

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

TEZ ADI

**İYİDERE DERESİ'NDE DAĞILIM GÖSTEREN
Alburnoides fasciatus (NORDMANN, 1840) TÜRÜNÜN
MORFOLOJİK, GENETİK VE BİYO-EKOLOJİK
YÖNDEN İNCELENMESİ**

Emre PİLATIN

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Cemal SANDALLI

Tez Jürileri

Doç. Dr. Sabri BİLGİN

Doç. Dr. Nurhayat ÖZDEMİR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**




RİZE 2015

T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ADI

İYİDERE DERESİ'NDE DAĞILIM GÖSTEREN *Alburnoides fasciatus* (NORDMANN, 1840) TÜRÜNÜN MORFOLOJİK, GENETİK VE BİYO-EKOLOJİK YÖNDEN İNCELENMESİ

Bu çalışma, 10 / 02 / 2015 tarihinde yapılan sınav ile Biyoloji Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

| | Ünvanı, Adı, Soyadı | İmzası |
|---------------|-----------------------------|---|
| Tez Danışmanı | : Doç. Dr. Cemal SANDALLI |  |
| Jüri Üyesi | : Doç. Dr. Sabri BİLGİN |  |
| Jüri Üyesi | : Doç. Dr. Nurhayat ÖZDEMİR |  |


Prof. Dr. Selami SAŞMAZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

İyidere Deresi'nde Dağılım Gösteren *Alburnoides fasciatus* (Nordmann, 1840) Türünün Morfolojik, Genetik ve Biyo-ekolojik Yönden İncelenmesi adlı bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans tez çalışması olarak hazırlanmıştır. Noktalı İnci Balığı üzerinde yapılan çalışmalar incelendiğinde; oldukça az olduğu dikkat çekmektedir.

Yüksek lisans danışmanlığımı üstlenen, eğitimim boyunca maddi ve manevi her türlü desteği sağlayan, bu çalışmalara başlamamda, konunun belirlenmesinde, verilerin değerlendirilmesi ve yazım aşamasında da benden yardım ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Cemal SANDALLI'ya, Doç. Dr. Sabri BİLGİN'e, Doç. Dr. Yusuf BEKTAŞ'a, teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Laboratuvar ve arazi çalışmalarında yardımını esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Arş. Gör. Hatice BAL'a, Arş. Gör. Cüneyt KAYA'ya, Doktora öğrencisi İsmail AKSU'ya tüm eğitim dönemimde benden maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışma süresince her türlü desteğini gördüğümüz başta Su Ürünleri Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Davut TURAN'a ve Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Akademik ve İdari personeline şükranlarımı sunarım.

Şubat 2015

Emre PİLATİN

ÖZET

İyidere Deresi'nde Dağılım Gösteren *Alburnoides fasciatus* (Nordmann, 1840)

Türünün Morfolojik, Genetik ve Biyo-ekolojik Yönden İncelenmesi

Bu çalışma Haziran 2013 - Mayıs 2014 tarihleri arasında Rize'nin İyidere Deresi'nde yaşayan *Alburnoides fasciatus* türünün morfolojik, genetik ve biyolojik özelliklerini belirlemek amacıyla aylık örneklemler şeklinde yapılmıştır. Yapılan morfolojik çalışmada *Alburnoides fasciatus* türü Çoruh nehrinde dağılım gösteren popülasyonlar ile morfolojik ve moleküler düzeyde karşılaştırılmış ve bu iki popülasyonun aynı tür olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra bu tür yakın havzalarda dağılım gösteren *Alburnoides eichwaldii* (Kura ve Aras nehirleri), *Alburnoides tzenevi* (Trakya bölgesindeki akarsular) ve *Alburnoides manyasensis* (Marmara'nın güneyindeki akarsular) türleri ile de karşılaştırılmış.

Araştırma süresince 397 balık örneklenmiştir.(23 belirsiz, 207 dişi, 167 erkek). Dişilerin toplam boyları 5,2 ve 12,5 cm, erkeklerin ise 4,6 ve 11,2 cm arasında değişmiştir. Dişiler genellikle 8,7 ve 10,1 cm, erkekler ise 8 ve 10 cm arasında yoğun olarak dağılım göstermişlerdir. Dişi ve erkek bireyler 6 yaşına kadar tespit edilmiştir. Her iki cinsiyette de pozitif allometrik büyüme tespit edilmiştir. ($P < 0,01$). Büyüme 4 farklı modele göre incelenmiş ve dişilerin VBBF ve Exponential, erkekler ise Gompertz modeline göre büyüme özellikleri göstermiştir.

Ovaryum gelişimi 4. safhadaki 23 birey üzerinden yumurta verimi hesaplanmıştır. Yumurta verimi 1146 ve 7074 arasında değişmiştir. Üreme zamanının eylül ve aralık ayları arasında gerçekleştiği üreme periyodunda 2-5 kez yumurtladıkları belirlenmiştir. %50 cinsi olgunluk boyu dişiler için 75.3 mm erkekler için ise 81,9 mm olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İyidere Deresi, *Alburnoides fasciatus*, morfoloji, genetik, biyoloji

ABSTRACT

Morphological, Molecular and Bio-ecologic Investigation on *Alburnoides fasciatus* (Nordmann, 1840) From İyidere Stream

This study was conducted on *Alburnoides fasciatus* living in the İyidere Stream between June 2013 and May 2014 that was constructed as a monthly collected to determine the morphological genetic and biological properties. The population of *Alburnoides* from İyidere Stream was morphologically and genetically compared with its Coruh population and recognized two populations belonging to *Alburnoides fasciatus*. Also it was morphologically compared with the species living nearby basin, *Alburnoides eichwaldii* (Kura and Aras River), *Alburnoides tzenevi* (Rivers in Trakya) and *Alburnoides manyasensis* (Koca River).

During this survey 397 fish species were caught. The total length of females between 5.2-12.5 cm, while 4.6-11.2 cm in males. General intense length 8.7-10.1 cm in females and 8-10 cm in males. Females and males was determined up to 6 years. Possitive allometrie growth was determined for both sexes ($P < 0.01$). Growth was determined according to 4 different growth models and VGBF and Exponential models was mathematical suitable models for females, for males it was Gompertz model.

Fecundity of 23 individuals which ovarium development in the stage of 4th was calculated. Fecundity varied between 1146 and 7074. Reproduction period was determined between September and December. 2 and 5 times reproduction was occurred during the reproduction period. Size %50 sexual maturity length was determined as 75.3 for females and 81.9 for males.

Key Words: İyidere Stream, *Alburnoides fasciatus*, morphology, genetic, biology

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa No |
|--|----------|
| ÖNSÖZ | I |
| ÖZET | II |
| ABSTRACT | III |
| İÇİNDEKİLER | IV |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | VII |
| TABLolar DİZİNİ | IX |
| 1. GENEL BİLGİLER | 1 |
| 1.1. Giriş | 1 |
| 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR..... | 4 |
| 2.1. Materyal ve Yöntem | 4 |
| 2.1.1. Örneklerin Toplanması..... | 4 |
| 2.1.2. Metrik, Meristik Karakterler ve Moleküler Çalışmalar..... | 6 |
| 2.1.2.1. Örneklerin Toplanması | 6 |
| 2.1.2.2. Örneklerin Tespiti ve Değerlendirilmesi | 6 |
| 2.1.2.3. Metrik ve Meristik Karakterler | 6 |
| 2.1.2.4. Moleküler Çalışmalar | 7 |
| 2.1.2.4.1. DNA Eldesi | 7 |
| 2.1.2.4.2. Primer Tasarımı ve Sentezi | 8 |
| 2.1.2.4.3. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR)..... | 8 |
| 2.1.2.4.4. DNA Dizin Analizi | 10 |
| 2.1.2.4.5. Dizi Hizalama ve Haplotiplerin Belirlenmesi | 10 |
| 2.1.3. Biyolojik Çalışmalar | 10 |
| 2.1.3.1. Yaş Tespiti | 10 |
| 2.1.3.2. Büyüme | 13 |
| 2.1.3.2.1. Boy Frekans Dağılımı | 13 |

| | |
|---|----|
| 2.1.3.2.2. Boy Ağırlık İlişkisi | 13 |
| 2.1.3.2.3. Büyüme Modelleri | 13 |
| 2.1.3.3. Üreme Biyolojisi. | 15 |
| 2.1.3.3.1. Üreme Mevsimi. | 15 |
| 2.1.3.3.2. Gonad Olgunluk Safhaları..... | 15 |
| 2.1.3.3.2.1. Ovaryum Gelişim Safhaları. | 15 |
| 2.1.3.3.2.2. Testis Gelişim Safhaları | 16 |
| 2.1.3.4. Yumurta Veriminin (Fecundity) Belirlenmesi. | 17 |
| 2.1.3.5. %50 Cinsi Olgunluk Boyunun Belirlenmesi..... | 22 |
| 3. BULGULAR..... | 23 |
| 3.1. Taksonomik Bulgular | 23 |
| 3.1.1. Türün Sistematik Konumu..... | 23 |
| 3.1.2. Diagnostik Özellikler | 24 |
| 3.1.3. Türün Morfolojik Tanımlanması | 24 |
| 3.1.4. Vücut Rengi ve Deseni..... | 25 |
| 3.1.5. Moleküler Karakterler (sitokrom b; cyt b) | 26 |
| 3.1.6. Habitatı..... | 26 |
| 3.1.7. Coğrafik Yayılışı..... | 26 |
| 3.2. Biyolojik Bulgular | 26 |
| 3.2.1. Popülasyon Yapısı | 26 |
| 3.2.2. Boy Ağırlık İlişkisi | 27 |
| 3.2.3. Yaş..... | 29 |
| 3.2.4. Büyüme Parametreleri..... | 33 |
| 3.2.5. Üreme Zamanı | 38 |
| 3.2.6. Yumurta Çapı..... | 40 |
| 3.2.7. Yumurta Sayısı..... | 40 |
| 3.2.8. %50 Cinsi Olgunluk Boyu | 43 |

| | |
|---|----|
| 4. TARTIŞMA VE SONUÇ..... | 45 |
| 4.1. Metrik, Meristik ve Moleküler Karakterler..... | 45 |
| 4.2. Biyolojik..... | 46 |
| 4.2.1. Büyüme | 46 |
| 4.2.2. Cinsi Olgunluk Boyu | 48 |
| 4.2.3. Üreme Zamanı..... | 49 |
| 4.2.4. Yumurta Çapı ve Yumurtlama Sayısı | 49 |
| 5. ÖNERİLER | 52 |
| 6. KAYNAKLAR | 53 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 57 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | Sayfa No |
|--|----------|
| Şekil 1. <i>Alburnoides fasciatus</i> (orijinal)..... | 4 |
| Şekil 2. Elektro şok cihazı ile örnekleme (orijinal) | 4 |
| Şekil 3. İyidere Deresi, Rize. | 5 |
| Şekil 4. Petri kaplarında %15'lik sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisinde bekletilen otolitler (orijinal) | 11 |
| Şekil 5. Otolitin içbükey yüzü yukarı olacak şekilde hyalin ve opak zonlarının Nikon DSFI1 dijital kameraya bağlı olan Nikon SMZ1000 marka stereo-mikroskop altında x0,8 ve x8,0 arası büyütmede görünüşü (orijinal). | 12 |
| Şekil 6. Nikon DSFI1 dijital kameraya bağlı Nikon SMZ1000 marka stereo-mikroskop altında x0,8 ve x8,0 arası büyütmede çekilmiş 6 yaşındaki otolit (orijinal). | 12 |
| Şekil 7. Ovaryum safhası 4. safhada olan dişi bireyin ovaryumlarının karnında (a) ve dışarıdaki (b) görünümü (orijinal)..... | 15 |
| Şekil 8. Testis safhası 3. safhada olan (a) ve 4. safhada olan (b) erkek bireyin testislerinin görünümü (orijinal) | 17 |
| Şekil 9. Yumurta sayısını belirlemek için gonadların uygun kaplara yerleştirilmesi (a-b), Gilson'un solusyonunda bekletilmiş hali (c) ve yumurtaların sayısı (d)..... | 18 |
| Şekil 10. Yumurta özelliklerinin (sayı ve çap) belirlenmesi (orijinal) | 19 |
| Şekil 11. Nikon DSFI1 dijital kamera ile bilgisayara bağlantılı Nikon SMZ1000 marka stereo-mikroskop altında yumurta çapı ölçümleri (orijinal). | 21 |
| Şekil 12. <i>Alburnoides fasciatus</i> , 75 mm SB, Rize, İyidere Deresi (orijinal). | 23 |
| Şekil 13. İncelenen bireylerin boy frekans dağılımı (orijinal) | 27 |
| Şekil 14. Dişi ve erkek bireylerin toplam boy ağırlık ilişkisi (orijinal) | 28 |
| Şekil 15. İncelenen bireylerin yaş kompozisyonu | 30 |
| Şekil 16. Farklı yaşlardaki otolitler. a: 1 yaş, b: 2 yaş, c: 3 yaş, d: 4 yaş, e: 5 yaş, f: 6 yaş (orijinal)..... | 31 |
| Şekil 17. Dişi bireylerin von Bertalanffy (a) ve Exponential (b) büyüme modellerine göre yaş boy grafiği (orijinal)..... | 34 |
| Şekil 18. Dişi bireylerin 3 Parametrelili Gompertz (a) ve 3 Parametrelili Logistic (b) büyüme modellerine göre yaş boy grafiği (orijinal)..... | 35 |
| Şekil 19. Erkek bireylerin von Bertalanffy (a) ve Exponential (b) büyüme modellerine göre yaş boy grafiği (orijinal)..... | 36 |

| | |
|--|----|
| Şekil 20. Erkek bireylerin 3 Parametrelı Gompertz (a) ve 3 Parametrelı Logistic (b) büyüme modellerine göre yaş boy grafiği (orijinal) | 37 |
| Şekil 21. Gonadosomatik indeksin (GSI) aylık değişim grafiği (orijinal) | 38 |
| Şekil 22. Aylık olarak dişilerin ovaryum ve erkeklerin testis gelişim safhaları..... | 39 |
| Şekil 23. Ovaryumda bulunan küçük (olgun olmayan) ve büyük (olgunlaşmış) yumurtaların yüzde oranları (orijinal) | 41 |
| Şekil 24. Toplam boy ve yumurta sayısı ilişkisi (orijinal) | 42 |
| Şekil 25. Dişi ve erkek bireylerin %50 cinsi olgunluk boyu (orijinal) | 43 |

TABLULAR DİZİNİ

| | Sayfa No |
|---|----------|
| Tablo 1. PZR karışımındaki kimyasalların konsantrasyonları ve miktarları..... | 9 |
| Tablo 2. PZR Döngü şartları | 9 |
| Tablo 3. <i>Alburnoides fasciatus</i> türünün morfometrik karakteriyle ilgili değerler..... | 24 |
| Tablo 4. Haplotipler arasındaki değişken baz pozisyonları | 26 |
| Tablo 5. İncelenen balıkların yaş boy anahtarı..... | 32 |
| Tablo 6. İncelenen balıkların cinsiyetlere göre yaşlardaki ortalama toplam boy \pm standart hata (minimum – maksimum boy) değerleri (mm) ve yaşlardaki balık sayıları (N)..... | 32 |
| Tablo 7. Dişi ve erkek bireyler için hesaplanan Büyüme modelleri parametreleri, Akaike Bilgi Kriteri (<i>AIC</i>) ve büyüme performansı değerleri. L_{∞} = asimptotik boy (mm), K = Büyüme katsayısı, t_o = balık boyunun kuramsal olarak sıfır olduğundaki yaş (embriyonik yaş), I = büyümenin eğrisinin büküldüğü noktaya karşılık gelen yaş, Φ' = büyüme performans indeksi..... | 33 |
| Tablo 8. Farklı bölgelerden <i>Alburnoides bipunctatus</i> türü için hesaplanan büyüme parametreleri..... | 46 |
| Tablo 9. Farklı bölgelerden <i>Alburnoides</i> genusuna ait türler için cinsiyetlere göre hesaplanan boy ağırlık değerleri..... | 48 |
| Tablo 10. <i>Alburnoides</i> genusuna ait türlerin farklı coğrafik bölgelerden bildirilen üreme zamanı ve yumurtlama sayıları..... | 50 |

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanoğlu yerleşik hayata geçiş ile çevresindeki ihtiyaçlarını çevresindeki doğal kaynaklardan karşılamaya başlamıştır. Bu ihtiyaçların en önemlisi olan beslenme ihtiyacını karşılamada elbette ki tek unsur karasal bazlı besinler olmamıştır. Sucul ortamda bulunan bu besinlere ulaşmak için balıkçılığı geliştirmiştir.

Yüzyıllar boyu balıkçılık ile balık ve diğer su ürünlerinden yararlanan insanoğlu dünyanın dörtte üçünü kaplayan bu kaynaklara bitmek tükenmek bilmez gözüyle bakmıştır. Daha büyük gemiler ve daha büyük av araçları geliştirmiş fakat bir noktadan sonra ihtiyacını karşılayamaz hale gelmiş ve bitmek tükenmek bilmez diye düşündüğü stokların tükenmeye başladığını fark etmiştir.

Bu sebeptendir ki insanoğlu su ürünleri ihtiyacını karşılamak için farklı yöntemlere yönelmiştir. Bunlardan biriside kültür balıkçılığıdır. Kültür balıkçılığı için yetiştirilecek ürünlerin ekolojilerinin bilinmesi bir gerekliliktir. Fakat balıkların üzerine yapılacak araştırmalardan önce balıkların tasnifi gereklidir. Bu da revaçta olmayan taksonomik çalışmalara olan ilgiyi arttırmıştır.

İç sularda yapılan balıkçılığın da bu besin ihtiyacına bir karşılık olarak büyük potansiyel atfettiği kaçınılmazdır. Bu sebeple iç sulardaki balıkların taksonomik ve ekolojik olarak araştırılmaları önem kazanmıştır. Gelişmiş ülkeler bunu göze alarak iç su balıklarının tasnifinden sonra ekonomik önem arz edenlerinin ekolojik araştırmalarına önem vermişlerdir. Ülkemizde ise bu çalışmalar daha çok iç sulardaki balıkların taksonomilerinin belirlenmesi üzerine olmuştur.

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki akarsularda yaşayan balık türleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde çok az sayıda çalışma yapıldığı fark edilmektedir. Bunların en önemlileri şunlardır. Abbolt (1835), Trabzon ve Erzurum yöresindeki tatlı sularda alabalıkların (Salmonidae) varlığından söz ettiği belirtilmiştir (Geldiay ve Balık, 2009). Berg (1949), Rusya ve komşu ülkelerin tatlı sularında yaşayan balıklarla ilgili üç ciltlik bir eser yayınlamış ve Türkiye'nin özellikle Karadeniz Bölgesi tatlı sularında yaşayan bazı balık türlerinden söz etmiştir. Slastenenko (1955-1956), Karadeniz Havzası'nın Rusya sınırları içerisinde kalan bölgesinde yaşayan hem deniz hem de tatlı su balıklarının familya, cins ve tür özelliklerini içeren bir kitap yayınlamıştır. Bu kitapta, Trabzon civarı ile Çoruh Nehri'nde bazı balık türlerinin yaşadığından söz etmiştir. Aras

(1974), Çoruh ve Aras nehirlerinde yaşayan alabalıkların (Salmonidae) biyolojik ve ekolojik özellikleri üzerine araştırmalar yapmıştır. Kuru (1975), Dicle-Fırat, Kura-Aras, Van Gölü ile Orta ve Doğu Karadeniz bölgelerindeki tatlı sularda yaşayan balıkları sistematik ve zoocoğrafik yönden incelemesi sonucunda 13 familyaya ait toplam 39 tür ve 29 alttür rapor etmiştir. Kutrup (1994), Trabzon yöresindeki tatlı sularda yaşayan balıkları taksonomik ve ekolojik yönden araştırmıştır. Bu araştırma sonucunda 9 familyaya (Petromyzonidae, Salmonidae, Cyprinidae, Cobitidae, Gasterosteidae, Poeciliidae, Mugilidae, Atherinidae, Gobiidae) ait 17 tür ve 3 alttür tespit etmiştir. Turan (2003), Rize ve Artvin yöresindeki tatlı su balıklarını taksonomik ve ekolojik yönden araştırmıştır. Bu çalışma sonucunda 4 ordo (Perciformes, Salmoniformes, Mugiliformes, Cypriniformes) ve 5 familyaya (Gobiidae, Salmonidae, Mugilidae, Cyprinidae, Cobitidae) ait, 14 tür ve 4 alttür tespit edilmiştir. Verep vd. (2005), Karbaril'in Rize civarındaki akarsularda dağılım gösteren Tatlı su Kefali (*Leuciscus cephalus*, Linnaeus, 1755) üzerine Akut Toksik Etkisi üzerine araştırmalar yapmıştır. Şahin vd. (2007), Yeşil Dere'de bulunan bıyıklı balıkların (*Barbus tauricus escherichii*, Steindachner, 1897) biyo-ekolojik özellikleri üzerine araştırmalar yapmışlardır.

