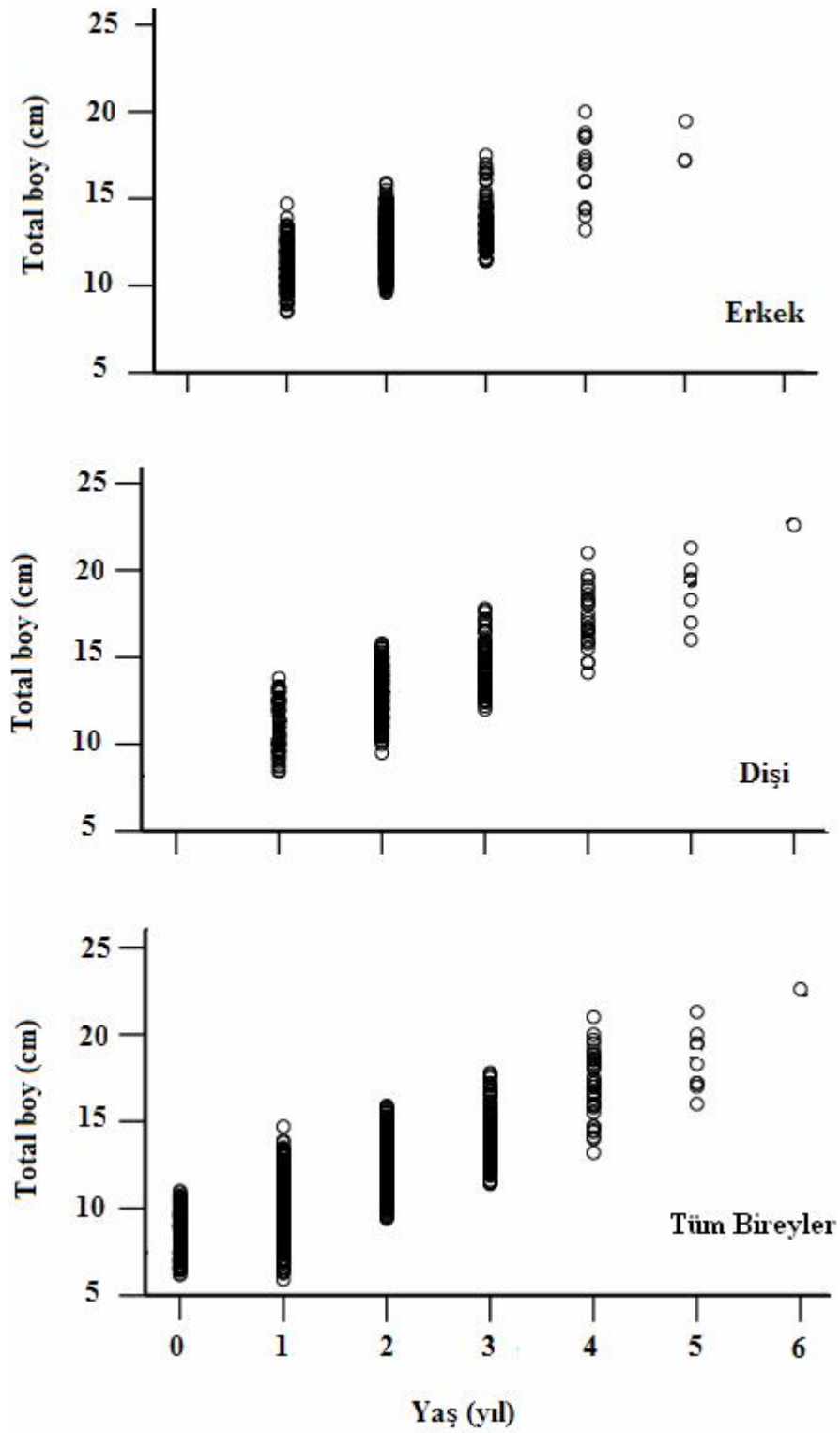
Yaş gruplarına göre otolit ağırlığı değerlerinin gözlendiği Çizelge 3.16' da eşeyler arasındaki fark sadece II yaş grubunda belirgin bulunmuştur. Bu yaş grubundaki dişilerin ortalama otolit ağırlıkları erkeklerinkinden 0,15 mg daha ağırdır.

3.6.3. Otolit Yaşı Verilerinden Elde Edilen Büyüme Parametreleri

Barbunya balığında otolit okumalarından elde edilen biyolojik yaş değerlerine karşı total boy dağılımını gösteren grafikler Şekil 3.16’ da, boy gruplarına yerleştirilerek oluşturulan yaş-boy anahtarı ise Çizelge 3.17’ de sunulmuştur. Biyolojik yaş-boy değerleri kullanılarak von Bertalanffy büyüme modeline uygun parametreler her iki eşey için ve örneklerin tamamı için hesaplanmıştır. Buna göre barbunya balığı için boyca büyüme parametreleri;

erkek bireylerde;	$L_{\infty} = 25,25 \text{ cm}$	$K = 0,154$	$t_0 = -1,59$
dişi bireylerde;	$L_{\infty} = 39,36 \text{ cm}$	$K = 0,082$	$t_0 = -1,92$
ve tüm bireylerde;	$L_{\infty} = 53,58 \text{ cm}$	$K = 0,051$	$t_0 = -2,40$

olarak bulunmuştur. Hesaplama sonuçlarında da görüldüğü gibi erkek bireyler için bulunan L_{∞} değeri ölçülen 20.0 cm’ lik değerden biraz yüksek olmakla birlikte makul kabul edilebilir. Ancak dişi ve tüm bireyler için elde edilen büyüme parametreleri çok mantıklı değildir. Dişilerde hesaplanan 39,36 cm’ lik L_{∞} değeri gözlenen en yüksek boydan (22,6 cm) bir hayli yüksek görünmekte ve ayrıca 0.082’ lik K büyüme oranı oldukça düşük bir değer olarak ortaya çıkmaktadır. Keza genel verilerden hesaplanan parametreler için de aynı durum söz konusudur. L_{∞} olarak belirlenen 53,58 cm bu tür için rasyonel görünmemekte, ayrıca $K=0,051$ değeri bu tip kısa ömürlü ve hızlı büyüyen balıklar için son derece düşük bir değer sayılabilmektedir. Sonuç olarak otolit okumalarından elde edilen biyolojik yaş değerlerinin kullanıldığı büyüme parametrelerinin hesabında balık örneklerinin büyümesinin von Bertalanffy büyüme modeline tam olarak uyum gösterdiği söylenemez. Bunun temel sebebinin, balıkların II yaşını tamamladıktan sonra, diğer bir ifadeyle üçüncü yıl büyümesi sırasında boy artış hızlarının düşmesi olduğu düşünülmektedir. Büyümede üçüncü yıl içerisinde oluşan bu yavaşlama aslında von Bertalanffy modelinin ilk yıllarındaki hızlı büyüme eğilimine ters görünmekte ve balığın ilk dört yıl içindeki büyüme hızında bir kırılmaya yol açmaktadır. Bu yüzden de modele ait parametreleri sağlıklı tahmin etme imkanı ortadan kalkmış görünmektedir.



Şekil 3.16. Barbunya balığı bireylerinde 1 Ocak kabulüyle elde edilen otolit yaşı-total boy ilişkileri

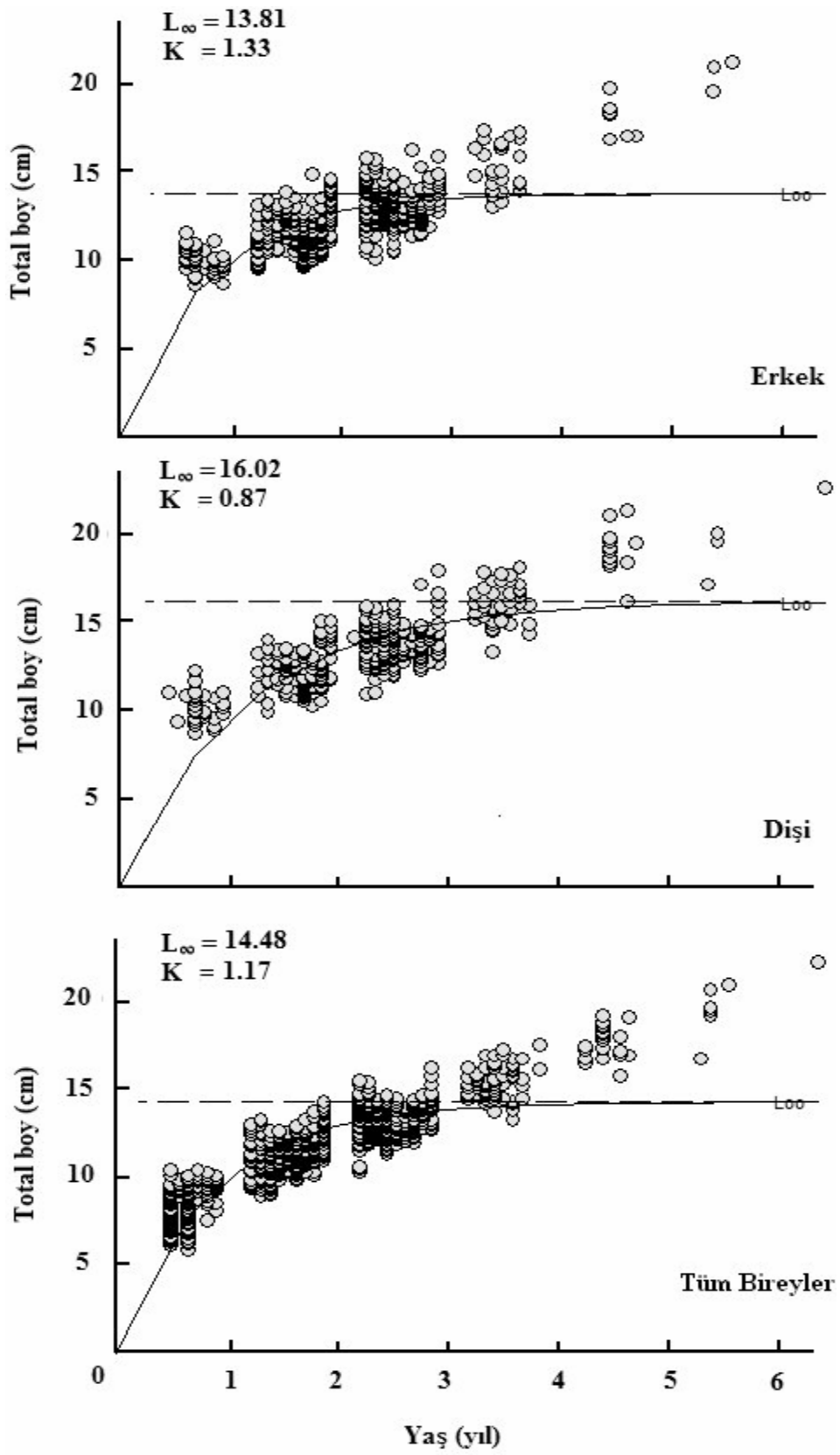
Çizelge 3.17. Barbunya balığında otolit okumalarından elde edilen yaş-boy anahtarı

EŞEY	JÜVENİL		ERKEK						DİŞİ						TOPLAM
YAŞ GRUBU	0+	I	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	
5,5-6,5	3	5													8
6,5-7,5	39	15													54
7,5-8,5	34	32							1						67
8,5-9,5	38	43	11						8						100
9,5-10,5	32	31	42	31					18	6					160
10,5-11,5	7	11	43	75	1				19	25					181
11,5-12,5			30	119	24				11	56	3				243
12,5-13,5			28	98	43	1			14	57	33				274
13,5-14,5			2	84	32	2			1	63	30	1			215
14,5-15,5			1	27	15	1				33	10	2			89
15,5-16,5				3	3	3				5	12	5	1		32
16,5-17,5					6	4	1				8	6	1		26
17,5-18,5					1	-	-				3	5	1		10
18,5-19,5						3	1					3	1		8
19,5-20,5						1						2	2		5
20,5-21,5												1	1		2
21,5-22,5															-
22,5-23,5														1	1
TOPLAM	153	137	157	437	125	15	2	-	72	245	99	25	7	1	1475

Barbunya balığı örneklerinden elde edilen gözlenen yaş-boy değerlerinin dağılımı Şekil 3.17’ de sunulmuştur. Bu veriler kullanılarak, bir diğer ifadeyle aylık yaş değerlerinin dikkate alındığı yaş-boy verileri kullanılarak erkek, dişi ve tüm bireyler için von Bertalanffy büyüme parametreleri hesap edilmiştir. Analizin yapıldığı FISAT II programında aylık yaş-boy değerlerinden büyüme parametreleri hesaplanırken sadece L_{∞} ve K değerleri elde edilmekte ve t_0 tahmini yapılmamaktadır. Buna göre;

erkek bireylerde;	$L_{\infty}= 13,81 \text{ cm}$	$K=1,33$
dişi bireylerde;	$L_{\infty}= 16,02 \text{ cm}$	$K=0,87$
ve tüm bireylerde;	$L_{\infty}= 14,48 \text{ cm}$	$K=1,17$

olarak bulunmuştur. Erkekler için 13,81 cm, dişiler için 16,02 cm ve tüm bireyler için 14,48 cm olarak elde edilen L_{∞} değerleri, ölçülen en yüksek boy değerlerinin (sırasıyla, 20,0 cm, 22,6 cm ve 22,6 cm) oldukça altında çıkmıştır. Diğer taraftan erkek bireyler ve tüm bireyler için hesaplanan K değerinin 1’ den yüksek olması mantıklı görünmemektedir. Gözlenen yaş-boy değerlerinin dağılımını gösteren grafik (Şekil 3.17) incelendiğinde kullanılan programın von Bertalanffy büyüme modelini balığın hayat devrinin ilk üç yılına uydurduğu izlenmektedir. Çünkü hayat devrinin üçüncü yılında büyümedeki yavaşlama modelin bu parametrelerle hesaplanmasına yol açmıştır. Bu yolla sağlıklı büyüme parametreleri elde etmek mümkün görünmemektedir



