

**T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOĞU KARADENİZ'DE (RİZE SAHİLLERİ) ZARGANA
BALIĞININ (*Belone euxini* GÜNTHER, 1866) POPÜLASYON
DİNAMİĞİ VE BALIKÇILIĞI**

Burak TAŞCI

**Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Sabri BİLGİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

RİZE 2014

T.C.
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ADI

DOĞU KARADENİZ'DE (RİZE SAHİLLERİ) ZARGANA
BALIĞININ (*Belone euxini* GÜNTHER, 1866) POPÜLASYON
DİNAMİĞİ VE BALIKÇILIĞI

Bu çalışma, 14 / 08 / 2014.. tarihinde yapılan sınav ile Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı, Soyadı
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Sabri BİLGİN
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Göktaş DALGIÇ
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ekrem Şanver ÇELİK

İmzası


G. Dalgıç



Prof. Dr. Selami ŞAŞMAZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Zargana balığı üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde; Dünya literatüründe çalışmaların oldukça az olduğu dikkat çekmektedir. Zargana balığının popülasyon dinamiği ile ilgili olarak ülkemiz dışında 4 adet ve ülkemizde ise 2 adet olmak üzere toplamda 6 adet SCI kapsamındaki dergilerde yayımlanmış makaleye rastlanılmıştır. Bu çalışma ile Güney Doğu Karadeniz’de zargana balığının popülasyon dinamiği ve balıkçılığı incelenmiştir. Çalışmada; i) zargana balığının büyüme özellikleri ii) ölüm oranları iii) üreme zamanı, iv) %50 cinsi olgunluk boyu, v) yumurta verimi ve yumurta özellikleri ile ilgili çalışmalar yapılmış ve sonuçlar sunulmuştur.

Yüksek Lisans Tez danışmanlığımı üstlenen, eğitimim boyunca maddi ve manevi her türlü desteği sağlayan, bu çalışmalara başlamamda, konunun belirlenmesinde, verilerin değerlendirilmesi ve yazım aşamasında benden yardım ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Sabri BİLGİN’e teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Laboratuvar çalışmalarında yardımını esirgemeyen çalışma arkadaşım Araştırma Görevlisi Hatice BAL’a, tüm eğitim dönemimde benden maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

Bu çalışmada örneklerin temininde, arazi çalışmaları sırasında tekneleri ve ağlarını kullandığımız Rize bölgesi, Merkez mevkiinde balıkçılık yapan zargana balıkçılarına teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışma süresince her türlü desteğini gördüğümüz başta sayın dekanımız Prof. Dr. Davut TURAN’a ve Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Akademik ve İdari personeline şükranlarımı sunarım. Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimi tarafından “2012.103.03.3” proje kod numarasıyla genel proje niteliğinde desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı, üniversitemize, BAP birimine ve proje görevlendirmeleri sırasında özveri göstererek her türlü kolaylığı sağlayan BAP birimi şefi Sayın Sinan TORUNLER’e teşekkür ederim.

Ağustos 2014

Burak TAŞCI

ÖZET

Doğu Karadeniz’de (Rize Sahilleri) Zargana Balığının (*Belone euxini* Günther, 1866) Popülasyon Dinamiği ve Balıkçılığı

Güney Doğu Karadeniz’de Rize sahillerinde yaşayan zargana balığının (*Belone euxini*) büyüme, ölüm oranı, dağılımı, üreme zamanı, yumurta verimi ve %50 cinsi olgunluk boyunu belirlemek ve zargana balıkçılığının yönetimine katkı sağlamak amacıyla Aralık 2011 ve Temmuz 2013 tarihleri arasında aylık olarak örneklemeler yapılmıştır. Yapılan çalışmada dişilerin ortalama toplam boyu erkeklerden istatistiksel olarak büyük elde edilmiştir. ($P < 0,05$). Dişi: erkek cinsiyet oranı 38 cm boy sınıfına kadar erkeklerin lehine 38 cm boy sınıfından sonra ise dişilerin lehindedir ($P < 0,05$). Biyolojik ve verilerin uygunluk durumuna göre üssel ya da exponential (dişi: $L_{\infty} = 88,3$ cm TL, $K = 0,108$ yıl⁻¹, erkek: $L_{\infty} = 71,9$ cm TL, $K = 0,151$ yıl⁻¹) ve von Bertalanffy (dişi: $L_{\infty} = 81,6$ cm TL, $K = 0,125$ yıl⁻¹, $t_0 = -2,25$ yıl, erkek: $L_{\infty} = 81,6$ cm TL, $K = 0,125$ yıl⁻¹, $t_0 = -2,13$ yıl) büyüme modelleri zargana balığının büyümesi için en uygun modeller olarak atanmıştır. Av eğrisi yöntemine göre anlık toplam ölüm katsayısı (Z) dişiler için 1,04 yıl⁻¹ erkekler için ise 1,24 yıl⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Mutlak yumurta verimi 4015 ve 32453 adet/birey (ortalama: 14365±1049 adet/birey) olarak, bir seferde bırakılan olgun yumurtaların sayısı ise 560 ve 9713 adet/birey (ortalama: 2338±243 adet/birey) olarak belirlenmiştir. Olgun olmayan yumurta büyüklüğü olgun yumurtalardan istatistiksel olarak küçük bulunmuştur (t -test: $P = 1.54E-230$). Aylık gonadosomatik indeks (GSİ) seyri ve aylık gonat olgunluk safhalarının oranına göre zargana balığının üremesinin Mayıs ve Eylül ayları arasında gerçekleştiği saptanmıştır. %50 cinsi olgunluk boyu dişiler için 34,4 cm TL cm ve erkekler için ise 33,3 cm TL cm olarak hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Belone euxini*, büyüme, ölüm oranı, üreme, balıkçılık yönetimi

ABSTRACT

Fisheries and Population Dynamics of Garfish (*Belone euxini* Günther, 1866) in the Eastern Black Sea (Rize Coast)

To describe the age, growth, mortality, distribution, spawning time, fecundity and size at sexual maturity of the garfish, *Belone euxini* and differences in these parameters from other populations, monthly samplings were conducted between December 2011 and July 2013 off Rize coast in the southeast Black Sea. The mean total length (*TL*) of female was significantly greater than the mean total length of male ($P < 0.05$). Sex ratio of female: male with size was towards male up to 38 cm length class and, it was skewed towards female for greater than 38 cm size class ($P < 0.05$). The exponential (female: $L_{\infty} = 88.3$ cm *TL*, $K = 0.108$ year⁻¹, male: $L_{\infty} = 71.9$ cm *TL*, $K = 0.151$ year⁻¹) and von Bertalanffy (female: $L_{\infty} = 81.6$ cm *TL*, $K = 0.125$ year⁻¹, $t_0 = -2.25$ year, male: $L_{\infty} = 81.6$ cm *TL*, $K = 0.125$ year⁻¹, $t_0 = -2.13$ year) models considered as the most suitable growth models. Total instantaneous mortality rate, *Z*, was estimated as 1.04 year⁻¹ for female and 1.24 year⁻¹ for male. Absolute fecundity ranged between 4015 and 32453 number/individual (mean: 14365±1049 number/individual) and mature eggs that was left for each spawning portion (batch fecundity) ranged between 560 and 9713 number/individual (mean: 2338±243 number/individual). Mean diameter of immature eggs in ovary was significantly lower than mature eggs (*t*-test: $P = 1.54E-230$). Monthly proportion of ovaries and testes maturity stages and monthly *GSI* values showed that the spawning period of garfish was between May and September. The size at 50% sexual maturity (TL_{50}) was estimated as 34.4 cm *TL* for female and 33.3 cm *TL* for male.

Key Words: *Belone euxini*, growth, mortality, reproduction, fisheries management

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	i
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLO LİSTESİ.....	ix
1. Genel Bilgiler.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Zargana Balığı Biyolojisi	4
1.2.1. Dağılımı	4
1.2.2 Zargana balığının sistematikteki yeri	5
1.2.3 Üremesi	5
1.2.4 Zargana Av Miktarı	6
1.2.5. Literatür özeti	7
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	10
2.1. Materyal ve Yöntem.....	10
2.1.1 Çalışma alanı ve örnekleme	10
2.1.2 Birim çabada av miktarını (CPUE; birey/km*h).....	11
2.1.3 Yaş tespiti.....	14
2.1.4. Büyüme	20
2.1.4.1. Boy frekans dağılımı	20
2.1.4.2. Boy ağırlık ilişkisi	20
2.1.4.3. Cinsiyet oranı	20
2.1.4.4. Büyüme modelleri.....	20
2.1.5. Ölüm oranı	22
2.1.6. İşletme oranı.....	23
2.1.7. Üreme biyolojisi.....	23

	Sayfa No
2.1.7.1. Gonat olgunluk safhaları ve üreme mevsimi.....	23
2.1.7.2. Fekondite (Yumurta Verimi).....	24
2.1.7.3. %50 cinsi olgunluk boyu.....	30
3. BULGULAR.....	31
3.1. Zargana Avcılığı	31
3.1.1. Gündüz Zargana Avcılığı.....	32
3.1.2. Gece Zargana Avcılığı	33
3.1.3. Olta İle Zargana Avcılığı	34
3.2. Birim çabada av miktarı (CPUE)	34
3.3. Boy kompozisyonu	35
3.4. Boy-ağırlık ilişkisi.....	37
3.5. Cinsiyet oranı	37
3.6. Yaş kompozisyonu.....	39
3.7. Büyüme parametreleri.....	40
3.8. Ölüm oranları ve işletme oranı.....	42
3.9. Üreme biyolojisi.....	45
3.9.1. Fekondite (Yumurta Sayısı).....	45
3.9.2. Yumurta büyüklüğü	48
3.9.3. Yıllık yumurtlama (batın) sayısı	48
3.9.4. Yumurtlama zamanı ve gonat olgunluk safhaları.....	49
3.9.5. Cinsi olgunluk boyu	51
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	53
4.1. Boy kompozisyonu	53
4.2. Cinsiyet oranı	54
4.3. Yaş ve büyüme.....	54
4.4. Ölüm oranı	59
4.5. Üreme biyolojisi.....	60
4.5.1. Yumurta sayısı ve büyüklüğü.....	60
4.5.2. Üreme zamanı	61

	Sayfa No
4.5.3. Cinsi olgunluk boyu	62
5. ÖNERİLER	63
6. KAYNAKLAR	65
7. ÖZGEÇMİŞ	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. <i>Belone belone</i> türünün dağılım alanları (Froese ve Pauly, 2014).....	4
Şekil 2. Zargana (<i>Belone euxini</i>) balığının genel görünüşü (orijinal).....	5
Şekil 3. Türkiye sularında avlanan zargana balığı av miktarları (TUİK, 2004-2013). 7	7
Şekil 4. Araştırma bölgesi.....	10
Şekil 5. Araştırmada zargana avcılığına kullanılan ağlar (üst) ve salyangoz şeklinde uzatma zargana ağlarının denize atılma şekli (alt) (orijinal)	12
Şekil 6. Gece çevirme yöntemiyle av operasyonunda ağların tekneye alınışı (üst) ve ağdaki zargana balığı (alt) (orijinal)	13
Şekil 7. Distile suyla ve %96'lık ethanol ile yıkanan ve temizlenen otolit (orijinal) 14	14
Şekil 8. Etüvde bekletilmiş ve %96'lık ethanol ile temizlenen otolit (orijinal)	15
Şekil 9. Çekirdekten kesilip, alkol ateşinde yakılan otolit (orijinal)	15
Şekil 10. Ethanol ile temizlenip NaOH ile bekletilen otolit (orijinal)	16
Şekil 11. Alkolde temizlenmiş otolit (üst) ile kesilip yakılmış otolit (alt) örnekleri (Orijinal)	17
Şekil 12. NaOH ve Alkolde temizlenmiş otolit (üst) ve etüvde bekletilmiş otolit (alt) (orijinal)	18
Şekil 13. Zımparalanmış otolit (alt) ve hiçbir işlem yapılmamış (üst) (orijinal).....	19
Şekil 14. Erkek ve dişi zargana balığının testis ve ovaryumların görünümü (orijinal)	24
Şekil 15. Gelişme safhası 4 olan sulanmış yumurtlama aşamasına gelmiş yumurtaların bulunduğu ve yumurta sayısının tespitinde kullanılan ovaryum. Üst: ovaryumun balık karın boşluğundaki görünümü (neredeyse balık karın boşluğunun tamamını doldurmuş). Alt: yumurta verimi için kullanılan ovaryum (orijinal).	26
Şekil 16. Yumurta verimi için hazırlanan ovaryumlar (üst) ve Gilson'un solüsyonuna konulmuş yumurtaların ayrıldığı örnekler (alt) (orijinal).	27
Şekil 17. Büyük boylu yumurtlamaya hazır zargana yumurtalarının görünümü (orijinal).	28
Şekil 18. Yumurta üzerinde iplikçiklerin belirmiş olduğu zargana yumurtaları (orijinal)	29
Şekil 19. Zargana Uzatma Ağı Kesiti	31
Şekil 20. Rize bölgesinde zargana uzatma ağları ile çevirme metoduyla avcılık (a) ve teknenin baş kısmında zargana hareketlerini izleyen gözlemci (b) (orijinal).....	32
Şekil 21. Rize bölgesinde zargana uzatma ağları ile çevirme metoduyla kullanılan ağlar (a) ve ağdaki zargana balığı (b) (orijinal)	33
Şekil 22. Aylık birim çabadaki av miktarları (CPUE: birey/km x saat).....	34

Şekil 23. İncelenen zargana balıklarının boy frekans kompozisyonu	35
Şekil 24. Aylık boy frekans dağılımı. Kesikli çizgi 35 cm boy grubunu temsil etmekte ve %50 cinsi olgunluk boyuna karşılık gelmektedir.	36
Şekil 25. Dişi/erkek cinsiyet oranı. Kesikli çizgi 1/1 cinsiyet oranını ifade etmektedir.	38
Şekil 26. Aylık cinsiyet (dişi /erkek) oranı. Kesikli çizgi 1/1 cinsiyet oranını ifade etmektedir.	38
Şekil 27. Dişi ve erkek balıkların yaş kompozisyonu.....	39
Şekil 28. Dişi (üst) ve erkek (alt) zargana balıklarının yaş (t) ve balık sayılarının doğal logaritması ($\ln N$) arasındaki ilişkiyi gösteren av eğrisi.	43
Şekil 29. Ovaryumlardaki tüm (küçük + büyük çaplı yumurta), küçük ve büyük çaplı yumurta sayısı ile toplam boy arasındaki ilişki.....	47
Şekil 30. Ovaryumdaki küçük boylu ve büyük boylu yumurtaların boylara karşılık % oranları	48
Şekil 31. Dişi, erkek ve tüm zargana bireylerin aylık gonadosomatik indeks (GSI) değerleri	49
Şekil 32. Zargana balıklarının aylık ovaryum (dişi) ve testis (erkek) gelişim safhalarının (I – V. safha) yüzde oranları	50
Şekil 33. Dişi ve erkek bireylerin %50 cinsi olgunluk boylarını gösteren toplam boy olgunluk oranı ilişkisi.	52

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

- Tablo 1. Bölgelere göre *Belone belone* türünün üreme sezonu ve üreme boyu 6
- Tablo 2. Dişi, erkek ve tüm balıkların yaşlardaki ortalama \pm standart hata ($L_{ort. \pm SH}$), minimum boy (L_{min}) ve maksimum boy (L_{max}) ile balık sayısı (N) değerleri..... 40
- Tablo 3. Büyüme modeli parametreleri, Akaike bilgi kriteri (AIC) ve büyüme performans indeks değerleri. L_{∞} = asimptotik boy, K = büyüme katsayısı, t_o = balık boyunun kuramsal olarak sıfır olduğundaki yaş, β = en küçük asimptotik boy ($t = 0$ 'daki boy), I = etki noktasındaki yaş, δ = etki noktasını kontrol eden parametre Φ' = büyüme performans indeksi..... 42
- Tablo 4. Dişi ve erkek bireyler için yedi farklı büyüme modeli parametrelerine göre hesaplanan dört farklı doğal ölüm katsayıları. $\bar{M} \pm SE$: ortalama doğal ölüm oranı \pm standart hata. 44
- Tablo 5. Yedi farklı büyüme modeli parametreleri sonuçlarına ve dört farklı anlık ölüm oranı sonuçları kullanılarak dişi ve erkek bireyler için hesaplanan işletme oranı (E) değerleri. $\bar{E} \pm SE$: ortalama işletme oranı \pm standart hata. 45
- Tablo 6. Coğrafik bölgelere göre *B. belone* ve *B. euxini* türlerinin tespit edilmiş yaşlardaki ortalama boy değerleri *: standart boyu ifade etmektedir. 56
- Tablo 7. Zargana balığı için farklı bölgelerde hesaplanmış von Bertalanffy büyüme denklemi parametreleri, en küçük ve en büyük boy değerleri, boy ağırlık ilişkisi b değeri ve büyüme performansı (ϕ') değerleri. * standart boy..... 57
- Tablo 8. Adriatik denizinde *Belone belone* ve Karadeniz'de *Belone euxini* türleri için farklı zamanlarda hesaplanan toplam ölüm oranı (Z , yıl⁻¹), doğal ölüm oranı (M , yıl⁻¹), balıkçılık ölüm oranı (F , yıl⁻¹) ve işletme oranı (E , yıl⁻¹) değerleri 60
- Tablo 9. *Belone belone* ve *Belone euxini* türleri için farklı bölgelerde belirlenmiş yumurta sayısı (adet / birey) ve yumurta büyüklüklerinin karşılaştırılması. (minimum-maximum ve ortalama \pm standart hata) 61

1. Genel Bilgiler

1.1. Giriş

Balık stoklarının popülasyon analizlerinde, avlama istatistikleri dediğimiz av miktarı ve avlama çabasına ilişkin verilerden ve balıkların boy, ağırlık, yaş kompozisyonu, ve cinsi olgunluk durumu gibi verileri içeren biyolojik verilerden yararlanılır.

Su ürünleri stoklarının korunması ve sürdürülebilir kullanılması için, üzerinde çalışılacak balık türünün biyolojisi ve popülasyon dinamiği ve uygulanması gereken kontrol mekanizmalarının sağlıklı olarak yürütülmesi gerekir. Ayrıca, sürdürülebilir bir balıkçılık faaliyetinin ve balıkçılık yönetiminin gerçekleştirilebilmesi için, incelenecek konunun ve ekosistemin mümkün olan tüm bileşenlerinin incelenmesi ve bilinmesi gereklidir. Ancak, Türkiye'nin balıkçılık da hedef türlerin izlenmesi ve yönetilmesiyle ilgili olarak önemli seviyede bilgi eksikliği mevcuttur. Diğer taraftan, bir balık stokunun büyüklüğü balıkların büyümesi ve yeni birey katılımıyla artmakta, ancak balıkçılık ve doğal ölümlerden dolayı ise azalmaktadır. Balık stoklarındaki bu dengenin korunması ve sürdürülebilir bir balıkçılığın yapılabilmesi için, balıkların büyümesi ve yeni bireylerin katılımının başlangıcı olan üremesinin (ilk cinsi olgunluk boyu ve yaşının belirlenmesi, üreme zamanının belirlenmesi) bilinmesi gerekir. Bu sonuçlara göre avlanan balık türü stokunun sürdürülebilir işletilmesi için en küçük av boyu belirlenebilir.

Av miktarı yıllara göre dalgalanmalar gösteren ve ticari açıdan önemli pelajik balıklardan biri olan zargana balığı için yapılan çalışmalar derlendiğinde biyolojisi (Yüce, 1975; Dorman, 1989, 1991), popülasyon yapısı (Samsun vd, 1995, Uçkun ve diğ., 2004; Samsun, 1996; Samsun vd., 2006), üreme biyolojisi (Dorman, 1989; Zorica vd, 2011), larval gelişmesi (Dulčić vd, 2009; Kužir vd., 2009) mevsim ve yaşa göre et verimi (Bilgin vd., 2004) ve beslenme rejimi (Dorman, 1988; Sever vd, 2009) üzerinde araştırmaların yapıldığı görülmektedir.

Zargana balığının popülasyon dinamiği ile ilgili olarak ülkemiz dışında 6 adet ve ülkemiz denizlerinde ise 2 adet olmak üzere toplamda 6 adet SCI kapsamındaki dergilerde yayımlanmış makaleye rastlanılmıştır.

Zargana balığı (*Belone belone*) biyolojisi ve popülasyon dinamiği konusunda ilk detaylı çalışmalar, J.A. Dorman tarafından "Journal of Fish Biology" dergisinde

1988, 1989 ve 1991 yıllarında yayınlanan 3 adet çalışmayla yapılmıştır. Dorman, zargana balığının İrlanda sahillerindeki Courtmacsherry Körfezinden 1981, 1982 ve 1983 yıllarında örneklediği 840 birey üzerinden beslenme alışkanlıkları (Dorman, 1988), yine aynı bölgede 1981 ve 1985 yılları arasında elde etmiş olduğu verilerle, zargana balığının yaş ve boy kompozisyonu ve detaylı bir şekilde de gonat gelişim safhalarını incelenmiştir (Dorman, 1989). Aynı araştırmacı, Baltık Denizinin batı sahillerinde 738 birey üzerinden zargana balığının yaş ve boy kompozisyonu, gonat gelişim safhaları ve morfometrik özelliklerini içeren çalışma yürütmüştür (Dorman, 1991). Dorman'ın çalışmalarından sonra Adriatik denizinin doğu sahillerinden 2003–2008 yılları arasında örneklenen 3393 birey üzerinden zargana balığının üreme zamanı, cinsi olgunluk boyu ve yumurta verimini (Zoriča vd, 2011) ile büyüme ve ölüm oranlarını içeren (Zoriča vd, 2013) çalışmalar yürütülmüştür. Diğer taraftan, zargana balığının popülasyon dinamiğini konusunda SCI kapsamındaki dergilerde yayımlanmış ülkemiz adresli iki araştırmaya rastlanılmıştır. Bu çalışmalardan biri Ege deniz'inde İzmir Körfezi civarında (Uçkun vd., 2004) diğeri ise Karadeniz'de Sinop sahillerinde (Samsun vd., 2006) yürütülmüştür.

Zargana popülasyonu ve biyolojisi konusunda ülkemizde yayınlanan diğerk çalışmalari incelendiğinde ilk çalışma Yüce (1975) tarafından yürütülmüştür. Bu çalışmada, İstanbul Boğazı'ndan elde edilen 264 birey üzerinden zargana balığının (*B. euxini*) cinsiyete bakılmaksızın yaş ve boy kompozisyonu, yumurta özellikleri incelenmiştir. Daha sonra Karadeniz'de Sinop civarında Samsun (1995) ve Samsun vd., 1995 tarafından zargana balığının (*B. euxini*) popülasyonu ile ilgili olarak iki araştırma daha yürütülmüştür. Yaş tayini üzerinde ise Polat vd. (2009) bir çalışma yürütmüşler ve en iyi yaş tayini sonucunu otolitlerden yapılan yaş okumalarından elde etmişlerdir.

B. belone türünün özellikle yengeç larvaları başta olmak üzere crustacealarla, klupeidler ve juvenil balık larvalarıyla beslenmektedir (Dorman, 1988). Atlantik'in İrlanda sahillerinde Courtmacsherry Körfezinde, zargana balığı boy dağılımı 60-80 cm arasında yoğunluk göstermekte, 7-8 yaşına kadar büyümekte, yumurtlaması ise su sıcaklığına bağlı olarak özellikle Eylül ayında gerçekleşmektedir (Dorman, 1989). Baltık Denizinin batı sahillerinde yaşayan zargana balığı 11 yaşına kadar büyümekte ve büyümesi su sıcaklığıyla bağlantılı olarak değişmekte (Dorman,

1991), Mayıs-Haziran ayları arasında üremektedir (Dorman, 1989, 1991). Adriatik Denizinin doğu sahillerinde yaşayan zargana balığı 75 cm boya kadar büyümekte, %50 cinsi olgunluk boyuna dişiler 31,5 cm, erkekler ise 28,5 cm toplam boyda iken ulaşmakta ve Ocak-Mayıs arasında üremektedir. Zargana balığı Ege Denizi'nin İzmir Körfez'inde 55 cm boya kadar büyümekte, erkekler 4, dişiler ise 5 yaşına ulaşmaktadır (Uçkun, 2004). Karadeniz'in Sinop Sahilleri'nde ise *B. euxini* türü 58 cm boya ulaşmakta, erkekler 4, dişiler ise 6 yaşına kadar büyümekte, üremesi ise Mayıs-Eylül arasında gerçekleşmektedir (Samsun vd, 2006). Diğer taraftan, Slastenenko (1956), Karadeniz'de zargana balığı üremesinin kitabi bilgi olarak, Nisan ayından Eylül ayı ortasına kadar devam ettiğini belirtmektedir. Etine dolgun, yani besili olduğu zamanın ise sonbahar ve kış aylarında olduğunu, ancak ilkbaharda üreme döneminden önce yağsız olduğunu bildirmiştir.