Alburnoides Avrupa'da, Batı Asya'da kuzeye dökülen hemen hemen tüm nehirlerde, Azak Denizi, Karadeniz, Hazar Denizi, Aral Denizi, Dicle ve Fırat havzalarını da içine alan Anadolu'da dağılım gösteren bir sazansı cinsidir. Bu cinsin toplam 4 türü (*A. kubanicus*, *A. oblongus*, *A. ohridanus*, *A. prespensis*) önceki araştırmacılar tarafından geçerli tür olarak rapor edilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, *Alburnoides* cinsinin birçok alttürü (*A. bipunctatus rossicus*, *A. b. kubanicus*, *A. b. maculatus*, *A. b. eichwaldii*, *A. b. fasciatus* ve *A. b. tzanevi*) geçerli tür olarak kabul görmüş ve ek olarak dünya faunası için 11 yeni tür (*A. gmelini*, *A. varentsovi*, *A. petrubanarescui*, *A. namaki*, *A. nicolausi*, *A. indignensis*, *A. fangfangae*, *A. devolli*, *A. qanati*, *A. holciki*, *A. manyasensis*) tanımlanmıştır.

Türkiye iç sularında ise günümüze kadar *Alburnoides bipunctatus eichwaldii* (Kura-Aras); *Alburnoides bipunctatus fasciatus* (Yeşilirmak ve Çoruh); *Alburnoides bipunctatus tzanevi* (Rezve Nehri); *Alburnoides bipunctatus smyrnae* (Bakır Çayı) olmak üzere 4 alttür tanımlanmıştır. Bu alttürlerden *Alburnoides eichwaldii*, *Alburnoides tzanevi* ve *Alburnoides fasciatus* geçerli tür olarak kabul edilmiştir. Son olarak, Koca Çay'dan (Marmara Bölgesi) *A. manyasensis*, Fırat Nehri'nden *A. velioglui*, *A. eminae*, *A. recepi* türleri tanımlanmıştır (Berg, 1949; Kottelat & Freyhof, 2007; Coad

& Bogutskaya, 2009; Bogutskaya & Coad, 2009; Bogutskaya vd., 2010; Coad & Bogutskaya, 2012; Turan vd., 2013; Turan vd., 2014).

Bu cinsle ilgili biyo-ekolojik çalışmalar incelendiğinde; Treer vd. (2006), Sava Nehri'nde yaşayan *A. bipunctatus* türünün beslenmesi ve büyümesi üzerine, Polačik & Kovač (2006), Rudava Deresi'nde *A. bipunctatus* türünün yumurta verimi (fecundity) ve büyümesi üzerine, Galerida vd. (2011), Iskar Nehri'nde *A. bipunctatus* türünün büyüme değerleri üzerine, Seifali vd. (2012), Kesselian Deresi'nde *Alburnoides* sp. cinsinin yumurta verimi (fecundity) ve büyümesi üzerine, Patimar vd. (2012), İran'ın Uzineh bölgesinde *A. bipunctatus* türünün büyümesi üzerine, Monajjemi vd. (2014), Shirood Nehri'nde *A. eichwaldii* türünün yaş, büyüme ve ölüm oranı üzerine, Nowferesti vd. (2014), İran bölgesinde *Alburnoides* cinsinin boy-ağırlık ilişkisi üzerine bir çalışma yapmıştır.

Türkiye'de yapılan çalışmalara bakıldığında ise Yıldırım vd. (1999), Çoruh Havzası-Oltu Çayı'nda yaşayan *A. bipunctatus fasciatus* türünün üreme özellikleri üzerine, Turan vd. (2013), Koca Çay'da *A. manyasensis* türünü literatüre eklemiş ve son olarak da Erk'akan vd. (2013), Barhal Deresi'nde yaptığı çalışmada *A. fasciatus* türünün boy-ağırlık ilişkisini üzerine çalışma yapmıştır.

Araştırma sahası konusu olarak seçilen İyidere Deresi'nde (Rize) dağılım gösteren *Alburnoides fasciatus* türü ile ilgili morfolojik, genetik ve biyolojik özellikleri ile ilgili bu güne kadar herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışmada, İyidere Deresi'nde dağılım gösteren *Alburnoides fasciatus* türü ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Bu türün taksonomik konumu ve biyolojik özellikleri belirlenmiştir. Taksonomik konumunun belirlenmesinde; morfolojik, meristik ve moleküler veriler kullanılmıştır. Biyolojik özelliklerini belirlemek için bir yıl boyunca her ay örnekleme yapılmış ve her ay en az 30 örnek toplanmaya çalışılmıştır. Toplanan örneklerin, boy ağırlık ilişkisi, yaş tespiti, büyüme ve üreme özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2. 1. Materyal ve Yöntem

2.1.1. Örneklerin Toplanması

Alburnoides fasciatus bireylerinin (Şekil 1) morfolojik, genetik ve biyolojik özelliklerini belirlemek amacıyla Haziran 2013 ve Mayıs 2014 tarihleri arasında elektroşok cihazıyla İyidere Deresi'nden aylık örnekleme yapılmıştır (Şekil 2). Ayrıca İyidere Deresi'nden *A. fasciatus* bireylerinin morfolojik özelliklerini belirlemek amacıyla 30 birey, genetik özelliklerini belirlemek için ise 10 birey elektroşok yöntemiyle Ağustos 2013 tarihinde toplanmıştır.

Araştırma sahasından toplanan örnekler Çoruh Nehri'nden toplanan örnekler ile morfolojik ve moleküler düzeyde karşılaştırılmıştır.



Şekil 1. *Alburnoides fasciatus* (orijinal)



Şekil 2. Elektro şok cihazı ile örnekleme (orijinal)

Örneklenen bireyler aynı gün laboratuvara getirilerek toplam boyları (1 mm hassasiyetli ölçüm tahtasıyla), ağırlıkları (0,01 g hassasiyetli dijital terazide), cinsiyetleri, gonad ağırlıkları (0,01 g hassasiyetli dijital terazide) ve safhaları belirlenmiştir. Yaş tayini için sagittal otolitleri çıkarılarak daha sonra çalışılmak üzere ependorf tüplere yerleştirilmiştir.



Şekil 3. İyidere Deresi, Rize

2.1.2. Metrik, Meristik Karakterler ve Moleküler Çalışmalar

2.1.2.1. Örneklerin Toplanması

İyidere Deresi'nden *Alburnoides fasciatus* bireylerinin morfolojik özelliklerini belirlemek amacıyla 30 birey, genetik özelliklerini belirlemek için ise 10 birey elektroşok yöntemiyle Ağustos 2013 tarihinde toplanmıştır.

2.1.2.2. Örneklerin Tespiti ve Değerlendirilmesi

Yakalanan *Alburnoides fasciatus* örneklerinden genetik özellikleri incelenecek olan numuneler % 70'lik etanol çözeltisinde, morfometrik özellikleri incelenecek olan numuneler ise % 4'lük formaldehit çözeltisinde tespit edilerek laboratuvara getirilmiştir. Morfometrik özellikleri incelenecek olan örneklerin tür seviyesinde tasnifleri yapılmış ve 30 örnek alınarak aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

2.1.2.3. Metrik ve Meristik Karakterler

Metrik karakterler; Standart boy, Baş boyu, Kuyruk sapı yüksekliği, Baş genişliği (Gözün arka kenarı hizasından), Baş genişliği (Gözler arasından), Baş genişliği (Operkulumun orta noktasından), Baş yüksekliği (Gözler arasından), Baş yüksekliği (Operkulumun orta noktasından), Göz çapı, Burun uzunluğu, Burun genişliği (Burun deliklerinden), Gözler arası mesafe, Ağız açıklığı, Ağız genişliği, Predorsal mesafe, Preanal mesafe, Prepelvik mesafe, Pektoral-anal mesafe, Pektoral-pelvik mesafe, Pelvik-anal mesafe, Kuyruk sapı uzunluğu, Dorsal yüzgeç yüksekliği, Pektoral yüzgeç uzunluğu, Pelvik yüzgeç uzunluğu, Anal yüzgeç yüksekliği, Kaudal yüzgeç üst lop uzunluğu, Kuyruk yüzgecinin orta lobunun uzunluğu, Dorsal yüzgeç orjininden vücut derinliği ve Anal yüzgeç orjininden vücut derinliğini kapsamaktadır. Metrik karakterlerin ölçümü 0.1 mm hassasiyetli dijital kumpas ile yapılmıştır.

Meristik karakterler ise; ligne lateraldeki pul sayısı, ligne transversal pul sayısı , dorsal, anal, pektoral ve pelvik yüzgeçlerin basit ve dallanmış ışın sayıları, kaudal yüzgeç dallanmış ışın sayısı, solungaç dikenini sayısı ve farinks dişleri sayısını kapsamaktadır. Elde edilen metrik ve meristik verilerden hangilerinin tür ayırımında etkili olduğu belirlenerek tayin anahtarları oluşturulmuştur.

2.1.2.4. Moleküler Çalışmalar

2.1.2.4.1. DNA Eldesi

PZR uygulamalarında kullanılmak amacı ile örneklerden total DNA eldesi % 95'lik etanolde tutulan yaklaşık olarak 10–20 mg *Alburnoides* kas veya yüzgeç dokularından Promega Wizard® Genomik DNA saflaştırma kitinin (Promega, Madison, WI, ABD) prosedürüne göre yapılmıştır. İzolasyon protokolünün aşamaları aşağıdaki şekildedir.

1. Etanolde muhafaza edilmiş olan kas dokusundan 1 g veya 1,5 cm³ kadar alınıp 1,5 ml'lik ependorf tüpüne konulur.
2. Örnek başına 500 µl Nuclei Lizis solusyonu ve 120 µl EDTA (pH=8) solusyonu karıştırılıp buza konulur ve donma sınırına gelinceye kadar yaklaşık 15 dakika beklenir.
3. Nuclei Lizis ve EDTA karışımından 600 µl alınıp örneklerin olduğu ependorf tüpüne konulur.
4. Tüpe 20 mg/ml konsantrasyonundaki Proteinaz K' dan 20 µl eklenir.
5. Isıtmalı çalkalayıcı (Thermo shaker) cihazında 55 °C' de ve 1000 rpm 'de doku tamamen parçalanıncaya kadar (yaklaşık 3 saat) inkübe edilir.
6. 3 µl RNase solusyonu eklenir ve tüpün iyice karışması için 2-5 defa tersyüz edilip 15-30 dakika 37 °C 'de inkübe edilir.
7. İnkübasyondan sonra karışımın oda sıcaklığına inmesi için 5 dakika beklenir.
8. Oda sıcaklığındaki örneğe 200 µl protein presipitation solusyonu eklenip yüksek hızda 20 saniye vortekslendikten sonra 5 dakika buza konulur.
9. 4 dakika 16000 rpm'de santrifüj yapılır. Çökmüş protein küçük beyaz bir pellet halinde gözükür.
10. DNA içeren süpernatant dikkatlice alınarak 600 µl izopropanol konulmuş olan ependorf tüpüne aktarılır.
11. DNA' nın beyaz iplikçikli yapısı görününceye kadar nazikçe tersyüz etmek suretiyle karıştırılır.
12. 16000 rpm'de 1 dakika santrifüj edilir. Bu aşamadan sonra DNA küçük beyaz bir pellet olarak görülecektir.

13. Süpernatant dikkatlice dökülerek soğuk %95'lik 600 µl etanol eklenir. DNA'nın iyice yıkanması için tüp birkaç defa tersyüz edilir.

14. 16000 rpm' de 1 dakika santrifüj edilir ve etanol mikropipet yardımıyla dikkatlice alınır. Etanolü tamamen ortamdan uzaklaştırmak için 37 °C' deki etüve tüpler ters çevrili halde 10-20 dakika konulur.

15. Etanol tamamen uzaklaştıktan sonra 100 µl DNA Rehidrasyon solusyonu eklenip 65 °C'de 1 saat inkübasyona bırakılır. Solüsyonun iyice karışması için periyodik olarak tüpe nazikçe vurulur.

16. Kısa süre depolamak için 2-8 °C, uzun süreli depolamada ise -20 °C de aktivite kaybı olmadan bekletilebilir.

İzole edilen toplam DNA'nın varlığı ve büyüklüğü % 0,8'lik agaroz jel elektroforezi ile kontrol edilmiştir. DNA örneklerinin konsantrasyonu ve saflığı Nanodrop 2000C (Thermo Fisher Scientific, Wilmington, DE, USA) spektrofotometresi ile belirlenmiştir.

2.1.2.4.2. Primer Tasarımı ve Sentezi

Diğer *Alburnoides* türlerine ait sitokrom *b* gen dizileri Genbank'tan elde edilerek karşılaştırılmış, korunmuş bölgeleri belirlenmiş, tespit edilen çok sayıda korunmuş bölgeden en uygun olanı FastPCR programı yardımıyla seçilmiştir. Seçilen korunmuş DNA bölgesine bağlanma özelliğine (tamamlayıcısı olarak) sahip olacak şekilde tasarlanan, ticari bir firmaya hizmet alımı yoluyla sentetik olarak ürettirilen ve genin başlangıç ve bitiş bölgesine bağlanma özelliğine sahip olan sırasıyla ileri Alb_SF:5'-ATGGCAAGCCTACGAAAAACACCC-3' ve geri Alb_SR: 5'-TTTCTARCCATCCTGCTAGTGG-3' primerler vasıtasıyla mitokondriyal DNA sitokrom *b* gen dizisinin 832 baz çiftlik kısmi dizisi Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) teknolojisi sayesinde artırılmıştır.

2.1.2.4.3. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR)

Hedef gen bölgelerinin amplifikasyonu, PZR döngü şartlarının T100™ Gradient (Biorad, CA, USA) model gradient özellikli PZR cihazında optimizasyonunu takiben DNA örneklerinden çift zincirli DNA artırımını Tablo 1'de belirtilen kimyasalların

konsantrasyonları ve miktarları kullanılarak belirlenen bu uygun zaman ve sıcaklık değerlerine uygun planlanmış döngü şartları altında (Tablo 2) gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. PZR karışımındaki kimyasalların konsantrasyonları ve miktarları

| Kimyasallar | Konsantrasyon | Miktarı (µl) |
|--------------------------|---------------|--------------|
| 5X PZR tamponu | | 10 |
| dNTP karışımı | 10 mM | 4 |
| MgCl ₂ | 0,25 mM | 5 |
| Primer Karışımı* | 40 mM | 1+1 |
| <i>Taq</i> DNA polimeraz | | 0,25 |
| Kalıp DNA | 50 mM | 5 |
| dH ₂ O | | 23,75 |
| Toplam | | 50 |

*İleri ve geri primerler

Reaksiyon sonucunda elde edilen PZR ürünleri ve standart moleküler ağırlık markırı (100 bç, Promega, Madison, WI, U.S.A.) %1'lik agaroz jele yüklendi ve 0,5 mg/ml etidium bromide ile boyanmış olan tamponda (1X TAE) elektroforez kuvvetinde elektrik alana maruz bırakılarak boyutlarına ve yüklerine göre koşturulmuştur. Elektroforetik göç 30 dakika 100 voltta gerçekleştirildi ve DNA parçaları UV ışık altında görüntülenmiştir.

Tablo 2. PZR döngü şartları

| | Sıcaklık (°C) | Zaman (dk) | Döngü Sayısı |
|---------------------------|---------------|------------|--------------|
| İlk Ayrılma | 94 | 3 | 1 |
| Ayrılma | 94 | 1 | |
| Yapışma (T _m) | 50 | 1 | 35 |
| Uzama | 72 | 1 | |
| Son Uzama | 72 | 7 | 1 |
| | 4 | ∞ | |

Artırılan gen bölgelerinin varlığı ve büyüklüğü % 1'lik agaroz jelde elektroforezi ile kontrol edilmiştir. DNA örneklerine benzer şekilde PCR ürünlerinin konsantrasyonu ve saflığı Nanodrop 2000C (Thermo Fisher Scientific, Wilmington, DE, USA) spektrofotometresi ile ölçülmüştür.

2.1.2.4.4. DNA Dizin Analizi

Öncelikle etanol çöktürmesi ile saflaştırılan çift zincirli PZR ürünü olan Cyt *b* geninin dizin analizleri tarafımızdan tasarlanan her iki gen için sırasıyla Alb_SF/Alb_SR primerleri kullanılarak BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Ready Reaction Kit (Applied Biosystem) kullanılarak ABI PRISM 3730x1 Genetic Analyser (Applied Biosystem, USA) otomatik sekans cihazında Macrogen Inc. (Amsterdam, Hollanda) tarafından gerçekleştirilmiştir. Dizin analizinin yanında saflaştırma da sözü edilen firma tarafından yapılmıştır.

2.1.2.4.5. Dizi Hizalama ve Haplotiplerin Belirlenmesi

DNA dizi analizi ile elde edilen sitokrom *b* geni dizilerinin doğrulaması NCBI veri tabanında (<http://www.ncbi.nih.gov/BLAST/>) bulunan BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) seçeneği kullanılarak benzer dizinler için GenBank veri bankası taranarak kontrol edilmiştir. Elde edilen dizin sonuçlarından birkaç örnek NCBI veri tabanında blast edilerek benzer dizinler aranmış mevcut dizilerin geçerliliği kontrol edilmiştir. Örneklere ait mitokondriyal DNA sitokrom *b* gen dizileri Bioedit (Thompson vd. 1997) programı aracılığıyla hizalanmıştır.

2.1.3. Biyolojik Çalışmalar

Biyolojik çalışmalar için Haziran 2013 ve Mayıs 2014 tarihleri arasında elektroşok cihazıyla İyidere Deresi'nden aylık örnekleme yapılmıştır. Toplamda 397 birey örneklenmiştir. Bu balıklar üzerinde büyüme (yaş kompozisyonu, boy kompozisyonu, büyüme parametreleri) ve üreme biyolojisi özellikleri (üreme zamanı, gonad gelişim safhaları, %50 cinsi olgunluk boyu, yumurta verimi ve yumurta sayısı) belirlenmiştir.

2.1.3.1. Yaş Tespiti

Balıklarının yaş tayini otolitler üzerinden yapılmıştır. En doğru yaş tayinini yapabilmek için 30 balığın otoliti üzerinden 2 farklı girişimle yaş tayini çalışmaları yapılmıştır. Yaş tayininde Chilton ve Beamish (1981), Polat vd. (2009) ve Zorica ve Keç (2013) tarafından bildirilen kriterler dikkate alınmıştır.

Birinci girişim olarak, distile suyla ve %10'luk sodyum hidroksit (NaOH) ile yıkanan ve temizlenen otolitler mikroskop altında direkt okunmuştur.

İkinci girişim olarak, distile suyla yıkanan ve temizlenen otolitler 5 – 15 dk %97'lik alkolde bekletildikten sonra 30 - 40 dk %15'lik sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisinde bekletilerek mikroskop altında okunmuştur. Bu girişimde opak ve hyalin halkalar en net şekilde belirlenebilmiştir.

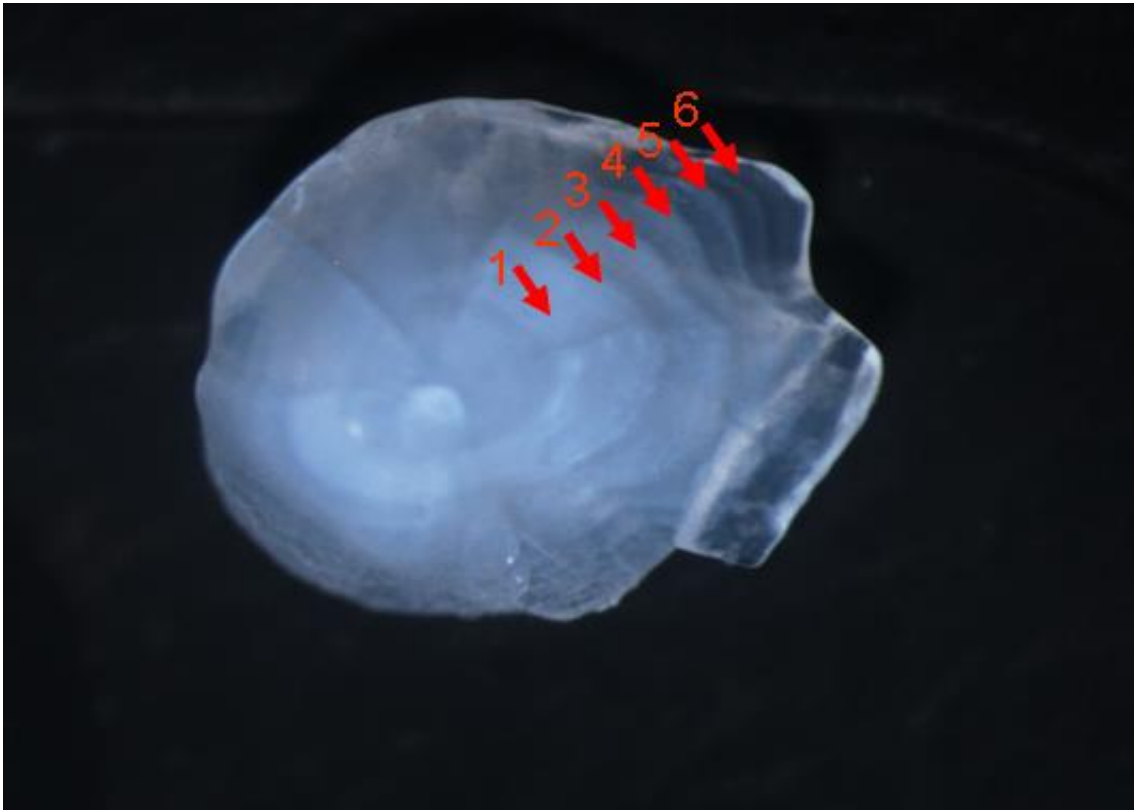
Otolitlerin yaş tespiti ikinci girişime göre yapılmıştır. Hyalin ve opak zonlar otolitlerin içbükey yüzü yukarı olacak şekilde Nikon DSFI1 dijital kameraya bağlı olan Nikon SMZ1000 marka stereo-mikroskop altında x0,8 ve x8,0 arası büyütmede okunmuştur. Bu şekilde toplamda 307 balığın sagittal otolitlerinin yaş okuması başarılı bir şekilde yapılabilmektedir.