Şekil 3.17. Barbunya balığı bireylerinde gözlenen yaş verilerine göre total boy-yaş ilişkileri

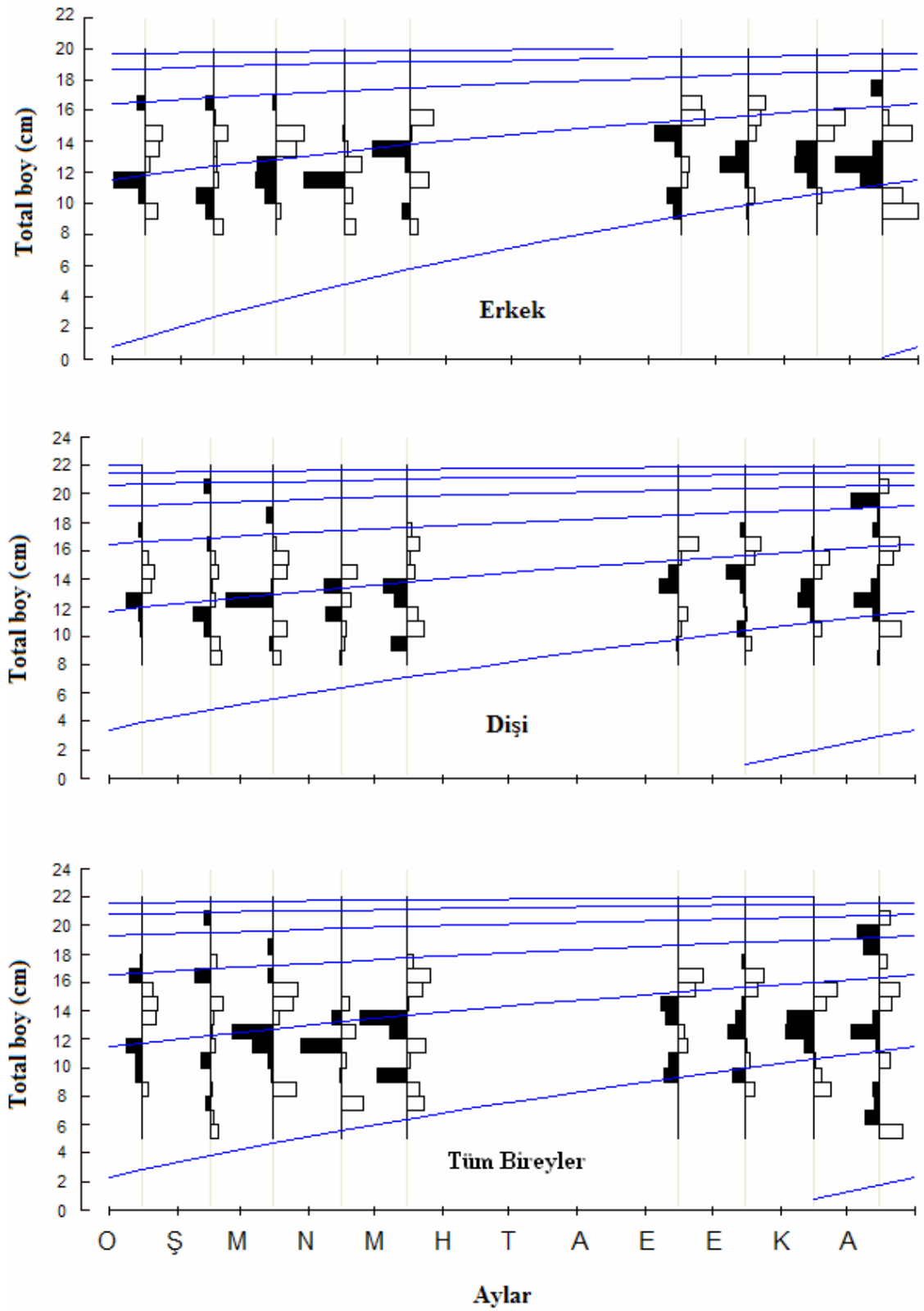
3.6.4. Boy-Frekans Verilerinden Elde Edilen Büyüme Parametreleri

ELEFAN I programı kullanılarak en ideal K parametresi tahminini veren boy-frekans analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizin sonuçlarına göre boyca büyüme parametreleri;

erkek bireylerde;	$L_{\infty} = 20.5$ cm	$K = 0.48$	$t_0 = -0.12$
dişi bireylerde;	$L_{\infty} = 22.5$ cm	$K = 0.35$	$t_0 = -0.34$
ve tüm bireylerde;	$L_{\infty} = 22.5$ cm	$K = 0.38$	$t_0 = -0.23$

olarak bulunmuştur. Elde edilen L_{∞} değerleri gözlenen değerlerle aynı görünmektedir. Bu son derece normaldir çünkü ELEFAN I uygulaması örnek dağılımı içerisindeki en yüksek sınıf aralığını L_{∞} olarak atamakta ve ideal K değerini hesaplamaktadır. Bu yolla hesaplanan K değerleri ise makul sınırlar içerisinde görülmektedir.

Büyüme parametrelerinin elde edildiği ve tam bir örnekleme yılını kapsayan 2005 yılının aylık boy frekans dağılımları Şekil 3.18' de görülmektedir. Şekilden de anlaşılacağı üzere yeni nesil katılımının ilk olarak Eylül ayında gerçekleştiği gözlenmektedir. Ancak Ağustos ayında örnekleme yapılamamış olduğundan, katılım zamanı için kesin bir yargıya varmak sağlıklı olmayabilir. Grafiğe göre izlenen ikinci yıl sınıfı aslında iki farklı yıl sınıfının, bir diğer deyişle I ve II yaş grubunun karışımını içermektedir. Burada modal değer en iyi takip edildiği yaş grubu III olarak izlenmektedir.



Şekil 3.18. Barbunya balığı bireylerinde boy-frekans dağılımında yıl sınıflarının izlenmesi

3.6.5. Büyüme Modellerinin Karşılaştırılması

Büyüme parametrelerinin hesaplanmasında kullanılan üç farklı yöntem sonucu farklı büyüme parametreleri elde edilmiştir. Bunlardan bazıları mantıklı sonuçlar verirken bazıları makul değerler dışında kalmıştır. Her bir yöntem içerisinde elde edilen denklem parametreleri kullanılarak yaş gruplarına karşılık gelen boylar hesaplanmış ve karşılaştırma maksadıyla Çizelge 3.18’ de sunulmuştur.

Çizelge 3.18. Farklı metotlarla hesaplanan von Bertalanffy büyüme parametrelerinden elde edilen total boy (cm) değerleri

Yaş	Otolitten Yaş Okuma Metodu						Boy-Frekans Analizi Metodu	
	Ölçülen		Biyolojik Yaş		Gözlenen Yaş		E	D
	E	D	E	D	E	D		
0+	8,4	8,4	8,31	8,38	10,16	9,31	8,51	8,42
I	11,1	11,1	10,72	10,82	12,84	13,21	13,08	12,58
II	12,4	13,0	12,80	13,07	13,55	14,84	15,90	15,51
III	13,5	14,3	14,57	15,14	13,74	15,53	17,65	17,57
IV	16,7	17,2	16,10	17,04	13,79	15,81	18,73	19,03
V	17,6	18,8	17,40	18,80	13,80	15,93	19,39	20,05
VI	-	22,6	18,52	20,42	13,81	15,98	19,81	20,78

Çizelge 3.18 dikkate alındığında ölçülen boy değerleriyle otolit yaşından 1 Ocak kabulüne göre (biyolojik yaş) elde edilen boy değerlerinin son derece uyumlu olduğu gözlenmektedir. Gözlenen yaş değerlerinin kullanıldığı ve FISAT II programındaki yaş-boy büyüme uygulaması yardımıyla elde edilen modelin verdiği boy değerleri ise barbunya balığının hayat devrinin ilk yılları için yüksek, daha sonraki yıllar için ise düşük boy tahmininde bulunmuştur. Yine FISAT II programı içerisinde sadece boy-frekans değerlerinin dikkate alındığı ELEFAN I prosedüründen hesaplanan büyüme modelinden elde edilen değerler ise büyümenin ilk yılı hariç yaş için yüksek boy değerleri vermiştir.

Eşeyler dikkate alınarak ölçülen ve üç farklı yöntemle elde edilen boy değerlerinin karşılaştırması Şekil 3.19’ da sunulmuştur. Grafikten de görüldüğü üzere boy-frekans analizi her iki eşeyde de en yüksek boy tahminlerini vermiştir. Gözlenen yaş-boy yönteminden elde edilen VBBE (von Bertalanffy Büyüme Eğrisi) ilk yıllar için çok hızlı bir büyüme ancak arkasından büyüme hızında çok ani bir düşüş göstermektedir. Dolayısıyla bu eğri barbunya balığının gerçek büyüme hızını yansıtmamaktadır. Ölçülen ve otolit yaşından 1 Ocak kabulüne göre elde edilen büyüme eğrisi ise boy-frekans analizinden elde edilen eğriye, gözlenen yaş eğrisinden daha uyumlu görünmektedir.

Bu çalışmadaki barbunya balığı örneklerinden elde edilen yaş-boy değerleri arasındaki ilişkiyi en iyi tanımlayan regresyon modeli ise 3. dereceden doğrusal bir denklem olup, aşağıda sunulmuştur.

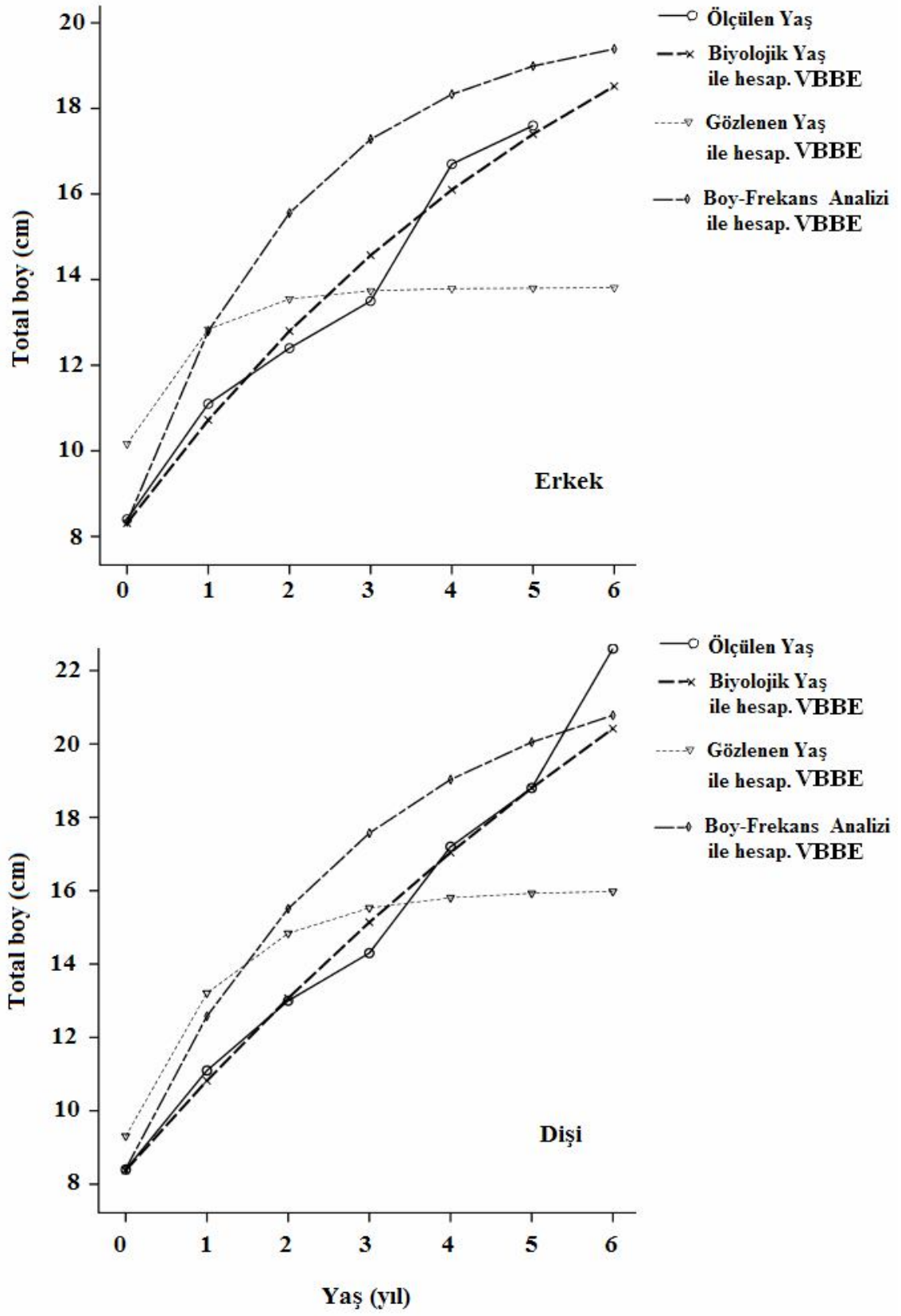
Erkekler için;