Balıkçılık yönetimi açısından önemli verileri sağlayan popülasyon dinamiği konusunda zargana balığı üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde; Dünya literatüründe çalışmaların *B. belone* türü üzerinde olduğu dikkat çekmektedir, Ekonomik değeri yüksek *B. euxini* türünün Karadeniz sularında sürdürülebilir avcılığının yapılabilmesi, balıkçılık yöneticilerine önemli verilerin sağlanması ve bu verilerin yıllara göre Karadeniz'in biyotik ve abiyotik şartlarına bağlı olarak nasıl değiştiğinin bilinmesi ve takip edilmesi sürdürülebilir bir balıkçılık yönetimi açısından elzem bilgilerdir.

Türkiye'nin sadece Karadeniz ve Marmara denizinde dağılım gösteren, ekonomik değeri oldukça yüksek olan zargana balığı (*B. euxini*) üzerinde yürütülen bu çalışma aşağıda belirtilen amaçlar doğrultusunda yürütülmüştür.

1. Karadeniz'de avlanan zargana balığı balıkçılığının yönetilmesine bilgi birikimi ve çözüm önerilerinin getirilmesi açısından, Rize il sınırları içerisinde yapılan zargana balıkçılığının birim çabadaki av miktarının (CPUE) ve kullanılan av araçlarının genel özelliklerinin belirlenmesi.

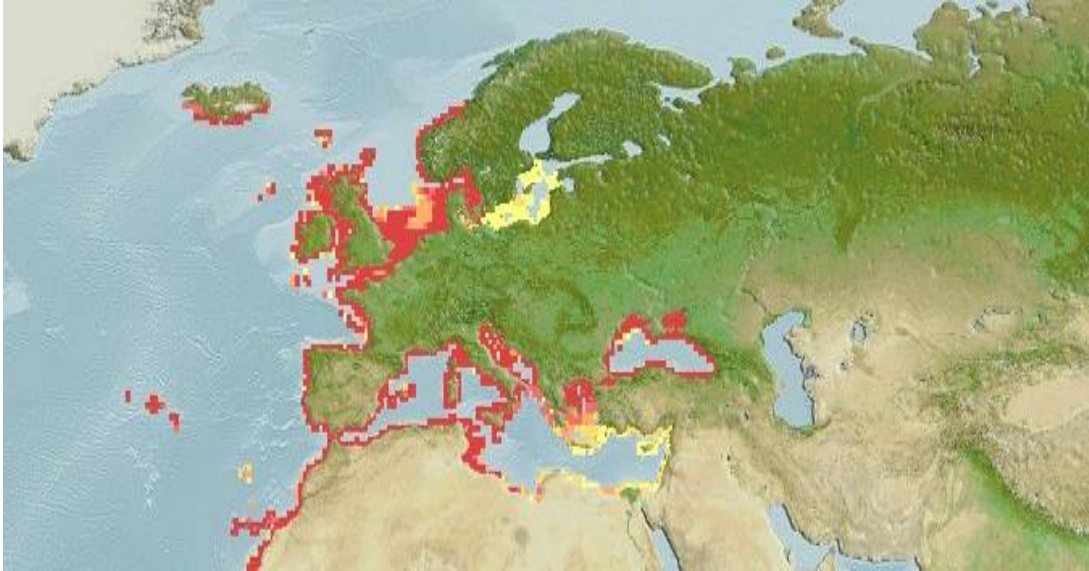
2. Popülasyon dinamiği kapsamında, araştırma bölgesinde zargana balığının büyümesi, boy, ağırlık ve yaş kompozisyonu, ölüm oranları, üreme periyodu (aylık gonadosomatik indeks değerleri), cinsi olgunluk durumu (aylık gonat gelişim safhaları), %50 cinsi olgunluk boyu ve yıl içerisinde yumurtlama sayısı ve yumurta veriminin belirlenmesi.

3. Birinci ve ikinci amaç doğrultusunda elde edilen sonuçlarla diğer bölgelerde konu ile ilgili yapılmış çalışmaların sonuçlarının kıyaslanması. Varılan sonuçlar neticesinde Karadeniz’de ve ülkemizde sürdürülebilir bir zargana balıkçılığı yönetim planının çıkarılmasına veri oluşturulması ve öneriler getirilmesi.

1.2. Zargana Balığı Biyolojisi

1.2.1. Dağılımı

Zargana balığının (*Belone belone*) 3 alt türü vardır. Bu türler *Belone belone belone* (L.), *B. belone euxini* Günther ve *B. belone gracilis* türleridir. *B. belone* Atlas Okyanusu, Akdeniz Havzası ve Azak Denizi’nde yaşamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. *Belone belone* türünün dağılım alanları (Froese ve Pauly, 2014)

Türkiye denizlerinde Belonidae familyasına ait dört zargana balığı türü yaşamaktadır. Bu türler; *Belone acus* Risso, 1827, *Belone euxini* Günther, 1866, *Belone svetovidovi* Collette and Parin, 1970 ve *Tylosurus imperialis* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) türleridir (Dalyan ve Eryılmaz, 2006; Fricke vd, 2007). Karadeniz’de yaşayan zargana balığının sistematikteki yeri aşağıdaki gibidir.

1.2.2 Zargana balığının sistematikteki yeri

Alem: Hayvanlar alemi

Şube: Chordata

Sınıf: Actinopterygii

Takım: Beloniformes

Aile: Belonidae

Cins: *Belone*

Tür: *Belone euxini* Günther, 1866 (Şekil 2)

Karadeniz’de yaşayan zargana balığı literatürde birçok araştırmacı tarafından *B. belone euxini* olarak rapor edilmiştir (Collette ve Parin, 1970; Salekhova vd, 1988; Zaitsev ve Mamaev, 1997; Samsun vd., 2006). Ancak sistematikte geçerli olarak başvuru olan balık kataloğu (catalog of fishes), www.fishbase.org (Froese ve Pauly, 2013) sitesinde ve Türkiye Denizlerinde ve iç sularında yaşayan balıkların derlemesini yapıldığı en son çalışmada (Fricke vd, 1997) ise Karadeniz’de, Azak Denizi’nde ve Marmara Denizi’nde yaşayan zargana balığı geçerli tür olarak *B. euxini* şeklinde tanımlanmıştır.



Şekil 2. Zargana (*Belone euxini*) balığının genel görünüşü (orijinal)

1.2.3 Üremesi

Zargana balığının ülkemiz sularında üreme mevsiminin belirlenmesi üzerine yapılmış çalışmalardan gonat gelişimi incelenerek ortaya net olarak konmuş değildir. Çünkü zargana balığı Nisan – Ağustos ayları arasında avlanamadığından dolayı gonat gelişim safhaları 12 aylık periyotta net olarak incelenememektedir. Zargana balığının üreme sezonu farklı bölgelere göre Tablo 1’de sunulmuştur. Karadeniz’de yaşayan zargana balığının (*B. euxini*) gonat olgunluk safhalarından %50 sinin olgunluk boyu literatürde mevcut değildir. *Belone belone* türünün ise %50 cinsi

olgunluk boyu ise yapılan bir çalışmada erkekler için 28 cm, dişiler için 31,5 cm ve tüm bireyler için ise 28,5 cm olarak hesaplanmıştır (Zorica vd, 2011).

Tablo 1. Bölgelere göre *Belone belone* türünün üreme sezonu ve üreme boyu

Yazar	Bölge	Üreme Sezonu	Üreme Boyu (cm)
Zorica vd. (2011)	Adriyatik Denizi	Ocak – Mayıs	28,5
Samsun vd. (2006)	Karadeniz	Mayıs – Eylül	38,8
Yüce (1975)	İstanbul Boğazı	Nisan – Ağustos	
Uçkun vd. (2004)	Ege denizi	Nisan - Ağustos	
Dorman (1989, 1991)	Atlantik	Mayıs - Haziran	

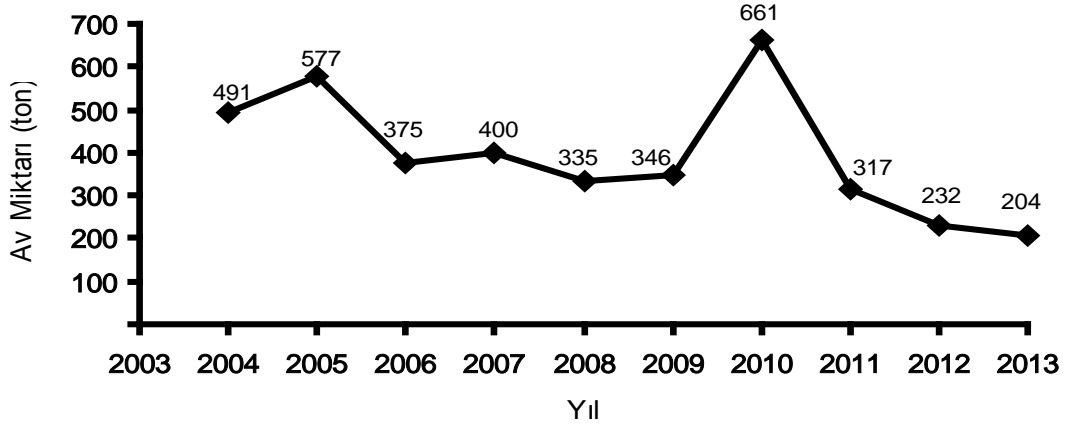
Gonat ağırlıkları küçük ve büyük zarganalarda farklılık gösterir. Dişilerin gonat ağırlıkları erkekler nispetle daha ağırdır. Gonatların gelişmesi balığın yaş ve boyu ile ilgilidir. Ovaryumları yumuşak ve silindirikdir. Testisleri yassı ve az serttirler. Gonatların rengi cinsiyet tayininde yardımcı olabilmektedir. Testisler ilk önceleri pembemsi – beyaz sonraları şişkinleşip beyaz renk almaktadır. Ovaryumlar ise, kırmızı – pembe renkte ve sonradan bütün vücut boşluğunu kaplayan sarımsı – turuncu renkte olmaktadır. Yumurta çapları büyümesiyle ovaryumda genişleme meydana gelir. Gonat çeperlerinden yumurtalar rahatlıkla ayırt edilebilmektedir. Diğer türlerde de görüldüğü gibi, dişi ve erkek gonat çiftinin sol taraftaki sağdakine oranla biraz daha uzun olmaktadır (Yüce, 1975).

Zargana yumurtaları ilk önce pelajik olup daha sonra dibe inerek, yumurtaların üzerinde değişik noktalardan çıkan yapışıcı uzantılar sayesinde yabancı maddelere veya aynı cinsten diğer yumurtalara takılması sağlanmaktadır. *B. euxini* türünün yumurta çapı yapılan bir çalışmada 1,9 mm ile 2,8 mm arasında hesaplanmış ve bir üreme sezonunda yaklaşık 25 bin ile 36 bin arasında yumurta bırakabildiği belirtilmiştir (Yüce, 1975).

1.2.4 Zargana Av Miktarı

Türkiye sularından avlanan zargana balığı ekonomik bir tür olmasına rağmen denizlerimizde av verdiği dönemde avcılığın diğer balıkların üzerine yoğunlaşmasından dolayı diğer pelajik balık türlerine göre daha az miktarda avlandığı TUIK verilerine yansımıştır (Şekil 3). TUIK verilerine göre son on yılda ortalama 393,8 ton zargana balığı avlanmıştır. 2013 TUIK verilerine göre avlanan 204,7 ton zargana balığının 36,3 tonu Doğu Karadeniz'den, 17,3 tonu Batı

Karadeniz'den, 88,5 tonu Marmara Denizinden, 62,5 tonu Ege Denizinden ve 0,1 tonu ise Akdeniz'den avlanmıştır. Zargana balıkları genelde uzatma ağlarıyla avlanmaktadır, bu ağların plan detayı Nédélec, (1975) tarafından tanımlanmıştır.



Şekil 3. Türkiye sularında avlanan zargana balığı av miktarları (TUİK, 2004-2013).

Karadeniz'de üreme zamanı Mayıs ve Eylül arasında olan zargana balığının avcılığı daha çok Eylül ile Mart ayları arasında yapılmaktadır. Bu avcılık; Gündüz zargana avcılığı, gece zargana avcılığı ve olta ile zargana avcılığı olmak üç şekilde yapılabilmektedir (İ. Kuş, 2013; Y. Çavuş, 2013 kişisel görüşmeler).

1.2.5. Literatür özeti

Dorman (1988), Atlantik'in İrlanda sahillerinde Courtmacsherry Körfezi'nde, zargana balığının (*B. euxini*) beslenme alışkanlıkları üzerine çalışmıştır. Çalışma sonucunda zargana balığının yengeç larvaları başta olmak üzere crustacealar ve başta kulupeidler olmak üzere juvenil balık larvalarıyla beslenmekte olduğunu bildirmiştir.

Dorman (1989), Kuzey İrlanda sahillerinde Courtmacsherry Körfezi'nde zargana balığının üreme ve büyüme özelliklerini belirlemek amacıyla her yıl hazirandan ekim ayına kadar olmak üzere, 5 yıllık bir süre içerisinde örnekleme yapmıştır. Çalışmada, zargana balığı boy dağılımının 60-80 cm arasında yoğunluk gösterdiği, 2 yaşında cinsi olgunluğa ulaştığı, 8 yaşına kadar büyüdüğü, 3 ve 4 yaşındaki bireylerin 1981 yılında, 3 yaşındaki bireylerin 1982 yılında, 2 ve 4 yaşındaki bireylerin ise 1983 yılında dominant olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada 1 yaşındaki bireylerin örneklenemediği, ancak 3. yazdaki 2 yaşındaki dişi bireylerin

ortalama 66,7 cm ye erkeklerin ise ortalama 61,7 cm ye ulaştıkları belirtilmiş ve zargana balıklarının gonat gelişim safhaları detaylı bir şekilde incelenmiş ve 6 safhada sınıflandırılmıştır.

Dorman (1991) tarafından Baltık Denizi'nin batı sahillerinde yaşayan zargana balığının büyüme ve üremesi çalışılmıştır. Araştırmada 285 dişi, 453 erkek balık incelenmiştir. Çalışmada en yaşlı birey 11 yaşında rapor edilmiştir. Örneklenen balıkların çoğunun üreme sezonu olan mayıs ve haziran aylarında yakalandığı, her bir olgun gonatdaki toplam yumurta sayısının 2193 ve 10804 adet/birey arasında değiştiği bildirilmiştir.

Slastenenko (1956), Karadeniz'de zargana balığı üremesinin kitabi bilgi olarak, nisan ayından eylül ayı ortasına kadar devam ettiğini belirtmektedir. Etine dolgun, yani besili olduğu zamanın sonbahar ve kış aylarında olduğunu, ancak ilkbaharda üreme döneminden önce yağsız olduğunu bildirmiştir.

Zorica vd. (2011), Adriyatik Denizi'nin doğu sahillerinden 2003-2008 yılları arasındaki 6 yıllık dönemde örneklenen 3393 birey üzerinden, zargana balığının (*B.euxini*) üreme zamanı, cinsi olgunluk boyu ve yumurta verimini incelemiştir. Çalışmada incelenen balıkların 20,8 cm ile 75,4 cm (ortalama: 38,3±7,94 cm) arasında değiştiği, aralık ve mayıs ayları arasında 6 aylık bir sürede üremesinin gerçekleştiği, cinsi olgunluk boyunun dişilerde 34,4 cm, erkeklerde ise 33,3 cm olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada zargana balığının bir defada yumurtlanan yumurta sayısının (batch fecundity) 353 ve 4711 (ortalama: 1242) arasında değiştiği toplam yumurta sayısının ise (absolute fecundity) 8319 ve 53534 (ortalama: 23595 adet/birey) arasında değiştiği rapor edilmiştir. Aynı çalışmada zargana balığının yumurtlamak için sahil bölgelerine göç ettiği yumurtlamadan sonra ise sahil bölgesini terk ederek daha derin ve açık sulara geri göç ettiği belirtilmiştir.

Samsun vd. (2006), Karadeniz'in Sinop sahillerinde Ekim 2000 ve Eylül 2001 tarihleri arasında 21 , 22 ve 23 mm ağ göz açıklığına sahip uzatma solungaç ağlarıyla yapılan örneklemede toplamda 931 birey üzerinden zargana balığının (*B. euxini*) üreme zamanı ve büyüme özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmada, zargana balığının dişi bireylerinin 6, erkek bireylerinin 4 yaşına kadar büyüdüğü, dominant yaş gurubunun dişi ve erkeklerde 2 yaşına denk geldiği, cinsiyete bakılmaksızın L_{∞} değerinin 74,64 cm, k değerinin ise 0,13 yıl⁻¹ olduğu rapor edilmiştir. Aynı

çalışmada gonat gelişim safhalarına bakılmaksızın zargana balığının ilk cinsi olgunluk boyunun 38,8 cm (2 yaşında) olduğu yumurtlama zamanının mayıs ve eylül arasında olduğu, yumurta veriminin 8460 ve 51694 adet/birey (ortalama: 24088 ± 184 adet/birey) arasında olduğu belirtilmiştir. Söz konusu çalışmada işletme oranı $E = 0,81$ olarak hesaplanmış ve araştırma bölgesinde zargana stoklarının av baskısı altında olduğu vurgulanmıştır.

Uçkun vd., (2004) Ege Denizi'nin İzmir Körfezi'nde Ocak 1997 Aralık 1997 tarihleri arasında ticari gırgır ağlarıyla avlanan 347 zargana balığının (*B. euxini*) büyüme özelliklerini incelemiştir. Çalışmada incelenen balıkların çatal boylarının 26-54,5 cm arasında değiştiği dişilerin 5 ve erkeklerin ise 4 yaşına kadar ulaştığı, dominant yaş grubunun 2 olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada von bertalanffy büyüme denklemi parametrelerinin dişiler için $L_{\infty} = 62,24$ cm $k = 0,249$ yıl⁻¹, erkekler için ise $L_{\infty} = 54,32$ cm $k = 0,336$ yıl⁻¹ olduğu bildirilmiştir.

Sever vd. (2009), Ege Denizi'nin İzmir Körfezi'nde Ocak 2002 ve Aralık 2002 tarihleri arasında gırgır ağlarıyla avlanan toplam 597 zargana balığının (*B. euxini*) besin kompozisyonunu belirlemiştir. Çalışmada incelenen 597 balığın %79,2 sinin midesinin dolu olduğu, %20,8 inin ise boş olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, zargana balıklarının besininin crustacea üyelerinden özellikle yengeç ve kopepod türlerinin oluşturduğu daha sonra ise zargana balığının besinini teleost balıklarının ve böceklerin oluşturduğu rapor edilmiştir.

Samsun vd. (1995), Karadeniz' de Sinop Bölgesi'nde 1994-1995 yılları arasında avlanan 682 zargana balığının (*B. euxini*) balıkçılık biyolojisi parametrelerini belirlemiştir. Çalışmada, ortalama uzunluk $40,23 \pm 0,15$ cm, ortalama ağırlık $72,63 \pm 1,08$ g, kondisyon faktörü $0,018 \pm 0,00059$ ve yenebilen et miktarı ise toplam ağırlığın %77,76 'sı olarak bulunmuştur.

Samsun (1996), Karadeniz'in Sinop Bölgesi'nde Eylül 1995 - Ocak 1996 tarihleri arasında elde ettiği 643 zargana balığı (*B. euxini*) üzerinden yürüttüğü bu çalışmada ortalama boyu $37,55 \pm 0,17$ cm, ortalama ağırlığı $58,52 \pm 0,97$ g, ölüm oranını $A = 0,69$ ve stoktan yararlanma oranını $E = 0,55$ olarak rapor etmiştir.

Polat vd. (2009) Karadeniz'in Samsun kıyılarında Ekim 2003 - Aralık 2004 tarihleri arasında yakalanan 278 adet zargana balığından (*B. euxini*) omur, otolit operkül, suboperkül ve kleitrum gibi kemiksi yapılar alınarak yaş tayininde

kullanmışlardır. Omur ve otolitte benzer sonuçlara ulaşılmış, otolitin balıktan alınması ve yaş tayinine hazırlanması daha kolay olduğu için omura tercih edildiğini bildirmişlerdir.

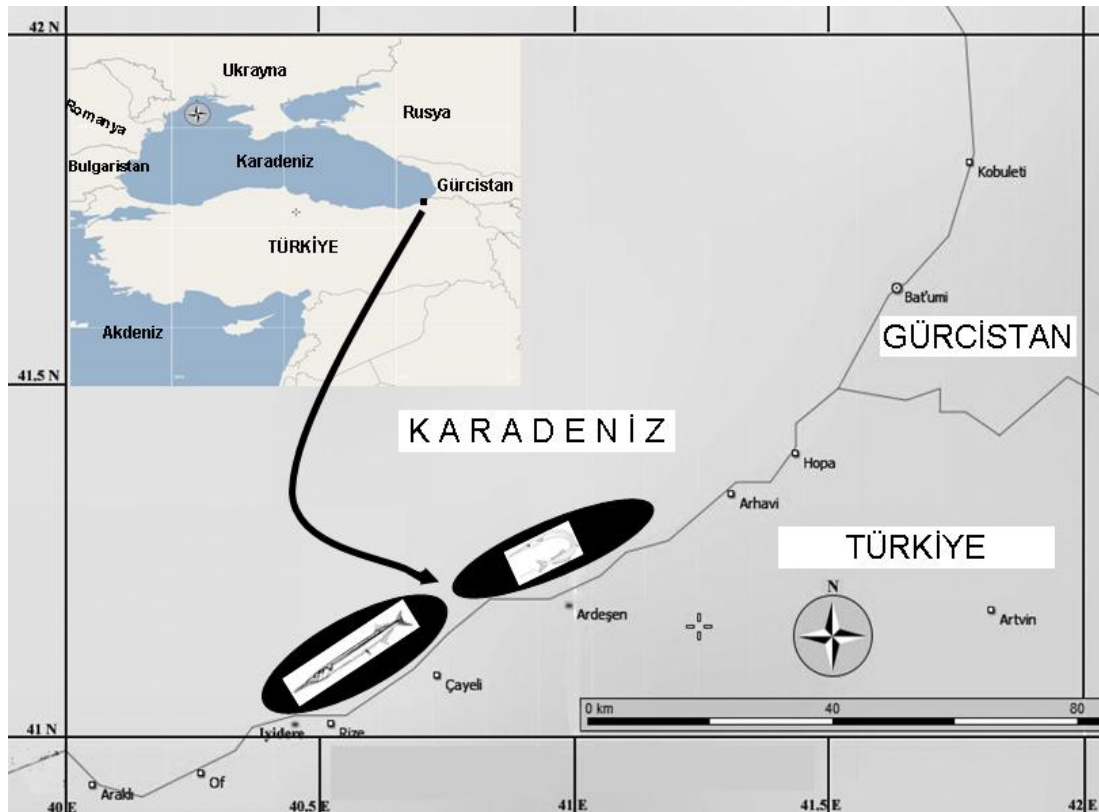
Dulčić ve Soldo (2006), Zargana balığının (*B. euxini*) literatürde kaydedilmiş maksimum boyunu, Adriyatik Denizi'nin doğusundaki Hırvatistan sahillerinde yakalanan bir birey için 103,5 cm olarak rapor etmişlerdir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal ve Yöntem

2.1.1 Çalışma alanı ve örnekleme

Örnekleme aylık olarak Aralık 2011 ve Temmuz 2013 arasında Rize sahillerinde yapılmıştır (Şekil 4). Çalışmada kullanılan balıklar CPUE değerlendirmelerinin dışında bölgede 21, 22 ve 23 mm ağ gözü açıklığına sahip zargana uzatma ağları ile avcılık yapan balıkçılardan temin edilmiştir (Şekil 5-6).



Şekil 4. Araştırma bölgesi

2.1.2 Birim çabada av miktarını (CPUE; birey/km*h)

Birim çabada av miktarını hesaplamak için 17 av operasyonu gerçekleştirilmiştir (Şekil 5-6). Birim çabada av miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (CPUE; birey/km*h):

$$CPUE = \frac{n}{NL * t}$$

burada, n = yakalanan balık sayısı, NL = ağ uzunluğu (km), t = balık arama ve avlamada geçen süre (saat).

Toplamda 1211 balık (618 dişi ve 593 erkek) laboratuarda incelenmiştir. Balıkların toplam boy uzunluğu ve toplam vücut ağırlıkları ve cinsiyetleri kaydedilmiştir. Uzunluklar 1 mm hassasiyetle ölçülmüş, ağırlıklar ise 0,001 g hassasiyetle tartılmıştır.



Şekil 5. Araştırmada zargana avcılığına kullanılan ağlar (üst) ve salyangoz şeklinde uzatma zargana ağlarının denize atılma şekli (alt) (orijinal)



Şekil 6. Gece çevirme yöntemiyle av operasyonunda ağların tekneye alınışı (üst) ve ağdaki zargana balığı (alt) (orijinal).