Şekil 4. Petri kaplarında %15'lik sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisinde bekletilen otolitler (orijinal)



Şekil 5. Otolitin içbükey yüzü yukarı olacak şekilde hyalin ve opak zonlarının Nikon DSFI1 dijital kameraya bağlı olan Nikon SMZ1000 marka stereo-mikroskop altında x0,8 ve x8,0 arası büyütmede görünüşü (orijinal)



Şekil 6. Nikon DSFI1 dijital kameraya bağlı olan Nikon SMZ1000 marka stereo-mikroskop altında x0,8 ve x8,0 arası büyütmede çekilmiş 6 yaşındaki otolit (orijinal)

2.1.3.2. Büyüme

2.1.3.2.1. Boy Frekans Dağılımı

Dişi ve erkek bireylerin aylık boy frekans dağılımı 5 mm 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*-test ile analiz edilmiştir. Kolmogorov-Smirnov testi ile *t*-testi PAST ver. 2.14 bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır (Hammer vd., 2001).

2.1.3.2.2. Boy Ağırlık İlişkisi

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.

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

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

burada $Sd_{\log L}$ $\log L$ 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).

2.1.3.2.3. Büyüme Modelleri

İncelenen balıkların büyüme parametrelerinin sağlıklı bir şekilde hesaplanması için 3 Parametrelili Gompertz (Gompertz, 1825, 1832), 3 Parametrelili Logistic ya da Richards (Richard, 1959), Exponential (Everhart vd., 1975), ve von Bertalanffy (Bertalanffy, 1938) büyüme modelleri kullanılmıştır.

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

$$L_t = L_\infty e^{-k(t-I)} \quad : \text{3 Parametrelili Gompertz (Gompertz, 1825, 1832)}$$

$$L_t = \frac{L_\infty}{1 + e^{-k(t-I)}} \quad : \text{3 Parametrelili Logistic ya da Richards (Richard, 1959)}$$

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

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

Burada, t zaman (yaş), L_t t yaşındaki boy, L_∞ asimptotik toplam boy (cm), K = büyüme katsayısı (yıl^{-1}), t_0 balık yaşının kuramsal olarak sıfır olduğundaki yaş (embriyonik yaşı), I etki noktası.

Yukarıdaki 4 model için büyüme parametreleri Büyüme II (Growth-II Pisces Conservation Ltd., Lynington, England procedure in the PC-based computer package) programıyla yapılmıştır (Henderson ve Seaby, 2006).

Akaike Bilgi İndeksi (Akaike, 1974) incelenen balığın uygun büyümesini belirlemek için kullanılmıştır. Bu ölçütün en büyük olduğu değer en uygun modelin göstergesi olup verilerin ne kadar iyi 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'), dört büyüme modeliyle hesaplanan L_{∞} ve K parametreleri kullanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Pauly ve Munro, 1984).

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

2.1.3.3. Üreme Biyolojisi

2.1.3.3.1. Üreme Mevsimi

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 0,01 g hassasiyetli terazide tartılmıştır. Üreme mevsiminin belirlenmesinde her iki cinsiyet için gonadosomatik indeks (GSI) değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Erkoyuncu, 1995; Avşar, 2005).

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

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

2.1.3.3.2. Gonad Olgunluk Safhaları

Gonadların gelişimi; ovaryum ve testislerin makroskopik olarak incelenmesi neticesinde Avşar (2005)'in önerdiği olgunluk skalasından ve kişisel gözlemlerden yararlanılarak 5 dereceli olgunluk safhalarına göre sınıflandırılmıştır. Ovaryum ve testis gelişim safhaları aşağıda belirtilen kriterlere göre tespit edilmiştir.

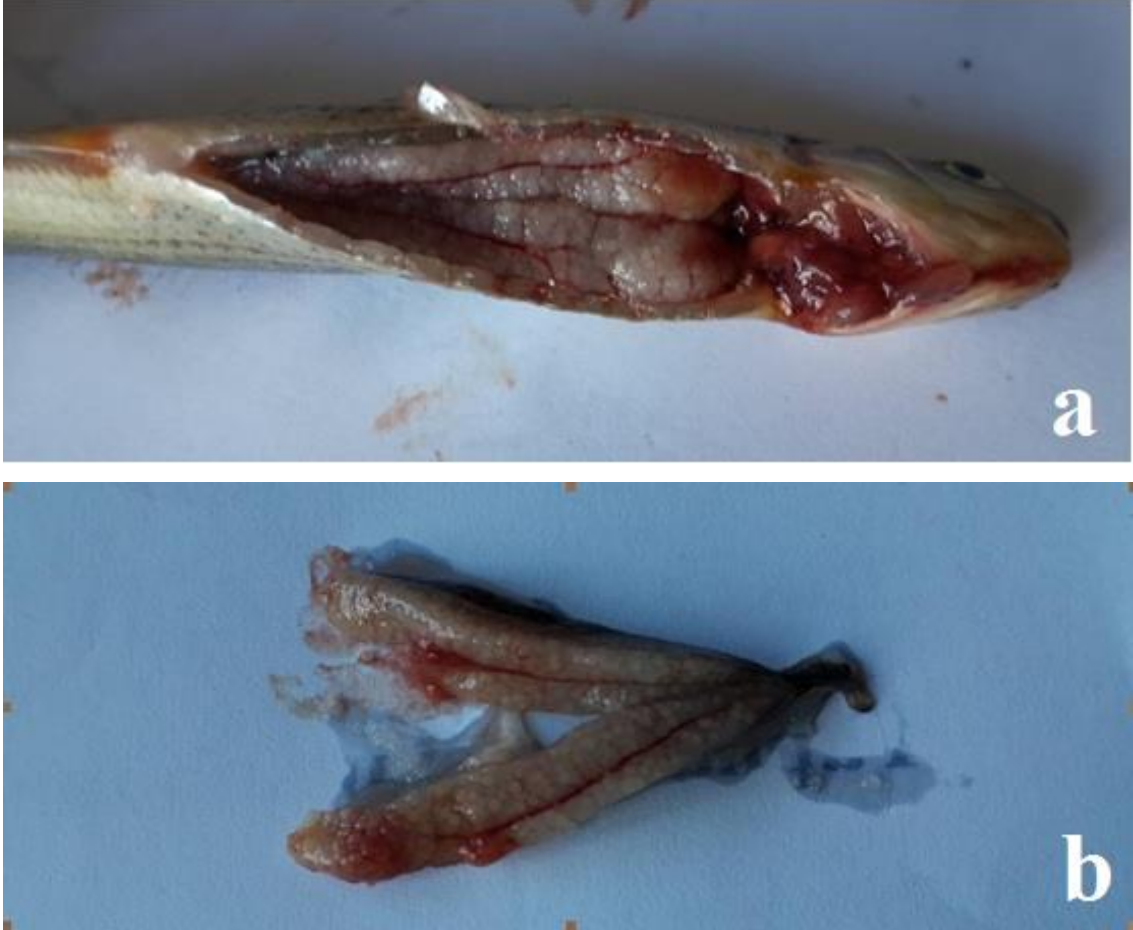
2.1.3.3.2.1. Ovaryum Gelişim Safhaları

I. safha: Vücut boşluğunun 1/4'lük kısmını doldurmakta, yassı ve ince yapıda pembemsi renktedirler. II. Safha: Vücut boşluğunun 2/4'lük kısmını doldurmakta, yumurta folikülleri oluşmamış, koyu pembe renktedirler. III. safha: Vücut boşluğunun yaklaşık 3/4'lük kısmını doldurmakta, sarımtırak renkte ve yumurtalar çıplak gözle görülebilir özelliktedir. IV. safha: Vücut boşluğunun neredeyse tamamına yakın bir

kısmını doldurmakta, yumurtalar irileşmiş ve kısmen sulanmış, koyu sarımsı renktedir. V. safha: yumurtalar boşalmış ovaryum büzülmüş, kırmızı pembemsi renktedir.

2.1.3.3.2.2. Testis Gelişim Safhaları

I. safha: Vücut boşluğunun 1/4'lük kısmından daha az bir kısmını doldurmakta, ince ipliğimsi yapıda, beyazımsı şeffaf renktedir. II. safha: Vücut boşluğunun 1/4'lük kısmını doldurmakta, beyazımsı renkte, içerisinde süt benzeri yapılar çıplak gözle belirlenememekte. III. safha: Vücut boşluğunun neredeyse 2/4'lük kısmını doldurmuş, boğumlaşmaya başlamıştır. IV. safha: Vücut boşluğunun neredeyse 3/4'lük kısmını doldurmuş, boğumlar tamamen belirginleşmiş, bastırılınca beyazımsı süt dışarı çıkmaktadır. V. Safha: Bu safhadaki testisler içi boş balon gibi gözükmemektedir.



Şekil 7. Ovaryum safhası 4. safhada olan dişi bireyin ovaryumlarının karnında (a) ve dışarıdaki (b) görünümü (orijinal)



Şekil 8. Testis safhası 3. safhada olan (a) ve 4. safhada olan (b) erkek bireyin testislerinin görünümü (orijinal)

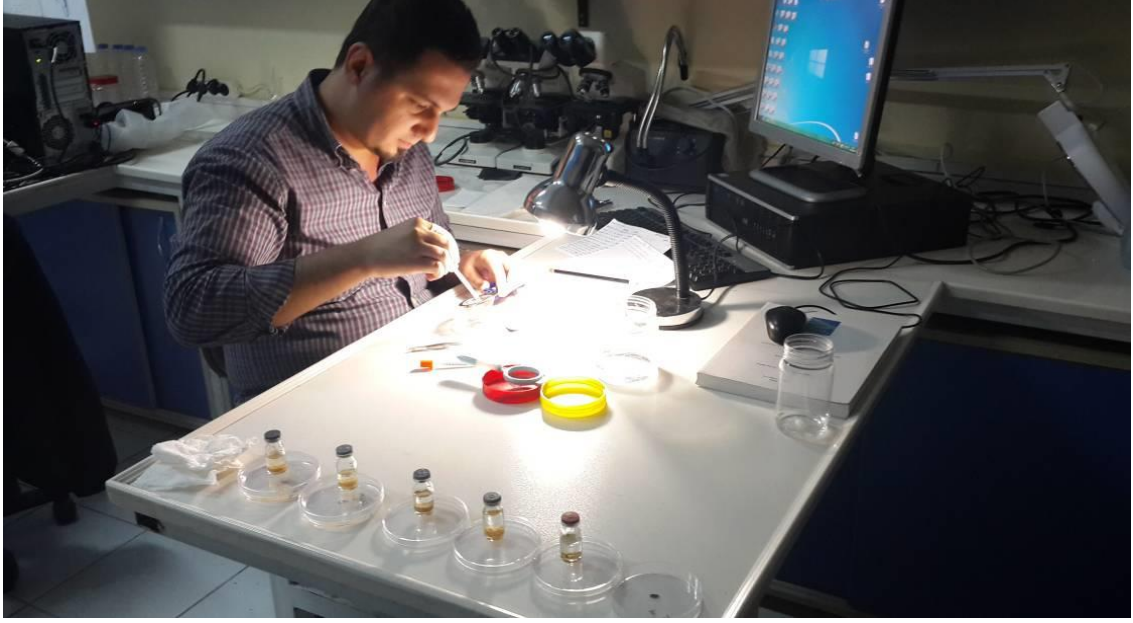
2.1.3.4. Yumurta Veriminin (Fecundity) Belirlenmesi

Ovaryum gelişim safhası 3 ve 4 olan toplam 24 adet balık yumurta verimi için incelenmiştir. Balık ovaryumları bu amaç için Gilson'un solüsyonunda 60 gün bekletilmiştir. Belirli periyotlarla gonadlar çalkalanmış ve yumurtaların ovaryum zarlarından ayrılması sağlanmıştır. Çıkarılan ovaryumlar uzunlamasına kesilmiş ve içerisinde Gilson's fluid solüsyonu bulunan kapaklı plastik kaplara konulmuştur. Gilson's fluid solüsyonu; Nitrik asit 17 mL, Asetik asit 4 mL, Mercuric chloride 20 g, Ethanol 95% 70 mL ve Distile su 900 mL kullanılarak hazırlanmıştır (Davenport, 1960). Ovaryumların parçalanarak, yumurtaların ayrılması ve sertleşmesi için ovaryumların yerleştirildiği kapaklı plastik kaplar 60 gün süresince çalkalanmıştır. Yumurtaların tane şeklinde ayrıldığı görülünce yumurta verimi tespiti işlemine geçilmiştir. Yumurtalar sayılacağı zaman çözelti boşaltılarak su ile birkaç kez yıkanmış gravive ovaryum artıkları temizlenmiştir.



Şekil 9. Yumurta sayısını belirlemek için gonadların uygun kaplara yerleştirilmesi (a-b), Gilson'un solüsyonunda bekletilmiş şekli (c) ve yumurtaların sayımı (d) (orijinal)

Yumurta veriminin belirlenmesi için Avşar tarafından açıklanan gravimetrik yöntem uygulanmıştır (Avşar, 2005). Bağ dokudan ayrılmış yumurtalar topluca tartılmış ve ağırlıkları kaydedilmiştir (G). Daha sonra alt örnekteki yumurtalar çıplak gözle ve mikroskop altında sayılmış ve sayısı (n) kaydedilmiştir.



Şekil 10. Yumurta özelliklerinin (sayı ve çap) belirlenmesi (orijinal)

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

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

burada, F toplam yumurta sayısı (absolute fecundity), n alt gonad örneğindeki yumurta sayısı, G incelenen gonad ağırlığı(g), g incelenen gonaddan alınan alt gonad ağırlığı (g), n incelenen balık sayısıdır.

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

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

\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).

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

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.

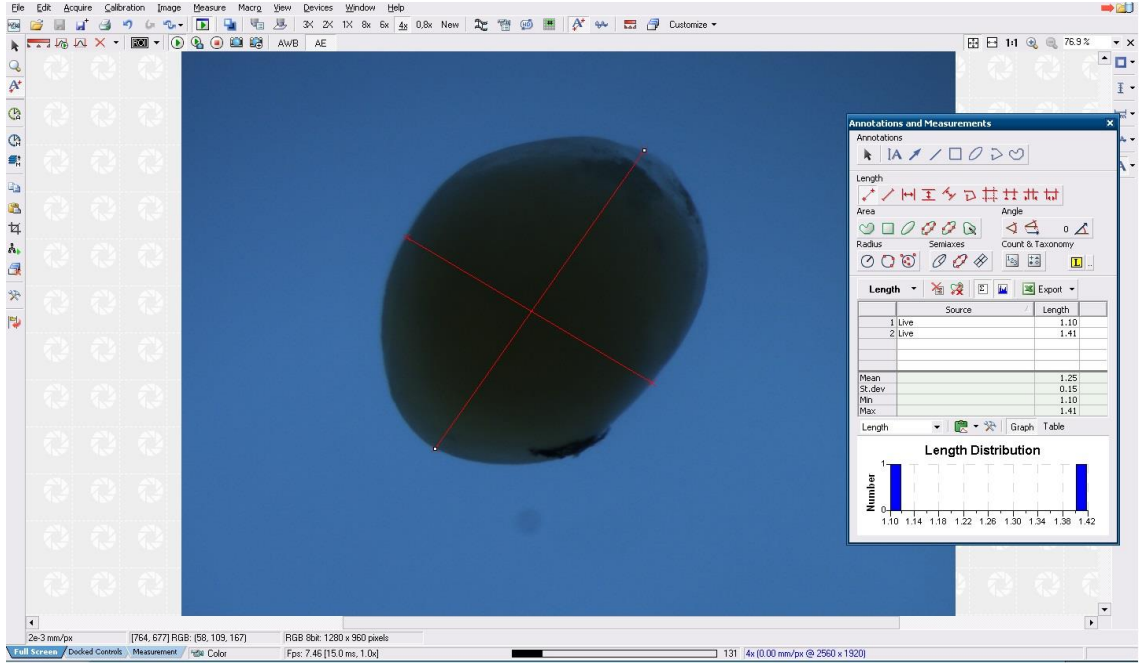
Ovaryumdaki küçük (PS) ve büyük (PL) boylu yumurtaların yüzde değerleri ise aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Bilgin vd., 2014).

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

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

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.

Yumurta sayısı tespitinde kullanılan 24 balığın her birinin ovaryumlarından 4-6 adet büyük ve 4-6 adet küçük çaplı yumurta alınarak Nikon DSFI1 dijital kamera ile bilgisayara bağlantılı Nikon SMZ1000 marka stereo-mikroskop altında yumurta çapı ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 11. Nikon DSFI1 dijital kamera ile bilgisayara bağlantılı Nikon SMZ1000 marka stereo-mikroskop altında yumurta çapı ölçümleri (orijinal)

Gonadlardaki yumurtalar küçük ve büyük boylu olarak iki gruba ayrılmış ve ölçümler kaydedilmiştir. Büyük ve küçük boylu yumurtaların ortalama çapları arasındaki fark t-test ile test edilmiştir. İstatistiksel hesaplamalar PAST ver. 2.14 bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır (Hammer vd., 2001).

Yumurta verimi ile balık boyu (toplam boy) arasındaki ilişki en küçük kareler yöntemine göre aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Erkoyuncu, 1995).

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

burada, F yumurta sayısı, TL toplam balık boyu (cm), a (doğrunun kesme noktası) ve b (doğrunun eğimi) ise regresyon katsayılarıdır.

2.1.3.5. %50 Cinsi Olgunluk Boyunun Belirlenmesi

Üreme mevsimi içerisinde, gonad gelişim safhası 1 ve 2 olan bireyler olgun olmayan, gonad gelişim safhası 3, 4 ve 5 olan bireyler ise olgun olarak değerlendirilmiştir (Bilgin vd., 2014). Üreme zamanı içerisinde (bu çalışma için yıl boyunca) elde edilen dişi ve erkek balıklarının 5 mm boy aralıklarıyla olgun ve olgun olmayan bireylerin oranları kullanılarak %50 cinsi olgunluk boyu her iki cinsiyet için aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Erkoyuncu, 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 (mm) dur. %50 cinsi olgunluk boyu hesaplanan denklem sabiteleri (a ve b) kullanılarak dişi ve erkek bireyler için - (a/b) formülüyle hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Taksonomik Bulgular

Alburnoides fasciatus türünün morfolojik ve moleküler karakterlerini ortaya koymak amacıyla Rize ili sınırları içerisinde bulunan İyidere Deresi'nden örnekleme yapılmıştır.

3.1.1. Türün Sistematik Konumu

Araştırmada kullanılan *Alburnoides fasciatus* türünün sistematik konumu, (Blanc vd. 1971) "European Inland Waterfish" de verilen taksonomik kategoriler esas alınarak tespit edilmiştir.

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Classis: Teleostei

Superordo: Ostariophysi

Ordo: Cypriniformes

Familia: Cyprinidae

Tür: *Alburnoides fasciatus* (Nordmann, 1840)



Şekil 12. *Alburnoides fasciatus*, 75 mm SB, Rize, İyidere Deresi (orijinal)

D: III 7-8, P: I 12-13, V: I 6-8 A: III 13-15

L. lat.: 42-47, L, trans: 9-11/4-5

İlk bulunuş yeri (Terra typica) : Doğu Karadeniz kıyılarındaki akarsular

Türkçe adı : Noktalı inci balığı

İngilizce adı : Spirilin

Sinonimleri: *Alburnoides bipunctatus fasciatus* (Nordman, 1840), *Aspius fasciatus* (Nordmann, 1840).