$$Y = 9,45 + 2,20x - 0,58x^2 + 0,10x^3 \quad r=0,59$$

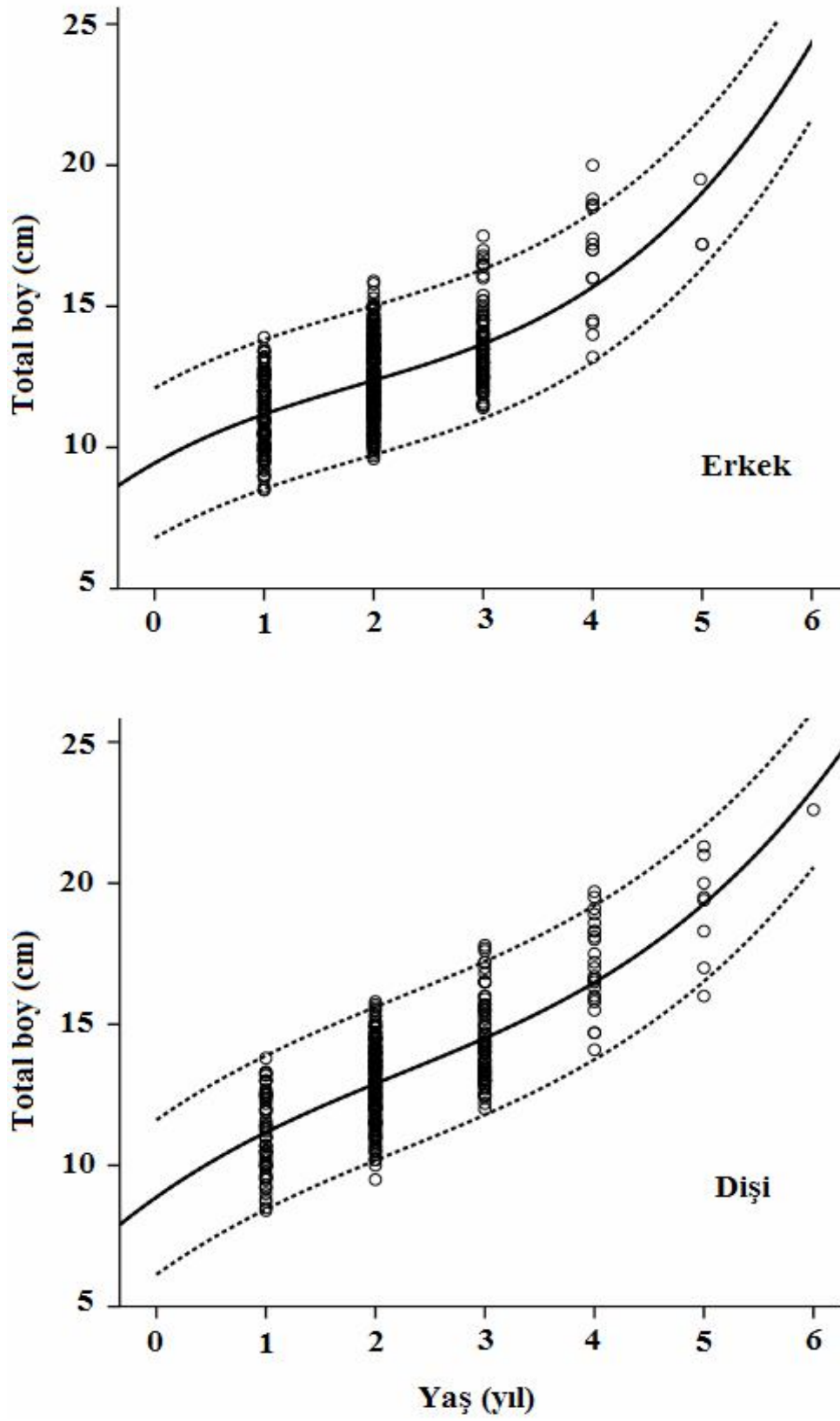
Dişiler için:

$$Y = 8,88 + 2,74x - 0,52x^2 + 0,08x^3 \quad r=0,76$$

Elde edilen bu eşitlikler kullanılarak her bir yaş grubunda (0-VI) tahmin edilen boy değerleri erkekler için sırasıyla 9,45 cm (0+), 11,17 cm (I), 12,33 cm (II), 13,53 cm (III), 15,37 cm (IV), 18,45 cm (V) ve 23,37 cm (VI) olmuştur. Dişiler için aynı değerler sırasıyla 8,88 cm (0+), 11,18 cm (I), 12,92 cm (II), 14,58 cm (III), 16,14 cm (IV), 19,58 cm (V) ve 23,88 cm (VI) olarak bulunmuştur (Şekil 3.20).



Şekil 3.19. Farklı metotlarla hesaplanan von Bertalanffy büyüme eğrileri (VBBE)



Şekil 3.20. Barbunya balığı bireylerinde total boy-yaş ilişkisini gösteren polinomial regresyon eğrisi

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Eşey Dağılımı

Barbunya balığının eşey dağılımı hakkında bilgi veren diğer çalışmalar Çizelge 4.1’ de sunulmuştur. Bu çalışmada erkek bireylerin dişi bireylere oranı 1,67:1 olarak hesaplanmıştır. Karadeniz’ de yürütülen çalışmalarda Genç (2000) erkek-dişi oranını yaklaşık 1:1 olarak bulmuş, Şahin ve Akbulut (1996)’ un çalışmasında popülasyonda erkek bireylerin dişilerden fazla temsil edildiği gözlenmiştir. Diğer taraftan Samsun ve Erkoyuncu (1992) araştırmalarında dişi birey oranını erkeklerden fazla bulmuşlardır. Ege Denizi’ nde yapılan çalışmalarda da (Metin, 2005; Çelik ve Torcu, 2000; Toğulga ve Mater, 1992; Çarol, 1988) dişilerin erkeklere oranının daha yüksek olduğunu kaydetmişlerdir.

Bu çalışmada erkeklerin dişilere oranının yüksek olması tesadüfi olmayıp, örneklememenin yapıldığı üç ardışık yılda da benzer oranlar tespit edilmiştir. Ayrıca eşey oranının mevsimsel olarak değişmediği de belirlenmiştir. Diğer taraftan Ege

Çizelge 4.1. Barbunya balığı ile yapılan çalışmalardan elde edilen eşey oranları

Araştırmacı	Bölge	N	Eşey (%)		
			E	D	J
Süer (2008) – (Bu çalışma)	Orta Karadeniz	1600	% 50	% 30	% 20
Samsun ve Erkoyuncu (1992)	Orta Karadeniz	2116	47,35	52,65	-
Şahin ve Akbulut (1997)	Doğu Karadeniz	2767	51,61	43,01	5,38
Genç (2000)	Doğu Karadeniz	14022	50,65	49,35	-
Demirhan (2007)	Doğu Karadeniz	432	41,1*	58,9*	-
Çarol (1988)	Ege Denizi	830*	39,8*	54,9*	5,3*
Toğulga ve Mater (1992)	Ege Denizi	6054	38	62	
	İzmir Körfezi	4278	46,3	53,7	
Çelik ve Torcu (2000)	Ege Denizi-Edremit Körfezi	474	31,22	68,78	
Metin (2005)	Ege Denizi-İzmir Körfezi	1090	46,7*	32,6*	-
Özvarol ve ark. (2006)	Akdeniz-Antalya Körfezi	368	55,7	44,29	

* Araştırma verilerinden hesaplanmıştır

Denizi'nde yapılan Çarol (1988)' un çalışmasında farklı istasyonlarda eşey oranının yumurtlama periyoduna bağlı olarak değiştiği rapor edilmiştir. Çalışmada yumurtlama periyodundan sonra beslenme devresinde erkeklerin oranında ve stoğa yeni katılan genç bireylerde artış olduğu belirtilmiştir. Ancak yumurtlama periyodu yaklaştıkça bu oran değişmeye; dişi ve erkek oranı eşitlenmeye ve sonrasında dişilerin lehine yeniden arttığı belirlenmiştir.

4.2. Boy-Frekans Dağılımı

Araştırmada en küçük balık boyu 5,9 cm, en büyük balık boyu 22,6 cm olarak tespit edilmiş. Örneklemin % 75' lik kesiminin boyu 13,5 cm' nin altında değer almıştır. Diğer bir deyişle 13,5 cm' den büyük bireyler örneklemin sadece % 25' ini oluşturmaktadır. Boy dağılımı erkek ve dişi bireyler arasında anlamlı farklılık göstermiştir. Erkek bireylerin tümü için medyan değer 12,4 cm, dişilerin tümü için ise 13,2 cm olarak hesaplanmıştır. Dişi bireylerin, erkek bireylere kıyasla yaklaşık 0,8 cm uzun boy değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu fark göz önüne alındığında populasyon parametrelerinin tespitinde erkek ve dişi bireyler için ayrı ayrı hesaplamalar yapma gereği ortaya çıkmıştır. Özellikle yaş-boy ve boy-frekans analizi yöntemi ile ilgili çalışmalarda eşeyler arası farkın dikkate alınması gerekmektedir.

Karadeniz' de yapılan diğer çalışmalarda en küçük-en büyük boy değerlerini; Demirhan (2007) 6,8-18,0 cm, Genç (2000) 4,4 -23,5 cm, Şahin ve Akbulut (1997) 6,0-20,7 cm, Samsun (1990) ise 6,9- 25,3 cm olarak rapor etmiştir. Ayrıca Slastanenko (1956) dişi barbunya balıklarının 23 cm' ye kadar büyüyebileceğini bildirmiştir. Bu noktadan bakıldığında, rapor edilen en küçük ve en büyük boy değerleri bu çalışmanın verileri ile uyumlu bulunmuştur.

Ege Denizi ve Akdeniz' deki çalışmalarda Özvarol ve ark. (2006) 8,8-22,3 cm, Metin (2005) 5,7-20,5 cm, Özbilgin ve ark. (2004) 5,0-23,0 cm, Kınacıgil ve ark. (2001) 8,1-16,1 cm, Çelik ve Torcu (2000) 9,45-18,7 cm (çatal boy), Çoral (2000) 6,7-23,5 cm, Türeli ve Erdem (1997) 7,5-15,1 cm (çatal boy), Toğulga ve Mater (1992) 7,0-16,5 cm(çatal boy), Toğulga (1977) ise 7,5-22,0 cm (çatal boy) olarak bildirmişlerdir. Tserpes ve ark. (2002) barbunya balığının tüm Akdeniz' deki dağılımını inceledikleri çalışmalarında en büyük boyun 15-27 cm arasında değiştiğini ve bu değerlerin Akdeniz'

in batısında daha yüksek seyrettiğini bildirmişlerdir. Ortalama boyun 13-15 cm arasında değiştiğini belirterek İyon Denizi ve Ege Denizi'ndeki yoğun yeni nesil katılımı nedeniyle buradaki ortalamanın daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir.

Doğu Karadeniz'de Genç (2000) ortalama boyu 12,49 cm olarak belirterek, boy dağılımını incelerken mevsimsel farklılıklara değinmiştir. Araştırmaya göre boy-frekans dağılımı yaz döneminde unimodal dağılım gösterirken diğer mevsimlerde, yeni katılan bireyler ile birlikte polimodal dağılım göstermiştir. Çalışmada boy dağılımının derinliğe bağlı farkı araştırılmış ve sonbaharda yüzey sularının soğuması ile birlikte büyük bireylerin küçüklerden önce derine indiği ve yeni katılan bireylerin daha sığ sularda dağılım gösterildiği bildirilmiştir. Orta Karadeniz'de ise Samsun ve Erkoyuncu (1992) ortalama balık boyunu 12 cm olarak bildirmiş ve 2116 balığın % 74' ünün 9,0-12,9 cm boy aralığında olduğunu bildirmiştir. Her iki çalışmada da boy dağılımları incelenirken eşeyler arası farka değinilmemiştir. Bu çalışmada elde edilen ortalama boy değeri Karadeniz'deki mevcut çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

4.3. Ağırlık Dağılımı

Araştırmada en küçük balık ağırlığı 1,9 g, en büyük balık ağırlığı 114,4 cm olarak tespit edilmiş. Örneklenen balıkların % 75' i 25,9 g' ın altında değer almıştır. Ağırlık dağılımı incelendiğinde medyan değer erkek bireyler için 20,0 g, dişiler için ise 23,7 g olarak tespit edilmiştir. Eşeylerin ağırlık dağılımları arasında yaklaşık 4 g' lık bir fark tespit edilmiştir. Buna göre dişiler, erkek erkeklere kıyasla daha ağırdırlar.