2.1.3 Yaş tespiti

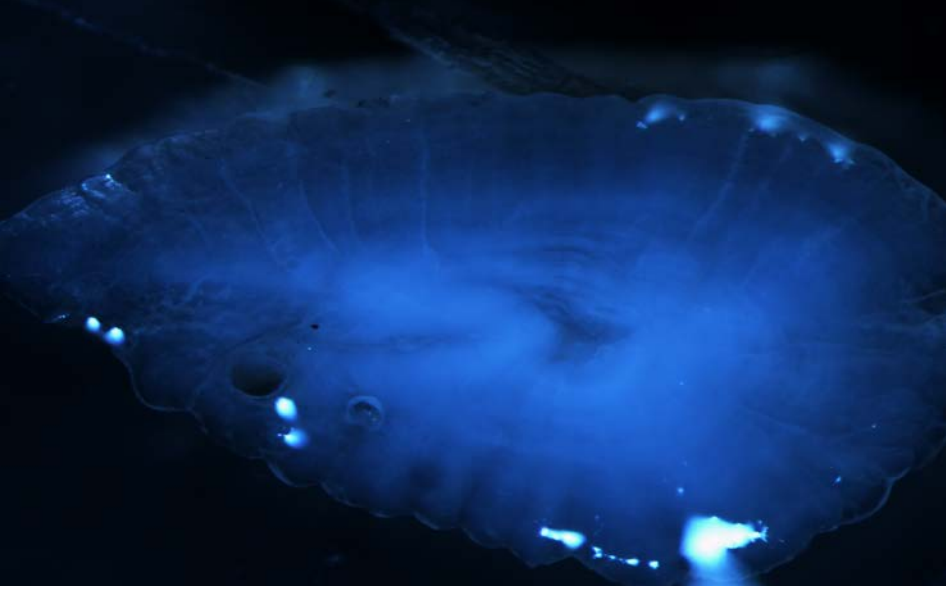
Zargana balıklarının yaş tayini otolitler üzerinden yapılmıştır. En doğru yaş tayinini yapabilmek için 50 zargana otoliti üzerinden 4 farklı girişimle yaş tayini çalışmaları yapılmıştır. Yaş tayininde Chilton ve Beamish (1981), Polat vd. (2009) ve Zorica ve Keč (2013) tarafından bildirilen kriterler dikkate alınmıştır.

Birinci olarak, distile suyla ve %96'lık etanol ile yıkanan ve temizlenen otolitler (Şekil 7), mikroskop altında direk okunmuştur.



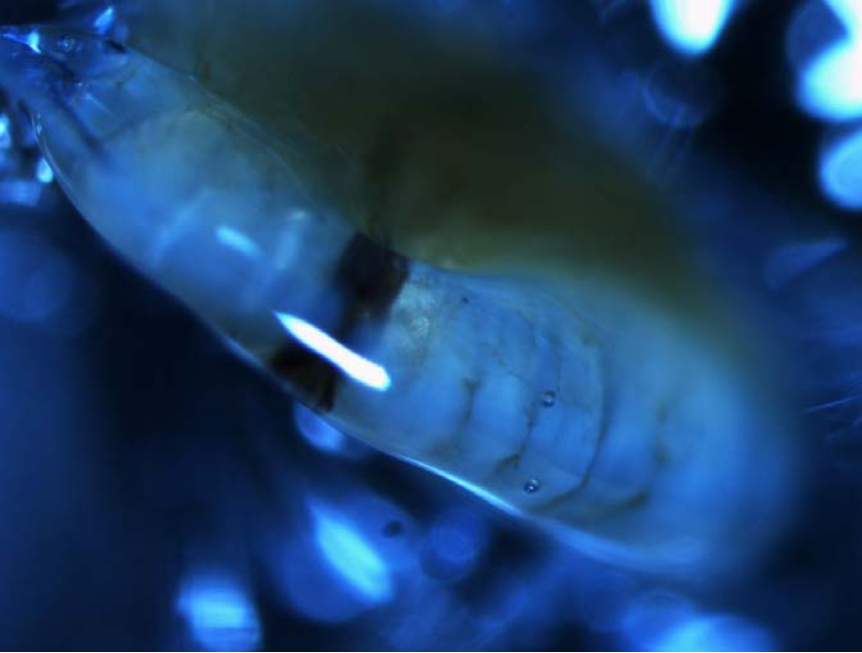
Şekil 7. Distile suyla ve %96'lık etanol ile yıkanan ve temizlenen otolit (orijinal).

İkinci olarak, distile suyla yıkanan ve temizlenen otolitler (Şekil 8) etüvde 125–200°C’de, 15–30 dakika arasında bekletilmiş ve daha sonra soğutulan ve %96’lık etanol ile temizlenen otolitler mikroskop altında okunmuştur.



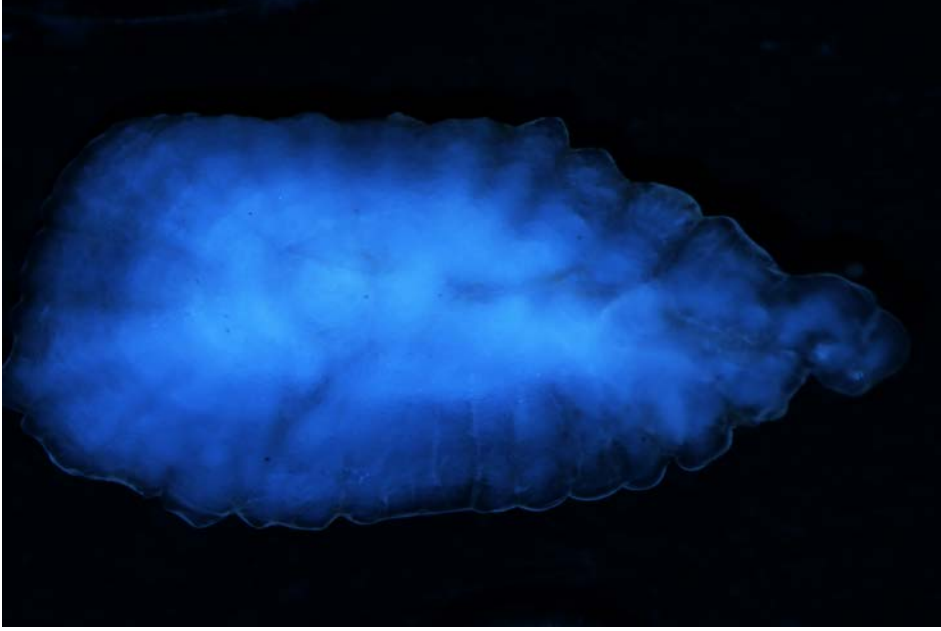
Şekil 8. Etüvde bekletilmiş ve %96’lık etanol ile temizlenen otolit (orijinal).

Üçüncü olarak, %96’lık etanol ile temizlenen otolitler bir bistürü ile tam çekirdek ortalanarak kesilmiş ve alkol ateşinde yakılmıştır (Şekil 9). Daha sonra mikroskop altında yaş halkaları incelenmiştir.



Şekil 9. Çekirdekten kesilip, alkol ateşinde yakılan otolit (orijinal).

Dördüncü olarak ise %96'lık etanol ve %4'lük NaOH ile 5–15 dakika temizlenen otolitler (Şekil 10) mikroskop altında okunmuştur. Kalın otolitler ise zımpara kâğıdıyla zımparalanarak inceltilmiştir. Son girişimde opak ve hyalin halkalar en net şekilde belirlenebilmiştir.

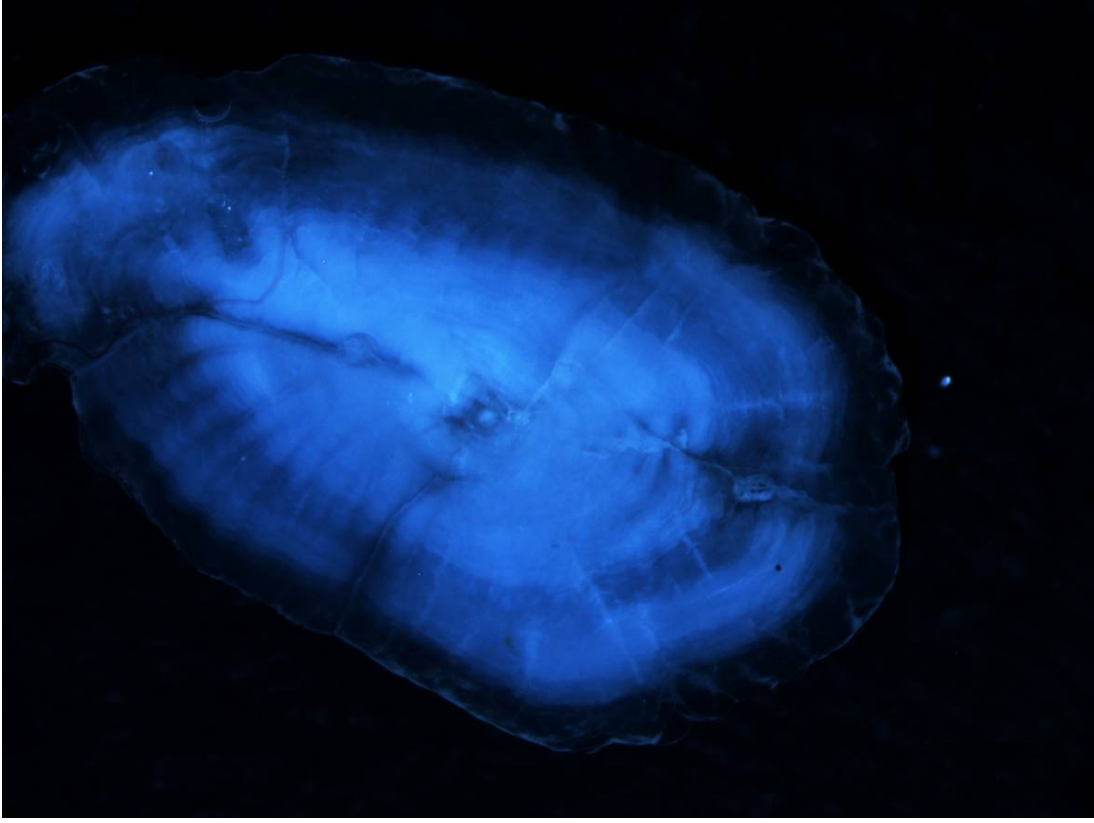


Şekil 10. Etanol ile temizlenip NaOH ile bekletilen otolit (orijinal).

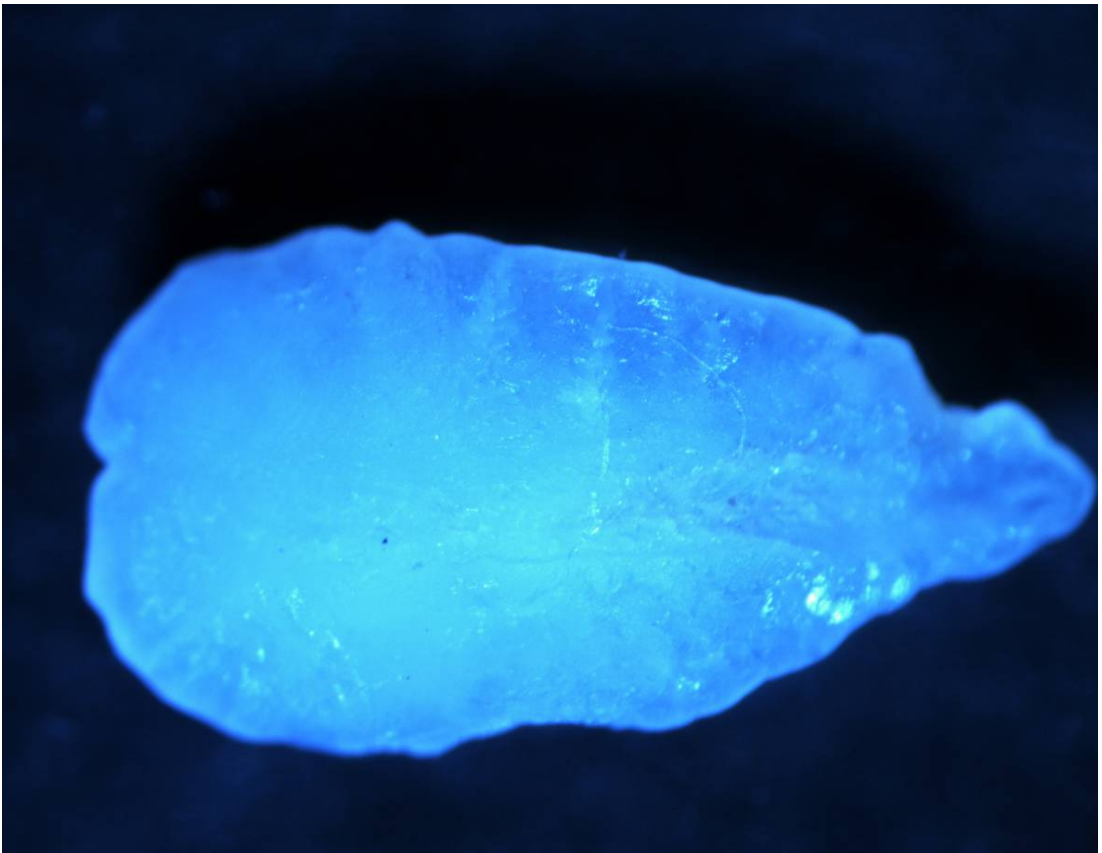
Otolitlerin yaş tespiti son girişime göre yapılmıştır. Hyalin ve opak zonlar otolitlerin içbükey yüzü yukarı olacak şekilde Nikon DSFI1 dijital kamera balı olan Nikon SMZ1000 marka stereomikroskop altında x0,8 ve x8,0 büyütmede okunmuştur. Bu şekilde toplamda 924 balığın sagittal otolitlerinin yaş okuması başarılı bir şekilde yapılabildiği görülmüştür. Dört farklı muamele uygulanmış otolit şekilleri aşağıda sunulmuştur (Şekil 11,12,13).



Şekil 11. Alkolde temizlenmiş otolit (üst) ile kesilip yakılmış otolit (alt) örnekleri (Orijinal).



Şekil 12. NaOH ve Alkolde temizlenmiş otolit (üst) ve etüvde bekletilmiş otolit (alt) (orijinal).



Şekil 13. Zımparalanmış otolit (alt) ve hiçbir işlem yapılmamış (üst) (orijinal).

2.1.4. Büyüme

2.1.4.1. Boy frekans dağılımı

Dişi ve erkek bireylerin aylık boy frekans dağılımı 2 cm boy sınıflarına göre hesaplanmıştır. Boy dağılımları arasındaki istatistiksel fark Kolmogorov-Smirnov testi ile test edilmiştir. Dişi ve erkek bireylerin ortalama boylar arasındaki fark ise *t*-testi ile analiz edilmiştir. Kolmogorov-Smirnov testi ile *t*-testi PAST ver. 2.14 bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır (Hammer vd., 2001).

2.1.4.2. Boy ağırlık ilişkisi

Boy ağırlık ilişkisi en küçük kareler yöntemine göre MS Excel programında yapılmıştır. Hesaplamalar aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$W = aTL^b$$

burada *W* toplam balık ağırlığı (g), *TL* toplam balık uzunluğu (cm), *a* kesme noktası, ve *b* ise eğimdir (Erkoyuncu 1995).

Büyümenin izometrik ya da allometrik olup olmadığı Pauly'nin *t*-testi (Pauly, 1984) ile aşağıdaki formüle göre test edilmiştir.

$$t = \frac{Sd_{\log TL} |b-3|}{Sd_{\log W} \sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2},$$

burada $Sd_{\log TL}$ $\log TL$ değerlerinin standart hatası, $Sd_{\log W}$ $\log W$ değerlerinin standart hatası, *n* balık sayısı. Hesaplanan *t* değeri eğer *n*-2 serbestlik derecesine göre tablo *t* değerinden büyükse *b* = 3 den istatistiksel olarak farklı olarak (allometrik büyüme özelliği) değerlendirilmiştir (Pauly, 1984).

2.1.4.3. Cinsiyet oranı

İncelenen zargana balıklarının cinsiyet oranı boylara ve aylara göre incelenmiştir. Cinsiyet oranının (dişi/erkek oranı) 1/1 oranından farklı olup olmadığı MS Excel programında ki-kare testi (χ^2) ile test edilmiştir.

2.1.4.4. Büyüme modelleri

Zargana balığının büyüme parametrelerinin sağlıklı bir şekilde hesaplanması ve bu sonuçlara göre ölüm oranlarının en doğru şekilde hesaplanabilmesi için

Gompertz (Gompertz, 1825, 1832), Logistic ya da Richards (Richard, 1959), Janoschek (Janoschek, 1957), Exponential (Everhart vd, 1975), Morgan Mercer Flodin (MMF) (Morgan vd,1975), von Bertalanffy (Bertalanffy, 1938) ve Weibull (Weibull, 1951) büyüme modelleri kullanılmıştır.

Yedi büyüme modeli, yaşlardaki ölçülen boy değerlerine uygulanarak büyüme parametreleri hesaplanmıştır. Büyüme modelleri formülleri aşağıdaki gibidir.

$$L_t = L_\infty e^{e^{-k(t-I)}} \quad : \text{Gompertz (Gompertz, 1825, 1832)}$$

$$L_t = \frac{L_\infty}{1 + e^{-k(t-I)}} \quad : \text{Logistic ya da Richards (Richard, 1959)}$$

$$L_t = L_\infty - (L_\infty - \beta)e^{(-kt^\delta)} \quad : \text{Janoschek (Janoschek, 1957)}$$

$$L_t = L_\infty - (L_\infty - \beta)e^{-(kt)} \quad : \text{Exponential (Everhart vd., 1975)}$$

$$L_t = L_\infty - \frac{L_\infty - \beta}{1 + (kt)^\delta} \quad : \text{Morgan Mercer Flodin (MMF) (Morgan vd.}$$

1975)

$$t = \left[\frac{\delta - 1}{\delta + 1} \right]^{\frac{1}{\delta}} \quad : \text{MMM denkleminin etki noktası}$$

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)}) \quad : \text{von Bertalanffy (Bertalanffy, 1938)}$$

$$L_t = L_\infty - (L_\infty - \beta)e^{(-(kt)^\delta)} \quad : \text{Weibull (Weibull, 1951)}$$

$$\left(\frac{1}{K} \right) \left(\frac{\delta - 1}{\delta} \right)^{\frac{1}{\delta}} \quad : \text{Weibull denkleminin etki noktası}$$

burada, t zaman (yaş), L_t t yaşındaki boy, L_∞ asimptotik toplam boy (cm), K = büyüme katsayısı (yıl^{-1}), t_0 balık yaşının kuransal olarak sıfır olduğundaki yaş (embriyonik yaşı), I etki noktası, β minimum asimptotik boy (cm), δ etki noktasının x koordinatına olan etkisidir.

Yukarıdaki 7 model için büyüme parametreleri Büyüme II (Growth-II Pisces Conservation Ltd., Lymington, England procedure in the PC-based computer package) programıyla yapılmıştır (Henderson ve Seaby, 2006).

Akaike Bilgi İndeksi (Akaike, 1974) zargana balığının uygun büyümesini belirlemek için kullanılmıştır. Bu ölçütün en küçük olduğu değer en uygun modelin

göstergesi olup verilerin ne kadar iyi fit olduğunun bir göstergesidir (Henderson ve Seaby, 2006). Akaike bilgi indeksi (AIC) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$AIC = N \log(WSS) + 2M ,$$

burada N veri nokta sayısı, WSS karelerin ağırlıklı toplamı ve M ise model parametre sayısıdır. WSS aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$WSS = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{SD_i^2} (Y_{obs,i} - Y_{calculated,i})^2 ,$$

burada, SD = yaşlardaki ortalama boyların standart sapmasıdır.

Büyüme performans indeksi (Φ'), yedi büyüme modeliyle hesaplanan L_∞ ve K parametreleri kullanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Pauly ve Munro, 1984).

$$\Phi' = \log(K) + 2 \log(L_\infty).$$

2.1.5. Ölüm oranı

Toplam anlık ölüm katsayısı (Z) av eğrisi yöntemi kullanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Pauly, 1983).

$$\ln(N_i) = a + bt_i$$

burada, N_i i yaşlardaki balık sayısı, t_i yaş, a kesme noktası, ve b eğim olup ters işaretli değeri Z dir.

Doğal ölüm oranını hesaplamak için ise Pauly (1980), Djabali vd. (1993), Alagaraja (1984) ve Srinath (1998) tarafından önerilen aşağıdaki 4 farklı formül kullanılmıştır.

$$\log M = 0,8(-0,0066 - 0,279 \log TL_\infty + 0,6543 \log K + 0,4634 \log T) \quad (\text{Pauly, 1980})$$

$$\log M = 0,8(-0,736 - 0,114 \log TL_\infty + 0,522 \log K + 0,583 \log T) \quad (\text{Djabali vd., 1993})$$

$$M = 1,680K \quad (\text{Srinath, 1998})$$

$$M = 1,535K \quad (\text{Alagaraja, 1984})$$

burada T ortalama yıllık yüz su sıcaklığı olup $T = 15^\circ\text{C}$ olarak alınmıştır (Bat vd., 2007). TL_∞ asimptotik toplam boy (cm), K ise büyüme katsayısıdır. Bu formüllerin

doğru olarak uygulanması için boyun toplam boy (TL) ve cm cinsinden hesaplanması gereklidir (Gayanilo vd., 2005).

Balıkçılık ölüm oranı ise 4 farklı yöntemle hesaplanan ölüm oranları ve Z değeri kullanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$F = Z - M ,$$

burada F balıkçılık ölüm oranı (yıl^{-1}), M doğal ölüm oranı (yıl^{-1}) ve Z ise anlık toplam ölüm oranıdır (yıl^{-1}).

2.1.6. İşletme oranı

İşletme oranı (E) diğer bir ifadeyle sömürölme oranı, avcılığın yapıldığı stokta uygulanan avcılığın aşırı mı ($E > 0,5$), yetersiz mi ($E < 0,5$) ya da optimum mu ($E = 0,5$ ya da $F = M$) olup olmadığı hakkında kalitatif bir değerlendirme yapılmasına olanak sağlayan bir parametre olup aşağıdaki formüle (Ricker, 1975) göre hesaplanmıştır.

$$E = F/Z ,$$

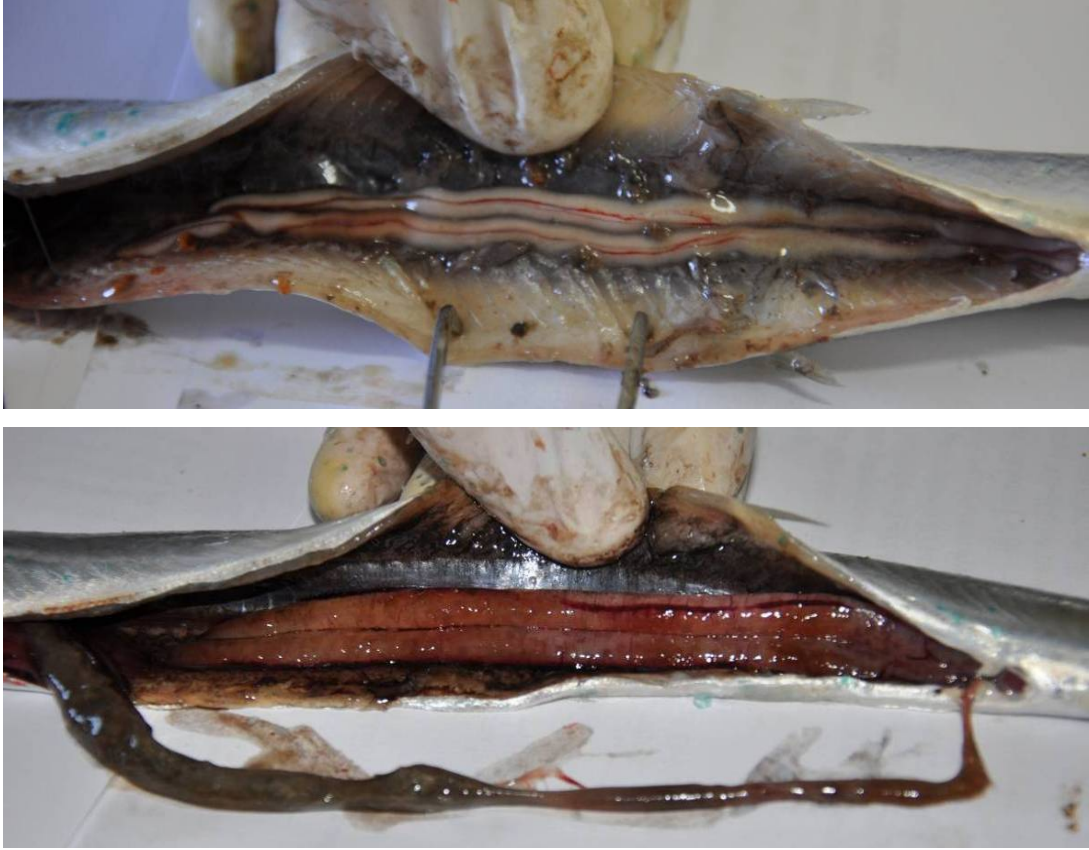
burada E işletme oranı, F balıkçılık ölüm oranı (yıl^{-1}) ve Z ise anlık toplam ölüm oranıdır (yıl^{-1}).