3.1.2. Diagnostik Özellikler

Bu tür yakın havzalarda dağılım gösteren *Alburnoides eichwaldii* (Kura ve Aras nehirleri), *Alburnoides tzenevi* (Trakya bölgesindeki akarsular) ve *Alburnoides manyasensis* (Marmara'nın güneyindeki akarsular) türlerinden üst dudağın yanlardan içbükey olması ve anal yüzgeçte daha fazla dallanmış ışın bulunmasıyla ayırt edilir.

Tablo 3. *Alburnoides fasciatus* türünün morfometrik karakteriyle ilgili değerler

| | <i>A. fasciatus</i> | <i>A. fasciatus</i> |
|---|---------------------|---------------------|
| Havza | Karadeniz | Karadeniz |
| Dere | İydere Deresi | Çoruh Nehri* |
| Örnek sayısı | 30 | 24 |
| Standard boy (mm SL) | 60-77 | 52-66 |
| Standard boy. yüzdesi (% SL) | | |
| Baş boyu | 24.4-28.3 (26.6) | 25.5-27.5 (26.7) |
| Dorsal yüz. orjininden vücut derinliği | 25.4-31.5 (27.8) | 25.7-29.3 (27.8) |
| Anal yüz. orjininden vücut derinliği | 22.2-25.6 (23.9) | 22.6-25.6 (24.3) |
| Kuyruk sapı yüksekliği | 10.8-12.6 (11.6) | 10.8-12.0 (11.4) |
| Predorsal uzunluk | 52.8-56.0 (54.4) | 53.0-55.6 (54.3) |
| Prepelvik uzunluk | 45.8-50.0 (48.0) | 45.9-49.2 (47.3) |
| Preanal uzunluk | 64.2-69.1 (63.4) | 64.2-68.4 (66.0) |
| Pektoral yüzgeç ile anal yüzgeç arasındaki mesafe | 40.4-45.9 (42.4) | 40.4-44.3 (41.9) |
| Pektoral yüzgeç ile pelvik yüzgeç arasındaki mesafe | 20.9-26.3 (23.4) | 20.9-23.9 (22.8) |
| Pelvik yüzgeç ile anal yüzgeç arasındaki mesafe | 16.7-20.6 (18.6) | 16.7-20.5 (18.8) |
| Kuyruk sapı uzunluğu | 16.9-20.6 (19.1) | 18.1-20.6 (19.6) |
| Dorsal yüzgeç yüksekliği | 22.3-25.7 (23.8) | 23.0-25.7 (24.0) |
| Pektoral yüzgeç uzunluğu | 19.8-23.6 (21.7) | 20.8-22.7 (21.6) |
| Pelvik yüzgeç uzunluğu | 15.9-19.4 (18.2) | 16.6-18.3 (17.1) |
| Anal yüzgeç uzunluğu | 17.2-20.2 (18.2) | 17.4-20.2 (18.2) |
| Kuyruk yüzgecinin üst lopunun uzunluğu | 21.9-27.6 (24.9) | 21.9-26.6 (24.8) |
| Kuyruk yüzgecinin orta lopunun uzunluğu | 14.1-16.6 (15.2) | 14.1-15.7 (14.8) |
| Gözler arasından baş genişliği | 9.0-11.0 (10.0) | 9.5-10.7 (10.1) |
| Gözün arka kenarı hizasından baş genişliği | 12.0-14.0 (13.7) | 12.4-13.4 (13.0) |
| Operkulum'un orta noktasından baş genişliği | 13.0-15.0 (13.7) | 13.3-14.6 (14.0) |
| Gözler arasından baş derinliği | 14.0-16.0 (15.1) | 14.4-16.3 (15.2) |
| Operkulum'un orta noktasından baş yüksekliği | 18.0-21.0 (19.5) | 18.8-20.8 (19.7) |
| Göz çapı | 7.0-8.0 (7.6) | 7.0-8.1 (7.6) |
| Burun uzunluğu | 7.0-8.0 (7.8) | 7.5-8.1 (7.7) |
| Gözler arası mesafe | 8.0-10.0 (9.1) | 8.7-9.8 (9.2.) |
| Burun deliklerinden burun genişliği | 10.0-11.0 (10.4) | 9.1-10.6 (9.9) |

*Çoruh Nehri verileri; Turan vd. (2013)

3.1.3. Türün Morfolojik Tanımlanması

Genel vücut Şekil 12'de görülmektedir ve morfometrik karakterleriyle ilgili veriler Tablo 3'te verilmiştir. Vücut orta yükseklikte olup, standart boyun % 25,4-31,5'i

kadardır. Vücudun üst profili belirgin bir şekilde dışbükey olup, alt profile eşit dışbükeyliktedir. Baş uzundur, standart boyun % 24,5-28,3'ü kadardır. Baş, gözler arasında hafif düz, burnun üzerinde ise dışbükeydir. Ağız terminal konumlu olup, üst dudak alt dudağı örtmektedir. Ağız köşeleri gözün ön kenar hizasına ulaşmaktadır. Gözler orta büyüklükte ve göz çapı burun boyuna eşit fakat gözler arası mesafeden daha küçüktür. Burun hafif yuvarlaktır ve uzunluğu standart boyun % 7,7-8,2'si kadardır.

Ligne lateralde, 42-47 pul vardır. Dorsal yüzgecin başlangıcı ile ligne lateral arasında 9-11, anal yüzgecin başlangıcı ile ligne lateral arasında ise 4-5 pul sırası bulunur. Dorsal yüzgeçte, III dallanmamış ve 7-8 dallanmış ışın bulunur. Bu yüzgecin serbest kenarı düz yada hafif içbükeydir. Pektoral yüzgeçte, I dallanmamış ve 12-13 dallanmış ışın vardır. Bu yüzgecin serbest kenarı yuvarlaktır. Pelvik yüzgeçte, I dallanmamış ve 6-8 dallanmış ışın bulunmaktadır. Serbest kenarı düz yada hafif dışbükeydir. Anal yüzgeçte, III dallanmamış ve 12-13 dallanmış ışın vardır. Bu yüzgecin serbest kenarı ise belirgin bir şekilde dışbükeydir. Kaudal yüzgeç, derin çatallı olup, loplarm uç kısmı sivridir.

3.1.4. Vücut Rengi ve Deseni

Canlı örneklerin genel vücut rengi gümüşü olup, anal ve pelvik yüzgeçlerin kaide kısımları sarımtıraktır. Fikse edilmiş örneklerde, sırt yanların üst kısımları gri, yanların alt kısımları ve karın bölgesi kirlili beyaz renktedir. Başın gerisinden kuyruk yüzgecin kaidesine kadar, yaklaşık göz çapı genişliğinde bir bant bulunur. Sırt ve kuyruk yüzgeci gri, diğer yüzgeçler sarımtırak renktedir.

3.1.5. Moleküler Karakterler (Sitokrom b; cyt b)

Tablo 4'te İyidere Deresi'nden örneklenen bireyler ile Çoruh Nehri'nden örneklenen bireyler moleküler olarak kıyaslanmıştır.

Tablo 4. Haplotipler arasındaki değişken baz pozisyonları

| | Değişken Baz Pozisyonları |
|-------------------------|------------------------------|
| | 45566666678 |
| Haplotipler | 50734668951 20518056812 |
| <i>A.fasciatus</i> IYD1 | AGGTACCCTAA |
| <i>A.fasciatus</i> IYD2 |G.. |
| <i>A.fasciatus</i> IYD3 | G..... |
| <i>A.fasciatus</i> CRH1 | .A..... |
| <i>A.fasciatus</i> CRH2 | .AC..TT.... |
| <i>A.fasciatus</i> CRH3 | .A.AG..... |
| <i>A.fasciatus</i> CRH4 | .A..... |
| <i>A.fasciatus</i> CRH5 | .AC..... |
| <i>A.fasciatus</i> CRH6 | .AC....T... |
| <i>A.fasciatus</i> CRH7 | .A.....CG |

3.1.6. Habitatı

Bu tür, hızlı akıntılı ve bol oksijenli suları tercih eder ve sürüler halinde yaşar.

3.1.7. Coğrafi Yayılışı

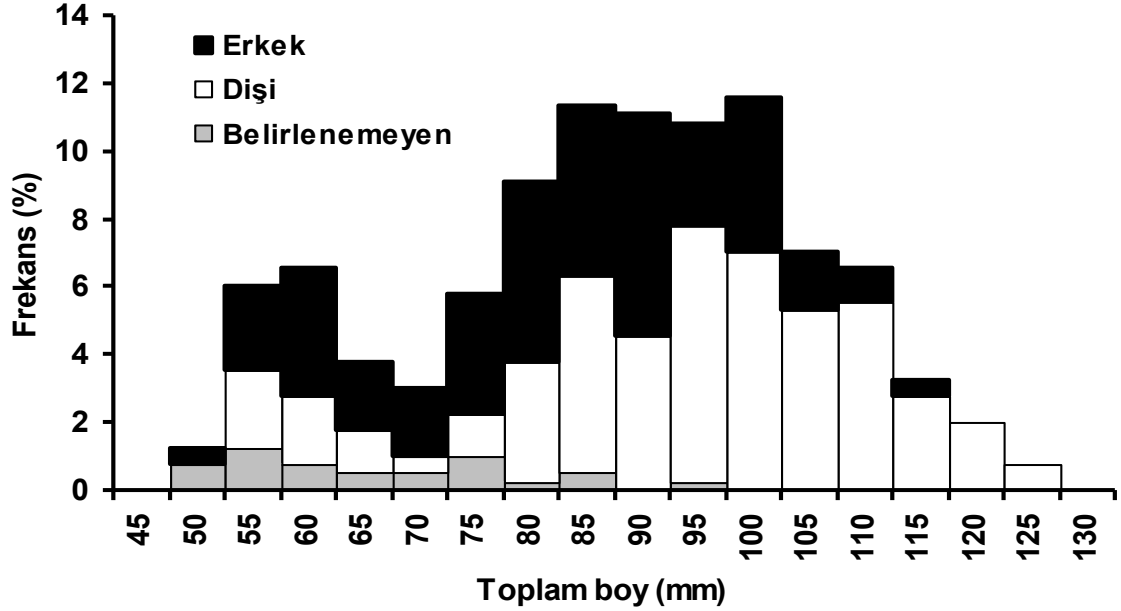
Bu tür, Karadeniz havzasında, Kafkasya'nın batı tarafından Batum'a kadar olan iç su sistemlerinde bulunur.

3.2. Biyolojik Bulgular

3.2.1. Popülasyon Yapısı

Araştırma süresince 397 balık incelenmiştir (dişi: 207, erkek: 167, cinsiyeti belirlenemeyen: 23). Dişi bireyler 52-125 mm toplam boy (ortalama: 91,9±1,16 mm), erkek bireyler ise 46-112 mm toplam boy (ortalama: 80,49±1,19 mm) arasında dağılım göstermişlerdir. Dişi ve erkek bireylerin ortalama toplam boyları arasındaki fark istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (t test: $P = 4,92E-11$). Ayrıca dişi ve erkeklerin toplam boy frekans dağılımları arasındaki fark da istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (Kolmogorov-Smirnov two sample test: $d = 0,3423$, $P = 4,32E-10$). Dolayısıyla büyüme

sabitlerinin hesaplanmasında hem dişi hem de erkek bireyler için büyüme parametreleri ayrı ayrı hesaplanmıştır.

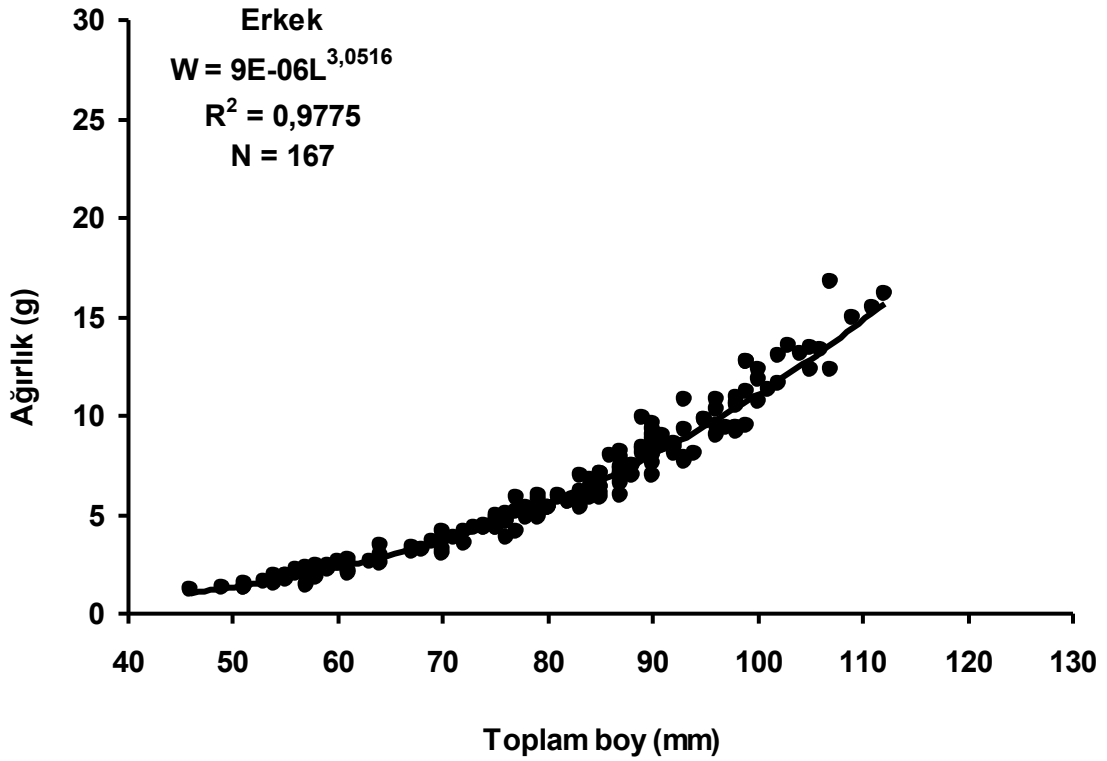
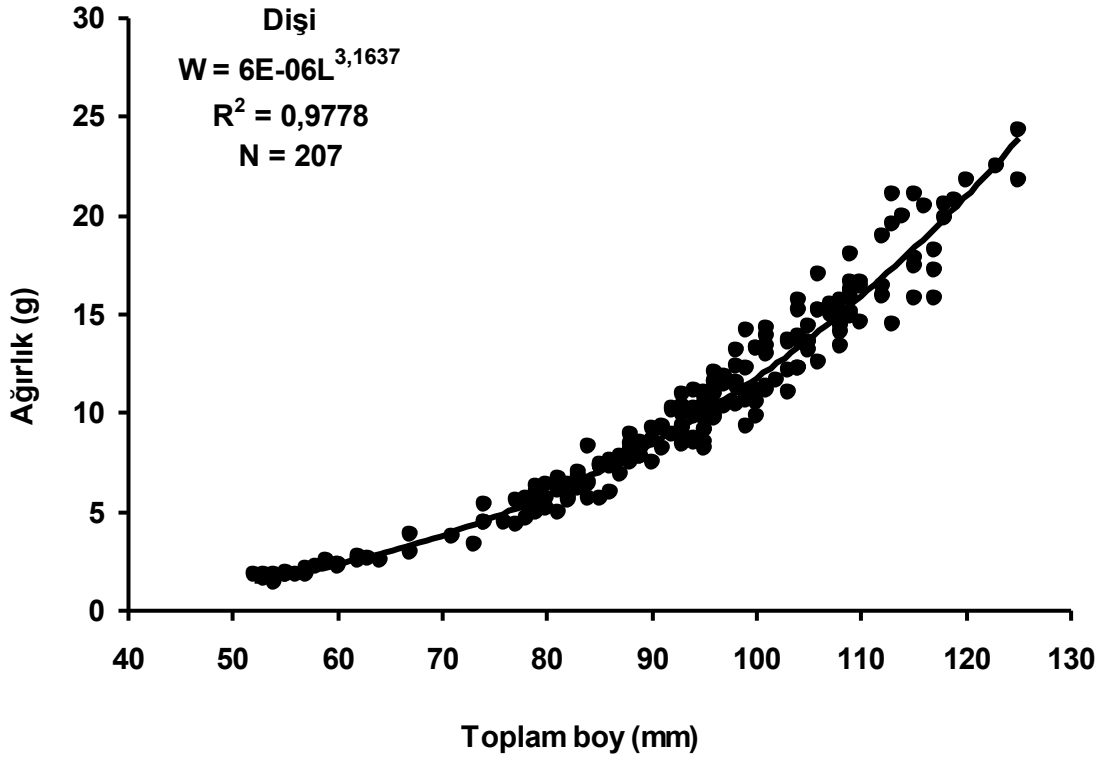


Şekil 13. İncelenen bireylerin boy frekans dağılımı (orijinal)

İncelenen 397 bireyin %52,1'i dişi (N = 207), %42,1'i erkek (N = 167) ve %5,8'i ise cinsiyeti belirlenemeyen (N = 23) balıklar oluşturmuştur. İncelenen dişi bireyler 80-110 mm toplam boy arasında (%39,3), erkek bireyler ise 60-100 mm toplam boy arasında (%38,8) daha yoğun dağılım göstermişlerdir.

3.2.2. Boy Ağırlık İlişkisi

Araştırmada incelenen 207 dişi ve 167 erkek bireyin boy ağırlık ilişkisi aşağıda sunulmuştur (Şekil 14).



Şekil 14. Dişi ve erkek bireylerin toplam boy ağırlık ilişkisi (orijinal)

Dişi ve erkeklerin boy ağırlık ilişkisi formülü aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Boy ağırlık ilişkisindeki b değerinin b = 3'ten (izometrik büyüme) farklı olup olmadığını Pauly (1984)'nin t testi ile test edilmiştir. Buna göre dişi (b = 3,1637; Pauly'nin t testi: t = 4,919; P<0,01) ve erkek (b = 3,0516; Pauly'nin t testi: t = 1,4316; P<0,1) bireylerin b değerlerinin b = 3 değerinden farklı olduğu yani her iki bireyinde pozitif allometrik büyüme özelliği gösterdiği tespit edilmiştir.

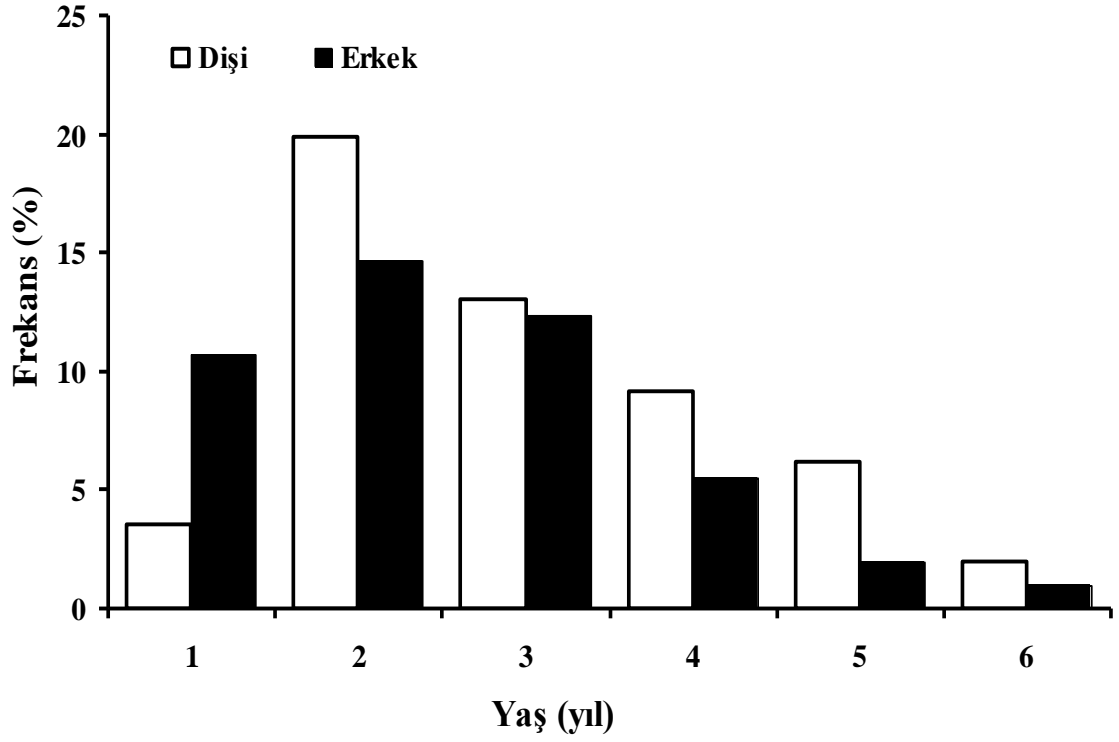
Dişiler: $W = 6E-06L^{3,1637}$, ($r^2 = 0,9778$, $N = 207$, $Sd_{Log(L)} = 0,086896$, $Sd_{Log(W)} = 0,278017$, $t = 4,919$, $P < 0,01$).