4.4. Boy-Ağırlık İlişkisi

Barbunya balığı bireylerinin boy-ağırlık ilişkisi incelendiğinde regresyon modelindeki "b" değeri erkekler için 3,17, dişiler için 3,14 ve tüm bireyler için 3,15 olarak hesap edilmiş ve istatistik olarak 3'e eşit bulunmuştur. Boy-ağırlık ilişkilerinde belirlenen b değerinin 3'e eşit olması veya 3' e yakın değer alması durumunda incelenen balığın izometrik büyümeye sahip olduğu sonucuna varılır. Elde edilen veriler ışığında barbunya balığı bireylerinde büyüme izometrik olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca boy ve ağırlık arasındaki korelasyonu gösteren "r" katsayısının 1' e çok yakın

olması aralarındaki ilişkinin son derece kuvvetli olduğunu göstermiştir. Çizelge 4.2’ de barbunya balığı için diğer çalışmalarda hesaplanan boy-ağırlık verileri sunulmuştur. Bu çalışmada hesaplanan parametreler bölgedeki diğer çalışmalarla (Genç, 2000; Şahin ve Akbulut, 1997; Samsun ve Erkoyuncu, 1992) uyum içinde görülmektedir.

Çizelge 4.2. Barbunya balığı ile yapılan çalışmalardan hesaplanan boy-ağırlık ilişkisi değerleri

Araştırmacı	Bölge		N	Denklem Parametreleri		
				a	b	r
Süer (2008) – (Bu çalışma)	Orta Karadeniz	E	800	0,07	3,17	0,98
		D	480	0,07	3,14	0,98
		E+D	1280	0,07	3,15	0,99
Samsun ve Erkoyuncu (1992)	Orta Karadeniz	E+D	2116	0,0685	3,156	0,988
Şahin ve Akbulut (1997)	Doğu Karadeniz	E	1428	0,0054	3,221	0,996
		D	1190	0,0053	3,218	0,990
Genç (2000)	Doğu Karadeniz	E	6301	0,0074	3,114	0,977
		D	6139	0,0064	3,117	0,988
		E+D	14022	0,0063	3,182	0,991
Demirhan (2007)	Doğu Karadeniz	E	173	0,0057	3,19	0,94
		D	248	0,0047	3,27	0,98
		E+D	432	0,0051	3,24	0,97
Toğulga (1977)	Ege Denizi-İzmir Körfezi	E+D	6054	0,0165	2,923	0,98
Toğulga ve Mater (1992)	Ege Denizi-İzmir Körfezi	E+D	4278	0,0049	3,376	0,976
Hekimoğlu (1992)	Ege Denizi-İzmir Körfezi	E+D	500	0,0121	3,11	0,997
Çelik ve Torcu (2000)	Ege Denizi-Edremit Körfezi	E+D	474	0,0157	2,981	0,962
Kınacıgil ve ark. (2001)	Ege Denizi-İzmir Körfezi	E	65	0,0077	3,25	-
		D	155	0,0073	3,28	-
		E+D	220	0,0071	3,29	-
Özvarol ve ark. (2006)	Akdeniz-Antalya Körfezi	E	205	0,0096	3,321	0,940
		D	163	0,0098	3,077	0,971
		E+D	368	0,006	3,229	0,957

4.5. Otolitlerden Yaş Okuma ve Uyum Analizleri

4.5.1. Yaş Halkası Özellikleri

Yalancı halka sıklığının büyümenin ikinci yılında artış göstermesi muhtemelen üreme olgusu ile ilgilidir. Bu yüzden normalde I yaş grubuna dâhil edilmesi gereken bir örnek II yaş grubuna, ya da II yaş grubuna dâhil edilmesi gereken bir örnek III yaş grubuna dâhil edilebilir. Normalde, bireysel yaş değerlendirmesinde bir yıllık bir hata popülasyon dinamiği hesaplamaları açısından çok büyük sapmalara yol açmasa da, bu eğilimin sistematik bir hataya dönüşme ihtimali de söz konusu olabilir. Bu yüzden yaş okumalarındaki en büyük hata ihtimali ilk ve son yaş gruplarında değil II. ve III. yaş gruplarında gerçekleşir. Bu durum sadece barbunya balıklarında değil kısa ömürlü ve hızlı büyüyen birçok balık türünde aynı riski oluşturmaktadır. Yaş tespiti yapan kişilerin balığın üreme dönemine karşılık gelen bu kritik yaşlarda (II-III ya da IV gibi) çok dikkatli olması gerekir. Bu yaş gruplarında yapılan yaş tayini hatası özellikle örneklerin yaş kompozisyonunu, yaş-boy ortalamalarını etkileyeceğinden büyüme modelinin oluşturulmasında ve dolayısıyla balıkçılık planlamasında maddi hatalara yol açabilirler.

İlk büyüme halkasının opak zonu içerisinde oluşan ince hiyalin halkanın yaş halkası olmaktan ziyade bir çeşit ‘doğal işaret’ olduğu ve balıkların yumurta besininden serbest beslenmeye geçişi ve bentik bölgeye inme periyoduna denk geldiği düşünülmektedir. Nitekim Toğulga (1977) yaz başında yumurtadan çıkan barbunya larvalarının Ağustos sonunda 3 cm’ lik boyda eriştikten sonra pelajikten demersale indiklerini rapor etmiştir. Elbette ki, elde edilen boy ve otolit ölçümlerinden geri hesaplama yolu ile opak halkadaki bu oluşumun gerçekleştiği zamana ait balık boyu hesaplanabilir. Diğer taraftan bu olgunun mutlaka bir doğrulama çalışması ile teyit edilmesi gerekir.

4.5.2. Okuyucu Uyumu

Ortalama yaş genel bir ifade olup okuyucuların kullandığı yaş okuma kıstaslarının tutarlı ve uyumlu oluşunun bir göstergesidir. Normalde ortaya çıkacak en az bir yıl ya da daha fazla bir fark okuyucuların birbirlerine kıyasla normalin altında ya

da üstünde yaş tespiti yaptıklarının göstergesidir. Böyle bir durum, ilk halkanın yanlış tespiti, yalancı halkaların sayılması ya da otolit kenar oluşumunun yanlış tanımlanmasıyla ortaya çıkabilecektir. Ortalama yaşın okuyucular arasındaki tutarlılığı sadece kullanılan kıstasların uyumlu olduğunu gösterir ancak asla yaşın doğruluğu için kesin bir ölçü değildir.

Okuyucular arasında sağlanan % 88 uyum oranı bir çok çalışma ile kıyaslandığında oldukça makul kabul edilebilir (Gümüş ve ark., 2007; McDougall, 2004; Walt ve Beckley, 1997). Diğer taraftan % 12 uyumsuzluğun temel nedeninin yalancı halka oluşumu olduğu düşünülmektedir.

4.5.3. Yaş Kompozisyonu

Populasyonun yaş kompozisyonu belirlenirken araştırmacıların kullanma eğiliminde olduğu bilinen iki farklı metot değerlendirilmiş ve aradaki fark incelenmiştir. Biyolojik yaş için tüm populasyona ait ortalama yaş $1,77 \pm 0,025$ yıl iken, gözlenen yaş için bu değer $2,01 \pm 0,027$ yıl olarak bulunmuştur. İki yaş belirleme metodu arasındaki fark 0,24 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu durum, yaş ile ilgili ve yaşa bağlı büyüme modelinin belirlendiği çalışmalarda uygulanan metodun sonuçları ne kadar etkileyebileceğini göstermesi bakımından oldukça dikkat çekicidir. Çünkü yaş hesabındaki değişim, büyüme oranı, yeni katılım yaşı, bolluk, yaşama ve ölüm oranı ve avlanma oranı gibi hesaplamaları değiştirecektir. Her ne kadar 0,24 yıl uzun ömürlü balıklarda ciddi hatalara yol açacak kadar büyük bir değer değilse de, en fazla 5-6 yıl yaşayan ve Barbunya balığı gibi kısa ömürlü türlerde populasyonla ilgili hesapları etkileyebilecek bir değerdir.

Genel olarak, Barbunya balığında otolit kullanılarak yapılan çalışmalar incelendiğinde yaş grupları belirlenirken hangi okuma metodunun veya kıstasının kullanıldığına dair bilgi verilmemiş, doğrudan yaş kompozisyonları sunulmuştur.. Konuya yer verilen az sayıda çalışmadan; Genç (2000) balığın ay olarak doğum tarihini (yumurtadan çıkış) göz önünde bulundurmuş ve yakalandığı ay esas alınarak son yaş halkası buna göre yıl gruplarına tamamlanmıştır.

Bu çalışmada 1475 balık 0+-VI yaş gruplarında sırasıyla, % 10,4, % 24,8, % 46,2, %15,2, % 2,5, % 0,6 ve % 0,1 oranlarında tespit edilmiştir. Populasyonda en

baskın yaş grubu II yaş olarak belirlenmiştir.

Karadeniz’ de yürütülen diğer çalışmalardan, Genç (2000) 14022 balıkta tespit ettiği 0+-IX yaş grubunun tüm popülasyondaki yüzdelik dağılımını sırayla 12,57 (0+), 28,63 (I), 38,79 (II), 15,94 (III), 3,36 (IV), 0,56 (V), 0,11 (VI), 0,01 (VII), 0,003 (VIII), 0,01 (IX) olarak tespit etmiştir. Oranlar incelendiğinde bu araştırmadaki baskın yıl sınıfının Genç (2000)’ in tespitine benzer olduğu görülmektedir. Diğer taraftan Genç (2000) araştırmasında bu çalışmada belirlenemeyen VII, VIII ve IX yaş gruplarının tespit edildiğini bildirmiştir. Şahin ve Akbulut (1997), 2767 balıkta I-VI yaş grubu tespit ederek yüzdelik dağılımı 34,69 (I), 31,15 (II), 14,59 (III), 8,42 (IV), 6,25 (V), 4,89 (VI) olarak rapor etmiştir. Samsun ve Erkoyuncu (1992), 2116 balıkta tespit ettiği I-VI yaş gruplarının yüzdelik dağılımını 50,43 (I), 21,36 (II), 19,14 (III), 7,51 (IV), 1,13 (V), 0,43 (VI) olarak bildirmiştir. Bu iki çalışmada (Şahin ve Akbulut, 1997; Samsun ve Erkoyuncu, 1992) 0+ yaş grubuna yer vermemiştir.

Ege Denizi’ nde yapılan çalışmalarda Kınacıgil ve ark. (2001) İzmir Körfezi’ nde 221 barbunya balığı inceleyerek I-III yaş grubunda dağılım gösterdiklerini bildirmiş, Çelik ve Torcu (2000) Edremit Körfezi’ nde 474 bireyi ile yaptıkları çalışmada örneklerin I-IV yaş grupları arasında dağılım gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Akdeniz’ de, Türeli ve Erdem (1997) İskenderun Körfezi’ nde 348 örnekte 0-IV, Özvarol ve ark. (2006) Antalya Körfezi’ nde 368 örnekte 0-VI yaş grubu tespit etmişlerdir. Her iki çalışmada II yaş grubu oranının diğer yaş gruplarına göre baskın olduğu bildirilmiştir.

4.5.4. Otolit Boyutu-Total Boy ve Otolit Boyutu-Yaş İlişkileri

Otolit boyu ve total boy arasında genellikle doğrusal ilişkiler ortaya konmaktadır (Zengin ve ark., 2006; Newman ve Dunk, 2002; Newman ve ark., 2000). Bu durum gerçekte iki değişken arasında ilişkinin doğrusal olmasından ya da tamamıyla araştırmacının bir başka regresyon modelini sınamamasından kaynaklanmaktadır. Balık boyu ile otolit boyutlarının eğrisel bir ilişkiyle açıklanabilmesinin bir çok örneği bulunmaktadır (McDougall, 2004; Imai ve ark., 2002; Adachi ve ark., 2000). Genellikle, doğrusal ilişkilerde yüksek bir korelasyon katsayısının elde edilmesi yeterli görülmekte ve değişkenlerin dağılımını daha iyi yansıtabilecek bir modelin arayışına

girilmemektedir. Bu çalışmada özellikle otolit boyu ve otolit genişliği ile total boy arasındaki ilişki her ne kadar ilk bakışta doğrusal gibi gözlenirse de eğrisel regresyon modellerinin uygulanmasıyla daha yüksek korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Ancak otolit boyutlarından boy ve genişlik ile otolit ağırlığının total boyla ilişkisi farklı karakterde bulunmuştur. Otolit boy ve genişliğinin total boyla ilişkisinde tespit edilen b katsayısı bu otolit değişkenlerinin boydaki artış hızına ulaşmadığını, diğer bir ifadeyle belli bir boydan sonra (takriben 13.0-14.0 cm) otolit boyutlarındaki artışın ivmesinin azaldığı söylenebilir. Aynı zamanda eğrisel bir ilişki olmakla beraber otolit ağırlığı ve total boy arasındaki ilişki modelinin b katsayısı 1'den büyük olduğundan total boydaki birim artışa karşı daha yüksek bir otolit ağırlığı kazanıldığını ifade etmektedir. Bu eğilimlerin yaş faktörüne yansımaları, ya da otolit boyutları ve yaş arasındaki ilişkilerin incelenmesi de doğrusal ilişkiler elde edilmesini sağlamıştır. Ancak üç farklı otolit ölçümü içerisinde yaşı en yüksek tutarlılıkla tahmin eden değişken otolit ağırlığı olarak görülmektedir. Elde edilen model yaşla birlikte otolit ağırlığının sabit bir hızla arttığını göstermektedir ki, bu da otolit ağırlığının yaşı tahmininde güvenilir bir değişken olarak ortaya koymaktadır.