Z , M ve F değeri 7 farklı büyüme modeliyle hesaplanan büyüme parametreleri kullanılarak her bir modele göre ve her bir cinsiyete göre hesaplanmıştır.

2.1.7. Üreme biyolojisi

2.1.7.1. Gonat olgunluk safhaları ve üreme mevsimi

Zargana balıklarının gonatları morfolojik olarak 5 kategoriye ayrılmıştır. Gonatların incelenmesinde (Şekil 14) Dorman (1989) tarafından bildirilen kriterler kullanılmıştır. Buna göre safha 1: olgun değil, safha 2: erken gelişme, safha 3: olgun, safha 4 olgun ve safha 5 ise boşalmış gonattır.



Şekil 14. Erkek ve dişi zargana balığının testis ve ovaryumlarının görünümü (orijinal).

Gonadlardaki mevsimsel değişimler ve gonadosomatik indeks (GSI), yumurtlama davranışlarını ve üreme mevsiminin uzunluğunu belirlemek amacıyla izlenmiştir. Bunun için her ay örneklenen bireylerin karınları açılarak gonadları çıkarılmış ve hassas terazide tartılmıştır. Üreme mevsiminin belirlenmesinde her iki cinsiyet için gonadosomatik indeks (GSI) değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Erkoyuncu 1995).

$$GSI = \frac{W_g}{W} \times 100,$$

burada, W_g gonat ağırlığı (g), W toplam balık ağırlığı (g).

2.1.7.2. Fekondite (yumurta verimi)

Ovaryum gelişme safhası 3 ve 4 olan toplam 46 adet balık yumurta verimi için incelenmiştir (Şekil 15). Balık ovaryumları bu amaç için Gilson'un solüsyonuna 60 gün bekletilmiştir (Şekil 16). Belirli periyotlarla gonatlar çalkalanmış ve yumurtaların ovaryum zarlarından ayrılması sağlanmıştır.

Yumurta sayısının hesaplanmasında gravimetrik metot kullanılmış (Avşar, 2005) ve hesaplamalar aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$F = \frac{n * G}{g},$$

burada, F toplam yumurta sayısı (absolute fecundity), n alt gonat örneğindeki yumurta sayısı, G incelenen gonat ağırlığı(g), g incelenen gonattan alınan alt gonat ağırlığıdır (g).

Balık tarafından bir seferde bırakılan yumurta sayısı (bathy fecundity) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Avşar, 2005).

$$\bar{N} = \sum_{i=1}^m \left(\left(\frac{n_i * G_i}{g_i} \right) * \left(\frac{1}{m} \right) \right),$$

where, \bar{N} bir seferinde bırakılan ortalama olgun yumurta sayısı, n_i i . balık örneği yumurtalığından alınan alt örnekteki yumurta sayısı, G_i i . balık örneği yumurtalığının toplam ağırlığı(g), g_i i . balık örneği yumurtalığından alınan alt örneğin ağırlığı, m ise incelenen toplam balık sayısıdır.

Balığın bir yılda ortalama yumurtlama frekansı (sayısı) ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Avşar, 2005).

$$\overline{NB} = \sum_{i=1}^m \left(\left(\frac{TF_i}{ME_i} \right) * \left(\frac{1}{m} \right) \right),$$

burada, \overline{NB} balığın bir üreme dönemindeki ortalama yumurtlama sayısı, TF_i i . balık örneğindeki toplam yumurta sayısı (küçük ve büyük yumurta sayısı), ME_i i . balık ovaryumundaki büyük boylu (olgun) yumurta sayısı, m ise incelenen balık sayısıdır.



Şekil 15. Gelişme safhası 4 olan sulanmış yumurtlama aşamasına gelmiş yumurtaların bulunduğu ve yumurta sayısının tespitinde kullanılan ovaryum. Üst: ovaryumun balık karın boşluğundaki görünümü (neredeyse balık karın boşluğunun tamamını doldurmuş). Alt: yumurta verimi için kullanılan ovaryum (orijinal).

Ovaryumdaki küçük (*PS*) ve büyük (*PL*) boylu yumurtaların yüzde değerleri ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Avşar, 2005).

$$PS = \frac{F_s}{F_{s+l}} * 100,$$

$$PL = \frac{F_l}{F_{s+l}} * 100,$$

burada, F_{s+l} ovaryumdaki küçük ve büyük boylu yumurtaların toplam sayısı, F_s ovaryumdaki küçük boylu yumurtaların toplam sayısı, F_l ise ovaryumdaki büyük boylu yumurtaların toplam sayısıdır.



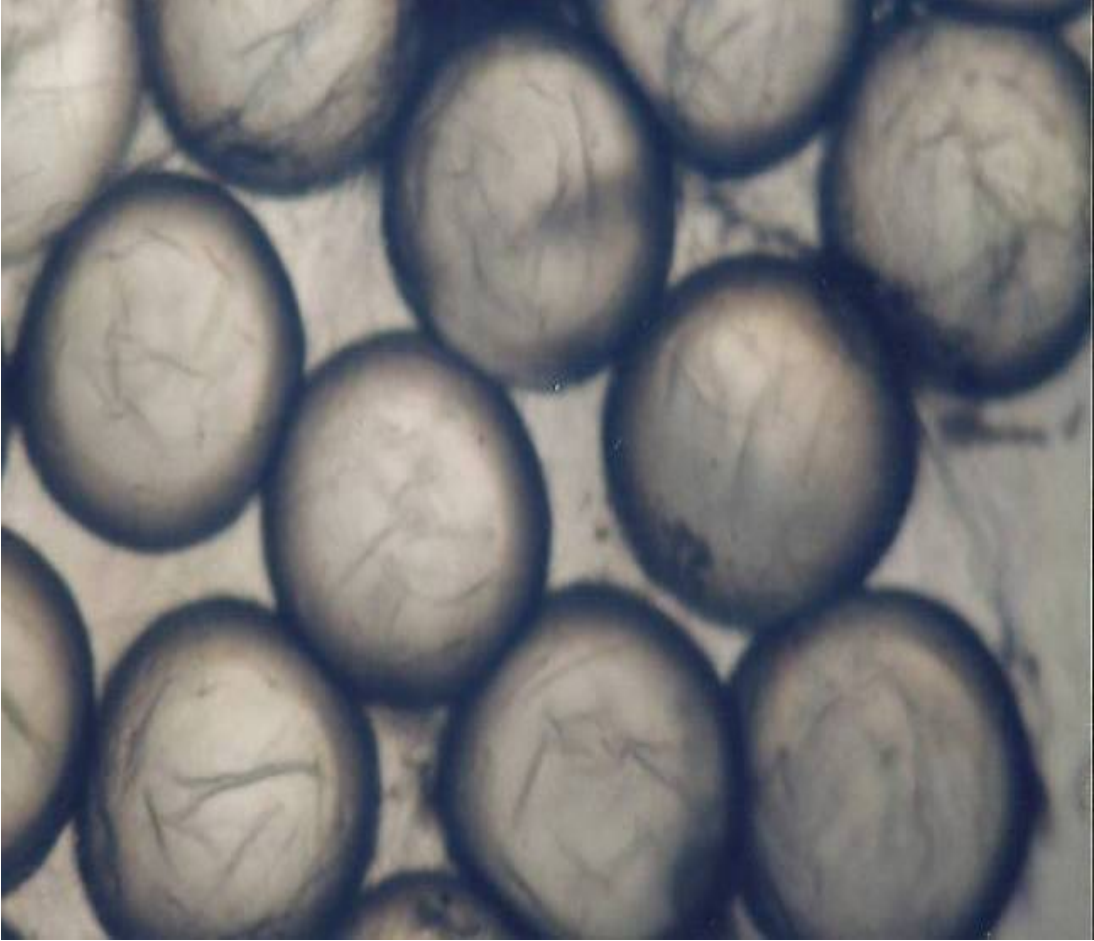
Şekil 16. Yumurta verimi için hazırlanan ovaryumlar (üst) ve Gilson'un solüsyonuna konulmuş yumurtaların ayrıldığı örnekler (alt) (orijinal).

Yumurta sayısı ile toplam boy arasındaki korelasyon katsayısının sıfırdan farklı olup olmadığı aşağıdaki t testi formülü (Snedecor and Cochran, 1989) kullanılarak yapılmıştır.

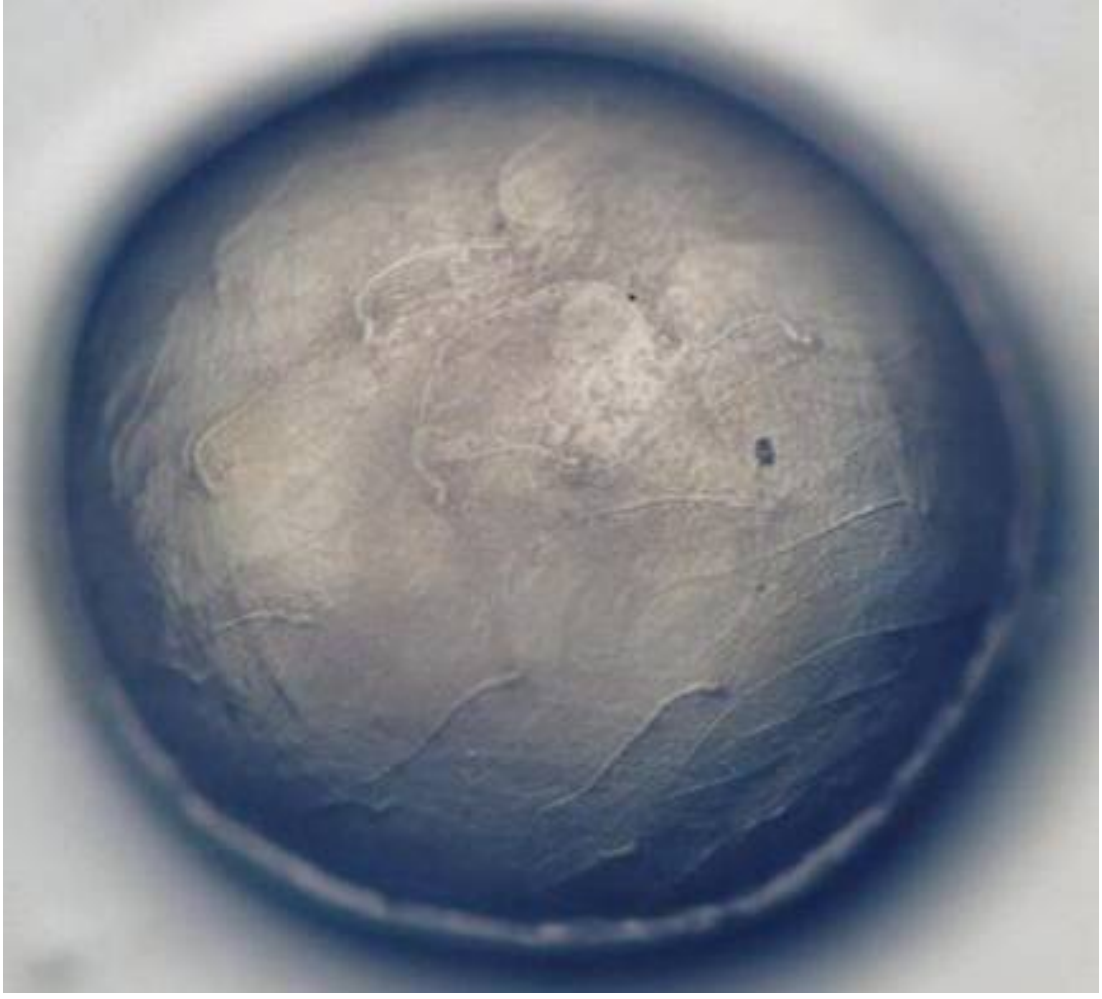
$$t = \frac{r * \sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-r^2)}}$$

burada, n balık sayısı, r korelasyon katsayısı. Eğer hesaplanan t değeri $n-2$ serbestlik derecesindeki tablo t değerinden büyük ise fark istatistiksel olarak farklıdır.

Yumurta sayısı tespitinde kullanılan 46 balığın her birinin ovaryumlarından 5-15 adet yumurta alınarak Nikon DSFI1 dijital kamera ile bilgisayara bağlantılı Nikon SMZ1000 marka stereo-mikroskop altında yumurta çapı ölçümleri yapılmıştır (Şekil 17,18).



Şekil 17. Büyük boylu yumurtlamaya hazır zargana yumurtalarının görünümü (orijinal).



Şekil 18. Yumurta üzerinde iplikçiklerin belirmiş olduğu zargana yumurtaları (orijinal).

Gonatlardaki yumurtalar küçük ve büyük boylu olarak iki gruba ayrılmış ve ölçümler kaydedilmiştir. Büyük ve küçük boylu yumurtaların boy frekans dağılımı arasındaki fark Kolmogorov-Smirnov testi ile test edilmiştir. Ayrıca iki grup yumurta ortalama çapları arasındaki fark ise t-test ile test edilmiştir. İstatistiksel hesaplamalar PAST ver. 2,14 bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır (Hammer vd., 2001).

Yumurta sayısı ile toplam boy arasındaki ilişki ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$F = a + TL^b ,$$

burada, F yumurta sayısı, TL toplam balık boyu (cm), a kesme noktası, b ise eğimdir.

2.1.7.3. %50 cinsi olgunluk boyu

Üreme mevsimi içerisinde, gonat gelişme safhası 1 ve 2 olan bireyler olgun olmayan, gonat gelişme safhası 3, 4 ve 5 olan bireyler ise olgun olarak değerlendirilmiştir (Dorman, 1989; Zorica vd., 2011). Üreme zamanı içerisinde elde edilen dişi ve erkek zargana balıklarının 2 cm boy aralıklarıyla olgun ve olgun olmayan bireylerin oranları kullanılarak %50 cinsi olgunluk boyu her iki cinsiyet için aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Campbell, 1985; King, 1995).

$$P = \frac{1}{1 + e^{a+bTL}},$$

burada, P olgun dişi ve erkek balıkların oranı, a ve b denklem sabitleri, TL toplam balık boyu (cm) dur. %50 cinsi olgunluk boyu hesaplanan denklem sabitleri (a ve b) kullanılarak dişi ve erkek bireyler için - (a/b) formülüyle hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

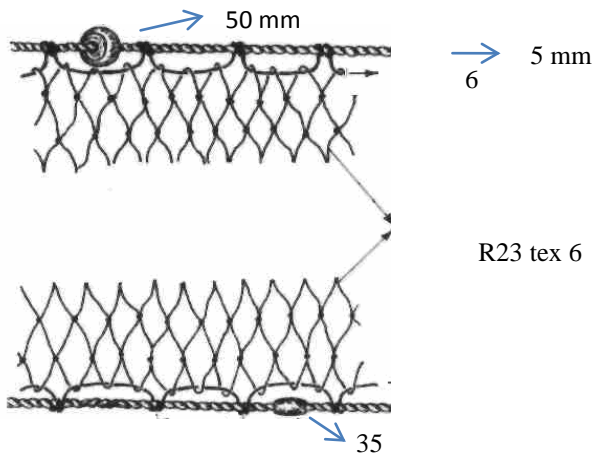
3.1. Zargana Avcılığı

Araştırma bölgesinde zargana avcılığı yapan 36 balıkçıyla yapılan anket çalışmaları sonucunda, araştırma bölgesinde zargana avcılığında kullanılan tekne motor gücünün 10-135 BG arasında olduğu, tekne boyunun 4,34-9,4 m arasında ve tekne eninin ise 1,2-3,6 m arasında olduğu belirlenmiştir. Teknelerde bulunan ağlar ve avcılık yöntemi ise uzatma ağı ve avcılığı ile uzatma ağı ile çevirme şeklinde kullanılan av araçlarıdır.

Donanmış ağ uzunluğu 70-440 m arasında olup, mantar yakadaki mantar sayısı ve kurşun yakadaki kurşun sayısı ise 100-900 adet arasındadır. Ağların donam oranı 0,30 ve 0,75 şeklindedir. Araştırma bölgesinde kullanılan ağlar 21, 22 ve 23 mm ağ göz açıklığındadır. Zargana avcılığı Eylül ayından sonra ve Şubat-Mart ayına kadar sürmektedir. Bir sezonda avlanan zargana balık miktarı ise 100-1000 kg arasında olup sezonda ortalama 293 kg balık avlanmaktadır.

Bu ağlar için gerekli olan gömlek ağı piyasada 23 tex 3 numara iplikten 22 mm göz açıklığında 260 göz derinliğinde, 200 m boyunda kumaş halinde bulunmaktadır.

Zargana ağı donatımında yakalar için 5 mm ipler alınarak açılır ve burukluğu alınır. Mantar olarak 50 mm mantar kullanılırken batırıcı olarak tanesi 35 g gelen füze şeklindeki içi boş kurşunlar kullanılır. Donatım ipliği olarak 23 tex 6 numara iplikten yararlanır (Şekil 19). Zargana ağında diğer fanyalı ağlarda olduğu gibi donatım sırası değişmez.



Şekil 19. Zargana Uzatma Ağı Kesiti

3.1.1. Gündüz zargana avcılığı

Yumurtlama dönemini bitiren zargana balığı bu dönemde beslenme için sahilin sığ kısımlarına kadar iner. Suların sıcaklığından ötürü gruplar oluşturmaz ve dağınıktırlar. Bu dönemde avcılığında zargan uzatma ağları kullanılır. Avcılık şekline bakacak olursak, uzatma ağı sahilden açığa doğru kurulur ve derindeki kısmına salyangoz vari şekil verilir (Şekil 5). Bunun amacı hareket halindeki balık ağı fark edip açığa doğru çıktığında ağın içerisinde kalmasını sağlamaktadır (İ. Kuş, kişisel görüşmeler, 2013). Bu şekilde yapılan zargana avcılığı Rize bölgesinde Eylül ayının ilk günleri başlar, Ekim ayının ortalarına kadar devam eder. Suların soğumasıyla birlikte zargana küçük öbekler oluşturup biraz daha derinlere iner. Aralık ayının sonlarına kadar gece avcılığı yapılır.

Ocak ayının başlarında suların tamamen soğumasıyla birlikte güneşli günlerde zargana balığı su sathında yavaş hareketle ilerler. Bu dönemde zargana avcılığında zargana uzatma ağları çevirme metoduyla kullanılır. Sahile yakın yerlerde seyir halindeki teknenin baş kısmında bir gözlemci bulunur (Şekil 20b). Teknenin çıkarmış olduğu sestem rahatsız olan zargana 'S' şeklinde küçük dalgalar yaparak kaçıma çalışır. Bu esnada balığın etrafı çevrilmeye başlanır. Bu avcılıkta derinliği 3 kulaçtan 10 kulaca kadar olan zargana uzatma ağları kullanılır. Bu şekilde avcılık Mart sonlarına kadar devam etmektedir (Şekil 20).



Şekil 20. Rize bölgesinde zargana uzatma ağları ile çevirme metoduyla avcılık (a) ve teknenin baş kısmında zargana hareketlerini izleyen gözlemci (b) (orijinal)

3.1.2. Gece zargana avcılığı

Eylül ayının başlarından Ekim ayının ortalarına kadar gece lüks ya da fener yardımıyla avcılık yapılabilmektedir. Bu aylarda en çok kullanılan yöntemdir. Teknenin baş tarafına suya bakacak şekilde fener ya da lüks yerleştirilir. Zargana balıkları ışığın altında toplanmaya başlar. Hızlı davranıp kepçe yardımıyla toplanabilmektedirler. Ekim ayının sonlarına doğru suların soğuması ile birlikte zarganalar küçük topluluklar halinde dibe yakın yerlerde bulunur. Bu dönemde avcılık yapılırken yine fener kullanılır. Tekneden ışık yakıp söndürülerek yer tespiti yapılır. Balık görüldüğünde ise sahilden itibaren zargana uzatma ağı serilerek balığın etrafı çevrilir. Daha sonra tekneyle çevrilmiş olan ağın içine girilir ve artık ışık kullanılmaz. Tekneye bir odun parçası yardımıyla vurularak ses çıkarılır. Bunun amacı balığı ağa doğru kaçırmaya zorlamaktır. Bu işlem 10 dakika kadar devam eder ve ağ toplanır (Şekil 6, 21).



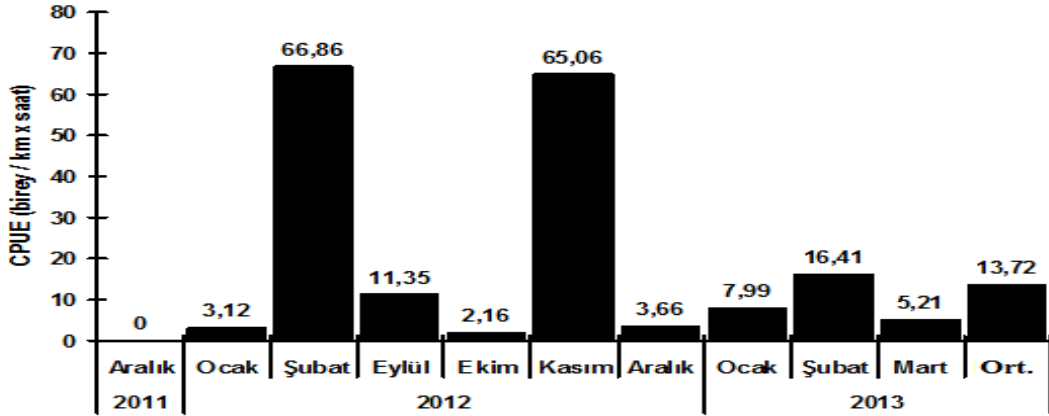
Şekil 21. Rize bölgesinde zargana uzatma ağı ile çevirme metoduyla kullanılan ağlar (a) ve ağdaki zargana balığı (b) (orijinal).

3.1.3. Olta ile zargana avcılığı

Rize bölgesinde Eylül ayının ortalarında olta avcılığı başlamaktadır. Oltaya takılan bir ipek ip parçası sayesinde zargana balığı yakalanır. Dişleri azda olsa içe yatık olan bu balık ipeği ısırduğunda daha kurtulamaz. Özellikle liman ve mendirek içlerinde dip zemini algli bölgelerde avcılığı yapılır. Bu avcılık Ekim ayının sonlarına kadar devam eder. Suların soğumasıyla dibe inen balığın bu dönemden sonra olta ile avlanması mümkün değildir.

3.2. Birim çabada av miktarı (CPUE)

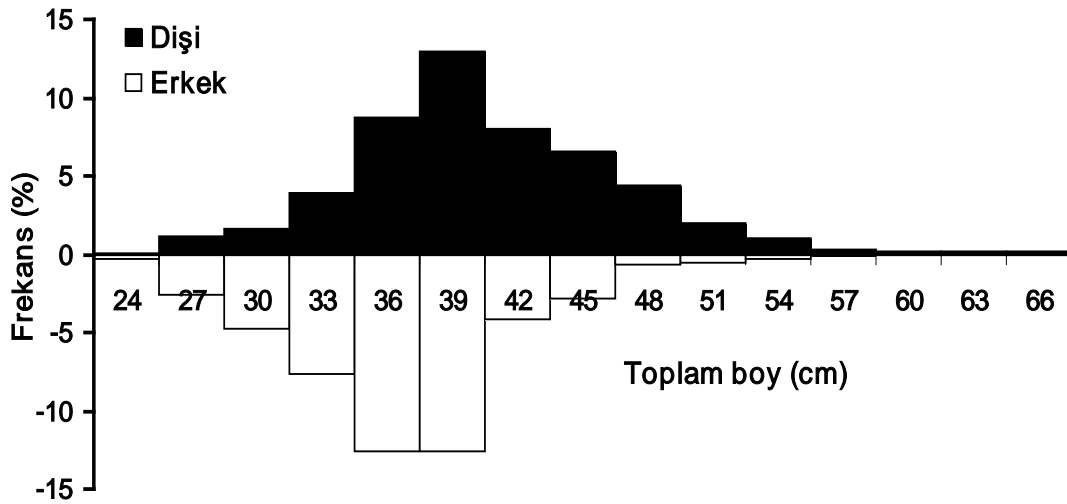
Araştırmada uzatma ağlarıyla çevirme şeklinde yapılan 17 av operasyonu neticesinde toplamda 1828 adet ve 89,4 kg balık yakalanmıştır. Aralık 2011'de yapılan iki av operasyonunda hiçbir birey yakalanamamıştır. İlkbahar ve kış mevsimlerinde ortalama CPUE (birey/km x saat) değerleri $13,7 \pm 8,1$ olarak hesaplanmıştır. CPUE değeri Şubat (66,9) ve Kasım (65,1) aylarında en yüksek seviyede hesaplanmıştır (Şekil 22). Araştırma sonuçlarına göre zargana avcılığı ilkbahar aylarına doğru özellikle Mayıs ayından sonra azalmaya başladığı ve yaz aylarında ise tamamen azaldığı ve bittiği görülmüştür.