Erkek: $W = 9E-06L^{3,0516}$, ($r^2 = 0,9775$, $N = 167$, $Sd_{Log(L)} = 0,088487$, $Sd_{Log(W)} = 0,273112$, $t = 1,4316$, $P < 0,1$).

3.2.3. Yaş

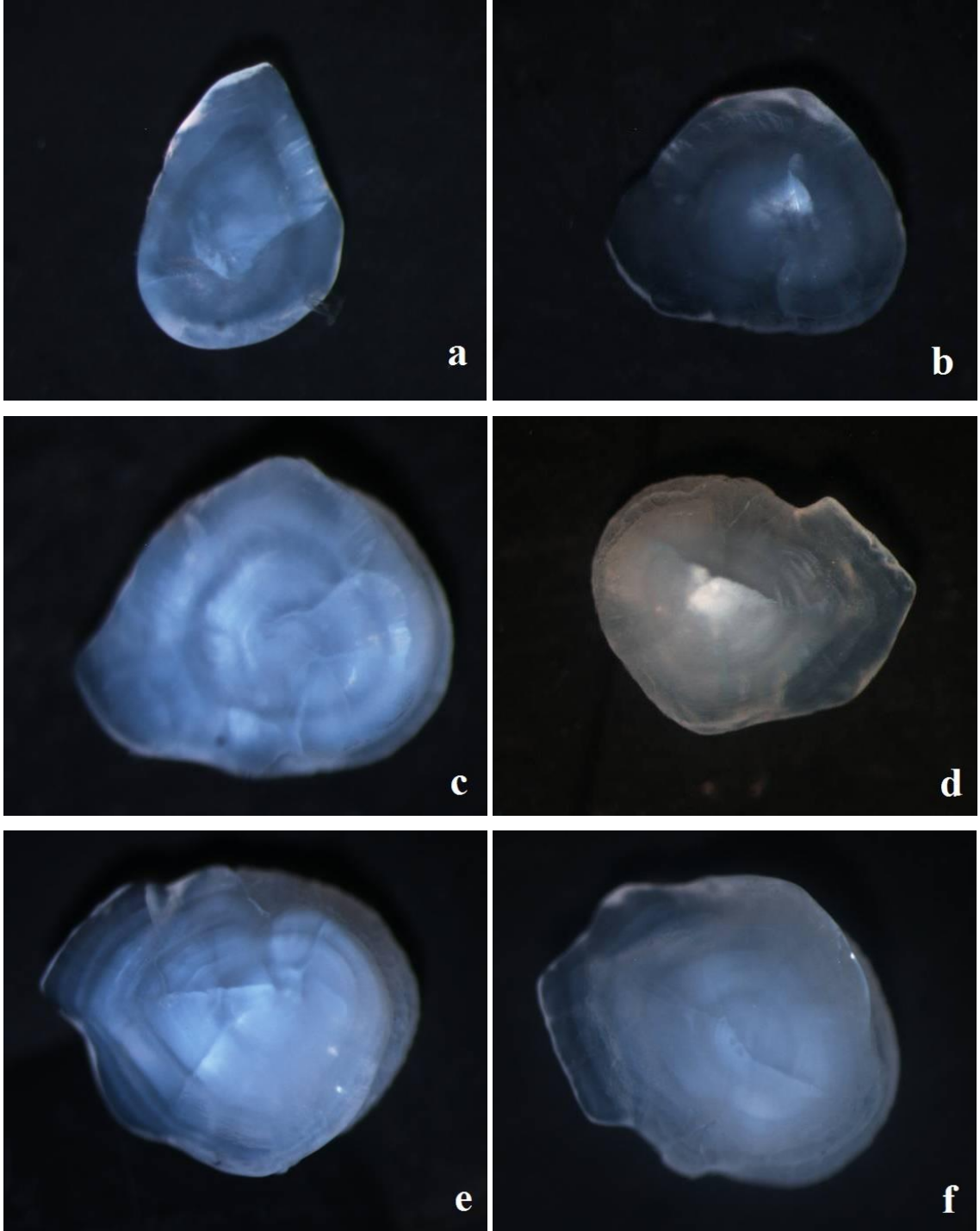
Bu çalışmada incelenen 397 balığın 90 bireyinde yaş tayini yapılamamıştır. Dişi ve erkek bireylerin 6 yaşına kadar büyüdükleri tespit edilmiştir. Araştırmada 0 yaşında birey örneklenememiştir. İncelenen bireylerin yaş kompozisyonu aşağıda sunulmuştur.

Dişi ve erkek bireylerin 2 yaşında (dişi:%19,9, erkek %14,7) ve 3 yaşında (dişi:%13,03, erkek %12,38) daha fazla oldukları belirlenmiştir. 1 yaşında erkeler daha fazla iken diğer yaşlarda ise dişiler daha fazla oranda hesaplanmıştır.



Şekil 15. İncelenen bireylerin yaş kompozisyonu

İncelenen balıklardan yaşı tespit edilen 307 bireyin yaş boy anahtarı aşağıda (Tablo 5) sunulmuştur. Ayrıca yaşlardaki ortalama boylar ve birey sayıları Tablo 6 'da sunulmuştur.



Şekil 16. Farklı yaşlardaki otolitler. a: 1 yaş, b: 2 yaş, c: 3 yaş, d: 4 yaş, e: 5 yaş, f: 6 yaş (orijinal)

Tablo 5. İncelenen balıkların yaş boy anahtarı

| Boy (mm) | Yaş (yıl) | | | | | | | | | | | | Tüm | |
|----------|-----------|----|----|----|----|---|-------|----|----|----|---|---|-----|-----|
| | Dişi | | | | | | Erkek | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| 50 | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| 55 | 2 | 3 | | | | | 4 | 4 | | | | | | 13 |
| 60 | 1 | 2 | | | | | 11 | 2 | 1 | | | | | 17 |
| 65 | 4 | | | | | | 6 | 1 | 1 | | | | | 12 |
| 70 | | 2 | | | | | 1 | 5 | | | | | | 8 |
| 75 | | 1 | 1 | 2 | | | 1 | 6 | 5 | | | | | 16 |
| 80 | 1 | 6 | 2 | 1 | | | 5 | 10 | 3 | 1 | | | | 29 |
| 85 | 2 | 11 | 6 | 2 | | | 3 | 7 | 7 | 1 | | | | 39 |
| 90 | | 7 | 4 | 2 | | | 1 | 8 | 13 | 2 | | | | 37 |
| 95 | 1 | 11 | 6 | 3 | | | | | 3 | 5 | 1 | | | 30 |
| 100 | | 13 | 7 | 3 | 2 | 1 | | 1 | 4 | 6 | 2 | | | 39 |
| 105 | | 2 | 5 | 6 | 4 | | | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | | 24 |
| 110 | | 3 | 5 | 5 | 7 | 1 | | | | 1 | 1 | | | 23 |
| 115 | | | 3 | 1 | 4 | 1 | | | | | | 1 | | 10 |
| 120 | | | 1 | 3 | 1 | 1 | | | | | | | | 6 |
| 125 | | | | | 1 | 2 | | | | | | | | 3 |
| Tüm | 11 | 61 | 40 | 28 | 19 | 6 | 33 | 45 | 38 | 17 | 6 | 3 | | 307 |

Tablo 6. İncelenen balıkların cinsiyetlere göre yaşlardaki ortalama toplam boy \pm standart hata (minimum – maksimum boy) değerleri (mm) ve yaşlardaki balık sayıları (N)

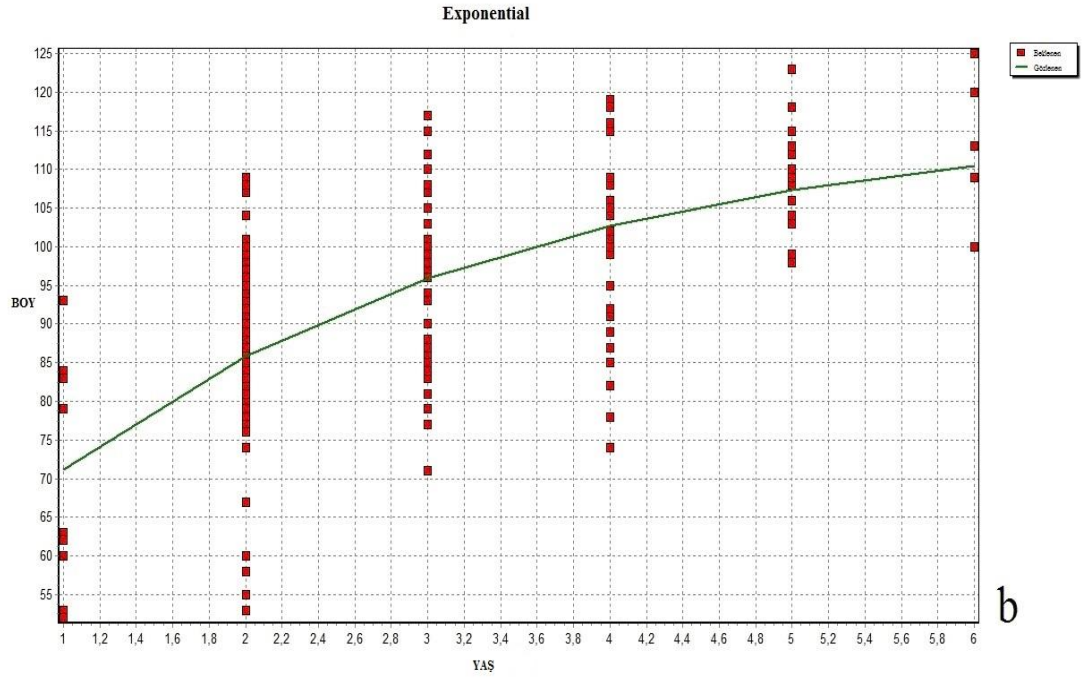
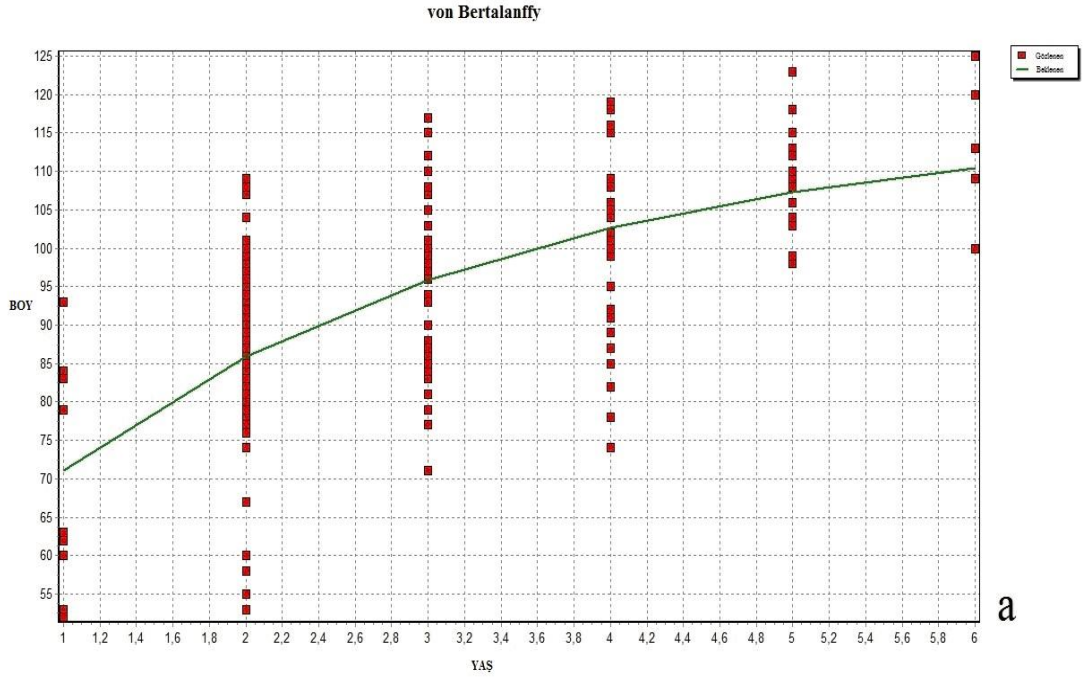
| Yaş (yıl) | Dişi | | Erkek | | Tüm | |
|-----------|-------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|
| | Ort. \pm Std. Hata (Min – Max) | N | Ort. \pm Std. Hata (Min – Max) | N | Ort. \pm Std. Hata (Min – Max) | N |
| 1 | 68,5 \pm 4,16 (52 – 93) | 11 | 65,1 \pm 1,93 (49 – 89) | 33 | 65,9 \pm 1,77 (49 – 93) | 44 |
| 2 | 87,0 \pm 1,68 (53 – 109) | 61 | 76,6 \pm 1,76 (51 – 101) | 45 | 82,6 \pm 1,32 (51 – 109) | 106 |
| 3 | 96,1 \pm 1,80 (71 – 117) | 40 | 85,2 \pm 1,50 (60 – 102) | 38 | 90,7 \pm 1,32 (60 – 117) | 78 |
| 4 | 99,0 \pm 2,40 (74 – 119) | 28 | 94,6 \pm 1,70 (77 – 106) | 17 | 97,3 \pm 1,65 (74 – 119) | 45 |
| 5 | 108,6 \pm 1,42 (98 – 123) | 19 | 101,5 \pm 1,78 (95 – 107) | 6 | 106,9 \pm 1,30 (95 – 123) | 25 |
| 6 | 115,3 \pm 4,04 (100 – 125) | 6 | 106,0 \pm 3,06 (102 – 112) | 3 | 112,2 \pm 3,16 (100 – 125) | 9 |
| Tüm | 93,5 \pm 1,22 (52 – 125) | 165 | 80,0 \pm 1,25 (49 – 112) | 142 | 87,3 \pm 0,96 (49 – 125) | 307 |

3.2.4. Büyüme Parametreleri

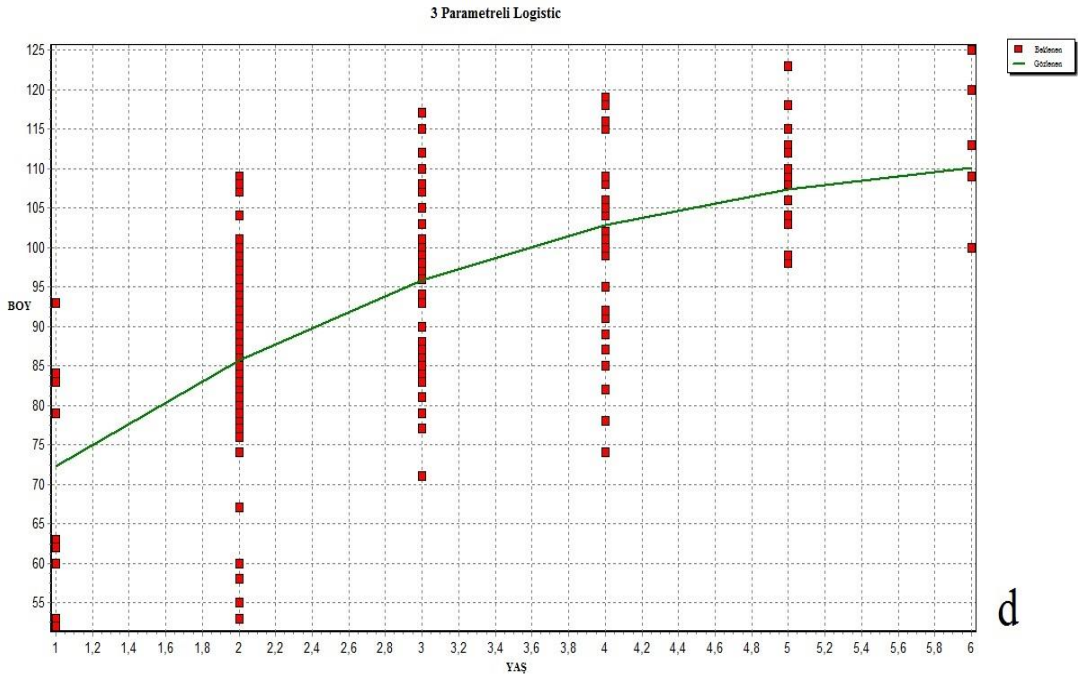
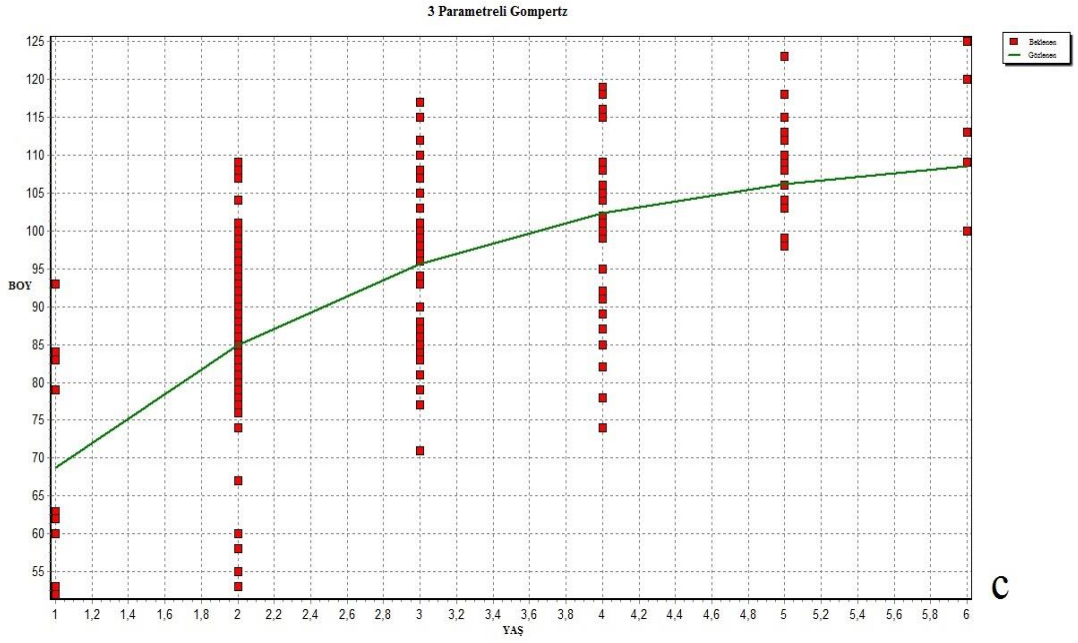
İncelenen balıkların cinsiyetlere göre büyümesi von Bertalanffy Büyüme Denklemi (VBGF), Exponential, 3 Parametrelili Gompertz ve 3 Parametrelili Logistic olmak üzere dört farklı matematiksel büyüme modeline göre incelenmiştir. Büyüme modellerinin parametreleri aşağıdaki tabloda, grafikleri ise şekillerde sunulmuştur (Şekil 17, 18, 19, 20).