Otolit ağırlığının yaşı bireysel tahmininde en güvenilir otolit ölçümü olduğunu ortaya koyan çok sayıda çalışma vardır (Pilling ve ark., 2002; Cardinale ve ark., 2000; Worthington ve ark., 1995). Söz konusu çalışmalarda, otolit ağırlığının sadece güvenilir bir değişken olmasından öte aynı zamanda ölçümlerinin de son derece pratik olduğu vurgulanmıştır. Elbette ki hiçbir metot, özellikle de yaş tayini gibi hassas bir konuda sadece pratik olduğu için tercih sebebi olmamalıdır. Ancak bu ve benzer çalışmalarda yüksek ilişki katsayılarının elde edilmesi, bu metodun aynı zamanda güvenilir bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, bu çalışmadan çıkarılabilecek diğer bir sonuç, otolit ağırlığının ölçülemediği halde otolit boyunun da yaşı tahmininde kullanılabileceğidir. Çünkü her ne kadar otolit boyu total boyla doğru orantılı olarak artmasa bile, bu ilişkideki kırılma noktası, balığın dördüncü yıl büyümesine denk gelmekte ve zaten kısa ömürlü olan bir tür için bu geç eğimlenme çok büyük önem arz etmemektedir. Nitekim otolit boyu da yaşla birlikte doğrusal artış göstermekte ve otolit ağırlığının ölçülemediği durumlarda alternatif parametre olama özelliğini korumaktadır.

4.5.5. Halka Yarıçapı ve Annulus Oluşum Periyodu

Otolitlerde halka yarıçaplarının ölçülmesindeki temel amaç otolit büyümesinin takibi, ve annulus yarıçaplarından elde edilen oransal büyümenin , balık büyümesini yansıtip yansıtmadığını ortaya koymaktır. Bu noktadan bakıldığında, otolitteki annulus yarıçaplarından elde edilen ölçümler ilk iki yıl içerisindeki büyümenin balığın tüm hayatı boyunca ulaştığı en yüksek büyüme hızı olduğunu göstermektedir. Genel olarak kısa ömürlü balıkların hayat devirlerinin ilk birkaç yılındaki hızlı büyüme eğilimine paralel görünen bu durum, büyümenin üçüncü yılında bu hızı kaybetmiştir. Çok ilginç bir şekilde annulus yarıçaplarında gözlenen en düşük oransal artış II ile III yaş arasında gerçekleşmiştir. Büyüme hızında hayat devrinin üçüncü yılında gözlenen bu düşüş devamlı olmamış, dördüncü yıl büyümesine denk gelen annulus yarıçapındaki oransal artış bir önceki yıla göre daha yüksek olmuştur. Daha açık bir ifadeyle otolit büyümesi balığın hayat devrinin üçüncü yılında sekteye uğramıştır.

Otolitin en dış kenarında, tamamlanmış son annulustan sonra ölçülen opak birikimin takibi sonucunda otolit büyümesinin ilkbaharda başlayıp, yaz aylarında devam ettiği görülmüş, ancak sonbahar aylarıyla birlikte opak birikimin artışında yavaşlama tespit edilmiştir. Yavaş da olsa kısmen devam eden opak birikim ilk hiyalin halkanın oluşmasıyla en yüksek değere ulaşmış ve tamamlanmış olarak kabul edilmiştir. Ardışık yaşlarda yapılan bu opak birikim takibi, her yaş grubunda yılda tek bir kez en yüksek değere ulaşmıştır. Her ne kadar kenar birikim analizi gerçek bir yaş doğrulama metodu olarak sayılmasa da (Campana, 2001), birçok araştırmacı tarafından balığın tüm yaş gruplarında yılda bir kez oluştuğunun ispat edilmesi halinde dolaylı bir yaş doğrulama metodu olarak kabul edilmiştir (Andrade, 2004; Escot ve Granado-Lorencio, 2001; Lapropoulou ve ark., 1998).

Otolitte kenar birikim analizi ile belirlenen opak birikim artışı, Kuzey yarım kürede, subtropik kuşakta yaşayan balık stoklarındaki eğilime uygun olarak yaz aylarında gerçekleştiği ve yine benzer şekilde annulus oluşum periyodunun da sonbahar ve kış aylarına denk geldiği gözlenmiştir (Gümüş ve ark., 2007; Pajuelo ve ark., 2002; Adachi ve ark., 2000). Bu durum, barbunya balığının yaz aylarında hızlı büyüdüğü, kışın ise büyümesinin yavaşladığı ya da durduğu anlamına gelmektedir.

4.6. Büyüme

4.6.1. Yaş Boy Değerleri

Barbunya balığında yaş-boy değerleri dikkate alındığında; ardışık yaşlarda en yüksek boy artışı hayat devrinin ilk iki yılında gerçekleşmiştir. Büyümenin üçüncü yılında ise hem erkek, hem de dişilerde oransal olarak en düşük boy artışı gözlenmiştir. Büyüme hızı hayat devrinin dördüncü yılında tekrar artış göstermiştir. Bu durum, annulus yarıçaplarından elde edilen ölçümlerdeki bulgularla uyum sağlamıştır. Yaşa bağlı olarak oransal ağırlık artışında da benzer bulguların elde edilmesi açıkça göstermiştir ki, barbunya balığının büyüme hızı hayat devrinin üçüncü yılında belirgin bir düşüş göstermektedir. Bu dönemde balığın boy aralığı 12.6 cm-13.8 cm arasına karşılık gelmektedir. İkinci yıldan sonra, büyümedeki bu yavaşlamanın eşeysel olgunlukla ilgili olduğu akla gelebilir. Ancak bu çalışmada üreme faaliyeti inceleme konusu olmadığından bu düşüncüyü teyit edecek herhangi bir bulgu yoktur. Diğer taraftan Türel ve Erdem (1997) İskenderun Körfezi'nde yaşayan barbunya balığı için ilk eşeysel olgunluk yaşını II ve boyunu 12,36 cm (ÇB) olarak bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen total boy-çatal boy dönüşüm modeli kullanılarak bu aralık için elde ettiğimiz çatal boy değeri 11,63 cm olup Türel ve Erdem'in değeri ile benzerlik göstermektedir. İlk eşeysel olgunluk boyunu erkekler için 12,4 cm, dişiler için ise 14,2 cm olarak rapor eden Metin (2005)'in çalışması da yine bu tahminimizi doğrular niteliktedir. Elbette ki, bu durumun kesin bir ifadeye kavuşturulmadan önce, sadece yaş-boy ve üreme ilişkisinin ele alınacağı bir çalışma ile doğrulanması gerekir.

Yaş-boy değerleri dikkate alındığında barbunya balığı için bu çalışmada elde edilen ortalama total boy değerleri, Özvarol ve ark. (2006) ve Özbilgin ve ark (2004) ile ciddi farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.3). Bu farklılığın sebebi bölgesel farklılıklar olabileceği gibi, büyüme parametrelerinin hesabında kullanılan metot ya da sadece yaş tayini standartlarından kaynaklanabilecek farklılıklar olabilir. Ege Denizi'nde yürütülen diğer çalışmalarda ilk yaş grubu için elde edilen benzerlik ilerleyen yaşlarda bozulmuştur. Genel olarak Ege Denizi'nde ikinci yıldan itibaren her yaş grubu için daha yüksek boy değerlerinin tespit edildiği görülmektedir. Diğer taraftan Orta ve Doğu

Çizelge 4.3. Barbunya balığı ile yapılan çalışmalardan hesaplanan ortalama yaş-boy (cm) değerleri

Araştırmacı	Bölge	Yaş Grupları								
			N	0+	I	II	III	IV	V	VI
Süer (2008) – (Bu çalışma)	Orta Karadeniz	E	800	8,4	11,1	12,4	13,5	16,7	17,6	-
		D	480	-	11,1	13,0	14,3	17,2	18,8	22,6
		E+D	1280	-	11,1	12,6	13,8	16,9	18,7	22,6
Samsun ve Erkoyuncu (1992)	Orta Karadeniz	E+D	2116	-	10,31	12,43	13,48	15,40	16,83	-
Şahin ve Akbulut (1997)	Doğu Karadeniz	E	1428	-	10,22	12,32	13,84	15,03	16,13	17,15
		D	1190	-	10,35	12,76	14,33	15,64	16,78	17,86
Genç (2000)	Doğu Karadeniz	E	6301	-	10,57	12,85	14,63	16,00	17,13	18,20
		D	6139	-	10,85	14,17	16,35	18,12	19,89	21,13
		E+D	14022	-	10,65	13,45	15,54	17,62	19,15	20,35
Toğulga (1977)	Ege Denizi-İzmir Körfezi	E+D	6054	9,4*	11,0*	12,6*	14,4*	16,5*	18,5*	20,0*
Çarol (1988)	Ege Denizi-İzmir Körfezi	E+D	190	8,15*	11,61*	13,59*	14,95*	16,14*	17,01*	19,34*
Toğulga ve Mater (1992)	Ege Denizi-İzmir Körfezi	E+D	4278	9,35*	11,94*	14,67*	15,83*	16,71*	17,80*	20,15*
Çelik ve Torcu (2000)	Ege Denizi-Edremit Körfezi	E		-	11,75*	12,98*	14,23*	16,77*	-	-
		D		-	11,24*	13,54*	14,99*	16,06*	-	-
		E+D	474	-	11,42*	13,21*	14,87*	16,26*	-	-
Türeli ve Erdem (1997)	Akdeniz-İskenderun Kör.	E+D	348	9,27*	10,52*	12,36*	13,50*	14,23*	-	-
Özvarol ve ark.(2006)	Akdeniz-Antalya Körfezi	E	205	11,5	13,0	14,2	15,2	16,0	16,6	-
		D	163	11,7	12,6	14,5	15,4	16,5	18,7	21,3
		E+D	368	11,6	12,9	14,3	15,3	16,2	18,0	21,3

* Çatal Boy

Karadeniz’de yapılan çalışmalarda elde edilen yaş-boy değerleri ile bu çalışmada elde edilen değerler arasında çok önemli bir fark gözlenememiştir.

4.6.2. Von Bertalanffy Büyüme Parametreleri

Barbunya balığının von Bertalanffy büyüme parametrelerinin hesaplandığı çalışmalar ve verileri Çizelge 4.4’ de sunulmuştur. Yapılan araştırmalarda büyüme parametrelerinin oldukça farklı değerler aldığı gözlenmektedir. İlk akla gelen, türün ayrı bölgelerde dağılım gösteren populasyonlarının farklı büyüme özellikleri taşımasıdır. *Zaten Mullus barbatus ponticus’ un bir alt tür olarak Mullus barbatus’ tan ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir. Dahası aynı bölgede değişik habitatlarda dağılım gösteren türün farklı stoklarının beslenebilme özellikleri gibi çevresel etkiler sonucu farklı büyüme özellikleri geliştirmeleri de mümkündür.*

Çizelge 4.4. Barbunya balığı ile yapılan çalışmalardan hesaplanan von Bertalanffy denklem sabit ve katsayıları

Araştırmacı	Bölge		N	Denklem Sabitleri		
				L_{∞}	K	t_0
Süer (2008) – (Bu çalışma)	Orta Karadeniz	E	800	25,25	0,154	-1,59
		D	480	39,36	0,082	-1,92
Samsun ve Erkoyuncu (1992)	Orta Karadeniz	E+D	2116	29,49	0,104	-3,222
Şahin ve Akbulut (1997)	Doğu Karadeniz	E	1428	21,03	0,204	-2,327
		D	1190	21,26	0,231	-1,94
Genç (2000)	Doğu Karadeniz	E	6301	22,20	0,213	-2,038
		D	6139	25,60	0,238	-1,324
		E+D	14022	23,83	0,227	-1,624
Toğulga ve Mater (1992)	Ege Denizi-İzmir Körfezi	E+D	4278	26,47	0,161	-2,701
Kınacıgil ve ark.(2001)	Ege Denizi-İzmir Körfezi	E+D	220	19,36	0,438	-0,777
Özbilgin ve ark.(2004)	Ege Denizi-İzmir Körfezi	E+D	110891	24,26	0,565	-0,305
Çelik ve Torcu (2000)	Ege Denizi-Edremit	E+D	474	26,08	0,127	-3,535
Türel ve Erdem (1997)	Akdeniz-İskenderun	E+D	348	19,10	0,176	3,923
Özvarol ve ark. (2006)	Akdeniz-Antalya Körfezi	E	205	24,2	0,105	-5,618
		D	163	30,3	0,104	-4,465

Diğer taraftan bu çalışmada da incelendiği üzere değişik yaş kriterleri kullanması halinde elde edecek büyüme parametrelerinin de farklı olabileceğidir. Çizelge 4.4 incelendiğinde boy-frekans analizi ile yürütülen çalışmalarda (Özbilgin ve ark, 2004; Kınacıgil ve ark, 2001) elde edilen K değerlerinin otolit yaşı verileri ile elde edilen diğer çalışmalardaki K değerlerine göre yüksek olduğu gözlenmektedir.

4.6.3. Büyüme Parametrelerinin Karşılaştırılması

Bu çalışmada, yaş ve büyüme üzerine çalışan araştırmacıların farklı yaş kriterleri kullanması halinde elde edecekleri büyüme modelleri kıyasladığında, oldukça çarpıcı sonuçlar elde edilmiştir. Şekil 3.18 dikkate alındığında çıkarılacak ilk sonuç gözlenen yaş ile hesaplanan VBBE' nin tutarsızlığıdır. Bu noktada yapılabilecek ilk öneri, şayet yaş tespiti için bir anatomik yapı kullanılacak ve bunun yorumlanmasından elde edilecek yaş-boy değerleri büyüme modelinin hesaplanmasında kullanılacaksa, mutlaka yıl-sınıfı ayırımına dikkat edilmelidir. 1 Ocak kabulü yapılmadan ve örnekler ait oldukları yıl sınıfına yerleştirilmeden elde edilen yaş-boy değerlerinin ne derece yanıltıcı olabileceği grafikten gözlenebilmektedir.