Şekil 22. Aylık birim çabadaki av miktarları (CPUE: birey/km x saat)

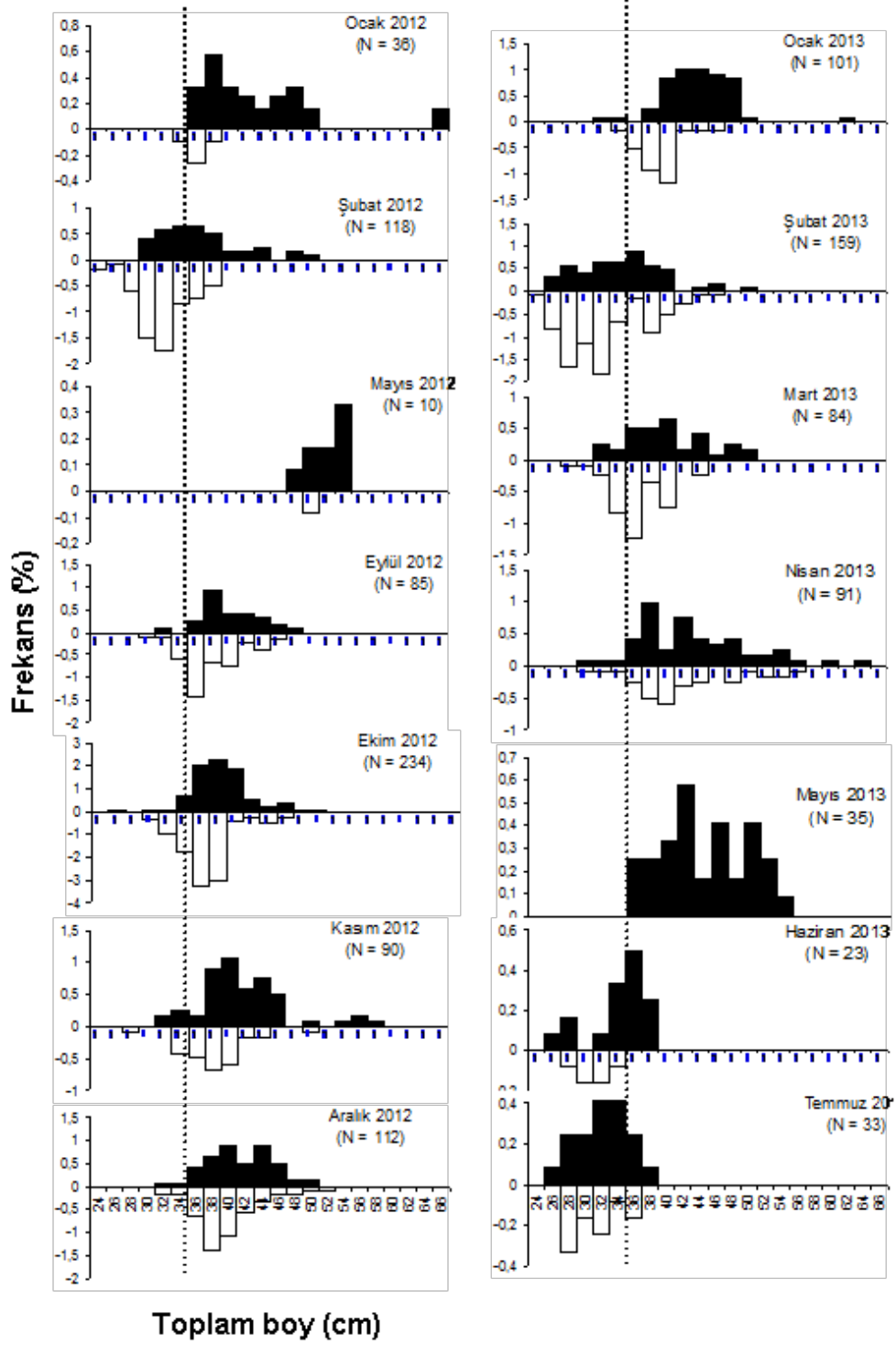
3.3. Boy kompozisyonu

Ocak 2012 ve Temmuz 2013 tarihleri arasında elde edilen 1211 zargana balığı (618 dişi, 593 erkek) laboratuarda biyolojik olarak incelenmiştir. Dişilerin toplam boyu 24,7 ve 65,1 cm arasında (ortalama $39,10 \pm 0,248$ cm) ve erkeklerin toplam boyu ise 22,2 ve 55,3 cm (ortalama $35,2 \pm 0,209$ cm) arasında değişmiştir (Şekil 23). Dişilerin ortalama toplam boyu erkeklerin ortalama boylarından büyük olup istatistiksel olarak fark önemli olarak bulunmuştur (t test: $P = 9.41E-31$). Ayrıca boy-frekans dağılımı dişi ve erkek bireyler arasında istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Kolmogorov-Smirnov test: $d = 0.29178$, $P = 3.95E-23$). Baskın boy grubu dişilerde 36-44 cm (%32,3) arasında, erkeklerde ise 32-40 cm (%35) arasında olarak hesaplanmıştır.



Şekil 23. İncelenen zargana balıklarının boy frekans kompozisyonu.

Aylık boy frekans dağılımı Şekil 24’de sunulmuştur. %50 cinsi olgunluk boyunun (35 cm TL) altında yakalanan balıklar yaklaşık %25 civarındadır. Küçük boylu (1 yaşında) ve %50 cinsi olgunluk boyunun altındaki zargana balıkları Şubat-Mart arasındaki dönem ile Haziran-Temmuz arasındaki dönemde örneklenmiştir (Şekil 19).



Şekil 24. Aylık boy frekans dağılımı. Kesikli çizgi 35 cm boy grubunu temsil etmekte ve %50 cinsi olgunluk boyuna karşılık gelmektedir.

3.4. Boy-ağırlık ilişkisi

Dişi ve erkekler için boy-ağırlık ilişkisi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Dişi: $W = 0.0005TL^{3.1802}$ ($r^2 = 0.9208$, $n = 618$, $sd_{\log TL} = 0.0678$, $sd_{\log W} = 0.2248$, $P < 0.05$)

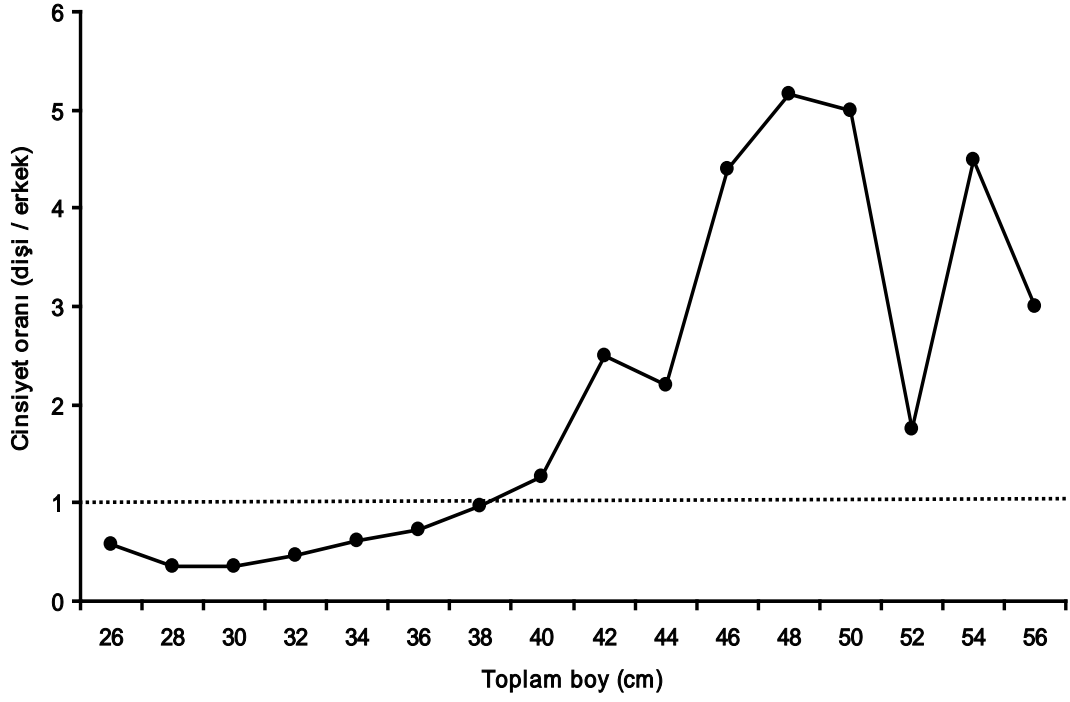
Erkek: $W = 0.0007TL^{3.0904}$ ($r^2 = 0.8967$, $n = 593$, $sd_{\log TL} = 0.0628$, $sd_{\log W} = 0.2048$, $P < 0.05$)

Boy-ağırlık denklemi eğim katsayısı (b) dişi (Pauly'nin t testi = 4,794) ve erkek (Pauly'nin t testi = 2,095) bireylerde izometrik büyümeden ($b = 3$) farklı bulunmuştur. Yani dişi ve erkek bireyler pozitif allometrik büyüme özelliği göstermektedirler.

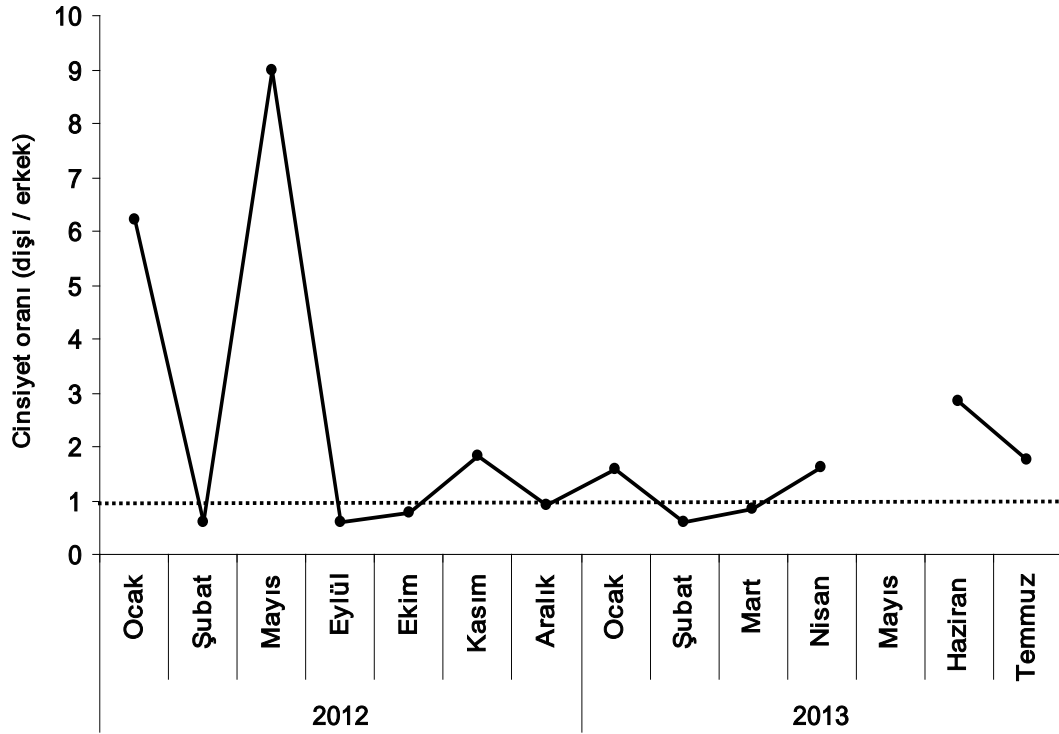
3.5. Cinsiyet oranı

İncelenen tüm zargana örneklerinde, dişi/erkek oranı (1,04) dişilerin lehinde olup istatistiksel olarak fark önemli bulunmuştur ($\chi^2 = 603,6755$, $P < 0,001$). Ayrıca dişi/erkek oranı boya göre incelendiğinde 38 cm boy grubuna kadar erkeklerin çoğunlukta olduğu (dişi/erkek = 0,67), 38 cm boy grubundan sonra (dişi/erkek = 3,08) ise dişilerin çoğunlukta olduğu ($\chi^2 = 191,6688$, $P < 0,001$) belirlenmiştir (Şekil 25).

Aylık dişi/erkek oranları (Şekil 26), 2012 yılı Şubat (0,59; $\chi^2 = 61,630$), Eylül (0,60; $\chi^2 = 43,895$), Ekim (0,77; $\chi^2 = 117,383$) ve Aralık (0,90; $\chi^2 = 54,379$) aylarında ve 2013 yılında Şubat (0,61; $\chi^2 = 83,076$) ve Mart (0,83; $\chi^2 = 40,745$) aylarında erkeklerin lehine diğer aylarda ise dişilerin lehine olduğu belirlenmiştir.



Şekil 25. Dişi/erkek cinsiyet oranı. Kesikli çizgi 1/1 cinsiyet oranını ifade etmektedir.



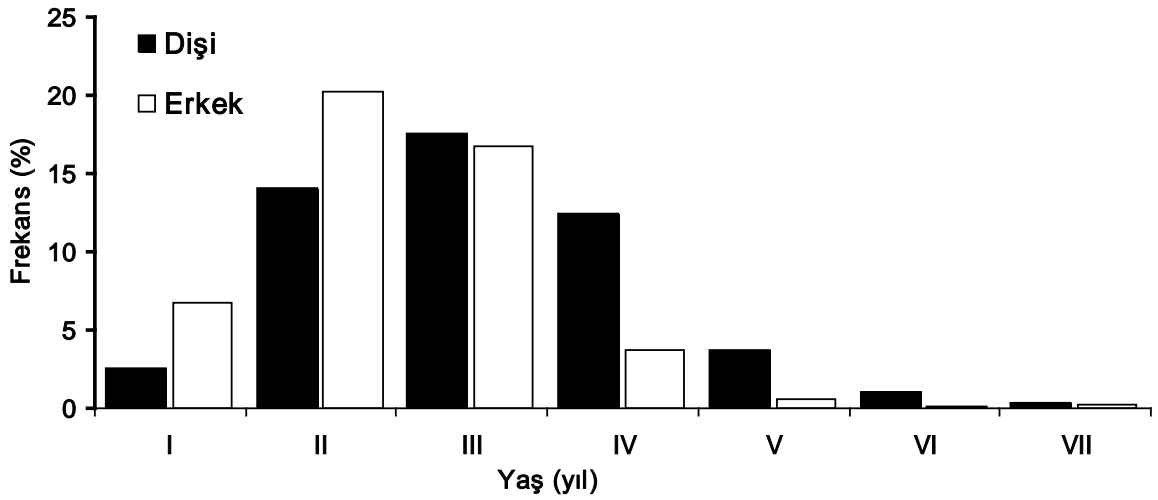
Şekil 26. Aylık cinsiyet (dişi /erkek) oranı. Kesikli çizgi 1/1 cinsiyet oranını ifade etmektedir.

3.6. Yaş kompozisyonu

Toplam 1211 zargana balığının sagittal otoliti çıkartılmış ancak 287 balığın otolitlerinin deformasyonu ve yaş halkalarının belirsizliği nedeniyle sağlıklı yaş tayini sonucu alınamamıştır. Başarılı bir şekilde yaş tayini 924 balığın (478 dişi ve 446 erkek) sagittal otolitlerinden yapılabilmektedir. Dişi, erkek ve tüm balıkların yaşlardaki ortalama (\pm standart hata), minimum ve maksimum boy ve yaşlardaki birey sayı değerleri Tablo 2’de sunulmuştur.

Yaşı belirlenen balıkların toplam boyları dişiler için 24,7 - 61,1 cm (ortalama: $39,3\pm 0,28$ cm), erkekler için 22,2 - 53,4 cm (ortalama: $35,4\pm 0,25$ cm) olarak hesaplanmıştır. En yaşlı bireyin dişi ve erkekler için 7 yaşında olduğu tespit edilmiştir.

Dominant yaş grubunun dişilerde 3 yaş (%17,5) ve erkeklerde ise 2 yaş (%20,2) olduğu belirlenmiştir. Yaş tespiti yapılan bireylerin yaklaşık %85’i 2 ile 4 yaş arasında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 27).



Şekil 27. Dişi ve erkek balıkların yaş kompozisyonu

Tablo 2. Dişi, erkek ve tüm balıkların yaşlardaki ortalama \pm standart hata ($L_{ort. \pm SH}$), minimum boy (L_{min}) ve maksimum boy (L_{max}) ile balık sayısı (N) değerleri

Yaş	Dişi		Erkek		Tüm	
	$L_{ort. \pm SH}$ ($L_{min}-L_{max}$)	N	$L_{ort. \pm SH}$ ($L_{min}-L_{max}$)	N	$L_{ort. \pm SH}$ ($L_{min}-L_{max}$)	N
I	27,03 \pm 0,277 (24,7-29,7)	24	27,04 \pm 0,202 (22,2-30,4)	62	27,04 \pm 0,164 (22,2-30,4)	86
II	33,78 \pm 0,211 (28,3-38,6)	130	33,36 \pm 0,175 (28,3-37,8)	187	33,53 \pm 0,135 (28,3-38,6)	317
III	39,04 \pm 0,167 (33,6-43,8)	162	38,43 \pm 0,159 (34,3-43,8)	155	38,74 \pm 0,117 (33,6-43,8)	317
IV	44,28 \pm 0,178 (40,1-49,5)	115	44,04 \pm 0,297 (41,6-48,7)	34	44,23 \pm 0,153 (40,1-49,5)	149
V	48,5 \pm 0,255 (45,8-53,2)	34	49,58 \pm 0,618 (47,3-50,9)	5	48,64 \pm 0,24 (45,8-53,2)	39
VI	52,78 \pm 0,495 (50,4-55,3)	10	47,4 \pm (47,4-47,4)	1	52,29 \pm 0,663 (47,4-55,3)	11
VII	56,93 \pm 2,14 (54-61,1)	3	51,05 \pm 2,35 (48,7-53,4)	2	54,58 \pm 2,001 (48,7-61,1)	5
Tüm	39,34 \pm 0,282 (24,7-61,1)	478	35,35 \pm 0,253 (22,2-53,4)	446	37,42 \pm 0,201 (22,2-61,1)	924

3.7. Büyüme parametreleri

Zargana balığının yedi büyüme modeliyle hesaplanan büyüme parametreleri Tablo 3'de sunulmuştur. Akaike bilgi kriterine göre (AIC), von Bertalanffy büyüme modelinin diğer büyüme modellerine göre, dişiler için yaşlardaki boy verilerine en uygun model olduğu belirlenmiş ve von Bertalanffy büyüme modeli dişilerin büyüme özelliğini karakterize eden en iyi büyüme modeli olarak seçilmiştir. Diğer

tarafından erkek bireylerin büyüme özelliği, yedi büyüme modeli için hesaplanan *AIC* kriter değerlerine göre ve biyolojik uygunluğuna göre bir birine yakın değerde hesaplanmıştır.

Büyüme modellerine göre L_{∞} değeri dişilerde erkeklerden daha büyük olarak hesaplanmıştır. Bu değer dişilerde 64,1 ve 158,6 cm arasında, erkeklerde ise 57,3 ve 73,8 cm arasında tespit edilmiştir. Erkek bireyler için hesaplanan büyüme katsayısı (*K*) değeri ise dişilerden daha büyük olarak bulunmuştur. *K* değeri dişilerde 0,0478 ve 0,3561 yıl⁻¹ arasında erkeklerde ise 0,1447 ve 0,4181 yıl⁻¹ arasında hesaplanmıştır.

Büyüme eğrisinin etki noktası olan yaş (*I*) ise dişiler için Richard modeline göre 1,7 yıl, Gompertz modeline göre ise 0,6 yıl olarak hesaplanmıştır. Erkekler için bu değer Richard modeline göre 1,2 yıl, Gompertz modeline göre ise 0,3 yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca büyüme eğrisinin etki noktasını kontrol eden parametre (δ) dişiler için Weibull modeline göre 0,8 yıl ve Janoschek ve Morgan Mercel Flodin modellerinin her ikisine göre ise 0,9 yıl olarak hesaplanmıştır. Erkek bireyler için δ değeri Morgan Mercel Flodin modeline göre 1,4 yıl, Janoschek ve Weibull modellerine göre ise 1,3 yıl olarak hesaplanmıştır.

Bütün bunlara ilaveten, exponential ve von Bertalanffy büyüme modelleri zargana balığının her iki cinsiyetinin büyümesini biyolojik ve matematiksel olarak en iyi şekilde temsil ettiği belirlenmiştir.

Büyüme modellerine göre hesaplanan parametreler (L_{∞} ve *K*) kullanılarak hesaplanan büyüme performans indeks (Φ') değeri dişiler için 2,92 ve 3,17 (ortalama: 3,02± 0,04) ve erkekler için ise 2,70 ve 3,14 (ortalama: 2,94± 0,05) arasında değiştiği görülmüştür.

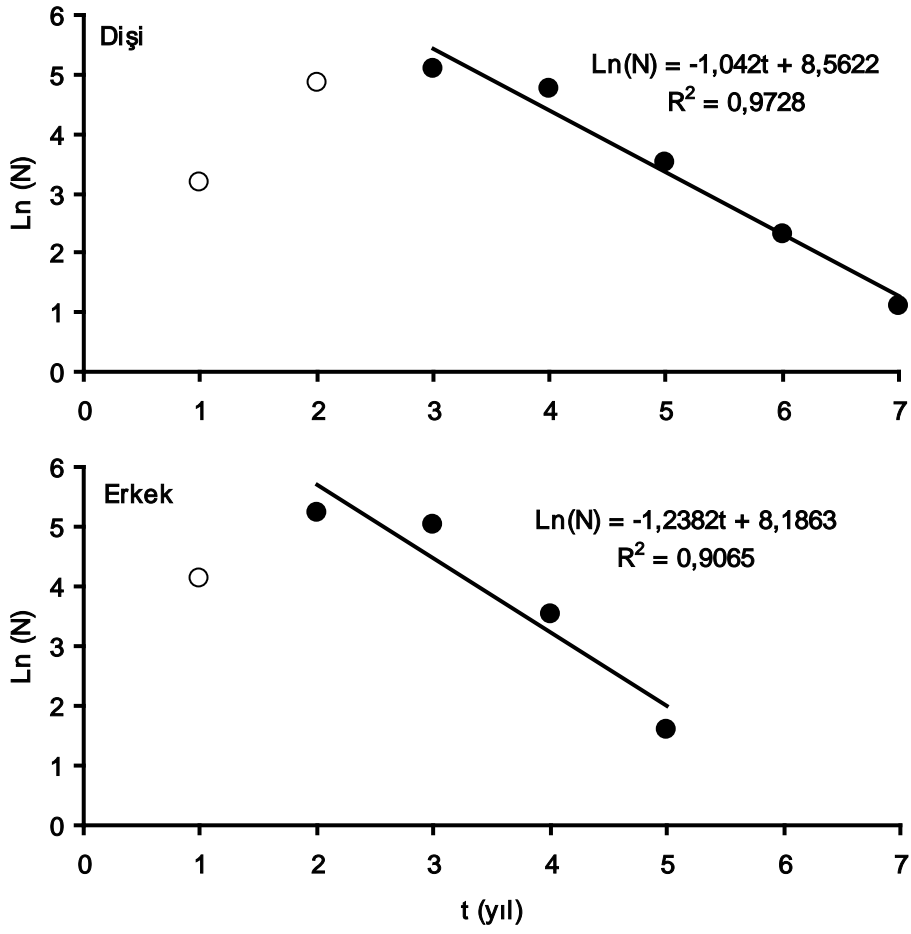
Tablo 3. Büyüme modeli parametreleri, Akaike bilgi kriteri (AIC) ve büyüme performans indeks değerleri. L_{∞} = asimptotik boy, K = büyüme katsayısı, t_0 = balık boyunun kuramsal olarak sıfır olduğundaki yaş, β = en küçük asimptotik boy ($t = 0$ 'daki boy), I = etki noktasındaki yaş, δ = etki noktasını kontrol eden parametre Φ' = büyüme performans indeksi.