Tablo 7. Dişi ve erkek bireyler için hesaplanan Büyüme modelleri parametreleri, Akaike Bilgi Kriteri (*AIC*) ve büyüme performansı değerleri. L_{∞} = asimptotik boy (mm), K = Büyüme katsayısı, t_0 = balık boyunun kuramsal olarak sıfır olduğundaki yaş (embriyonik yaş), I = büyümenin eğrisinin büküldüğü noktaya karşılık gelen yaş, Φ' = büyüme performans indeksi

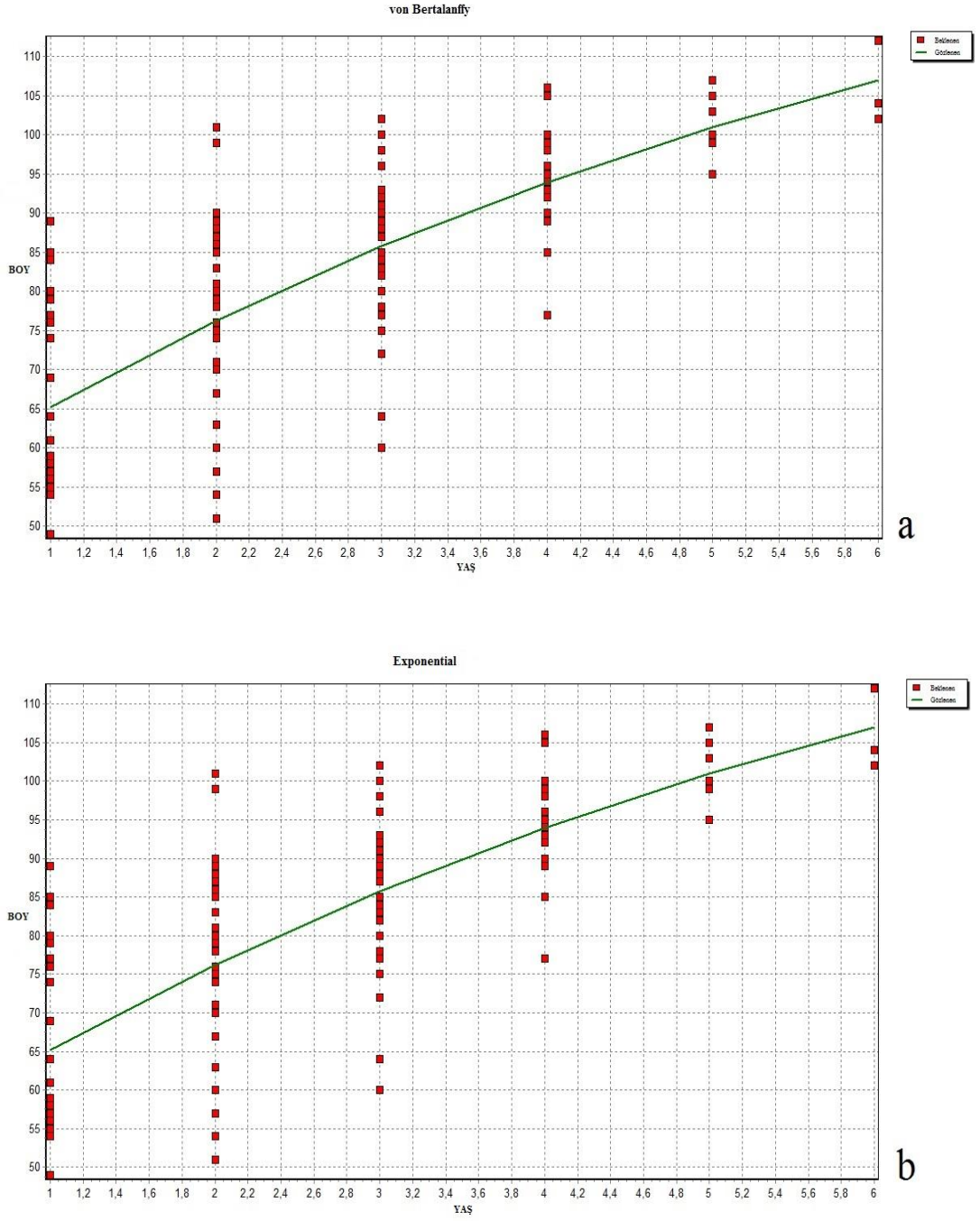
| Büyüme modelleri | L_{∞} (mm) | K (yıl ⁻¹) | t_0 (yıl) | I (yıl) | <i>AIC</i> | Φ' |
|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------|-----------|------------|---------|
| Dişi | | | | | | |
| VBGF | 117,19 | 0,386 | -1,4 | | 1666,83 | 3,724 |
| Exponential | 117,20 | 0,385 | | | 1666,83 | 3,723 |
| 3 Parametrelili Gompertz | 111,56 | 0,572 | | -0,268 | 1668,63 | 3,852 |
| 3 Parametrelili Logistic | 113,97 | 0,558 | | 0,166 | 1668,00 | 3,860 |
| Erkek | | | | | | |
| VBGF | 143,72 | 0,152 | -3,0 | | 1364,03 | 3,497 |
| Exponential | 143,72 | 0,152 | | | 1364,03 | 3,497 |
| 3 Parametrelili Gompertz | 130,28 | 0,254 | | -0,367 | 1364,81 | 3,635 |
| 3 Parametrelili Logistic | 120,87 | 0,367 | | 0,558 | 1364,08 | 3,729 |



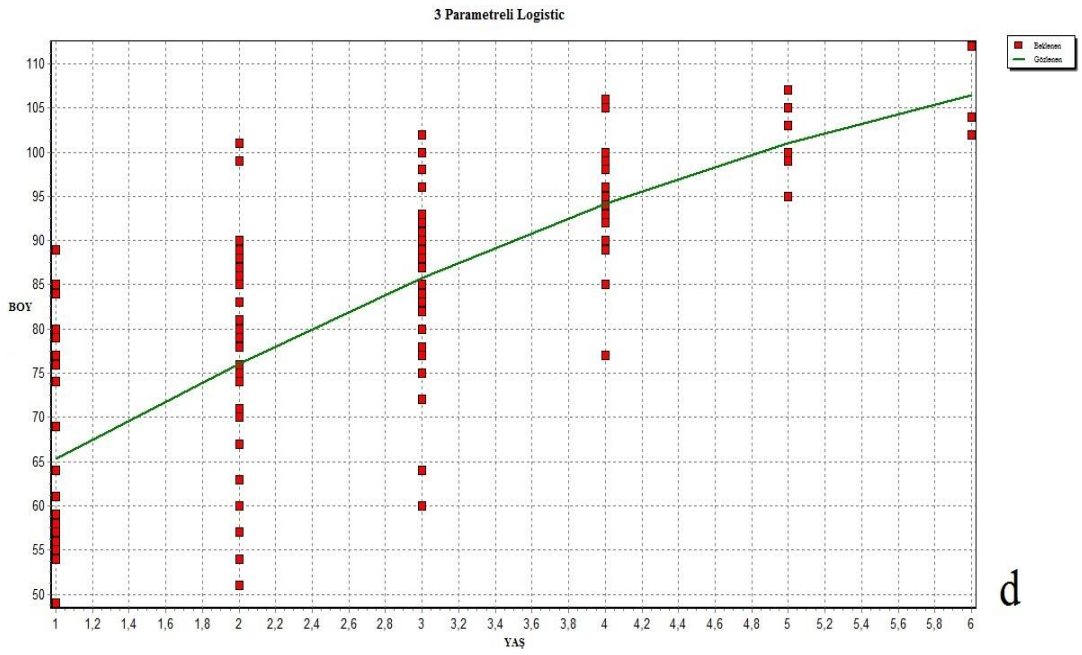
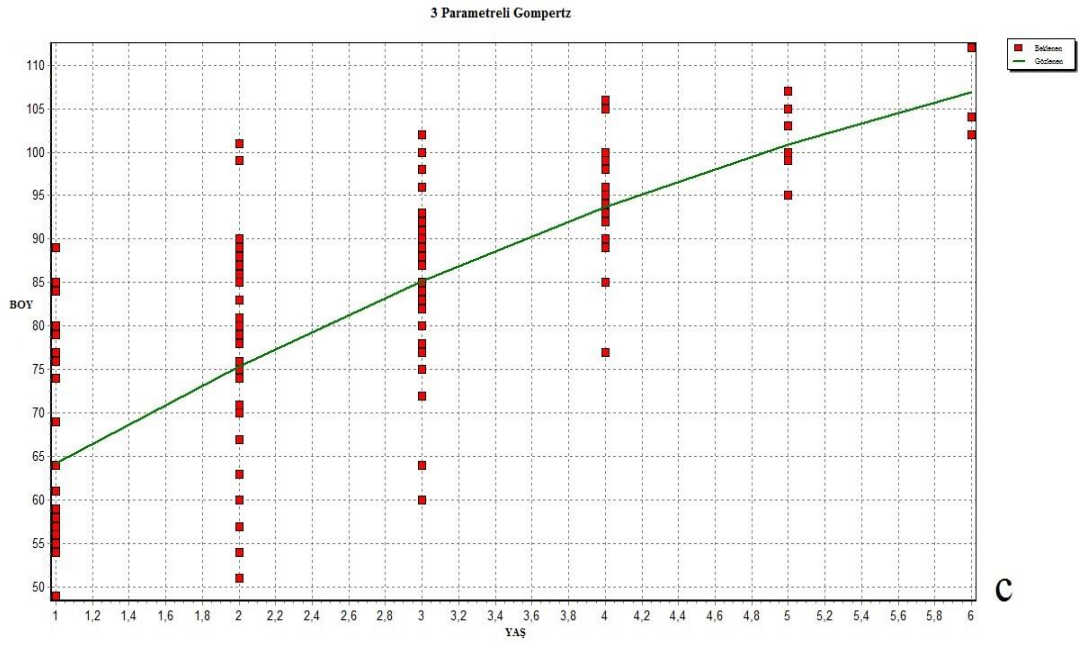
Şekil 17. Dişi bireylerin von Bertalanffy (a) ve Exponential (b) büyüme modellerine göre yaş-boy grafiği (orijinal)



Şekil 18. Dişi bireylerin 3 Parametrel Gompertz (c) ve 3 Parametrel Logistic (d) büyüme modellerine göre yaş-boy grafiği (orijinal)



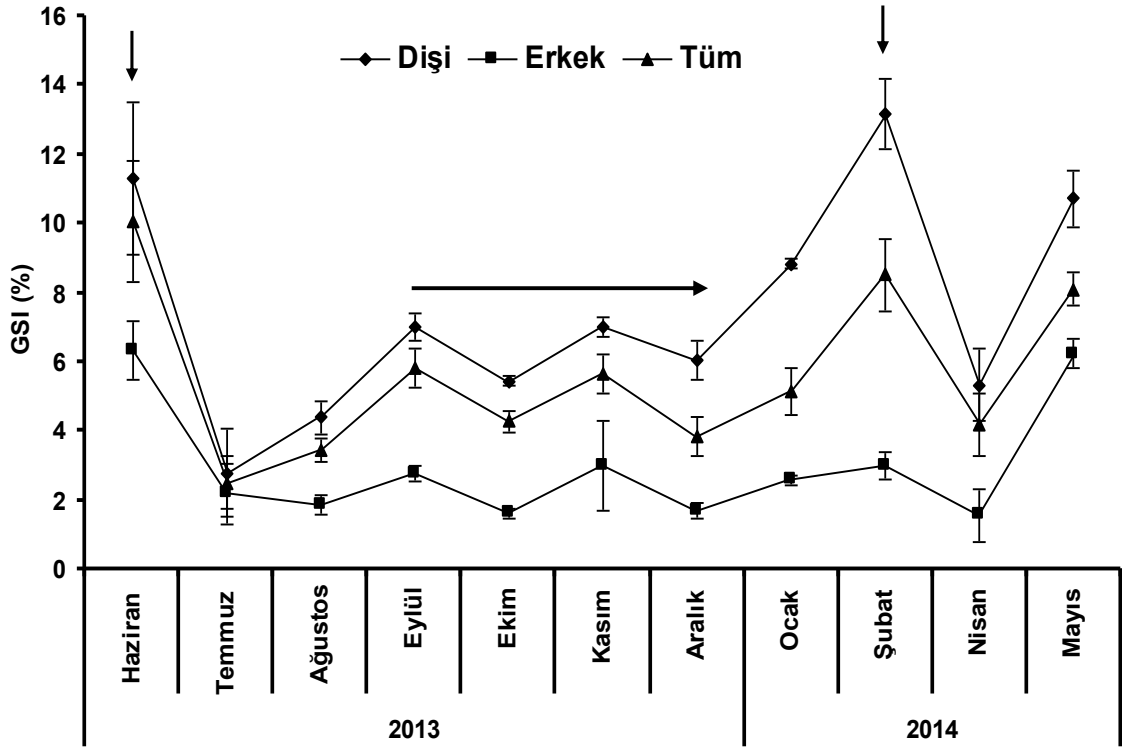
Şekil 19. Erkek bireylerin von Bertalanffy (a) ve Exponential (b) büyüme modellerine göre yaş-boy grafiği (orijinal)



Şekil 20. Erkek bireylerin 3 Parametrel Gompertz (c) ve 3 Parametrel Logistic (d) büyüme modellerine göre yaş-boy grafiği (orijinal)

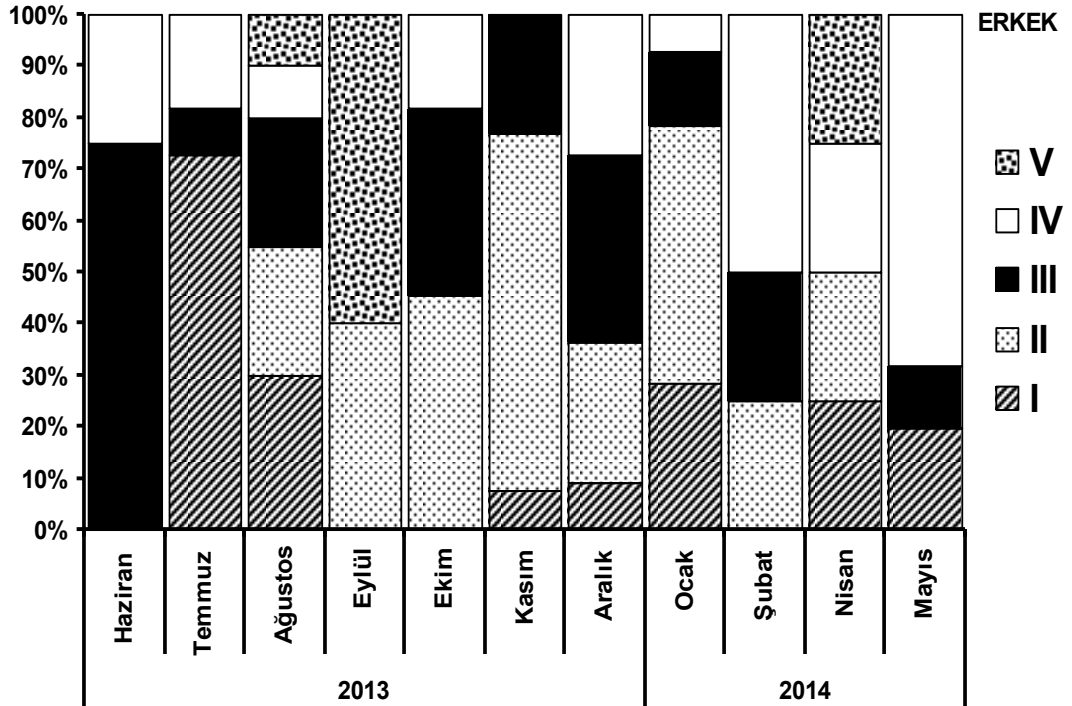
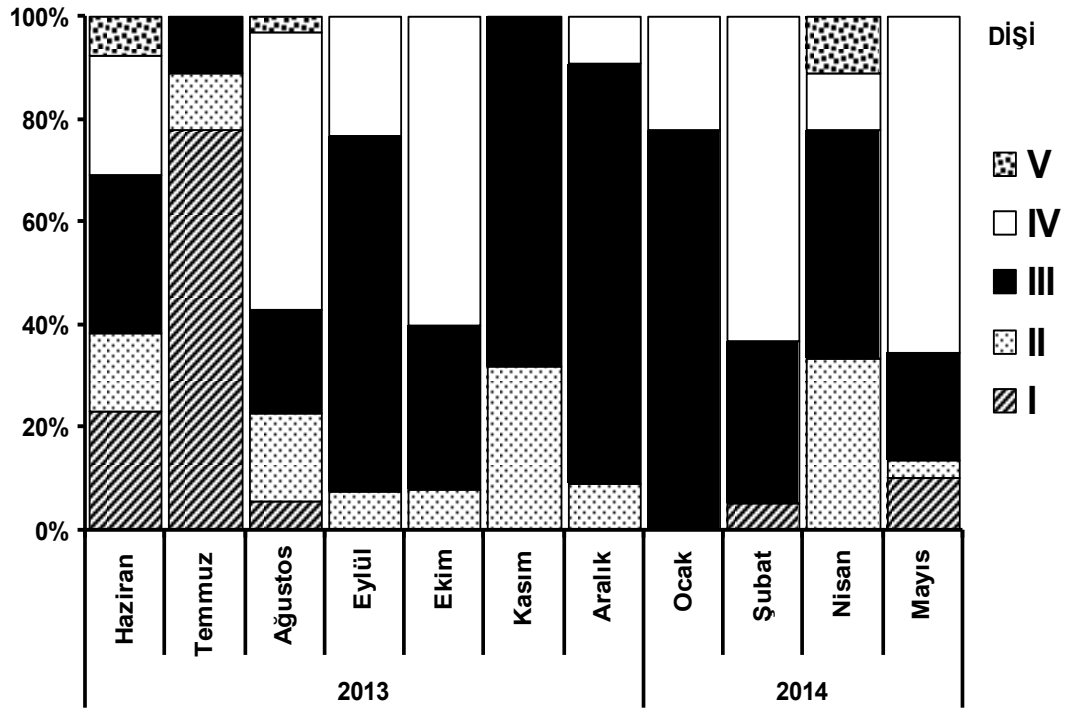
3.2.5. Üreme Zamanı

Gonadosomatik indeksin (GSI) aylık değişimi incelendiğinde her iki cinsiyetinde GSI değişiminin benzer olduğu görülmektedir. GSI değerlerinin yazın (özellikle Haziran) ve kışın (özellikle Şubat) net bir şekilde pik yaptığı, Eylül ve Aralık arasında ise üreme faaliyetlerinin devam ettiği görülmektedir (Şekil 21). Bu sonuçlara göre incelenen bireylerin yaz ve kış aylarında yoğun bir şekilde Eylül ve Aralık ayları arasında ise tedrici bir şekilde yumurtladığı görülmektedir.



Şekil 21. Gonadosomatik indeksin (GSI) aylık değişim grafiği (orijinal)

Dişi ve erkek bireylerin gonad gelişim safhaları aylara göre aşağıda sunulmuştur. Dişilerin V. safhadaki bireyelerine Haziran, Ağustos ve Nisan aylarında, IV safhadaki bireylere ise Temmuz ve Kasım hariç yıl boyunca rastlanılmıştır. I. Safhadaki bireylere ise Haziran, Temmuz, Ağustos, Şubat ve Mayıs aylarında rastlanılmıştır. Erkeklerin V. safhadaki bireyelerine Ağustos, Eylül ve Nisan aylarında, IV safhadaki bireylere ise Eylül ve Kasım hariç yıl boyunca rastlanılmıştır. I. Safhadaki bireylere ise Temmuz, Ağustos, Kasım, Aralık, Ocak, Nisan ve Mayıs aylarında rastlanılmıştır.



Şekil 22. Aylık olarak dişilerin ovaryum ve erkeklerin testis gelişim safhaları

3.2.6. Yumurta Çapı

Ovaryum gelişim safhası IV olan 23 balıktan her birinden 4-6 adet küçük (toplamda 132 adet küçük yani yumurtlanmaya henüz hazır olmayan yumurtalar) ve 4-6 adet büyük (toplamda 132 adet büyük yani olgun olup yumurtlanmaya hazır yumurtalar) boylu yumurtalar alınarak mikroskop altında çap ölçümleri yapılmıştır. Yumurtalar elipsoit şekline yakın olduğundan her bir yumurtanın kısa ve uzun eksen ölçümleri yapılmıştır.

Olgun yumurtaların büyük eksen çapı 740 – 2680 μm (ortalama: 1195,9 \pm 30,13 μm), küçük eksen çapı ise 610 – 2530 μm (ortalama: 1088,4 \pm 28,98 μm) olarak hesaplanmıştır. Küçük boylu yumurtaların uzun eksen çapı 500 – 930 μm (ortalama: 705,7 \pm 8,05 μm), küçük eksen çapı ise 420 – 820 μm (ortalama: 626,4 \pm 7,46 μm) olarak hesaplanmıştır.

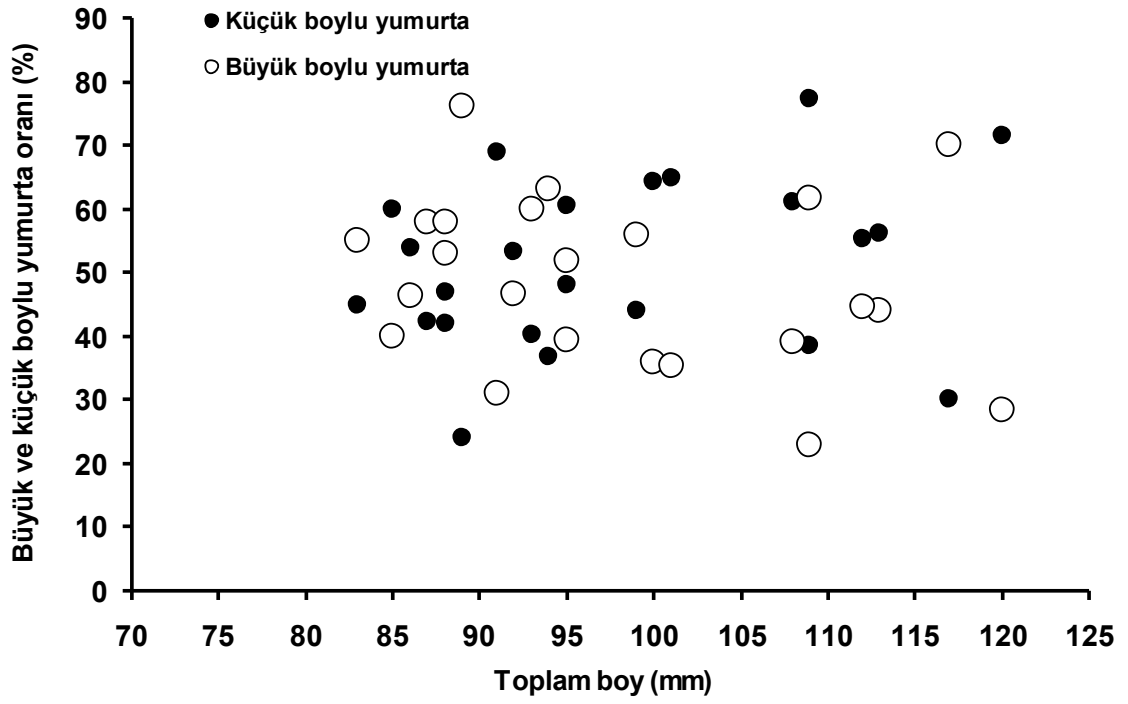
Küçük (ortalama: 705,7 \pm 8,05 μm) ve büyük (ortalama: 1195,9 \pm 30,13 μm) boylu yumurtaların ortalama uzun eksenleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (t test: P = 1,1621E-39). Yine, küçük (ortalama: 626,4 \pm 7,46 μm) ve büyük (ortalama: 1088,4 \pm 28,98 μm) boylu yumurtaların ortalama kısa eksenleri arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (t test: P = 1,0791E-38).