Yaş tespitinde herhangi bir anatomik yapının kullanılmadığı ve doğrudan boy frekans dağılımından elde edilen büyüme modeli, otolit okumalarından elde edilen modelle daha iyi uyum sağlamıştır. Diğer taraftan bu modeli kullanan araştırmacıların, otolit metodunun kullanıldığı modele göre daha yüksek yaş-boy tahminleri yapabileceği gözden kaçırılmamalıdır. Bu metodun kullanılması halinde en azından her boya ait örnekten belli sayıda otolit okuması yapılarak yaş grupları için karşılaştırma yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Otolit okumalarından elde edilen yaş-boy değerlerinin kullanılmasıyla elde edilen büyüme parametreleri her ne kadar mantıklı sınırlar içerisinde ise de büyümenin üçüncü yılındaki yavaşlama, bu modelin, verilerin dağılımına tam olarak uyum sağlayamamasına neden olmaktadır. Bu yüzden alternatif olarak, boy verilerinden yaşı tahmininde, bu çalışmadaki yaş-boy verilerinin dağılımını en iyi temsil eden regresyon modelinin barbunya balığı ile ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalarda denenmesi ve sınanmasını önermekteyiz.

5. KAYNAKLAR

- Abecasis, D., Bentes L., Coelho. R., Correia. C., Lino, P.G., Monteiore, P., Gonçalves, J.M.S., Ribeiro, J., Erzini, K., 2008.** Ageing seabreams: A comparative study between scales and otoliths. *Fisheries Research*, 89, 37-48.
- Adachi, K., Takagi, K., Tanaka, E., Yamada, S., Kitakado, T., 2000.** Age and growth of alfoncino *Beryx splendens* in the waters around the Izu Islands. *Fisheries Science*, 66, 232-240.
- Akşiray, F., 1954.** Türkiye Deniz Balıkları Tayin Anahtarı. İstanbul Üniv. Fen Fak. Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları, Sayı: 1, 283 s.
- Albert, O.T., Trostensen, E., Bertelsen, B., Jonsson, S.T., Pettersen, I.H., Holst, J.C., 2002.** Age-reading of lump sucker (*Cyclopterus lumpus*) otoliths: dissection, interpretation and comparison with length frequencies. *Fisheries Research*, 55, 239-252.
- Andrade, H.A., 2004.** Age and growth of the searobin (*Prionotus punctatus*) in Brazilian waters. *Bulletin of marine Science*, 75(1), 1-9.
- 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.
- 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.
- Beckman, D.W., 2002.** Comparison of aging methods and validation of otolith ages for the Rainbow Darter, *Etheostoma caeruleum*. *Copeia*, 3, 830-835.
- Bernardes, A.R., 2002.** Age, growth and longevity of the gray triggerfish, *Balistes capriscus* (Tetraodontiformes: Balistidae), from the southeastern Brazilian coast. *Scientia Marina*, 66(2), 167-173.
- Brenden, T.O., Hallerman, E.M., Murphy, B.R., 2006.** Sectioned pelvic fin ray ageing of muskellunge *Esox masquinongy* from a Virginia river: comparisons among readers, with cleithrum estimates, and with tag-recapture growth data. *Fisheries Management and Ecology*, 13, 31-37.
- Bwanika, G.N., Murie, D.J., Chapman, L.J., 2007.** Comparative age and growth of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) in lakes Nabugabo and Wamala, Uganda. *Hidrobiologia*, 589, 287-301.

- Campana, S.E., 1990.** how reliable are growth back calculations based on otoliths? Can. J. Fish. Aquat. Sci., 47, 2219-2227.
- Campana, S.E., 2001.** Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. Journal of Fish Biology, 59, 197-242.
- Cardinale, M., Arrhenius, F., Jhonson, B., 2000.** Potential use of otolith weight for the determination of age- structure of baltic cod (*Gadus morhua*) and plaice (*Plueronectes platessa*). Fish. Res. 45, 239-252.
- Cazorla, A.L., 2005.** On the age and growth of flounder *Paralichthys orbignyanus* (Jenyns, 1842) in Bahia Blanca Estuary, Argentina. Hydrobiologia, 537, 81-87.
- Chang, W.Y.B., 1982.** A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 39: 1208-1210.
- Chung, K., Woo, N.Y.S., 1999.** Age and growth by scale analysis of *Pomacanthus imperator* (Teleostei: Pomacanthidae) from Dongsha Islands, southern China. Environmental Biology of Fishes, 55, 399-412.
- Çelik, Ö., Torcu, H., 2000.** Ege denizi barbunya balığı (*Mullus barbatus*, Linnaeus, 1758)' nın Biyolojisi Üzerine Araştırmalar. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 24, 287-295.
- Çoral, S., 1988.** Ege Denizi' nde barbunya balığının (*Mullus barbatus*, L.) biyolojisi ve populasyon dinamiği üzerinde bir ön çalışma. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir, 136s.
- Demirhan, S.A., Can, M.F., 2007.** Length-weight relationships for seven fish species from the southeastern Black Sea. J. Appl. Ichthyol. 23, 282-283.
- Ekingen, G., Polat, N., 1987.** Age determination and length-weight relations of *Capoeta capoeta umba* (Heckel) in lake Keban. Tr. J. Zoology, 11, 1, 5-15.
- Eklund, J., Parmanne, R., Aneer, G., 2000.** Between-reader variation in herring otolith ages and effects on estimated population parameters. Fisheries Research, 46, 147-154.
- Erkoyuncu, İ., 1995.** Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği. Ondukuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Sinop, 265 s.
- Escot, C., Granado-Lorencio, C., 2001.** Validation of the otoliths for age determination in *Barbus sclateri* (Günth.). Ecology of Freshwater Fish, 10, 122-126.

- Francis, P.M., Mulligan, P.K., Davies, M.K., Beentjes., 1999.** Age and growth estimates for New Zealand hapuku, *Polyprion oxygeneios*. Fish. Bull, 97, 227-242.
- Genç, Y., 2000.** Türkiye' nin doğu Karadeniz kıyılarındaki barbunya (*Mullus barbatus ponticus*, Ess. 1927) balığının biyo-ekolojik özellikleri ve populasyon parametreleri. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 181 s.
- Gillanders. B.M., Ferrel, J.D., Andrew. L.N., 1999.** Aging methods for yellowtail kingfish, *Seriola lalandi*, and results from age- and size-based growth models. Fish. Bull, 97, 812-827.
- Gregg, J.L., Anderl, D.M., Kimura D.K., 2006.** Improving the precision of otolith-based age estimates for Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) with preparation methods adapted for fragile sagittae. Fish. Bull., 104, 643-648.
- Gümüş, A., Polat, N., 1996.** Yaş Tayini Hesaplamalarında Hata Kaynakları. X. Ulusal Su ürünleri Sempozyumu, 22-24 Eylül 2006, Adana, s: 506-523.
- Gümüş, A., Bostancı, D., Yılmaz, S., Polat, N., 2007.** Age determination of *Scardinius erythrophthalmus* (Cyprinidae) inhabiting Bafra Fish Lake (Samsun, Turkey) based on otolith readings and marginal increment analysis. Cybium, 31, 59-66.
- Hekimoğlu, M.A., 1992.** İzmir Körfezi barbunya balığı (*Mullus barbatus*, L., 1758) populasyonu üzerine bir çalışma. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 41s.
- Horppila, J., Nyberg, K., 1999.** The validity of different methods in the backcalculation of the lengths of roach-a comparison between scales and cleithra. Jurnal of Fish biology, 54, 489-498.
- Ihde, T.F., Chittenden, M.E., 2002.** Comparison of calcified structures for aging Spotted seatrout. Transactions of the American Fisheries Society, 131, 634-642.
- Imai, C., Sakai, H., Katsura, K., Honto, W., Hida, Y., Takazawa, T., 2002.** Growth model for the endangered cyprinid fish *Tribolodon nakamura* based on otolith analyses. Fisheries Science, 68, 843-848.
- Jackson, N.D., Garvey, J.E., Colombo, R.E., 2007.** Comparing aging precision of calcified structures in shovelnose sturgeon. J. Appl. Ichthyol., 23, 525-528.
- Kalaycı, F., Samsun, N., Bilgin, S., Samsun, O., 2007.** Length-weight relationship of

- 10 species caught by bottom trawl and midwater trawl from the middle Black Sea, Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 7, 33-36.
- Kamukuru, A.T., Hecht, T., Mgaya, Y.D., 2005.** Effects of exploitation on age, growth and mortality of the blackspot snapper, *Lutjanus fulviflamma*, at Mafia Island, Tanzania. Fisheries Management and Ecology, 12, 45-55.
- Kınacıgil, H.T., İlkyaz, A.T., Akyol, O., Metin, G., Çıra, E., Ayaz, A., 2001.** Growth parameters of red mullet (*Mullus barbatus*, L., 1758) and seasonal cod-end selectivity of traditional bottom trawl nets in İzmir Bay (Aegean Sea). Acta adriat., 42(1), 113-123.
- Kimura, D.K., Kestelle, C.R., Goetz, B.J., Gburski, C.M., Buslov, A.V., 2006.** Corroborating the ages of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*). Marine and Freshwater Research, 57, 323-332.
- Labropoulou, M., tserpes, G., Tsimenides, N., 1998.** Age, growth and feeding habits of the brown comber *Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758) on the Cretan shelf. Eustarine, Costal and Shelf Science, 46, 723-732.
- 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.
- 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.
- Maccina, M.J., Sammons, S.M., 2006.** An evaluation of different structures to age freshwater fish from a northeastern US river. Fisheries Management and Ecology, 13, 237-242.
- Machias, A., Maraveyia, E., Pavlidis, M., Somarakis, S., Divanach, P., 2002.** Validation of annuli on scales and otoliths of common dentex (*Dentex dentex*). Fisheries Research, 54, 287-294.
- Metin, G., 2005.** İzmir Körfezi'nde barbunya (*Mullus barbatus*, L., 1758) balığının üreme özellikleri. E. Ü. Su Ürünleri Dergisi, Cilt 22, Sayı (1-2), 225-228.
- McDougall, A., 2004.** Assessing the use of sectioned otoliths and other methods to determine the age of the centropomid fish, barramundi (*Lates calcarifer*) (Bloch), using known-age fish. Fisheries Research, 67, 129-141.

- Mills, K.H., Chalanchuk, S.M., 2004.** The fin-ray method of aging lake whitefish. *Ann. Zool. Fennici*, 41, 215-223.
- Morales-nin, B., Stefano, M.D., Potoschi, A., Massuti, E., Rizzo, P., Gancitano, S., 1999.** Differences between the sagitta, lapillus and vertebra in estimating age and growth in juvenile Mediterranean dolphinfish (*Coryphaena hippurus*). *Scientia Marina*, 63(3-5), 327-336.
- Nanami, A., Takegaki, T., 2005.** Age and growth of the mudskipper *Boleophthalmus pectinirostris* in Ariake Bay, Kyushu, Japan. *Fisheries Research*, 74, 24-34.
- Newman, S.J., Cappo, M., Williams, D.M.B., 2000.** Age, growth and mortality of the stripey, *Lutjanus carponotatus* (Richardson) and the bown-stripe snapper, *L. vitta* (Quoy and Gaimard) from the central Great Barrier Reef, Australia. *Fisheries Research*, 48, 263-275.
- Newman, S.J., Dunk, I.J., 2002.** Growth, Age Validation, Mortality, and other population Characteristics of the Red Emperor Snapper, *Lutjanus sebae* (Cuvier, 1828), of the Kimberley Coast of North-Western Australia. *Euarine, Coastal and Shelf Science*, 55, 67-80.
- Özbilgin, H., Tosunoğlu, Z., Bilecenoğlu, M., Tokaç, A., 2004.** population parameters of *Mullus barbatus* in İzmir Bay (Aegean Sea), using length frequency analysis. *J. Appl. Ichthyol.* 20, 231-233.
- Özvarol, Z.A.B., Balcı, B.A., Özbaş, M., Gökoğlu, M., Gülyavuz, H., Taşlı, A., Pehlivan, M., Kaya, Y., 2006.** Antalya Körfezi'nde avlanan barbunya balığı (*Mullus barbatus* L., 1758)'nın büyüme özellikleri üzerine bir araştırma. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, Cilt 23, Ek (1-1), 113-118.
- Pazira, A., Abdoli, A., Kouhgardi, E., Yousefifard, P., 2005.** Age structure and growth of the Mesopotamian spiny eel, *Mastacembelus mastacembelus* (Banks & Solander in Russell, 1974) (Mastacembelidae), in southern Iran. *Zoology in the Middle East*, 35, 43-47.
- Pajuelo, J.G., Lorenzo, J.M., Mendez, M., Coca, J., Ramos, A.G., 2002.** Determination of age and growth of the striped seabream *Lithognathus mormyrus* (Sparidae) in the Canarian archipelago by otolith readings and backcalculation. *Scientia Marina*, 66(1), 27-32.
- Pajuelo, J.G., Lorenzo, J. M., Dominguez-Seoane, R., 2003.** Age estimation and