Büyüme modelleri	L_{∞} (cm)	K (yıl ⁻¹)	t_0 (yıl)	β (cm)	I (yıl)	δ (yıl)	AIC	Φ'
Dişi								
Gompertz	68,0	0,2495			0,626		3658,45	3,06
Richards	64,1	0,3561			1,744		3660,31	3,17
Janoschek	106,6	0,0975		19,130		0,896	3656,87	3,04
Exponential	88,3	0,1075		20,471			3655,52	2,92
*MMF	158,6	0,0478		19,361		0,925	3656,87	3,08
*VBGF	81,6	0,1248	-2,245				3656,12	2,92
Weibull	127,3	0,0527		18,508		0,843	3656,7	2,93
Erkek								
Gompertz	62,1	0,2804			0,340		3399,22	3,03
Richards	57,3	0,4181			1,244		3398,06	3,14
Janoschek	58,9	0,1447		22,231		1,292	3400,91	2,70
Exponential	71,9	0,1508		19,714			3400,48	2,89
*MMF	73,8	0,1921		22,325		1,376	3402,07	3,02
*VBGF	71,9	0,1507	-2,127				3400,48	2,89
Weibull	58,9	0,2240		22,231		1,292	3400,91	2,89

*MMF : Morgan Mercer Flodin (MMF) *VBGF : von Bertalanffy

3.8. Ölüm oranları ve işletme oranı

Yaş kompozisyonu verilerinden elde edilen av eğrisi grafiğine göre (Şekil 28) zargana balığının avlanan stoka katılma yaşı dişilerde 3 yaş ve erkeklerde ise 2 yaş olarak belirlenmiştir. Stoktaki azalma erkelerde 1 yaş, dişilerde ise 1-2 yaş gruplarından sonra azalmaya başladığı için bu yaşlar toplam anlık ölüm katsayısının hesaplanmasına katılmamıştır. Av eğrisi regresyon denkleminde göre toplam anlık ölüm katsayısı dişiler ($b = 1,24$) için $Z = 1,24 \text{ yıl}^{-1}$ ve erkekler için ($b = 1,04$) ise $Z = 1,04 \text{ yıl}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 28. Dişi (üst) ve erkek (alt) zargana balıklarının yaş (t) ve balık sayılarının doğal logaritması ($\ln N$) arasındaki ilişkiyi gösteren av eğrisi.

Doğal ölüm katsayısı (M); Pauly (1980), Djabali vd. (1993), Alagaraja (1984) ve Srinath (1998) tarafından önerilen yöntemlerle, yedi farklı büyüme modeli ile hesaplanan büyüme parametreleri (L_{∞} ve K) kullanılarak dişi ve erke bireyler için ayrı ayrı hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4'de sunulmuştur.

Tablo 4. Dişi ve erkek bireyler için yedi farklı büyüme modeli parametrelerine göre hesaplanan dört farklı doğal ölüm katsayıları. $\bar{M} \pm SE$: ortalama doğal ölüm oranı \pm standart hata.

Büyüme modeli	Parametre		Doğal ölüm oranı (M)				$\bar{M} \pm SE$
	L_{∞} (cm)	K (yıl ⁻¹)	Pauly (1980)	Djabali vd., (1993)	Srinat (1998)	Alagaraja (1984)	
Dişi							
Exponential	88,3	0,108	0,31	0,24	0,18	0,17	0,22±0,03
Gompertz	68	0,250	0,51	0,35	0,42	0,38	0,41±0,04
Janoschek	106,6	0,098	0,28	0,23	0,16	0,15	0,20±0,03
Richards	64,1	0,356	0,62	0,41	0,60	0,55	0,54±0,05
MMF	158,6	0,048	0,18	0,16	0,08	0,07	0,12±0,03
VBGF	81,6	0,125	0,34	0,26	0,21	0,19	0,25±0,03
Weibull	127,3	0,053	0,20	0,17	0,09	0,08	0,13±0,03
		$\bar{M} \pm SE$	0,35±0,06	0,26±0,03	0,25±0,07	0,23±0,07	
Erkek							
Exponential	71,9	0,151	0,39	0,28	0,25	0,23	0,29±0,03
Gompertz	62,1	0,280	0,55	0,37	0,47	0,43	0,46±0,04
Janoschek	58,9	0,145	0,39	0,28	0,24	0,22	0,29±0,04
Richards	57,3	0,418	0,69	0,44	0,70	0,64	0,62±0,06
MMF	73,8	0,192	0,44	0,31	0,32	0,29	0,34±0,03
VBGF	71,9	0,151	0,39	0,28	0,25	0,23	0,29±0,03
Weibull	58,9	0,224	0,50	0,34	0,38	0,34	0,39±0,04
		$\bar{M} \pm SE$		0,48±0,04	0,33±0,02	0,37±0,06	0,34±0,06

Erkekler için bütün metotlara göre hesaplanan doğal ölüm oranı dişilerden daha yüksek olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan yedi farklı büyüme modeli parametreleri sonuçlarına göre hesaplanan dört farklı anlık ölüm oranı sonuçları kullanılarak balıkçılık ölüm oranları (F) hesaplanmış ve hesaplanan F değerlerinin, anlık toplam ölüm oranına (Z) bölünmesiyle dişi ve erkek bireyler için her model sonuçlarına göre işletme oranı (E) değerleri hesaplanmıştır. Her iki cinsiyet için hesaplanan işletme oranı değerleri optimum işletme değerinden ($E = 0,5$) yüksek ($E > 0,5$) hesaplanmıştır (Tablo 5). Bu sonuçlar araştırma bölgesinde zargana popülasyonunun av baskısı altında olduğunu göstermiştir.

Tablo 5. Yedi farklı büyüme modeli parametreleri sonuçlarına ve dört farklı anlık ölüm oranı sonuçları kullanılarak dişi ve erkek bireyler için hesaplanan işletme oranı (E) değerleri. $\bar{E} \pm SE$: ortalama işletme oranı \pm standart hata.

Dört farklı doğal ölüm oranına göre hesaplanan işletme oranı (E) değerleri					
Büyüme modeli	Pauly (1980)	Djabali vd., (1993)	Srinat (1998)	Alagaraja (1984)	$\bar{E} \pm SE$
Dişi					
Exponential	0,70	0,77	0,83	0,84	0,79 \pm 0,03
Gompertz	0,51	0,67	0,60	0,63	0,60 \pm 0,03
Janoschek	0,73	0,78	0,84	0,86	0,80 \pm 0,03
Richards	0,40	0,61	0,43	0,47	0,48 \pm 0,04
MMF	0,83	0,85	0,92	0,93	0,88 \pm 0,02
VBGF	0,67	0,75	0,80	0,82	0,76 \pm 0,03
Weibull	0,81	0,84	0,92	0,92	0,87 \pm 0,02
$\bar{E} \pm SE$	0,67 \pm 0,06	0,75 \pm 0,03	0,76 \pm 0,07	0,78 \pm 0,06	
Erkek					
Exponential	0,69	0,77	0,80	0,81	0,77 \pm 0,02
Gompertz	0,55	0,70	0,62	0,65	0,63 \pm 0,03
Janoschek	0,68	0,77	0,80	0,82	0,77 \pm 0,03
Richards	0,44	0,65	0,43	0,48	0,50 \pm 0,04
MMF	0,65	0,75	0,74	0,76	0,73 \pm 0,02
VBGF	0,69	0,77	0,80	0,81	0,77 \pm 0,02
Weibull	0,60	0,73	0,70	0,72	0,69 \pm 0,03
$\bar{E} \pm SE$	0,61 \pm 0,04	0,74 \pm 0,02	0,70 \pm 0,05	0,72 \pm 0,05	

3.9. Üreme biyolojisi

3.9.1. Fekondite (yumurta sayısı)

Boyları 33,4 ve 62 cm (ortalama: 43,0 \pm 0,9 cm) arasında değişen 46 zargana balığı ovaryumları kullanılarak yumurta sayısı tespit edilmiştir. Zargana balığı ovaryumundaki yumurtalar büyüklüklerine göre olgun yumurtalar (büyük boylu yumurtalar) ve olgun olmayan yumurtalar (küçük boylu yumurtalar) şeklinde iki gruba ayrılmıştır. Toplam yumurta sayısı (küçük boylu ve büyük boylu yumurta sayısı: absolute fecundity) 4015 ve 32453 adet / birey (ortalama: 14365 \pm 1049 adet / birey) olarak bulunmuştur. Ovaryumlardaki küçük boylu (olgunlaşmamış) yumurta sayısı 3447 ve 27527 adet / birey (ortalama: 12037 \pm 860 adet / birey) arasında, büyük boylu yumurta sayısı (olgunlaşmış yumurta sayısı: bir seferde yumurtlanan yumurta sayısı: batch fecundity) ise 560 ve 9713 adet / birey (ortalama: 2338 \pm 243 adet / birey) olarak tespit edilmiştir. Yumurta sayısı ve toplam boy arasındaki korelasyon

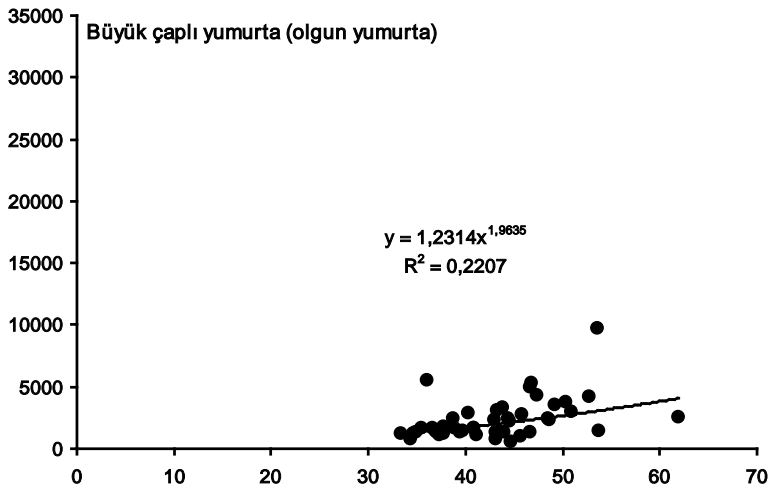
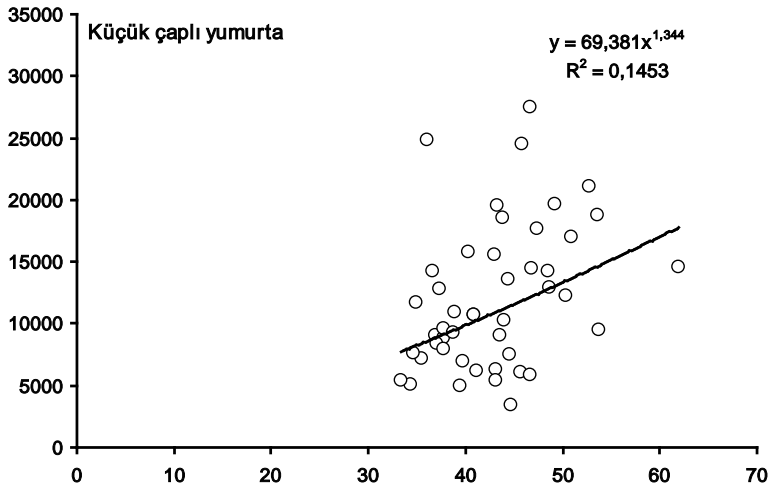
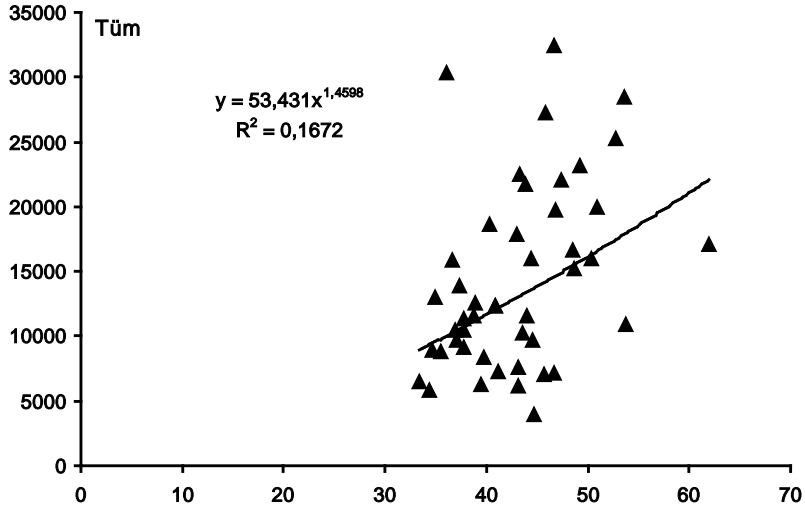
katsayısı (r) istatistiksel olarak sıfırdan farklı olarak hesaplanmıştır.

Yumurta sayısı ve toplam boy arasındaki ilişki (Şekil 29) denklemleri yumurta büyüklüğüne göre aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

Toplam yumurta sayısı: $F_{s+l} = 53,431TL^{1,4598}$ ($r^2 = 0,1673$, $n = 46$, $t = 3,2581$, $P < 0,01$)

Küçük boylu yumurta sayısı: $F_s = 69,381TL^{1,344}$ ($r^2 = 0,1453$, $n = 46$, $t = 2,9585$, $P < 0,01$)

Büyük boylu yumurta sayısı: $F_l = 1,2314TL^{1,9635}$ ($r^2 = 0,2207$, $n = 46$, $t = 3,9989$, $P < 0,01$).



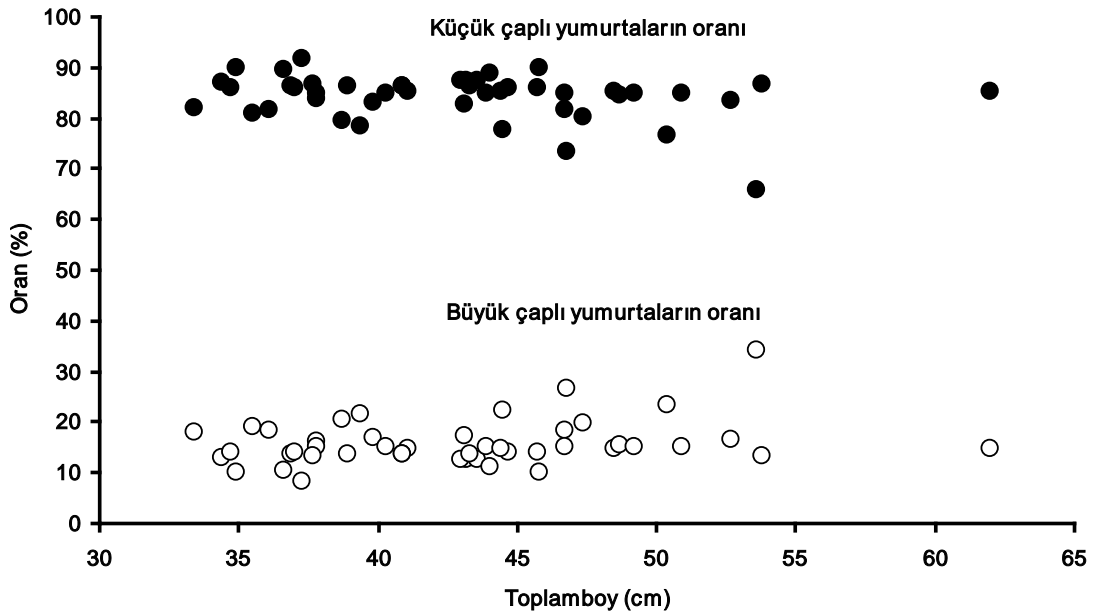
Şekil 29. Ovaryumlardaki tüm (küçük + büyük çaplı yumurta), küçük ve büyük çaplı yumurta sayısı ile toplam boy arasındaki ilişki.

3.9.2. Yumurta büyüklüğü

Ovaryumdaki küçük boylu yumurtaların çapı 380 ve 1310 μm (ortalama: 1820,2 \pm 14,81 μm) olarak, büyük boylu yumurtaların çapı ise 1420 ve 3410 μm (ortalama: 1720,9 \pm 319,30 μm) olarak çıkmıştır. Küçük ve büyük boylu yumurtaların ortalama çapları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli (t -test: $P = 1,54\text{E-}230$) bulunmuştur. Ayrıca her iki büyüklük grubundaki yumurtaların boy frekans dağılımları arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Kolmogorov-Smirnov test; $d = 1$, $P = 2,593\text{E-}120$).

3.9.3. Yıllık yumurtlama (batın) sayısı

Ovaryumlardaki küçük boylu yumurtaların toplam yumurta sayısına oranı %66 ve %92 (ortalama: %84 \pm 0,7) arasında büyük boylu yani olgun (bir seferde bırakılan yumurtaların oranı) yumurtaların oranı ise %8 ve %34 (ortalama: %16 \pm 0,7) arasında hesaplanmıştır (Şekil 30). Toplam yumurta sayısının olgun yumurtalara oranından, bir dişi zargana balığının üreme sezonu içerisinde en az 3 kez ve en fazla 12 kez (ortalama: 6,8 \pm 0,3) kez yumurtladığı hesaplanmıştır.

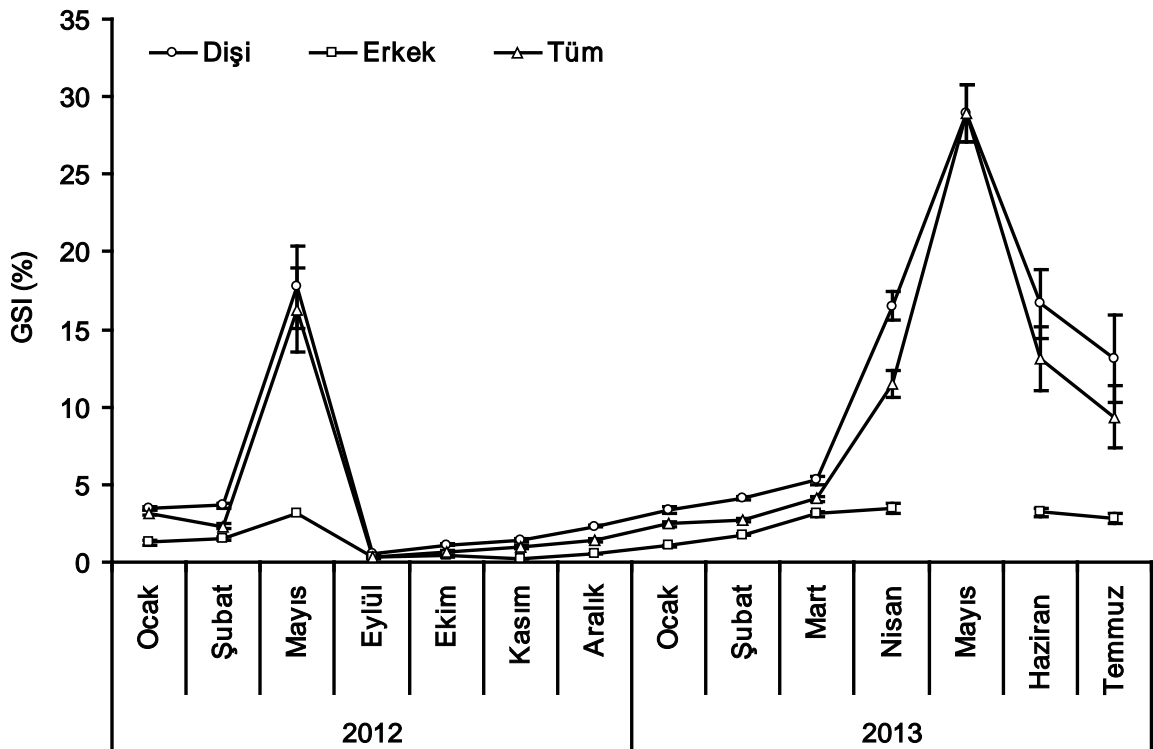


Şekil 30. Ovaryumdaki küçük boylu ve büyük boylu yumurtaların boylara karşılık % oranları.

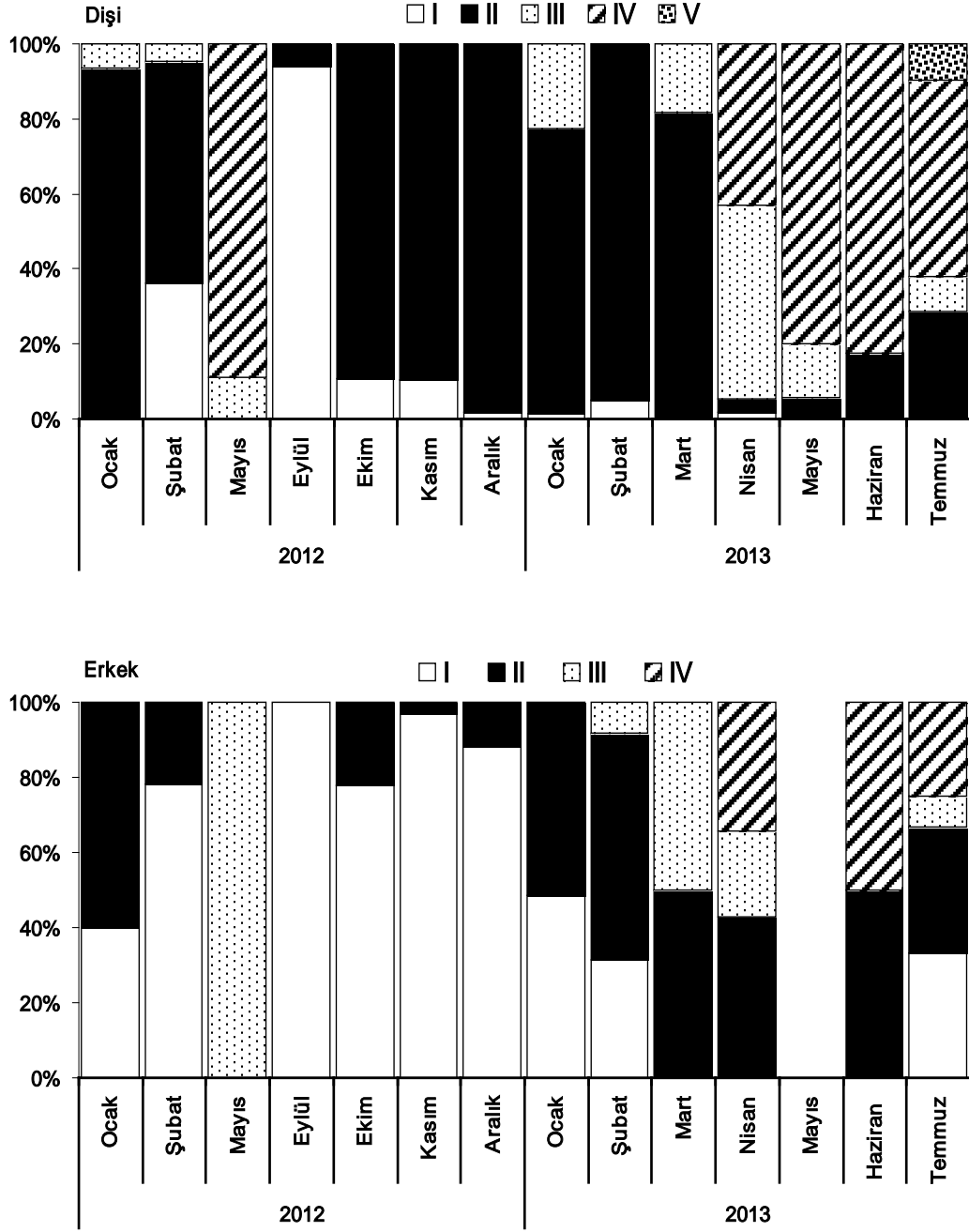
3.9.4. Yumurtlama zamanı ve gonat olgunluk safhaları

Aylık gonadosomatik indeks (*GSI*) değerlerinin seyrine göre Mayıs ayında açık bir şekilde pik oluşmuş ve Mayıs ayından sonra düzenli olarak azalarak *GSI* değeri Eylül ayında en düşük seviyeye ulaşmıştır. *GSI* değerlerinin aylık dalgalanmaları ve gonat olgunluk safhalarının aylık gelişimine göre zargana balıklarının araştırma bölgesinde yumurtlama zamanının Mayıs ile Eylül ayı arasında olduğu belirlenmiştir (Şekil 31).

Toplamda 1211 zargana balığı (618 dişi ve 593 erkek) gonadosomatik indeks ve gonat olgunluk safhalarının belirlenmesi için incelenmiştir. 1 ve 2 gonat gelişme safhasındaki dişi ve erkek bireyler Eylül ve Nisan ayları arasında belirlenmiştir. 3. ve 4. safhalardaki dişi bireyler genellikle Mart ve Temmuz ayları arasında, 3. ve 4. safhalardaki erkek bireyler ise çoğunlukla Şubat ve Nisan ayları arasında belirlenmiştir. Yumurtalarını dökmüş safhadaki (5. safha) bireyler Temmuz ayında tespit edilmiştir (Şekil 32).



Şekil 31. Dişi, erkek ve tüm zargana bireylerin aylık gonadosomatik indeks (*GSI*) değerleri.



Şekil 32. Zargana balıklarının aylık ovaryum (dişi) ve testis (erkek) gelişim safhalarının (I – V. safha) yüzde oranları.