3.2.7. Yumurta Sayısı

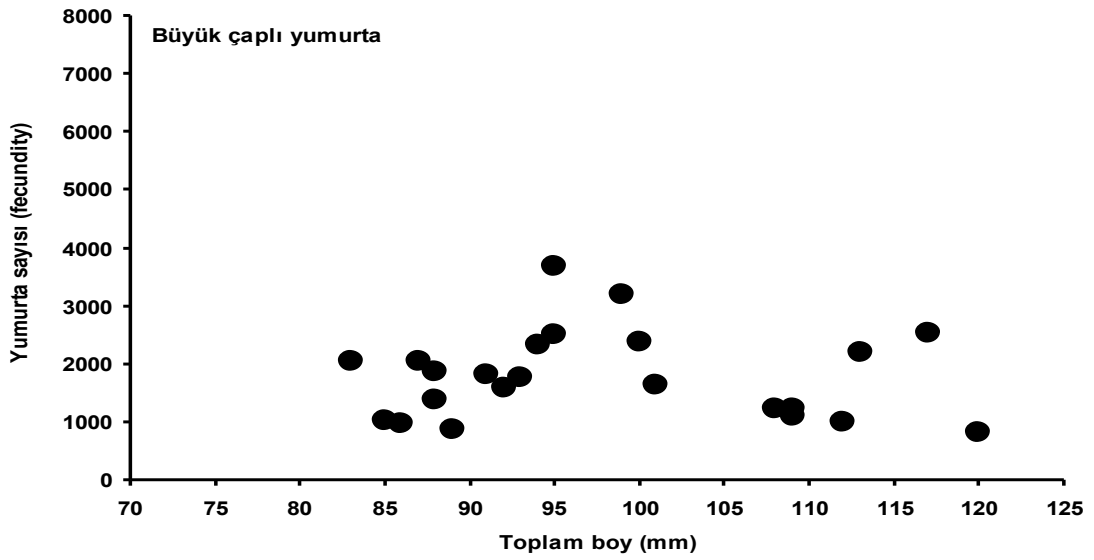
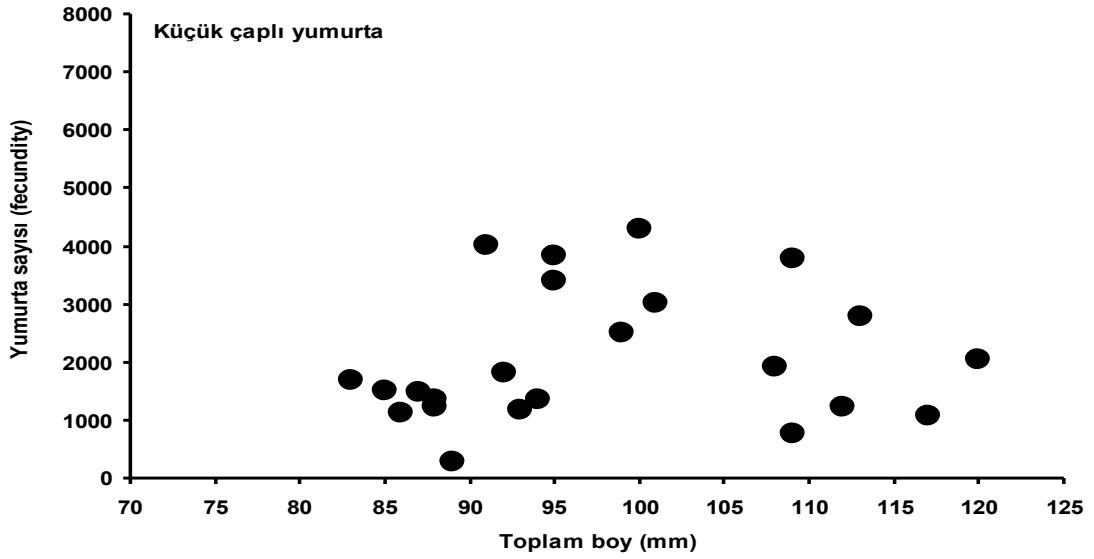
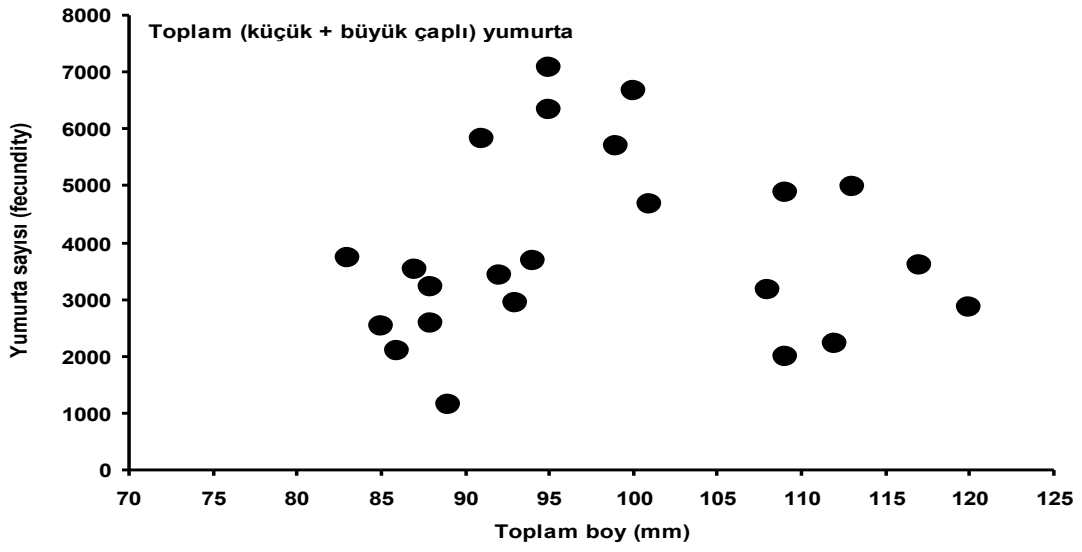
Toplam boyları 83 - 120 mm arasında (ortalama: 98,0 \pm 2,31 mm) olan 23 adet balığın ovaryumlarının incelenmesi sonucu: ovaryumlardaki yumurtaların sayısı 1146 – 7074 adet/birey (3865,3 \pm 338,17 adet/birey) olarak hesaplanmıştır. Ovaryumlardaki büyük çaplı yumurta sayısı 818 – 3674 adet/birey (1789,7 \pm 157,50 adet/birey), küçük çaplı yumurta sayısı ise 275 – 4285 adet/birey (2075,5 \pm 239,67 adet/birey) olarak hesaplanmıştır (Şekil 24).

Ovaryumlardaki büyük boylu yumurtaların toplam yumurta sayısına oranı %22,7 – 76,0 (ortalama: %48,5 \pm 2,83) arasında, küçük boylu yumurtaların toplam yumurta sayısına oranı ise %24,0 – 77,3 (ortalama: %51,5 \pm 2,83) arasında hesaplanmıştır (Şekil 23).

İncelenen balıkların yıl içerisinde kaç kez yumurtladıklarını (batın sayısı) belirlemek için ovaryumdaki toplam yumurta sayısının ovaryumdaki olgun yumurta sayısına bölüldüğünde; incelenen balıkların 1,3 – 4,4 kez (ortalama: 2,2 \pm 0,15 kez) arasında yumurtladıkları belirlenmiştir.



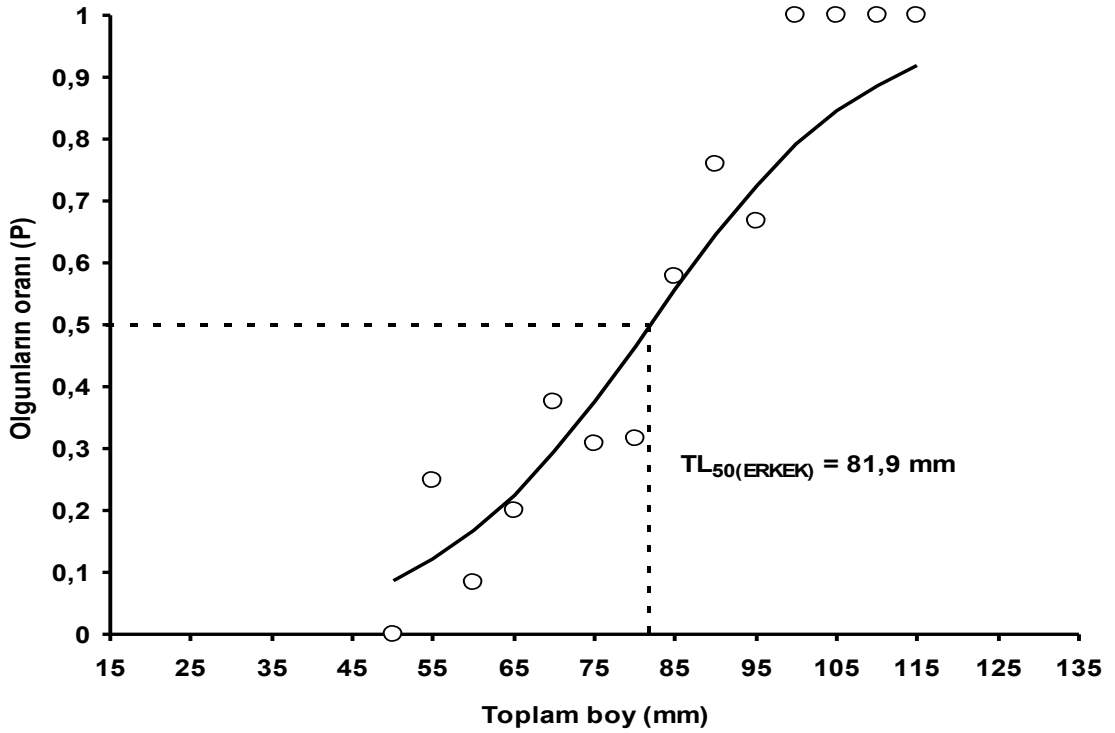
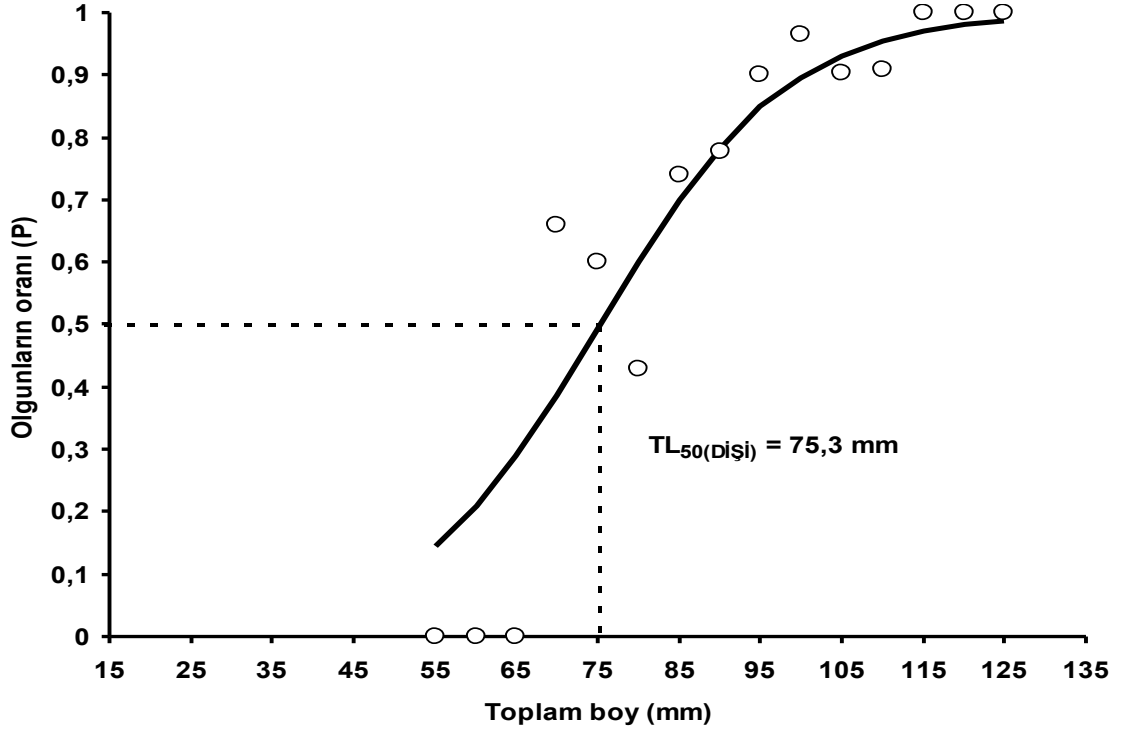
Şekil 23. Ovaryumda bulunan küçük (olgun olmayan) ve büyük (olgunlaşmış) yumurtaların yüzde oranları (orijinal)



Şekil 24. Toplam boy ve yumurta sayısı ilişkisi (orijinal)

3.2.8. %50 Cinsi Olgunluk Boyu

Dişi ve erkek bireylerin %50 cinsi olgunluk boyu şekilleri aşağıda sunulmuştur.



Şekil 25. Dişi ve erkek bireylerin %50 cinsi olgunluk boyu (orijinal)

Cinsi olgunluk boyu üreme mevsimi içerisinde (bu çalışmada yıl boyu) örneklenen ve safhası belirlenebilen 206 dişi (157 olgun) ve 150 erkek (85 olgun) bireyin 5 mm boy sınıf aralığındaki verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Dişi ve erkek bireylerin toplam boylarıyla yüzde olgunluk dereceleri arasındaki ilişkiyi gösteren denklem aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Erkek: } P = \frac{1}{1 + e^{6,0188 - 0,0735*TL}},$$

$$\text{Dişi: } P = \frac{1}{1 + e^{6,5794 - 0,0874*TL}},$$

Bu eşitliklerden %50 cinsi olgunluk boyunu (TL_{50}) hesaplamada kullanılan a ve b değerleri kullanılarak TL_{50} erkekler için ($a = 6,0188$; $b = -0,0735$) 81,9 mm ve dişiler için ise ($a = 6,5794$; $b = -0,0874$) 75,3 mm olarak hesaplanmıştır (Şekil 25).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Metrik, Meristik ve Moleküler Karakterler

Araştırma sahasında dağılım gösteren *Alburnoides* cinsi *Alburnoides bipunctatus* türü ile temsil edilmektedir. Bu türün tip lokalitesi (ilk tanımlandığı yer) Çoruh Nehri olduğu belirtilmiştir (Berg, 1949). Kutrup (1994), Trabzon civarındaki akarsularda, Turan (2003) ise Rize civarındaki akarsularda *Alburnoides bipunctatus fasciatus* alttürün dağılım gösterdiğini rapor etmişlerdir. Son yıllarda, Bogutskaya (2009), Bogutskaya ve Coad (2009) ve Turan vd. (2013) Doğu Karadeniz bölgesindeki akarsularda dağılım gösteren bu alttürü tür seviyesinde değerlendirmişler ve *Alburnoides fasciatus* olarak rapor etmişlerdir.

Araştırma sahasından toplanan örnekler Çoruh Nehri'nden toplanan örnekler (Turan, 2013) ile morfolojik ve moleküler düzeyde karşılaştırılmıştır. Sazansılar cinsinde türlerin ayrımında etkili olduğu ispatlanmış Sitokrom b geni itibarıyla çalışılan popülasyonların farklı olmadığı görülmektedir. Ayrıca bu örnekler, söz konusu bölgedeki diğer akarsulardan toplanan müze örnekleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Doğu Karadeniz bölgesinde bu cins tek bir tür ile temsil edilmekte olup, bu tür *Alburnoides fasciatus* türüdür. Bu sonuçlar, Turan vd. (2013) sonuçlarını doğrular niteliktedir.

Turan vd. (2013) göre *Alburnoides fasciatus* türü yakın havzalarda dağılım gösteren *Alburnoides eichwaldii* (Kura ve Aras nehirleri), *Alburnoides tzanevi* (Trakya bölgesindeki akarsular) ve *Alburnoides manyasensis* (Marmara'nın güneyindeki akarsular) türlerinden aşağıdaki özellikleri ile ayrılır. *Alburnoides fasciatus* türünde anal yüzgeçte 13-15, *Alburnoides eichwaldii* türünde 11-14, *Alburnoides tzanevi* türünde 11-12, *Alburnoides manyasensis* türünde ise 10-12 dallanmış ışın bulunur. *Alburnoides fasciatus* türünde ağız terminal konumlu *Alburnoides eichwaldii* türünde ise hafif subterminal konumludur. *Alburnoides fasciatus* türünün vücudu *Alburnoides tzanevi* türünden daha yüksek, *Alburnoides manyasensis* türünden ise daha alçaktır.

4.2. Biyolojik

4.2.1. Büyüme

Bu çalışmada *Alburnoides fasciatus* türünün yaş, boy kompozisyonu, boy-ağırlık ilişkisini içeren büyüme özellikleri ve üreme zamanı, yumurta sayısı, yumurta çapı ve %50 cinsi olgunluk boyunu içeren üreme biyolojisi özellikleri incelenmiştir. Büyüme özellikleri 397 birey üzerinde (dişi: 207, erkek: 167, cinsiyeti belirlenemeyen: 23) belirlenmiştir. Dişi ve erkek bireylerin ortalama toplam boyları ve boy frekans dağılımları arasındaki fark istatistiksel olarak farklı bulunduğundan dolayı büyüme özellikleri cinsiyetlere göre ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yapılan literatür taramasında *Alburnoides fasciatus* türünün büyüme ve üreme özelliklerini içeren herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak karşılaştırma yapabilmek amacıyla *Alburnoides* cinsine ait diğer balıklarla büyüme ve üreme özellikleri karşılaştırılmıştır (Tablo 8).