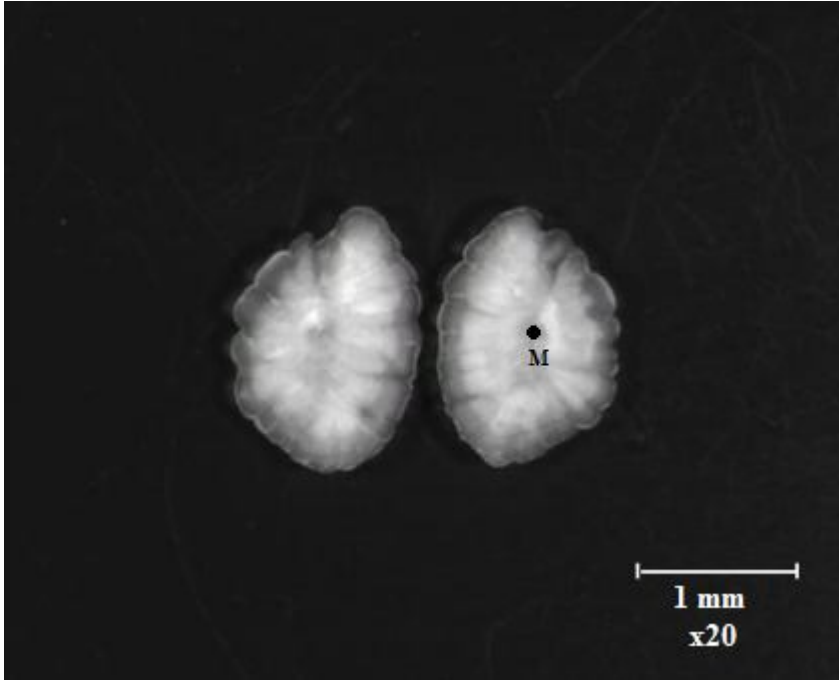
- growth of the zebra seabream *Diplodus cervinus cervinus* (Lowe, 1838) on the Canary Islands shelf (Central-east Atlantic). Fisheries Research, 62, 97-103.
- Pauly, D., David, N., 1981.** ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. Berichte der Deutschen Wissen. Kom. Für Meeresforschung, 28(4), 205-211.
- Peres, M.B., Haimovici, M., 2004.** Age and growth of southwestern Atlantic wreckfish *Polyprion americanus*. Fisheries Research, 66, 157-169.
- Pilling, G.M., Grandcourt, E.M., Kirkwood, G.P., 2002.** The utility of otolith weight as a predictor of age in the emperor *Lethrinus mahsena* and other tropical fish species. Fish. Res. 1420, 1-14.
- Polat, N., 1987.** Age Determination of *Capoeta trutta* (Heckel, 1883) in Keban Dam Lake. TU J. Zoology, Vol. 11, Num. 3.
- Polat, N., Dedeman, E., 1990.** Karadeniz’de yaşayan *Gadus euxinus* (Nord)’ ta karşılaştırmalı yaş tayini. X. Ulusal Biyoloji Kongresi, 18-20 Temmuz 1990, Erzurum.
- 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., Işık, K., 1995.** Altinkaya Baraj Gölü’ ndeki siraz balığının (*Capoeta capoeta* Guldenstaedt, 1973) yaş belirleme yöntemi ile büyüme özellikleri. Tr. J. Of Zoology, 19, 265-271.
- Polat, N., Kukul (Gümüş), A., 1995a.** Age determination and evaluation of precision using five bony structures of the brook-snout (*Chondrostoma regium* Heckel, 1843). Tr. J. Of Zoology, 19, 331-335.
- Polat, N., Kukul, A., 1995b.** Age determination of spiny dogfish (*Squalus acanthias* L. 1758). The Israeli Jurnal of Aquaculture-Bamidgeh, 47(1), 17-24.
- Polat, N., Gümüş, A., 1996.** Ageing of whiting (*Merlengius merlengus euxinus*, Nord., 1840) based on broken and burnt otolith. Fisheries Research, 28, 231-236.
- Polat, N., Gümüş, A., Kandemir, Ş., 1997.** Karaburun balığı (*Chondrostoma regium* Heckel, 1843)’ nda yaş halkası oluşumu. Tr. J. of Zoology 19, 331-335.
- Polat, N., Bostancı, D., Yılmaz, S., 2005.** Differences between whole otolith and broken-burnt otolith ages of red mullet (*Mullus barbatus ponticus* Essipov,

- 1927) sampled from the Black Sea (Samsun, Turkey). Turk. J. Vet. Anim. Sci. 29, 429-433.
- Power, G.R., King, P.A., Kelly, C.J., McGrath, D., Mullins, E., Gullaksen, O., 2006.** Precision and bias in the age determination of blue whiting, *Micromesistius poutasou* (Risso, 1810), within and between age-readers. Fisheries Research, 80, 312-321.
- Rahman, A.A., Moghraby, A.I., 1984.** Use of the frontal bone in age determination of *Labeo horie* (Pisces, Cyprinidae) in Jebel Aulia reservoir, Sudan. Hydrobiologia, 110, 281-286.
- Raitaniemi, J., Heikinheimo, O., 1998a.** Variability in the age estimates of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) from two Baltic populations-differences between methods and between readers. Nordic J. Freshw. Res., 74, 101-109.
- Raitaniemi, J., Bregstrand, E., Flöystad, L., Hokki, R., Klelven, E., Rask, M., Reizenstein, M., Saksgard, R., Angström, C., 1998b.** The reliability of whitefish (*Coregonus lavaretus* (L.)) age determination- differences between methods and between readers. Ecology of Freshwater Fish, 7, 25-35.
- Ricker, W. E., 1975.** Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Bull. Fish. Res., Board. Can., 191, 382p.
- Samsun, O., 1990.** Orta Karadeniz’ de trollerle avlanan barbunya (*Mullus barbatus ponticus* Ess. 1927) balığının balıkçılık biyolojisi bakımından çeşitli özelliklerinin araştırılması. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 88 s.
- Samsun, O., Erkoyuncu, İ., 1992.** Orta Karadeniz’ de trollerle avlanan barbunya balığının (*Mullus barbatus ponticus* Ess. 1927) balıkçılık biyolojisi bakımından çeşitli özelliklerinin araştırılması. XI. Ulusal Biyoloji Kongresi, 24-27 Haziran 1992, Elazığ.
- Sarre, A.G., Potter, C.I., 2000.** Variation in age compositions and growth rates of *Acanthopagrus butcheri* (Sparidae) among estuaries:some possible contributing factors. Fish. Bull, 98, 785-799.
- Sharma, C.M., Borgstrom, R., 2007.** Age determination and backcalculation of pike length through use of the metapterygoid bone. Jurnal of Fish Biology, 70, 1636-1641.

- Siezen, R.J., 1989.** Eye Lens Ageing in the Spiny Dogfish (*Squalus acanthias*), I. Age Determination from Lens Weight. *Current Eye Research*, 8 (7).
- Silva, E.A., Stewart, D.J., 2006.** Age structure, growth and survival rates of the commercial fish *Prochilodus nigricans* (bocachico) in North-eastern Ecuador. *Environ Biol. Fish*, 77, 63-77.
- Sipe, A.M., Chittenden, M.E., 2001.** A comparison of calcified structures for aging summer flounder, *Paralichthys dentatus*. *Fish. Bull.* 99, 628-640.
- Slastanenko, E.P., 1956.** Karadeniz Havzası Balıkları. Et ve Balık Kurumu Umum Müdürlüğü Yayınları, İstanbul, 711 s.
- Stuart, I. G., Mc Killup, S. C., 2002.** The use sectioned otoliths age barramundi (*Lates calcarifer*) (Bloch, 1790) (Centropomidae). *Hidrobiologia*, 479, 231-236.
- Şahin, T., Akbulut, B., 1997.** Some biological charactersistics of *Mullus barbatus ponticus* Essipov, 1927 in the eastern Black Sea coast of Turkey. *J. of Zoology*, 21, 179-185.
- Toğulga, M., 1977.** İzmir Körfezi'nde barbunya balığının (*Mullus barbatus* Linne) biyolojisi ve populasyon dinamiği üzerine araştırmalar. E.Ü: Fen fakültesi Dergisi, Seri B, C.1, S.2, 175.
- Toğulga, M., Mater, S., 1992.** A comparison of data on the data on the population dynamics of red mullet (*Mullus barbatus* L.) from the İzmir Bay in 1973 and 1990. *Jurnal of Faculty of Science Ege University, Series B*, Vol. 14, 2.
- Torcu, H., Mater, S., 2000.** Lessepsian fishes spreading along the coasts of the Mediterranean and the southern Aegean Sea of Turkey. *Turk. J. Zool.*, 24, 139-148.
- Tserpes, G., Fiorentino, F., Levi, D., Cau, A., Murenu, M., Zamboni, A., Papaconstantinou, C., 2002.** Distribution of *Mullus barbatus* and *M. Surmuletus* (Osteichthyes: Perciformes) in the Mediterranean continental shelf: implications for management. *Scientia Marina*, 66(2), 39-54.
- Turan, C., 2006.** Phylogenetic relationships of mediterranean Mullidae species (Perciformes) inferred from genetic and morphologic data. *Scientia Marina*, 70 (2), 311-318.
- Türel, C., Erdem, Ü., 1997.** Adana ili kıyı bölgesinde ekonomik öneme sahip balık türlerinden barbunya (*Mullus barbatus*, Linnaeus, 1758) ve ıskarmoz (*Saurida*

- undosquamis*, Richardson, 1848) balıklarının büyüme özellikleri (İskenderun körfezi, Türkiye). Tr. J. of Zoology, 21, 329-334.
- Voliani, A.; Abella, A.; Auteri, R., 1998.** Some considerations on the growth performance of *Mullus barbatus*. Cih. Options Mediterraneennes, 35, 93-106.
- Walt, B.A.V, Beckley, L.E., 1997.** Age and Growth of *Sarpa salpa* (Pisces: Sparidae) off the east coast of South Africa, Fisheries Research, 31, 241-248.
- Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nielsen, J., Tortonese, E., 1986.** Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Unesco, Volume II, 877-880.
- Worthington, D.G., Fowler, A.J., Doherty, P.J., 1995.** Determining the most efficient method of age determination for estimating the age structure of a fish population. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 52, 2320-2326.
- Zengin, M., Gümüş, A., Bostancı, D., 2006.** Age and growth of the Black Sea turbot, *Psetta maxima* (Linnaeus, 1758) (Pisces: Scophthalmidae), estimated by reading otoliths and by back-calculation. J. Appl. Ichthyology, 22, 374-381.

6. EKLER



TB : 6,7 cm

A : 2,2 g

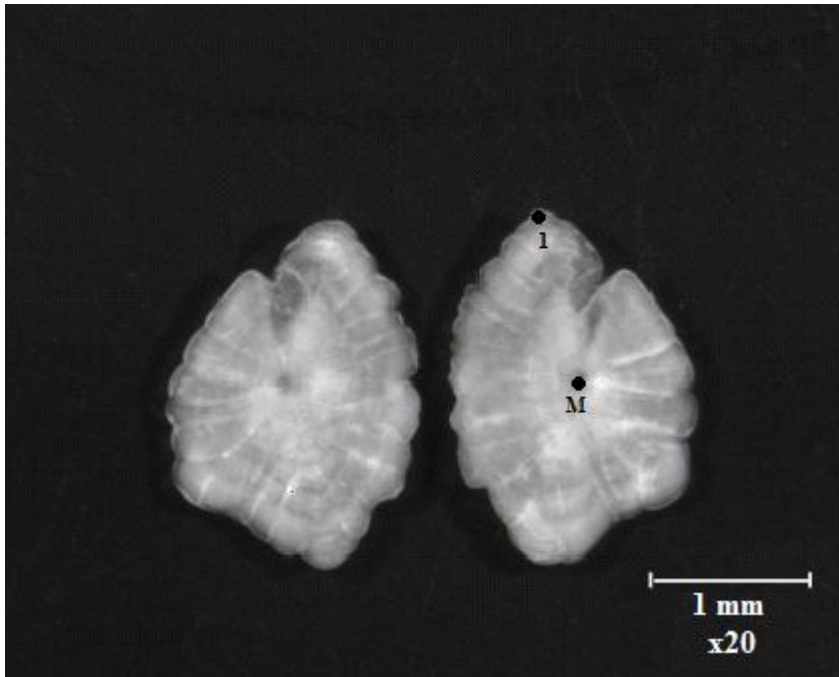
OB : 1,604 mm

OG : 1,131 mm

OA : 0,6 mg

Halka sayısı : -

Ek 6.1. 0+ Yaş grubu barbunya balığı otolithi (Jüvenil)