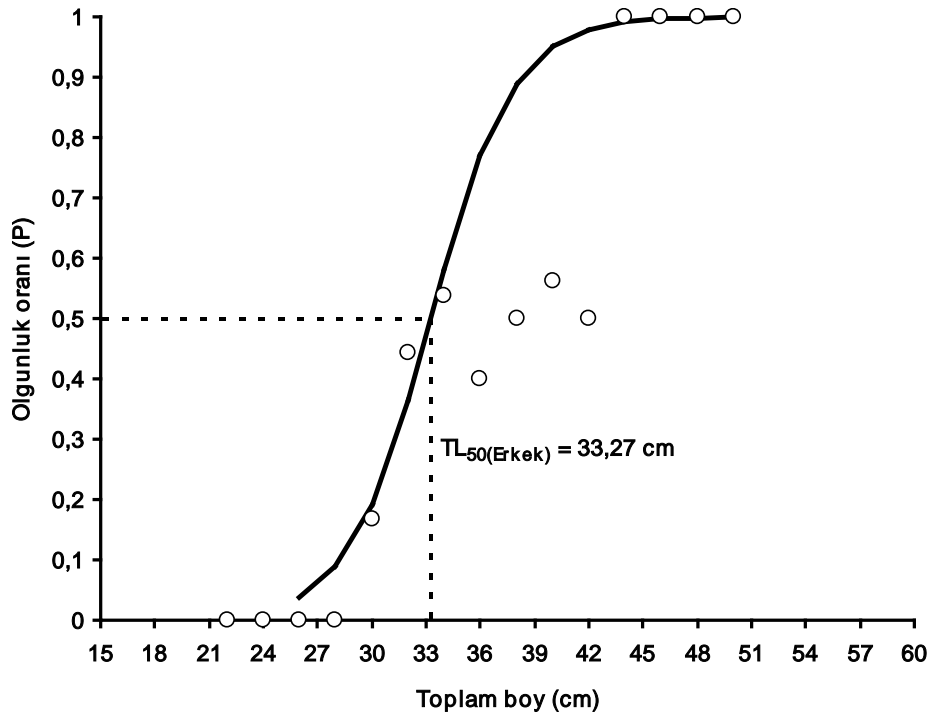
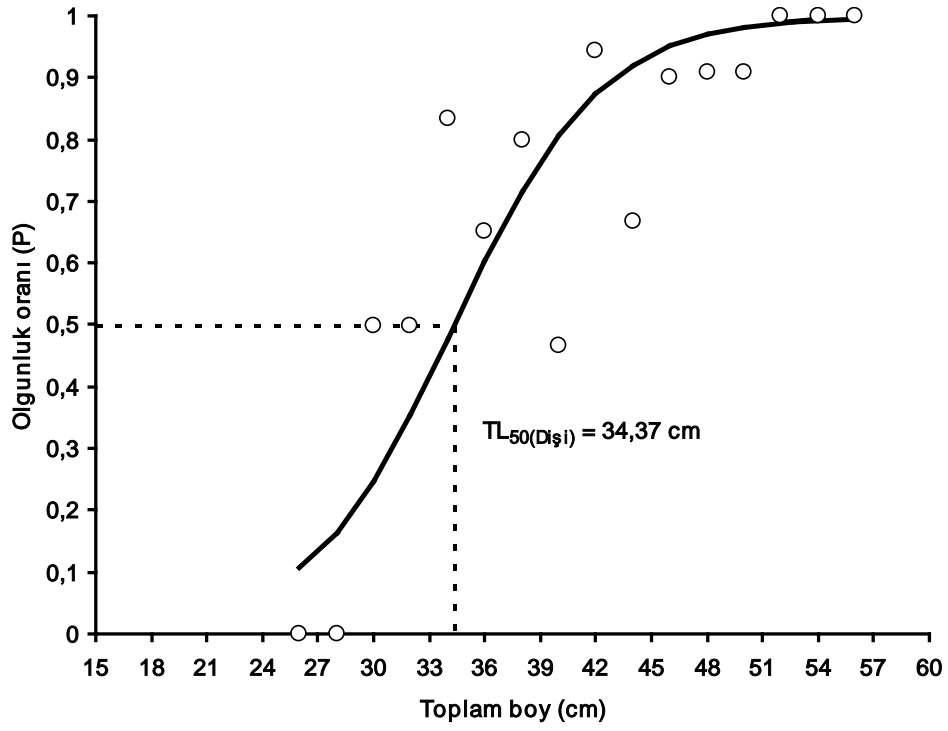
3.9.5. Cinsi olgunluk boyu

Cinsi olgunluk boyu üreme mevsimi içerisinde örneklenen 176 dişi (131 olgun) ve 100 erkek (51 olgun) bireyin 2 cm boy sınıf aralığındaki verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamada kullanılan dişilerin toplam boyu 29,1 ve 62,1 cm (ortalama: $41,6 \pm 0,61$ cm) arasında, erkeklerin toplam boyu ise 29,7 ve 55,3 cm (ortalama: $39,1 \pm 1,14$ cm) arasında değişmiştir. Dişi ve erkek bireylerin toplam boylarıyla yüzde olgunluk dereceleri arasındaki ilişkiyi gösteren denklem aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Erkek: } P = \frac{1}{1 + e^{14,668 - 0,4409 * TL}},$$

$$\text{Dişi: } P = \frac{1}{1 + e^{8,7456 - 0,2547 * TL}},$$

Bu eşitliklerden %50 cinsi olgunluk boyunu (TL_{50}) hesaplamada kullanılan a ve b değerleri kullanılarak TL_{50} erkekler için ($a = 14,668$; $b = -0,4409$) 33,27 cm ve dişiler için ise ($a = 8,7546$; $b = -0,2547$) 34,37 cm olarak hesaplanmıştır (Şekil 33).



Şekil 33. Dişi ve erkek bireylerin %50 cinsi olgunluk boylarını gösteren toplam boy olgunluk oranı ilişkisi.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Araştırma bölgesinde, CPUE verilerine göre zargana balığı av miktarı mevsimsel dalgalanmalar göstermektedir. Zargana avcılığının yoğun olarak sonbahar (özellikle Mart ayında) ve kış (özellikle Şubat ayında) mevsiminde yapıldığı, ilkbahar aylarında özellikle Mayıs ayından sonra azalmaya başladığı ve yaz aylarında ise neredeyse tamamen bittiği belirlenmiştir. Zargana balıkçılarıyla yapılan anket çalışmalarına göre araştırma bölgesinde zargana avcılığı Eylül ayından sonra ve Şubat-Mart ayına kadar devam ettiği, bir sezonda avlanan zargana balık miktarının ise 100-1000 kg/balıkçı (ortalama: 293 kg/balıkçı) arasında olduğu belirlenmiştir. Araştırma bölgesinde zargana avcılığı yapan balıkçıların kullandıkları ağlar ve avcılık yöntemi ise uzatma ağı ve avcılığı ile uzatma ağı ile çevirme şeklinde kullanılan av araçları olup, bu durum Karadeniz’de küçük ölçekli kıyı balıkçılığı açısından zargana avcılığının karakteristik özelliğidir.

4.1. Boy kompozisyonu

Bu çalışmada incelenen zargana balıklarının boy dağılımının Karadeniz’de (Samsun vd., 1995; Samsun, 1996; Samsun vd., 2006), Ege Denizi’nde (Uçkun vd., 2004) ve Akdeniz’de (Fehri-Bedoui ve Gharbi, 2004; Ghailen vd., 2010) daha önce yapılan çalışmaların sonuçlarından daha geniş olduğu Adriyatik denizinden (Zorica ve Keč, 2013; Dulčić ve Soldo, 2006) ise daha dar olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada en büyük balık boyu Karadeniz için 65,1 cm olarak belirlenmişken, *B. belone* için şimdiye kadar yapılan çalışmaların içerisinde en büyük boy Adriyatik Denizi’nden 103,5 cm (Dulčić ve Soldo, 2006) ve 75,4 cm (Zorica ve Keč, 2013) olarak rapor edilmiştir. Zargana balığının boy kompozisyonu yıllara ve coğrafik bölgelere göre değişiklikler arz etmektedir. Bu durum yeni bireylerin yıl sınıfının gücü, ölüm oranlarının farklı olması ve büyüme özelliklerinin zamana ve bölgelere göre farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Zargana balığının ve larvalarının predatörlerinden korunması, besin madde miktarı ve kalitesindeki değişimlerin yeni birey katılımı üzerine olan etkisi yıllara ve bölgelere göre yıl sınıfının ve boy kompozisyonunun farklı olmasına neden olabilmektedir.

Aylık boy frekans dağılımı küçük ve cinsi olgunluk boyunun (35 cm) altındaki balıklar (1 ya da 2 yaşındaki balıklar) çalışma bölgesinde çoğunlukla Şubat - Mart ve Haziran - Temmuz aylarında örneklenmiştir. Sinop’ta yapılan bir

çalışmada yaklaşık 10 mm boyundaki bir zargana balığı larvası Haziran ayında rapor edilmiştir (Gürcan, 2012). Ayrıca Courtmacsherry Körfezi'nde Haziran ayında yumurtadan çıkan larvanın 1 ay sonra yaklaşık 34 mm ve Ağustos ayının sonuna doğru ise 15 cm boya ulaştığı bildirilmiştir (Dorman, 1989). Zargana balığının bu hızlı büyümesi ikinci yaşına kadar devam etmekte ve daha sonra cinsi olgunlukla bağlantılı olarak yavaşlamaktadır (Dorman, 1989).

4.2. Cinsiyet oranı

B. euxini türünün cinsiyet oranı, 38 cm boya kadar erkek bireyleri için daha fazla olduğu, 38 cm boydan sonra ise dişilerin daha çoğunlukta olduğunu göstermiştir. Benzer durum *B. belone* türü içinde Adriyatik (Zorica vd., 2011) ve Baltık Denizi'nde de (Dorman, 1991) saptanmıştır. Bu durum cinsel dimorfizm, av aracı seçiciliği, örnekleme stratejisi ve zargana balığının üreme göçünden kaynaklanmış olabilir (Zorica vd., 2011). Ayrıca, cinsiyet oranındaki aylık dalgalanmalar da cinsiyetlere göre ölüm oranının farklı olmasından ve göçlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Zargana balığının yaz aylarında su sıcaklığın yükselmesiyle birlikte üremek için kıyı sularına göç ettiği rapor edilmiştir (Dorman, 1989; Zorica ve Keč, 2013).

4.3. Yaş ve büyüme

Bu çalışmada zargana balığı 7 yaşına kadar tespit edilmiş, sıfır yaşında ise zargana balığı örneklenememiştir. Sıfır yaşındaki zargana balığı zargana üzerinde şimdiye kadar yapılan hiçbir çalışma da rapor edilmemiştir. Bu durum zargana balığının erken yaşlarda hızlı büyümesinin yanında büyük bir olasılıkla kullanılan av aracının seçiciliğinden kaynaklanmış olabilir. Zargana balığı Karadeniz'de hızlı bir büyüme göstererek birinci yaşının sonunda azami boyunun yaklaşık %50'sine (Polat vd., 2009), Adriyatik denizinde ise yaklaşık %35'ine ulaşmaktadır (Zorica ve Keč, 2013).

Balıkların doğru yaş tayininin yapılması ve yaşlardaki boylara dayanılarak matematiksel modellerle büyüme özellikleri ve ölüm oranları tahmin edilmekte ve bu sonuçlar balıkçılık yönetimi açısından değerlendirilmektedir (Haddon, 2011). Bu çalışmada zargana balığının büyüme özelliklerini ortaya koymak için yedi farklı büyüme modeli ile büyüme parametreleri hesaplanmış ve bu parametreler

kullanılarak doğal ölüm oranları belirlenmiştir. Dişi ve erkek balıkların ortalama boyları ve boy frekans dağılımları arasında istatistiksel fark önemli bulunduğundan dolayı hesaplamalar dişi ve erkek bireyler için ayrı ayrı yapılmıştır.

Yedi farklı büyüme modelinin en uygun olanını seçmek için *AIC* kriteri kullanılmıştır. Bu değer en düşük olan model matematiksel olarak en uygun model olarak değerlendirilmektedir (Henderson ve Seaby, 2006). Bunun yanında balığın büyüme özelliğinin büyüme modeline uygunluğu da model seçiminde kriter olarak göz önünde alınmaktadır (Haddon, 2011). *AIC* kriterine göre von Bertalanffy ve exponential modeller dişiler için, Richards, von Bertalanffy ve Gompertz modelleri ise erkekler için en uygun modellerdir. Ayrıca von Bertalanffy büyüme modeli zargana balığı için biyolojik açıdan da en uygun model olarak seçilmiştir. Farklı bölgelerdeki iskorpit (*Scorpaena porcus*), pervane balığı (*Masturus lanceolatus*), zurna balığı (*Scomberesox saurus saurus*), vatoz balığı (*Bathyraja minispinosa*) gibi bazı balık türlerinin büyümesi, yaşlardaki boyların iyi fit etmemesi, türlerin büyüme özellikleri, hesaplanan büyüme parametrelerinin biyolojik olarak yorumlanması gibi özelliklerden dolayı söz konusu balıkların büyümesi farklı büyüme modelleriyle analiz edilmiştir (Liu vd., 2009; Ainsley vd., 2011; Agüera ve Brophy, 2012; Demirhan ve Can, 2009). Söz konusu balıkların büyüme özelliklerinin standart von Bertalanffy büyüme eğrisinden farklı olarak büyüme gösterebildikleri belirtilmiştir.

Bu çalışmada, dişi bireyler erkeklerden daha büyük boya ulaştıkları belirlenmiştir. Benzer sonuçlar *B. belone* türü için Ege Denizi (Uçkun vd., 2004) ve Adriatik Denizi (Zorica ve Keč, 2013) için de rapor edilmiştir. Zargana balığının büyümesi üzerinde Karadeniz'in diğer bölgelerinde yapılan çalışmalarda büyüme özellikleri cinsiyete göre değil tüm bireylere göre hesaplanmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarını diğer çalışmalarla kıyaslaya bilmek için büyüme parametreleri von Bertalanffy modeline göre tüm bireyler için de hesaplanmıştır. Bu çalışmada hesaplanan L_{∞} değeri Samsun ve Sinop bölgesinde yapılan çalışmalardan (Samsun vd., 1995; Samsun, 1996; Samsun vd., 2006; Polat vd., 2009) daha yüksek hesaplanmıştır. Bu durum bu çalışmada elde edilen bireylerin daha geniş boy aralığına ve boy kompozisyonuna sahip olmalarından kaynaklanmış olabilir (Tablo 6).

Tablo 6. Coğrafi bölgelere göre *B. belone* ve *B. euxini* türlerinin tespit edilmiş yaşlardaki ortalama boy değerleri *: standart boyu ifade etmektedir.

Çalışma	Bölge	Tür	Cinsiyet	Yaşlardaki ortalama toplam boy (cm)							
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Zorica ve Keç, 2013	Adriatik	<i>B. belone</i>	♀			36	43,4	50,4	55,5	61,4	67,8
Zorica ve Keç, 2013	Adriatik	<i>B. belone</i>	♂		29,3	34,6	43,3	48,4	53,3	58,4	
Zorica ve Keç, 2013	Adriatik	<i>B. belone</i>	♀+♂	23,3	28,3	34,6	43,2	49,5	55	60,7	67,8
Fehri-Bedoui ve Gharbi, 2004	Akdeniz	<i>B. belone</i>	♀+♂	21,5	25,6	28,5	32,2	35,6	38,1	40,9	
Uçkun vd., 2004*	Ege denizi	<i>B. belone</i>	♀+♂	27,6	35	40,5	44,7	48,9			
Yüce, 1975*	İst. Boğazı	<i>B. euxini</i>	♀	34,6	37,9	42,2	46,8	51,6	55,9		
Yüce, 1975*	İst. Boğazı	<i>B. euxini</i>	♂	34,3	37,8	39,9	41,6	47,4	49,2		
Yüce, 1975*	İst. Boğazı	<i>B. euxini</i>	♀+♂	34,4	37,7	40,6	44,2	49,5	52,6		
Samsun vd., 1995	Karadeniz	<i>B. euxini</i>	♀+♂	36,2	40,3	45,0	48,5	50,5			
Samsun, 1996	Karadeniz	<i>B. euxini</i>	♀+♂	34,1	40,1	44,3	48,2	50,0	50,9		
Samsun vd.,2006	Karadeniz	<i>B. euxini</i>	♀	34	39	43,6	47,7	49,3	53,9		
Samsun vd.,2006	Karadeniz	<i>B. euxini</i>	♂	33,6	38	43,1	46,2				
Samsun vd.,2006	Karadeniz	<i>B. euxini</i>	♀+♂	33,9	38,7	43,5	47,7	49,3	53,9		
Polat vd.,2009*	Karadeniz	<i>B. euxini</i>	♀+♂	24,3	34,7	41,2	49	57,2			
Bu çalışma	Karadeniz	<i>B. euxini</i>	♀	27,0	33,8	39,0	44,3	48,5	52,8	56,9	
Bu çalışma	Karadeniz	<i>B. euxini</i>	♂	27,0	33,4	38,4	44,0	49,6	47,4	51,1	
Bu çalışma	Karadeniz	<i>B. euxini</i>	♀+♂	27,0	33,5	38,7	44,2	48,6	52,3	54,6	

Tablo 7. Zargana balığı için farklı bölgelerde hesaplanmış von Bertalanffy büyüme denklemi parametreleri, en küçük ve en büyük boy değerleri, boy ağırlık ilişkisi b değeri ve büyüme performansı (ϕ') değerleri. * standart boy

Çalışma	Bölge	Cinsiyet	$L_{min-max}$ (cm)	$L_{ort. \pm SE}$ (cm)	b	L_{∞}	K	t_0	ϕ'
Zorica ve Keč, 2013	Adriatik	♀	27,2-75,4	43,6±0,26	3,470	89,5	0,166	-0,063	3,124
Zorica ve Keč, 2013	Adriatik	♂	27,7-62,6	37,4±0,16	3,638	85,2	0,159	-0,322	3,062
Zorica ve Keč, 2013	Adriatik	♀+♂	20,8-75,4	38,3±0,14	3,482	90,3	0,158	-0,109	3,110
Dulčić ve Soldo, 2006	Adriatik	?	103,5						
Sinovčić vd., 2004	Adriatik	♀	33,5-44,8		3,160				
Sinovčić vd., 2004	Adriatik	♂	32,4-43,3		2,710				
Sinovčić vd., 2004	Adriatik	♀+♂	31,5-44,8		3,010				
Fehri-Bedoui ve Gharbi, 2004	Akdeniz	♀+♂	23,7-52,0			61,4	0,109	-2,889	2,614
Ghailen vd., 2010	Akdeniz	♀	26,0-32,0	41,9±0,54	3,102				
Ghailen vd., 2010	Akdeniz	♂	24,8-52,4	40,6±0,64	3,095				
Ghailen vd., 2010	Akdeniz	♀+♂	24,8-52,4	40,1±0,45	3,132				
Uçkun vd., 2004*	Ege Denizi	♀	26,0-54,5		3,460	62,2	0,249	-1,422	2,984
Uçkun vd., 2004*	Ege Denizi	♂	27,5-47,7		3,070	54,3	0,336	-1,252	2,996
Uçkun vd., 2004*	Ege Denizi	♀+♂	26,0-54,5		3,400	62,7	0,237	-1,566	2,969
Samsun vd., 2006	Karadeniz	♀		39,1±0,16					
Samsun vd., 2006	Karadeniz	♂		36,1±0,16					
Samsun vd., 2006	Karadeniz	♀+♂	29,0-58,0		3,137	74,6	0,130	-3,670	2,859
Samsun, 1996	Karadeniz	♀+♂	31,2-52,2	37,6±0,17	3,178	56,01	0,325	-1,864	3,008
Samsun vd., 1995	Karadeniz	♀+♂	31,9-56,9	40,2±0,15	3,223	62,8	0,193	-3,382	2,881
Polat vd., 2009*	Karadeniz	♀+♂	23,7-60,3	36,1±0,27	3,245	79,1	0,198	-1,420	3,093
Bu çalışma	Karadeniz	♀	24,7-65,1	39,1±0,25	3,180	81,6	0,125	-2,245	2,920
Bu çalışma	Karadeniz	♂	22,2-55,3	35,2±0,21	3,090	71,9	0,151	-2,127	2,892
Bu çalışma	Karadeniz	♀+♂	22,2-65,1	37,2±0,17	3,138	84,6	0,116	-2,344	2,919

Zargana balığının büyüme katsayısı (K) yedi farklı büyüme modeline göre erkek bireyler için dişilerden daha yüksek hesaplanmış ve modellere göre bu değer dişiler için 0,048 ve 0,356 yıl⁻¹, erkekler için ise 0,145 ve 0,418 yıl⁻¹ arasında hesaplanmıştır. Benzer sonuçlar *B. belone* türü için Ege Denizi'nde yapılan çalışmada da saptanmıştır (Uçkun vd., 2004). Ancak Zorica ve Keç (2013) Adriyatik Denizinde *B. belone* için K değerini dişilerde (0,166) erkeklere (0,159) göre biraz daha yüksek hesaplamıştır. *B. euxini* türü için ise cinsiyet ayrımı yapılmaksızın K değeri Karadeniz'de Sinop ve Samsun bölgelerinde yapılan önceki çalışmalarda 0,193 (Samsun vd., 1995), 0,130 (Samsun vd., 2006), 0,198 (Polat vd., 2009) ve 0,325 (Samsun, 1996) olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre zargana balığı yavaş büyüyen bir balık olarak tanımlanabilir. K değerinin yıllara ve bölgelere göre farklı olarak hesaplanması, üzerinde çalışılan balıkların boy kompozisyonun farklı olmasından, yaş kompozisyonu ve aralığının farklılık arz etmesinden, biyotik (prey-predatör ilişkisi, genetik varyasyon gibi) ve abiyotik (sıcaklık, tuzluluk gibi) çevresel faktörlerden kaynaklanmış olabilir.

Popülasyon dinamiği çalışmalarında büyüme parametrelerinden L_{∞} ve K değerinin birlikte değerlendirilip ilgili türün büyümesinin ortalama olarak tanımlanmasında büyüme performansı indeksi önerilmiş (Φ') (Sparre ve Venema, 1992) ve farklı çevresel faktörlerin etkisinde büyümeyi karşılaştırılması için kullanılabilmesi bildirilmiştir (Pauly, 1991). Bu çalışmada dişiler için hesaplanan Φ' değeri erkelerden biraz daha yüksek olup, dişilerin erkeklere göre nispeten daha hızlı büyüdüğü görülmüştür. Φ' değeri *B. belone* ve *B. euxini* türleri için Karadeniz (Samsun vd., 1995; Samsun, 1996; Samsun vd., 2006; Polat vd., 2009), Ege Denizi (Uçkun vd., 2004) ve Adriyatik Denizinde (Zorica ve Keç, 2013) yapılan önceki çalışmalarla kıyaslandığında sonuçlarının birbirlerine yakın olduğu görülmüştür.

Büyüme eğrisinin etki noktasına karşılık gelen yaş parametresi (I) balığın cinsi olgunluğu ve büyümenin en yüksek olduğu nokta olarak tanımlanmaktadır. Bu değer ayrıca balığın cinsi olgunluk boyuna karşılık gelen yaş ile uyumlu olduğu belirtilmiştir (Fitzhugh, 1976; Karkach, 2006). Zorica vd. (2013) *B. belone* türünün %50 cinsi olgunluk boyunu erkekler için 28 cm, dişiler için 31,5 cm olarak hesaplamışlar ve bu değerlerin 2 yaşına denk geldiği belirtilmişlerdir. Benzer olarak başka bir çalışmada *B. belone* türünün büyümesinin cinsi olgunlukla ilişkili olarak 2

yaşına kadar hızlı olduğu rapor edilmiştir (Dorman, 1989). Bu çalışmada I değeri Richard modeline göre dişiler için 1,7 ve erkekler için ise 1,2 yıl olarak hesaplanmış olup hesaplanan I değerinin yaklaşık olarak zargana balığı biyolojisi ve cinsi olgunluk yaşı ile uyumlu olduğu görülmüştür.

4.4. Ölüm oranı

Bu çalışmada dişilerin toplam ölüm katsayısı ($Z = 1,042 \text{ yıl}^{-1}$) erkeklerden ($Z = 1,238 \text{ yıl}^{-1}$) daha düşük olarak hesaplanmıştır. Ayrıca yedi büyüme modeli sonuçları kullanılarak dört farklı deneysel doğal ölüm oranı formülleri kullanılarak hesaplanan ölüm oranlarına göre de araştırma bölgesinde erkek *B. euxini* bireylerinin doğal ölüm oranının dişilerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer durum Adriyatik Denizindeki *B. belone* türü için de rapor edilmiştir (Zorica ve Keç, 2013). Erkeklerin daha yüksek ölüm oranına sahip olması büyümedeki cinsiyet farklılığından, kullanılan av aracının seçiciliğinden, üreme stratejisinden ve üreme göçü özelliğinden kaynaklanmış olabilir. Karadeniz’de yapılan önceki çalışmalarda hesaplanan balıkçılık ölüm oranının yıllara göre farklılık arz ettiği ve bu durum yıllara göre farklı avcılık baskısından, yıllara göre yıl sınıfının gücünden ve dolayısıyla yeni birey katılımı ile büyüme özelliklerini kontrol altına tutan biotik ve abiotik faktörlerin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Ayrıca, geniş boy kompozisyonu üreme başarısını ve yumurta üretimini olumlu etkiler ve çevresel zararlara karşı daha dayanıklı olmasını sağlayabilir ve dolayısıyla ölüm oranları da etkilenebilir (Karkach, 2006).