TB : 10,1 cm

A : 9,7 g

OB : 2,146 mm

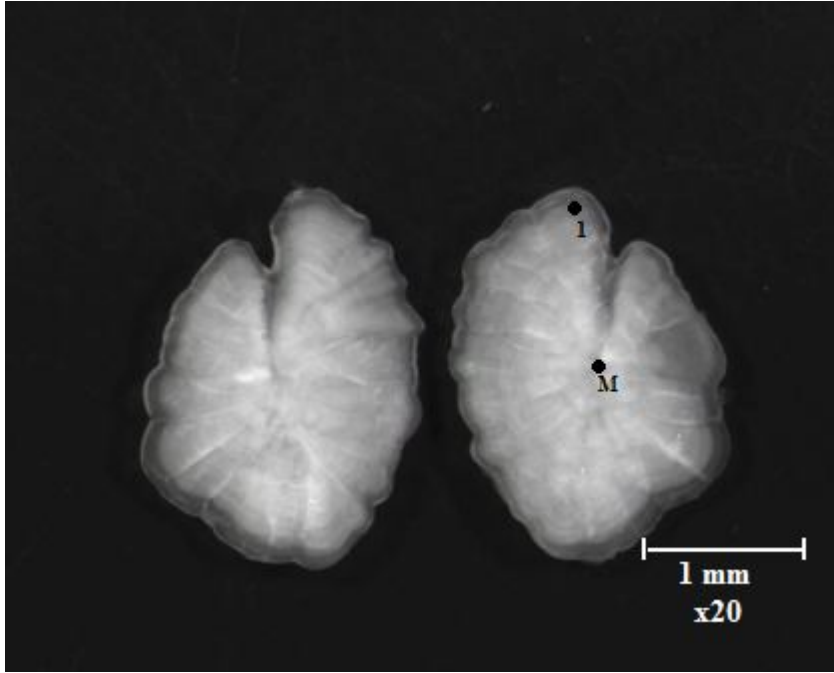
OG : 1,508 mm

OA : 1,2 mg

Halka sayısı : 1

r_1 : 1,029 mm

Ek 6.2. I Yaş grubu barbunya balığı otolithi (Dişi)



TB : 12,0 cm

A : 15,2 g

OB : 2,337 mm

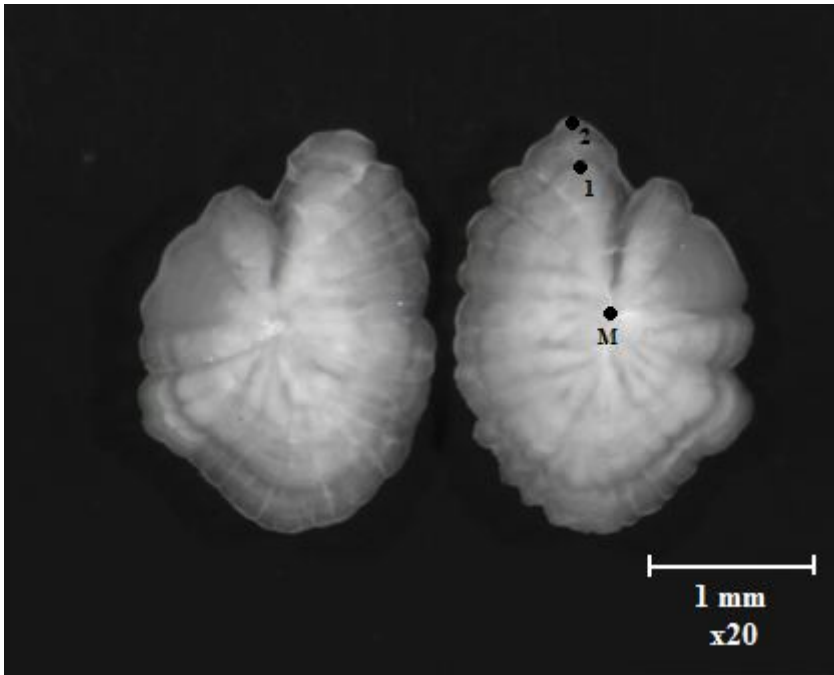
OG : 1,754 mm

OA : 1,8 mg

Halka sayısı : 1

r_1 : 1,008 mm

Ek 6.3. I(+)Yaş grubu barbunya balığı otolithi (Erkek)



TB : 12,0 cm

A : 17,6 g

OB : 2,579 mm

OG : 1,870 mm

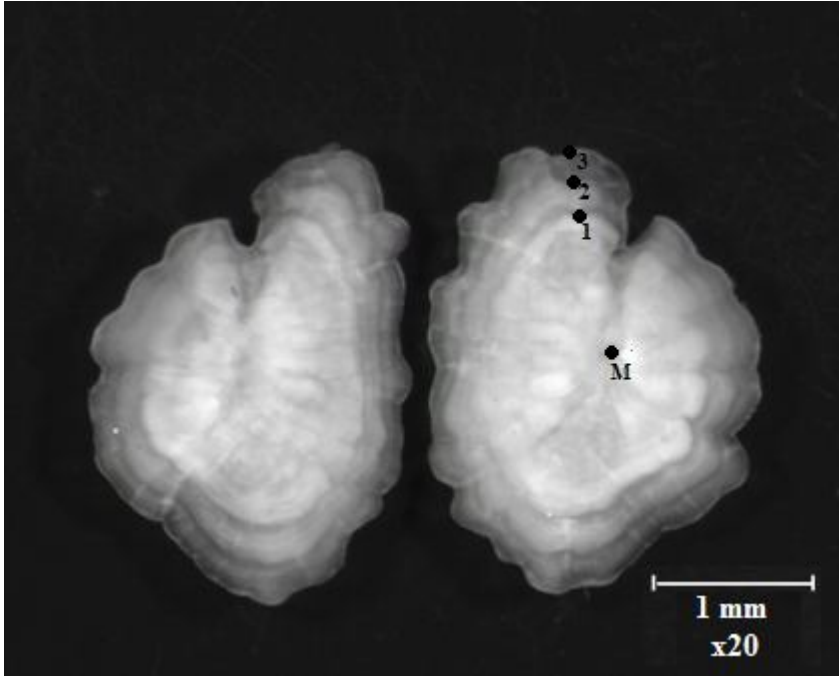
OA : 2,5 mg

Halka sayısı : 2

r_1 : 1,033 mm

r_2 : 1,267 mm

Ek 6.4. II Yaş grubu barbunya balığı otolithi (Dişi)



TB : 14,1 cm

A : 28,2 g

OB : 2,763 mm

OG : 2,058 mm

OA : 3,1 mg

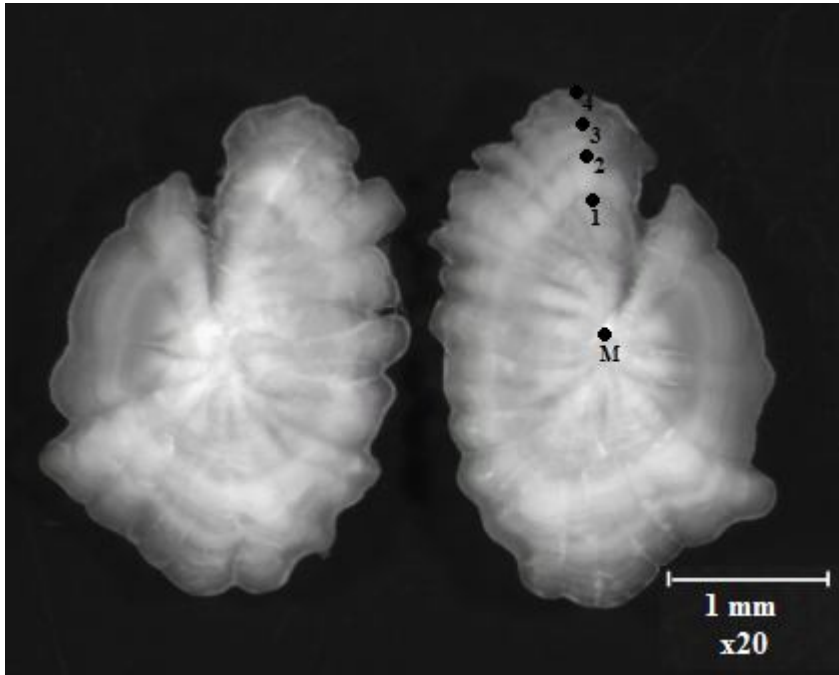
Halka sayısı : 3

r_1 : 0,917 mm

r_2 : 1,109 mm

r_3 : 1,287 mm

Ek 6.5. III Yaş grubu barbunya balığı otolithi (Dişi)



TB : 15,9 cm

A : 43,7 g

OB : 3,225 mm

OG : 2,141 mm

OA : 3,4 mg

Halka sayısı : 4

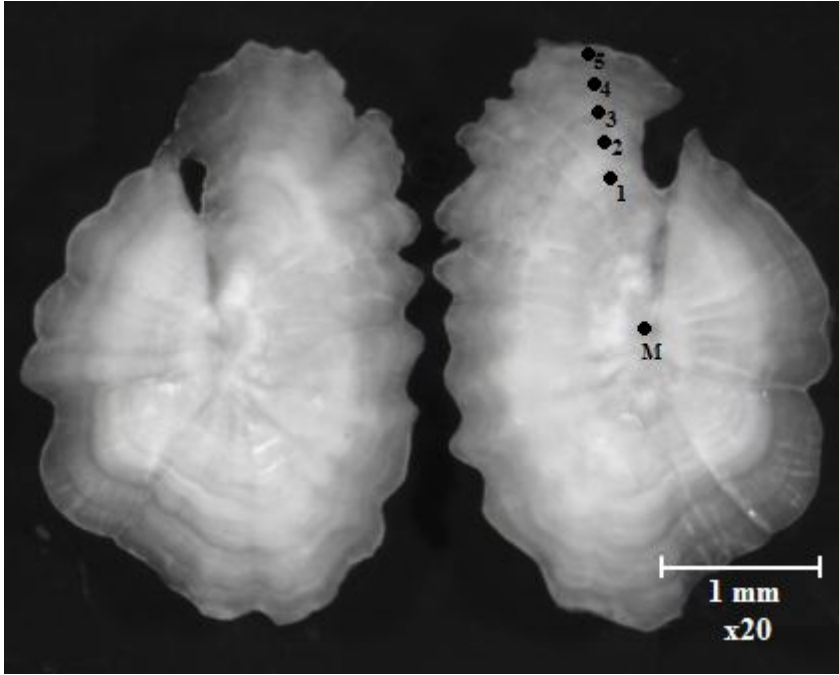
r_1 : 0,905 mm

r_2 : 1,142 mm

r_3 : 1,321 mm

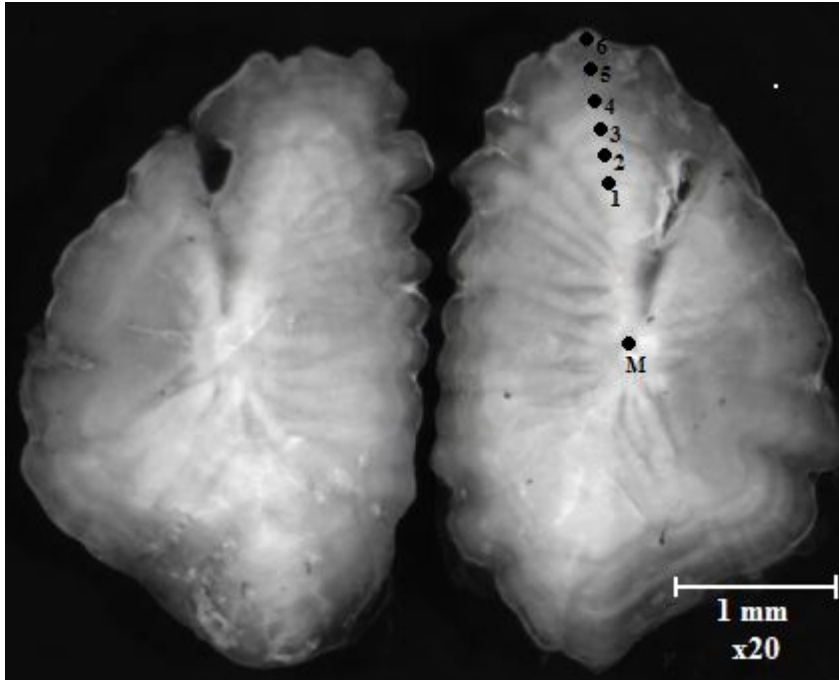
r_4 : 1,504 mm

Ek 6.6. IV Yaş grubu barbunya balığı otolithi (Erkek)



TB	: 20,3 cm
A	: 94,7
OB	: 3,645 mm
OG	: 2,419 mm
OA	: 6,3 mg
Halka sayısı	: 5
r ₁	: 1,012 mm
r ₂	: 1,183 mm
r ₃	: 1,370 mm
r ₄	: 1,621 mm
r ₅	: 1,804 mm

Ek 6.7. V Yaş grubu barbunya balığı otoliti (Dişi)



TB	: 22,6 cm
A	: 114,4 g
OB	: 3,963 mm
OG	: 2,583 mm
OA	: 6,8 mg
Halka sayısı	: 6
r ₁	: 1,012 mm
r ₂	: 1,170 mm
r ₃	: 1,323 mm
r ₄	: 1,531 mm
r ₅	: 1,713 mm
r ₆	: 1,987 mm

Ek 6.8. VI Yaş grubu barbunya balığı otoliti (Dişi)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Serdar SÜER
Doğum Yeri : Ladik / SAMSUN
Doğum Tarihi : 10.09.1976
Medeni Hali : Evli
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Havza Lisesi / 1993
Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Eğitim Fakültesi. Biyoloji Öğretmenliği / 1999

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

2002 yılında sınıf öğretmeni olarak atandım. Halen Tekkeköy Büyüklü Mahmutlu İlköğretim Okulu' nda görevime devam etmekteyim.

İletişim Bilgileri:

Adres : 19 Mayıs Mh. Atatürk Bul. No: 3/1 Tekkeköy / SAMSUN

e-mail : sersuer@hotmail.com