Yedi farklı büyüme modeli ve dört farklı deneysel doğal ölüm oranları kullanılarak hesaplanan balıkçılık ölüm oranları ile toplam ölüm oranı kullanılarak işletme oranı dişi ve erkek bireyler için ayrı ayrı hesaplanmış ve tüm sonuçlara göre araştırma bölgesinde *B. euxini* türü stokunun optimum değerden ($E = 0,5$) daha yüksek bir derecede işletildiği yani av baskısı altında olduğu belirlenmiştir ($E > 0,5$). Benzer durum Karadeniz’de daha önce yapılan çalışmalarda da tespit edilmiş olup işletme oranı 0,7 (Samsun vd., 1995), 0,6 (Samsun, 1996) ve 0,8 (Samsun vd., 2006) olarak hesaplanmıştır (Tablo 8).

Tablo 8. Adriatik denizinde *Belone belone* ve Karadeniz’de *Belone euxini* türleri için farklı zamanlarda hesaplanan toplam ölüm oranı (Z , yıl⁻¹), doğal ölüm oranı (M , yıl⁻¹), balıkçılık ölüm oranı (F , yıl⁻¹) ve işletme oranı (E , yıl⁻¹) değerleri

Çalışma	Bölge	Sezon	Cinsiyet	Z	M	F	E
Zorica ve Keč, 2013	Adriatik	2003-2008	♀	0,800	0,417	0,383	0,479
Zorica ve Keč, 2013	Adriatik	2003-2008	♂	1,100	0,443	0,657	0,597
Zorica ve Keč, 2013	Adriatik	2003-2008	♀+♂	0,880	0,429	0,451	0,513
Samsun vd., 2006	Karadeniz	2000-2001	♀+♂	1,240	0,230	1,010	0,815
Samsun, 1996	Karadeniz	1995-1996	♀+♂	1,160	0,520	0,640	0,552
Samsun vd., 1995	Karadeniz	1994-1995	♀+♂	1,070	0,360	0,710	0,664

4.5. Üreme biyolojisi

4.5.1. Yumurta sayısı ve büyüklüğü

Türden türe değişmekle beraber genellikle balık türlerinde yumurta verimi ve yumurta sayısı ile anaç balıkların büyüklüğü ve yaşı arasında doğrusal bir ilişki olup yumurta sayısı arttıkça yumurta çapı azalmakta ve balık büyüklüğü arttıkça yumurta sayısı artmaktadır. *B. belone* türü *B. euxini* türüne göre daha büyük çaplı ve daha az sayıda yumurta üretmektedir (Tablo 9). Karain Denizi’nde (orta Adriyatik) yeni yumurtlanmış *B. belone* türünün yumurta büyüklüğü ortalama $3071,9 \pm 75,73$ μm olarak rapor edilmiştir (Dulčić vd., 2009). Bu değer doğal olarak ovaryumlardaki henüz yumurtlanmamış yumurta çapından büyük değer olup bizim sonuçlarımızdan da daha yüksek bir değerdir (Tablo 9).

Tablo 9. *Belone belone* ve *Belone euxini* türleri için farklı bölgelerde belirlenmiş yumurta sayısı (adet / birey) ve yumurta büyüklüklerinin karşılaştırılması (minimum-maximum ve ortalama \pm standart hata).

Kaynak	Bölge	Toplam yumurta sayısı	Olgun yumurta sayısı	Yumurta çapı (μm)	
				Tüm yumurtalar	Büyük boylu yumurtalar
Uçkun vd. (2004)	Ege Denizi	1066-20446 (7780)		400-4000 (1840)	
Dorman (1991)	Atlantik	2193-10804			
Zorica vd. (2011)	Adriyatik	8319-53534 (23595)			1223-4283 (2269 \pm 332)
Samsun vd. (2006)	Karadeniz	8460-51694 (24088 \pm 184)	353-4711 (1242 \pm 843)		
Bu çalışma	Karadeniz	4015-32453 (14365 \pm 1049)	560-9713 (2338 \pm 243)		1420-3410 (1721 \pm 320)

Bu çalışmada, *B. euxini* türünün bir yılda üreme mevsiminde 3-12 kez (ortalama: 6,8 \pm 0,3) yumurtladığı belirlenmiştir. Ayrıca ovaryumdaki olgun yumurtalar toplam yumurta sayısının %8-34'ünü oluşturmuştur (ortalama: %16 \pm 0,7). *B. belone* türünün ise Adriyatik Denizinde 11,3 ile 23,6 (ortalama: %18,99) kez yumurtladığı belirlenmiştir (Zorica vd., 2011). Bu sonuçlara göre zargana balığının porsiyonlar şeklinde yumurtladığı ve üremesinin yıl içerisinde devam ettiği söylenebilir.

4.5.2. Üreme zamanı

Zargana balığı Adriyatik Denizi'nde yaklaşık 6 ay boyunca Aralık ve Mayıs ayları arasında (Zorica vd., 2011), Baltık'da Mayıs ve Haziran aylarında (Dorman, 1989; 1991), Ege Denizi'nde Nisan ve Ağustos ayları arasında (Uçkun vd., 2004), İstanbul Boğazı'nda Nisan ve Ağustos ayları arasında (Yüce, 1975) ve Orta Karadeniz'de Sinop civarında Mayıs ve Eylül ayları arasında ürediği belirtilmiştir (Samsun vd., 2006). Bu çalışmadaki aylık *GSI* değişimi ve gonat olgunluk safhalarının aylık hareketliliğine göre zargana balığının Rize civarında su sıcaklığının artmaya başladığı Mayıs ve Eylül ayları arasında yaklaşık 4 aylık bir süre içerisinde partiler halinde yumurtladığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar daha önce yapılmış çalışmalara benzer olmakla beraber, Karadeniz'de zargana balığının

yumurtlama periyodunun Adriyatik ve Ege Denizine göre 1-2 ay daha kısa olduğu belirlenmiştir. Bu duruma farklı coğrafik b6lgelerdeki 6zellikle su sıcaklığı ve tuzluluk gibi 6evresel fakt6rlerin neden olduğu d6ř6n6lmektedir.

4.5.3. Cinsi olgunluk boyu

Cinsi olgunluk boyunun belirlenmesi balıkçılık y6netimi a6ısından asgari avlanma boyunun ve ağ g6z6 a6ıklığının belirlenmesi a6ısından 6nemli biyolojik verilerden birisidir. G6n6m6ze kadar Karadeniz’de zargana balığının %50 cinsi olgunluk boyunun ne olduğuna dair herhangi bir 6alışma yapılmamıştır. Bu 6alışmayla zargana balığının gonat gelişim safhaları ve gonat olgunluk durumları aylık olarak izlenmiş ve 6reme sezonu i6erisindeki veriler kullanılarak *B. euxini* t6r6n6n %50 cinsi olgunluk boyu Karadeniz’de ilk kez dişiler i6in 34,4 cm ve erkekler i6in ise 33,3 cm olarak hesaplanmıştır. Diğer taraftan, Adriyatik Denizi’nde *B. belone* t6r6 i6in bu değer dişiler i6in 31,5 cm ve erkekler i6in ise 28 cm olarak rapor edilmiştir (Zorica vd., 2011).

5. ÖNERİLER

Zargana balığı av miktarı yıllara göre incelendiğinde, zargana balığı av miktarında dalgalanmaların olduğu görülmektedir. Son on yılda zargana balığı av miktarlarının ortalaması yaklaşık 475 ton civarındadır. En azından avlanma istatistiklerine göre, zargana av miktarının yıllık 500 ton civarında seyretmesi gerektiği düşünülebilir. Buradan hareketle, son yıllarda ticari avcılık yoluyla üretilen zargana balığının av miktarının 100 ton ile 150 ton arasında ortalamadan saptığı yani ortalama zargana miktarının düştüğü düşünülebilir. Basit bir hesaplama, zargana balığı kilosunun 10 TL olduğu düşünülürken yıllık zargana balığı avcılığından 1.000.000 TL ile 1.500.000 TL civarında ekonomik kayıpların yaşandığı söylenebilir. Bu dalgalanmaların önüne geçilebilmesi ve zargana balığı avcılığının sürdürülebilirliğinin sağlanması ve balıkçılık yönetimi açısından gerekli parametrelerin elde edilmesi için zargana balığının stok tespiti yapılmalı ve avlama kotaları uygulanmalıdır. Diğer taraftan bu çalışma ile zargana balığının büyüme özellikleri, ölüm oranları, üreme mevsimi ve %50 cinsi olgunluk gibi önemli popülasyon dinamiği parametreleri belirlenmiştir. Bu sonuçlar ışığında zargana balığı avcılığında uygulanması gereken yönetsel tedbirler aşağıdaki gibi önerilmiştir.

1. Ülkemizde su ürünleri avcılığını düzenleyen ticari amaçlı su ürünleri tebliğinde, zargana balığı için herhangi bir asgari boy kısıtlaması mevcut değildir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre Karadeniz’de zargana balığı avcılığında asgari boy sınırlamasının 35 cm toplam boy olarak su ürünleri tebliğine eklenmesinin zargana balığı stoklarının korunması açısından uygun olacağı önerilmiştir.

2. Zargana balığı partiler halinde ürettiği için balıkçılık yönetimi açısından üreme sezonu kısıtlaması yerine en iyi yönetim mekanizması kota uygulamasıdır ancak yine de yönetmelikte herhangi bir kısıtlamanın olmadığı düşünülürken Karadeniz’de zargana avcılığının Mayıs ve Eylül ayları arasında yasaklanması üreyen balığın korunması açısından önemlidir.

3. Bu çalışma sonuçlarına göre, Karadeniz’de zargana balığı avcılığında kullanılan av araçlarının ve avcılığının mevcut durumda zargana stoklarını üzerinde bir av baskısının olduğu net bir şekilde ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla mevcut av kapasitesinin kontrol altına alınması önerilmektedir. Bunun için zargana avcılığı yapacak balıkçılara başlangıçta türe özgü avlama sertifikası önerilebilir. Böylece

zargana avcılığı yapacak olan balıkçı sayısının ve av miktarının kontrol altına tutulmasının yolu açılmış olabilir.

4. Sürdürülebilir bir balıkçılık için baskı altında olan ekonomik türlerin popülasyon parametrelerinin belirlenmesi, av çabası ve av miktarı gibi avlama istatistiklerinin bilinmesi balıkçılık yönetimi ve sürdürülebilir bir balıkçılık açısından olumlu katkısı küçümsenmeyecek boyutlardadır. Ancak araştırma bölgesindeki zargana balığı popülasyonunun devamlılığı ve sürdürülebilir kullanımı açısından zargana balıkçılığı yönetimi için bu çalışma yetersiz kalabilir çünkü kaynak yönetimi için uzun yıllar elde edilmiş verilerin değerlendirilmesine ihtiyaç duymaktadır. İleride oluşturulabilecek Karadeniz zargana popülasyonlarını izleme programlarının verileri ile modellemeler yapmak mümkün olabilir. Dolayısıyla bundan sonra da zargana balığının yukarıda belirtilen öneriler doğrultusunda zargana balığı av miktarı ve av çabasının belirlenmesi ve kontrol altına tutulması gerekmektedir.

5. Karadeniz’de biyotik ve abiyotik çevresel faktörlerin zargana stokları üzerine etkisini dikkate alacak popülasyon dinamiği çalışmaları da bir bütünlük içerisinde sürdürülmeli ve sürekli veri alınması sağlanmalıdır. Bunun için başlangıçta bölgesel olarak çalışma yapabilecek “zargana balığı araştırma grupları” kurularak zamanla tüm Karadeniz’i kapsayacak şekilde organize edilmelidir. Zargana balığı araştırma gruplarının kurulması için, Ülkemizde Karadeniz kıyısındaki Üniversitelerin “Su Ürünleri Fakülteleri” ve “Deniz Bilimleri Fakültesi Balıkçılık Teknolojisi bölümleri” ile işbirliğine gidilerek ilgi bakanlık tarafından organize edilmesi önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Agüera, A. ve Brophy, D., 2012.** Growth and age of Atlantic saury, *Scomberesox saurus saurus* (Walbaum), in the northeastern Atlantic Ocean. *Fisheries Research* 131-132, 60-66.
- Ainsley, S.M., Ebert, D.A. ve Cailliet, G.M., 2011.** Age, growth, and maturity of the whitebrow skate, *Bathyraja minispinosa*, from the eastern Bering Sea. *ICES Journal of Marine Science* 68, 1426-1434.
- Akaike, H., 1974.** A new look at the statistical model identification. *Automatic Control, IEEE Transactions* 19, 716-723.
- Alagaraja, K., 1984.** Simple methods for estimation of parameters for assessing exploited fish stocks. *Indian Journal of Fisheries* 31, 177-208
- Avşar, D., 2005.** *Balıkçılık biyolojisi ve popülasyon dinamiği*. Nobel Kitabevi, Adana.
- Bat, L., Şahin, F., Satılmış, H.H., Üstün, F., Birinci Özdemir, Z., Kıdeys, A.E. ve Shulman, G.E., 2007.** The changed ecosystem of the Black Sea and its impact on anchovy fisheries. *Journal of FisheriesSciences.com* 1, 191-227.
- Bilgin, S., Samsun, N., Kalaycı, F. ve Samsun, O., 2004.** Zargana Balığı (*Belone belone euxini* Günther, 1866) et veriminin mevsim, yaş ve cinsiyete göre değişimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fak. Dergisi*, 2 (12), 1-6.
- Campbell, A., 1985.** Application of a yield and egg-per-recruit model to the lobster fishery in the Bay of Fundy. *North American J. Of Fish. Management*, 9:91-104.
- Chilton, D. E. ve Beamish, R. J., 1981.** Age anonymous: Methods of collecting and analyzing size and age data for fish stock assessment. *FAO Fish.Circular.* 736, 100.
- Collette, B.B. ve Parin, N.V., 1970.** Needlefishes (Belonidae) of the eastern Atlantic Ocean. *Atlantide Report* No: 11, 7- 60.
- Dalyan, C. ve Eryılmaz, L., 2006.** Two new fish records from Turkish coast of the Eastern Mediterranean: the garfish, *Belone svetovidovi* Collette and Parin, 1970; the Spiny gurnard, *Lepidotrigla dieuzeidei* Audoin in Blanc and Hureau, 1973. *Journal Black Sea/Mediterranean Environment* 12, 155-158.
- Demirhan, S.A. ve Can, M.F., 2009.** Age, growth and food composition of *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) in the southeastern Black Sea. *Journal of Applied Ichthyology* 25, 215-218.

- Djabali, F., Mehailia, A., Koudil, M. ve Brahmi, B., 1993.** Empirical equations for the estimation of natural mortality in Mediterranean teleosts. *Naga, the Iclarm Quarterly* 16, 35-37.
- Dorman, J.A., 1988.** Diet of the garfish, *Belone belone* (L.), from Courtmacsherry Bay, Ireland. *Journal of Fish Biology* 33, 339-346.
- Dorman, J.A., 1989.** Some aspects of the biology of the garfish *Belone belone* (L.) from southern Ireland. *Journal of Fish Biology* 35, 621-629.
- Dorman, J.A., 1991.** Investigations into the biology of the garfish, *Belone belone* (L.) in Swedish waters. *Journal of Fish Biology* 39, 59-69.
- Dulčić, J. and Soldo, A., 2006.** A new maximum length for the garpike *Belone belone* (Belonidae). *Cybium* 30, 382.
- Dulčić, J., Baždarić, B., Grubišić, L. ve Dragičević, B., 2009.** Embryonic and larval development of garpike from the Adriatic Sea. *Integrative Zoology* 4, 272-276.
- Erkoyuncu, İ., 1995.** Balıkçılık Biyolojisi ve Popülasyon Dinamiği Ders Kitabı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Yay. No: 95, Samsun, 265 s.
- Everhart, W.H., Eipper, A.W. ve Youngs, W.D., 1975.** *Principles of fishery sciences*. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Fehri-Bedoui, R. ve Gharbi, H., 2004.** Contribution a l'etude de la croissance et l'age de *Belone belone* (Belonidae) des cotes Est de la Tunisie. *Rapports de la Commission Internationale pour la Mer Mediterranee*, 37, 352.
- Fitzhugh, H.A., 1976.** Analysis of Growth Curves and Strategies for Altering Their Shape. *Journal of Animal Science* 42, 1036-1051.
- Fricke, R., Bilecenoglu, M. ve Sarı, H.M., 2007.** Annotated checklist of fish and lamprey species (Gnathostomata and Petromyzontomorphi) of Turkey, including a Red List of threatened and declining species. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde*, (A) 706: 1-169.
- Froese, R. ve Pauly, D. Editors, 2014.** FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2014).
- Gayanilo, F.C.J., Sparre, P. ve Pauly, D., 2005.** FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FISAT II). Revised version. User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8, Revised version. Rome.
- Gompertz, B., 1825.** On the nature of the function expressive of the law of human mortality and on a new mode of determining the value of life contingencies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 115, 515-585.

- Gompertz, B., 1832.** On the Nature of the Function Expressive of the Law of Human Mortality, and on a New Mode of Determining the Value of Life Contingencies. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 123, 513-585.
- Ghailen, H., Abdallah, H., Hassan, A., Mourad, C., Abderrahmen, B. ve Othman, J., 2010.** Length-weight relationships for 13 fish species from the Gulf of Gabes (Southern Tunisia, Central Mediterranean). *African Journal of Biotechnology* 9, 6177-6181.
- Gürcan, E.S., 2012.** *The ichthyoplankton dynamics of the Sinop coasts.* Yüksek Lisans Tezi, Sinop University, Science and technology institute, Sinop, X+82 p.
- Haddon, M., 2011.** *Modeling and quantitative methods in fisheries.* 2nd edition, a Chapman and Hall Book, CRC press, Florida.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2001.** PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9.
- Henderson, P.A. ve Seaby, R.M., 2006.** Growth II. Pisces Conservation Ltd., Lymington, England.
- Janoschek, A., 1957.** Das reaktionskinetische Grundgesetz und seine Beziehungen zum Wachstums und Ertragsgesetz *Stat Vjschr* 10, 25-37.
- Karkach, A.S., 2006.** Trajectories and models of individual growth. *Demographic research* 15, 347-400.
- King, M., 1995** Fisheries Biology, Assessment and Management. Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications Ltd., Oxford., 341 p.
- Kužir, S., Kozarić, Z., Gjurčević, E., Baždarić, B. ve Petrincec, Z., 2009.** Osteological development of the garfish (*Belone belone*) larvae. *Anatomia Histologia Embryologia* 38, 351-354.
- Liu, K.M., Lee, M.L., Joung, S.J. ve Chang, Y.C., 2009.** Age and growth estimates of sharptail mola, *Masturus lanceolatus*, in waters of eastern Taiwan. *Fisheries Research* 95, 154-160.
- Morgan, P.H., Mercer, L.P., Flodin, N.W., 1975.** General model for nutritional response of higher organisms. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 72, 4327 - 4331.
- Nédélec, C., 1975.** *Catalogue of small-scale fishing gear.* Food and Agriculture Organization of the United Nations by fishing news Ltd., 23, Rosemount Avenue, West Byfleet, Surrey, England.

- Pauly, D., 1980.** On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer* 39: 175-192. DOI: 10.1093/icesjms/39.2.175.
- Pauly, D., 1983.** Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (Part I). *Fishbyte* 1: 9-13. http://vlib.wf.cslive.org/dbtw-wpd/Pdf/Staff/WF_1960.pdf.
- Pauly, D., 1984.** Fish population dynamics in tropical water: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Studies and Reviews* 8.
- Pauly D., 1991.** Growth performance in fishes: rigorous description of patterns as a basis for understanding causal mechanisms. *Aquabyte* 4, 3-6.
- Pauly, D. ve Munro, J.L., 1984.** Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte* 2, 21.
- Polat, N., İnceismail, Y., Yılmaz, S., Bostancı, D., 2009.** Karadeniz (Samsun)'de yaşayan zargana (*Belone Belone* L., 1761)'da yaş tayini, yaş-boy ve boy-ağırlık ilişkileri. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 3(3): 187-198.
- Richards, F.J., 1959.** A flexible growth functions for empirical use. *Journal of Experimental Botany* 10, 290 - 301.
- Ricker, W.E., 1975.** *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. Department of the Environment Fisheries and Marine Service, Ottawa.
- Salekhova, L.P., Kostenko, N.S., Bogachick, T.A. ve Minibaeva, O.N., 1988.** Composition of ichthyofauna in the region of the Karadag State Reserve (Black Sea). *Journal of Ichthyology* 28, 16-23.
- Samsun, O., Özdamar, E. ve Erkoyuncu, İ., 1995.** Sinop yöresinde avlanan zargana (*Belone belone euxini*, Günther, 1866) balığının bazı balıkçılık biyolojisi parametreleri ile et veriminin araştırılması. *Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürü. Semp., Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü*, Erzurum, 14-16 Haziran.
- Samsun, O., 1996.** Sinop (Karadeniz) Zargana (*Belone belone euxini*, Günther, 1866) balığı populasyonuna ilişkin (1995-1996) büyüme karakteristikleri değişimlerinin İzlenmesi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 12, 347-355.
- Samsun, O., Samsun, N., Bilgin, S. ve Kalaycı, F., 2006.** Population Biology and Status of Exploitation of Introduced Garfish, *Belone belone euxini* Günther, 1866 in The Black Sea. *Journal of Applied Ichthyology* 22, 353-356.

- Sever, T.M., Bayhan, B., Bilge, G. ve Taşkavak, E., 2009.** Diet composition of *Belone belone* (Linnaeus, 1761) (Pisces: Belonidae) in the Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology* 25, 702-706.
- Sinović, G., Franičević, M., Zorica, B. ve Čikeš-Keč, V., 2004.** Length-weight and length-length relationships for 10 pelagic fish species from the Adriatic Sea (Croatia). *Journal of Applied Ichthyology* 20, 156-158.
- Slastenenko, E., 1956.** Karadeniz Havzası Balıkları. E.B.K., İstanbul, 711s.
- Snedecor, G.W. ve Cochran, 1989.** W.G., Statistical Methods, Eighth edition, ISBN 0-8138-1561-4, 503 p.
- Sparre P. ve Venema S.C., 1992.** *Introduction to tropical fish stock assessment.* Part 1. Manual FAO fisheries technical paper.
- Srinath, M., 1998.** Empirical relationships to estimate the instantaneous rate of natural mortality. *Indian Journal of Fisheries* 45, 7-11
- TUIK, 2004-2013.** Türkiye İstatistik Kurumu, Balıkçılık İstatistikleri.
- Uçkun, S., Akalin, E. ve Toğulga, M., 2004.** Some biological characteristics of the garfish (*Belone belone* L., 1761) in İzmir Bay, Aegean Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 20, 413-416.
- Von Bertalanffy, L., 1938.** A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II). *Human Biology* 10, 181–213.
- Weibull, W., 1951.** A statistical distribution functions of wide applicability. *Journal of Applied Mechanics, Transactions of the ASME* 18, 293 - 297.
- Yüce, Y., 1975.** Zargana balığı *Belone belone* (L)'nin Biyolojisi. *Istanbul University, Hidrobiology Institute* 2, 1-25.
- Zaitsev, Y. ve Mamaev, V., 1997.** *Marine Biological Diversity in the Black Sea.* United Nations Publications, New York.
- Zorica, B. ve Keč, V.Č., 2013.** Age, growth and mortality of the garfish, *Belone belone* (L. 1761) in the Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 93, 365-372
- Zorica, B., Sinović, G. ve Keč, V.C., 2011.** The reproductive cycle, size at maturity and fecundity of garfish (*Belone belone*, L. 1761) in the eastern Adriatic Sea. *Helgoland Marine Research* 65, 435-444.

7. ÖZGEÇMİŞ

14.01.1990 tarihinde Samsun'da doğdu. İlköğretimini Samsun Mustafa Kemal İlköğretim Okulu'nda, Lise öğrenimini Samsun 19 Mayıs Lisesi'nde tamamladı. 2009 yılında Rize MYO Su Ürünleri Bölümü'nden mezun oldu. 2009 yılında Dikey geçiş hakkı kazandı. 2011 yılında Rize Üniversitesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2011 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans'a başladı ve halen öğrenimine devam etmektedir.