Tablo 8. Farklı bölgelerden *Alburnoides bipunctatus* türü için hesaplanan büyüme parametreleri

| Tür | Cinsiyet | L_{∞} (cm) | K (yıl ⁻¹) | t_0 | Φ' | Bölge | Kaynak |
|-----------------------|----------|-------------------|--------------------------|-------|---------|----------------------------|----------------------------|
| <i>A. bipunctatus</i> | ♂ | 14,1 | 0,27 | -0,9 | 1,728 | Uzineh, K. İran | Patimar vd. (2012) |
| <i>A. bipunctatus</i> | ♀ | 15,4 | 0,23 | -1,1 | 1,735 | Uzineh, K. İran | Patimar vd. (2012) |
| <i>A. bipunctatus</i> | ♀+♂ | 14,8 | 0,24 | -1,0 | 1,722 | Uzineh, K. İran | Patimar vd. (2012) |
| <i>A. bipunctatus</i> | ♀ | 10,7 | 0,55 | -0,5 | 1,801 | Zarrun-Gol Irmağı, K. İran | Patimar ve Dowlati (2007) |
| <i>A. bipunctatus</i> | ♂ | 10,0 | 0,51 | -0,7 | 1,704 | Zarrun-Gol Irmağı, K. İran | Patimar ve Dowlati (2007) |
| <i>A. bipunctatus</i> | ♀+♂ | 20,5 | 0,16 | -1,4 | 1,828 | Dobra Nehri, Hırvatistan | Treer vd. (2000) |
| <i>A. bipunctatus</i> | ♀+♂ | 15,5 | 0,33 | -0,4 | 1,899 | Bednja Nehri, Hırvatistan | Treer vd. (2000) |
| <i>A. bipunctatus</i> | ♀+♂ | 15,1 | 0,28 | -0,9 | 1,805 | Korana Nehri, Hırvatistan | Treer vd. (2000) |
| <i>A. bipunctatus</i> | ♀+♂ | 17,7 | 0,19 | -1,5 | 1,775 | Korana Nehri, Hırvatistan | Treer vd. (2000) |
| <i>A. bipunctatus</i> | ♀+♂ | 11,5 | 0,59 | -0,5 | 1,892 | Sava Nehri, Hırvatistan | Treer vd. (2000) |
| <i>A. bipunctatus</i> | ♀+♂ | 12,0 | 0,59 | -0,1 | 1,929 | Sava Nehri, Hırvatistan | Treer vd. (2006) |
| <i>A. bipunctatus</i> | ♀+♂ | 11,6 | 0,48 | -0,1 | 1,810 | İskar Nehri, Bulgaristan | Raikova-Petrova vd. (2011) |

Kuzey İran'ın Golestan sınırları içerisinde ki Uzineh bölgesinde 500 hektarlık gölde yapılan bir çalışmada *Alburnoides bipunctatus* türünün 5 yaşına kadar büyüdüğü L_{∞} ve K değerlerinin erkekler için $L_{\infty}= 14,07$ cm, $K= 0,27$ yıl⁻¹ dişiler için ise $L_{\infty}= 15,37$ cm, $K= 0,23$ yıl⁻¹ olarak belirtilmiştir (Patimar vd., 2012). Yani *Alburnoides bipunctatus* türünün dişi bireyleri erkeklerden daha büyük boya ve daha küçük büyüme hızı özelliğine sahiptir. Ancak, Zarrun-Gol Irmağı'nda (K. İran) yapılan çalışmada *A. bipunctatus* türünün dişi bireyleri ($L_{\infty}= 10,7$ cm) erkeklerden ($L_{\infty}= 10,0$ cm) daha büyük boya ve daha büyük büyüme hızına (dişi: $K = 0,55$ yıl⁻¹, erkek: $K = 0,51$ yıl⁻¹) sahip

olduğu bildirilmiştir (Patimar ve Dowlati, 2007). Buna göre *Alburnoides* cinsine ait türlerin cinsiyete göre büyüme özelliklerinin coğrafik bölgelere göre farklılık gösterdiği söylenebilir. Bu çalışmada *Alburnoides fasciatus* türünün büyümesini ortaya koymak için üç farklı büyüme modeline göre değerlendirme yapılmıştır. L_{∞} değeri dişiler için 111,6 mm (3 parametrelili Gompertz) ve 117,2 mm (von Bertalanffy ve Exponential) arasında erkekler için ise 120,9 mm (3 Parametrelili Logistic) ve 143,7 mm (von Bertalanffy ve Exponential) arasında hesaplanmıştır. K değeri ise dişiler için $0,38 \text{ yıl}^{-1}$ (Exponential) ve $0,57 \text{ yıl}^{-1}$ (3 Parametrelili Gompertz) arasında erkekler için ise $0,15 \text{ yıl}^{-1}$ (von Bertalanffy ve Exponential) ve $0,36 \text{ yıl}^{-1}$ (3 Parametrelili Logistic) arasında hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre dişilerin L_{∞} değerlerinin (dört büyüme modeline göre) erkeklerden daha küçük olduğu tam tersi olarak K değerinin ise dişilerde erkeklerden daha büyük olduğu görülmüştür. Bu sonuçları kıyaslayabileceğimiz herhangi bir çalışma literatürde rastlanılamamıştır. Bu çalışmada *A. fasciatus* türünün büyümesi ilk olarak değerlendirildiği için daha kesin sonuçlara ulaşmak amacıyla farklı büyüme modellerine göre detaylı olarak büyüme parametreleri hesaplanmıştır. Büyüme parametrelerinin söz konusu büyüme modellerine göre en uygun olanını seçmede AIC kriteri (Akaike Bilgi Kriteri) kullanılmaktadır (Akaike, 1974). AIC kriteri ne kadar büyükse büyüme modeli uygulanan tür için en uygun modeldir. AIC kriterine göre dört farklı büyüme modeli değerlendirildiğinde bu çalışmada incelenen *A. fasciatus* türünün dişi bireylerinin büyümesi matematiksel olarak von Bertalanffy ($AIC = 1666,83$) ve Exponential ($AIC = 1666,83$) büyüme modeline uygun olduğu, erkek bireyler için ise dört büyüme modelinin de AIC değerlerinin birbirine yakın olduğu ancak 3 Parametrelili Gompertz modelinin ($AIC = 1364,81$) diğer üç modele göre daha uygun olduğu belirlenmiştir. Balıklarda büyüme matematiksel olarak genellikle von Bertalanffy büyüme modeline uygunluk gösterir. Ancak balıklarda büyümenin matematiksel olarak ifadesi; balık türüne, aynı tür içerisinde coğrafik bölgeye, cinsiyete, balık şekline, gonad olgunluk safhalarına, üreme zamanına, biyotik ve abiyotik çevresel faktörlere göre değişebilmektedir. Örneğin Zargana balığı (*Belone euxini*) (Bilgin vd., 2014), İskorpit balığı *Scorpaena porcus* (Demirhan ve Can, 2009), Pervane balığı *Masturus lanceolatus* (Liu vd., 2009) ve Vatoz balığı (*Bathyrāja minispinosa*) (Ainsley vd., 2011) için büyüme farklı büyüme modellerine göre değerlendirilmiştir. Söz konusu balıklardaki farklı matematiksel büyüme modelleriyle değerlendirmeler, balığın vücut şekline,

büyüme özelliklerine, büyüme parametrelerinin biyolojik olarak yorumlanmasına ve karşılaştırılmasındaki zorluklardan dolayı yapılmıştır (Fitzhugh, 1976).

Balıklarda b değeri 2,5 ve 3,5 arasında değişmekte ve genellikle $b = 3$ değerine yakın olmaktadır (Pauly 1984). Bu çalışmada dişi ve erkeklerin boy ağırlık ilişkisindeki b değerinin $b = 3$ 'ten (izometrik büyüme) farklı olup olmadığı Pauly (1984)'nin t testi ile test edilmiştir. Buna göre her iki cinsiyetinde pozitif allometrik büyüme özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Farklı bölgelerde *Alburnoides* genusuna ait türler için büyümenin pozitif allometrik olduğu (Tablo 9) ve bu sonuçlarla bizim sonuçlarımızın uyumlu olduğu görülmüştür.

Tablo 9. Farklı bölgelerden *Alburnoides* genusuna ait türler için cinsiyetlere göre hesaplanan boy ağırlık değerleri

| Tür | Cinsiyet | N | $TL_{\min - \max}$ | A | b | r^2 | Bölge | Kaynak |
|-----------------------|----------|-----|--------------------|-------|-------|-------|---------------------------|-----------------------|
| <i>A. fasciatus</i> | ♀+♂ | 18 | 8,3 - 13,8 | 0,011 | 3,048 | 0,950 | Barhal Nehri, Artvin | Erk'akan vd. (2013) |
| <i>A. eichwaldii</i> | ♀+♂ | 21 | 2,5 - 6,2 | 0,005 | 3,290 | 0,981 | Til-Abad, İran | Nowferesti vd. (2013) |
| <i>A. nicolausi</i> | ♀+♂ | 11 | 4,60 - 6,9 | 0,008 | 3,280 | 0,979 | Aliguardz, İran | Nowferesti vd. (2013) |
| <i>A. mossulensis</i> | ♀+♂ | 102 | 1,90 - 14,8 | 0,006 | 3,140 | 0,979 | Sefid barg, Dinevar, İran | Nowferesti vd. (2013) |
| <i>A. bipunctatus</i> | ♀ | 111 | 4,8 - 11,8 | 0,008 | 3,207 | 0,940 | Uzineh, K. İran | Patimar vd. (2012) |
| <i>A. bipunctatus</i> | ♂ | 129 | 4,9 - 11,0 | 0,007 | 3,256 | 0,930 | Uzineh, K. İran | Patimar vd. (2012) |
| <i>A. bipunctatus</i> | ♀+♂ | 240 | 4,8 - 11,1 | 0,007 | 3,239 | 0,930 | Uzineh, K. İran | Patimar vd. (2012) |
| <i>A. fasciatus</i> | ♀ | 207 | 5,2 - 12,5 | 0,000 | 3,164 | 0,978 | İyidere Deresi, Rize | Bu çalışma |
| <i>A. fasciatus</i> | ♂ | 167 | 4,6 - 11,2 | 0,000 | 3,052 | 0,978 | İyidere Deresi, Rize | Bu çalışma |

4.2.2. Cinsi Olgunluk Boyu

Bu çalışmada incelenen *A. fasciatus* türünün cinsi olgunluk boyu üreme zamanı içerisinde örneklenen 206 dişi (157 olgun) ve 150 erkek (85 olgun) birey kullanılarak hesaplanmıştır. Dişi ve erkek bireylerin %50 cinsi olgunluk boyu erkekler için ($a = 6,0188$; $b = -0,0735$) 81,9 mm, dişiler için ise ($a = 6,5794$; $b = -0,0874$) 75,3 mm olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçları karşılaştırabileceğimiz herhangi bir literatüre ulaşamamıştır. %50 cinsi olgunluk boyu bir balık türünün avlanabileceği asgari balık boyunu ifade eder ve balıkçılık yönetimi açısından söz konusu türün avcılığının düzenlenmesinde bu boyun altındaki balıkların avlanmasının yasaklanması gerekmektedir. Diğer taraftan bu çalışmada hesaplanan cinsi olgunluk boyu ülkemizde

dağılım gösteren diğer su sistemlerinde de belirlenmelidir. İlk cinsi olgunluk boyunun belirlenmesinde kullanılan bireylerin boy aralığı hesaplanan boy değerini etkilemektedir.

4.2.3. Üreme Zamanı

Gonadosomatik indeksin (*GSI*) aylık değişimi incelendiğinde her iki cinsiyetinde *GSI* değişiminin benzer bir seyir yaptığı görülmektedir. *GSI* değerlerinin yazın (özellikle Haziran) ve kışın (özellikle Şubat) net bir şekilde pik yaptığı, Eylül ve Aralık arasında ise üreme faaliyetlerinin devam ettiği görülmüştür. Bu sonuçlara göre *A. fasciatus* bireylerin araştırma bölgesinde yaz ve kış aylarında yoğun bir şekilde Eylül ve Aralık ayları arasında ise tedrici bir şekilde yumurtladığı belirlenmiştir. İncelenen türün üreme zamanına ilişkin herhangi bir literatüre rastlanılamamıştır. Ancak Çoruh Nehri'ne bağlı Oltu Çayı'nda *A. fasciatus*'un sinonimi olduğu düşünülen *A. bipunctatus fasciatus* türünün üremesini Mayıs – Temmuz ayları arasında gerçekleştirdiği bildirilmiştir (Yıldırım vd., 1999). Diğer taraftan kıyaslama yapmak amacıyla *Alburnoides* genusuna ait diğer balıkların farklı coğrafik bölgelerden bildirilen üreme zamanı ve yumurta sayıları Tablo 10'da sunulmuştur. *Alburnoides* türlerinin üremesinin suların ısınmaya başladığı ilkbahar ve sonbahar arasında gerçekleştiği görülmektedir (Tablo 10). Balıklarda üreme zamanı biyotik ve abiyotik faktörlere, özellikle de su sıcaklığına bağlı olarak etkilenmektedir. Ayrıca aynı türün farklı coğrafik bölgelerdeki üreme zamanı da farklılıklar gösterebilmektedir (Avşar, 2005).

4.2.4. Yumurta Çapı ve Yumurtlama Sayısı

Polačik ve Kovác (2006) Rudava Deresi'nde (Doğu Slovakya) *A. bipunctatus* türünün yumurta verimi ve üremesi üzerine yaptıkları çalışmada: *A. bipunctatus* türünün yumurtlama zamanında dişi bireylerin gonadlarında iki yada üç farklı büyüklük tipinde yumurta bulunduğunu rapor etmişlerdir. Gonadlardaki büyük boylu yumurtalar 1,33 - 1,59 mm (ortalama : 1,46±0,07 mm) büyüklüğünde olup büyük boylu yumurtalar gonadlardaki toplam yumurtaların %19-51'ini (ortalama : %35,3±8,6) oluşturmaktadır. Gonadlardaki orta büyüklükteki yumurtalar 1,01 - 1,33 mm (ortalama : 1,13±0,06 mm) büyüklüğünde olup bu yumurtalar gonaddaki toplam yumurtaların %31-68'ini oluşturur. Gonadlarda ki küçük boylu yumurtalar ise 0,63 - 0,90 mm (ortalama : 0,75±0,06 mm) büyüklüğünde olup bu yumurtalar gonaddaki toplam yumurtaların %6-20'sini

(ortalama: %11,8±4,20) oluşturur. Buradan da anlaşılacağı üzere *A. bipunctatus* türünün üreme sezonunda gonadlarında yumurtlanma büyüklüğüne ulaşmış yumurtaların toplam gonaddaki yumurtalara oranından yıl içerisinde 1,96 - 5,2 (ortalama: 2,83 kez) kez yumurtladığı sonucu çıkarılabilir. Bu çalışmada ise *A. fasciatus* türünün ovaryumlarındaki büyük boylu yumurtaların toplam yumurta sayısına oranı %22,7 - 76,0 (ortalama: %48,5±2,83) arasında, küçük boylu yumurtaların toplam yumurta sayısına oranı ise %24,0 - 77,3 (ortalama: %51,5±2,83) arasında hesaplanmıştır.

Bu çalışmada incelenen balıkların yıl içerisinde 1,3 - 4,4 kez (ortalama: 2,2±0,15 kez) arasında yumurtladıkları belirlenmiştir. Bu sonuçlar Rudava Deresinde (Doğu Slovakya) *A. bipunctatus* türünün yumurtlama özelliğiyle benzer olup *Alburnoides* genusuna ait *A. fasciatus* ve *A. bipunctatus* türlerinin yumurtlamasının üreme sezonu içerisinde tek batında cereyan etmeyip porsiyonlar şeklinde (batch spawners) olan yumurtlama özelliği gösterdikleri söylenebilir. *Alburnoides* genusuna ait *A. fasciatus* ve *A. bipunctatus* türlerinin yumurta verimi (Absolute: mutlak yumurta verimi, Relative: nispi yumurta verimi) yapılan çalışmalarda farklılıklar göstermektedir (Tablo 10).

Tablo 10. *Alburnoides* genusuna ait balıkların farklı coğrafik bölgelerden bildirilen üreme zamanı ve yumurta sayıları

| Tür | Üreme zamanı | Absolute* | Relative** | Bölge | Kaynak |
|------------------------|-------------------|------------|------------|----------------------------|---------------------------|
| <i>Alburnoides</i> sp. | Haziran - Ağustos | - | - | Kesselian Deresi, İran | Seifali vd. (2012) |
| <i>A. bipunctatus</i> | Nisan - Temmuz | 975-5206 | 176-586 | Rudava Deresi, D.Slovakya | Polačik ve Kovác (2006) |
| <i>A. bipunctatus</i> | Nisan – Mayıs | | | Zarrun-Gol ırmağı, K. İran | Patimar ve Dowlati (2007) |
| <i>A. bipunctatus</i> | Nisan - Ağustos | 234-7728 | 60-550 | Uzineh, K. İran | Patimar vd. (2012) |
| <i>A. bipunctatus</i> | Mayıs - Temmuz | 9553-31190 | 731-913 | Oltu Çayı, Çoruh Nehri | Yıldırım vd. (1999) |
| <i>A. fasciatus</i> | Eylül-Aralık | 1146-7074 | 818-3674 | İyidere Deresi, Türkiye | Bu çalışma |

*: Absolute fecundity: gonadlardaki toplam yumurta sayısı. **: Relative fecundity: gonadlardaki olgun yumurta sayısı

Balıklarda yumurta verimi balık türüne, balık büyüklüğüne ve coğrafik bölgeye göre farklılıklar gösterebilmektedir (Avşar, 2005). Bir balık türünün yumurta verimi ve çapı, yayılış gösterdiği alandaki ışık, sıcaklık, tuzluluk, besin vb. gibi abiyotik faktörlerle direk ilişkilidir (Avşar, 2005). Örneğin Çaçı balığının Kuzey Denizi stoğu Mayıs – Haziran ayları arasında yumurtlarken bu denize göre daha düşük enlemler arasında bulunan Karadeniz’de ki stoğu yıl boyunca ve fakat Kasım – Mart ayları

arasında yoğun olarak yumurtlamaktadır. Ancak bu durum bu çalışmada da ortaya konduğu gibi (bak: Tablo 10) aynı genusa ait balık türleri için geçerli olmayabilir.

5. ÖNERİLER

Bu çalışmada incelenen *A. fasciatus* türünün yaş, büyüme ve üreme biyolojisi özellikleri literatürde detaylı bir şekilde çalışılmamıştır. Dişi ve erkek bireylerin %50 cinsi olgunluk boyu erkekler için 81,9 mm ve dişiler için ise 75,3 mm olarak hesaplanmıştır. Bu türün avcılığının düzenlenmesinde asgari boy 8,2 cm toplam boy olarak önerilmiştir. Bu çalışma ile literatürdeki bilgi eksikliği kısmen de olsa giderilmeye çalışılmıştır. Söz konusu türün ülkemiz sularındaki dağılım alanlarının belirlenmesi, *A. fasciatus* stoğunun ekosistem temelli sürdürülebilir balıkçılığının yapılması ve türün koruma önlemlerinin geliştirilebilmesi için farklı su sistemlerindeki (göl, nehir vb.) *A. fasciatus* türünün yaş, büyüme, ölüm oranları ve üreme zamanı, yumurta özellikleri ve %50 cinsi olgunluk boyunu tanımlayıcı çalışmalar biran önce başlatılmalı ve oluşturulacak bilgi birikimi kullanılarak balıkçılık yönetimi mekanizması oluşturulmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Abbott, K., E., (1835).** Letter accompanying a collection from Trebizon and Erzeroun, Proceeding Zoological Society London, 3, 89-92.
- Ainsley, S.M., Ebert, D.A. and 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.
- Aras, S., (1974).** Çoruh ve Aras Havzası Balıkları Üzerinde Biyo-Ekolojik Araştırmalar (Doktora Tezi) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Erzurum, 82s.
- Avşar, D., (2005).** Balıkçılık biyolojisi ve popülasyon dinamiği. Nobel Kitabevi, Adana. Basım No: 1, ISBN: 9758561448.
- Berg, L., S., (1949).** Freshwater Fishes of the U,S,S,R, and Adjacent Countries, Academy of Science of the USSR, Zoology Institute, Moskova-Leningrad.
- Berg, L., S., (1949).** Freshwater Fishes of the U,S,S,R, and Adjacent Countries, Academy of Science of the USSR, Zoology Institute, Moskova-Leningrad.
- Bertalanffy, L. V., (1938).** A quantitative theory of organic growth. Human Biology, 10, 181-231.
- Blanc M., Gaudet J.L., Banarescue J. C., (1971).** European Inland Waterfish. A multilingual catalogue. Fishing News (Books) Ltd., London.
- Bilgin, S., Taşçı, B., Bal, H., (2014).** Reproduction biology of the garfish, *Belone euxini* (Belonidae: Belone) Günther, 1866 from the south-east Black Sea. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 14 (3), 623-631.
- Bilgin, S., Taşçı, B. and Bal, H., (2014).** Population dynamics of the garfish, *Belone euxini* Günther, 1866 (Belonidae: Belone) from the Southeast Black Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 94, 1687-1700. DOI:10.1017/S0025315414000769.
- Bogutskaya, N.G. and Coad, B.W., (2009).** A review of vertebral and fin-ray counts in the genus *Alburnoides* (Teleostei: Cyprinidae) with a description of six new species. Zoosystematica Rossica, 18 (1), 126-173.
- Chilton, D. E. and Beamish, R. J., (1981).** Age Anonymous: Methods of collecting and analyzing size and age data for fish stock assessment. FAO Fisheries Circular, 736, 100.

- Davenport, H. A., (1960).** Histological and histochemical techniques, Saunders College, London, UK, Oxford, UK.
- Demirhan, S. A. and 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.
- Ergüven, E., (1989).** Sapanca Gölüne Dökülen Derelerde Yaşayan Petromyzonidae Familyasının Paraziter Türünün Saptanması Üzerinde Bir Çalışma, İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 1(2), 29-36.
- Erk'akan, F., Innal, D. and Özdemir, F., (2013).** Length-weight relationships for five Cyprinid species in Turkey. Journal of Applied Ichthyol, 30 (2014), 212-213.
- Erkoyuncu, İ., (1995).** Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği, OnDokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Yayın No:95 Sinop, 265s.
- Everhart, W. H., Eipper, A.W. and Youngs, W.D., (1975).** Principles of fishery sciences. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Fitzhugh, H. A., (1976).** Analysis of Growth Curves and Strategies for Altering Their Shape. Journal of Animal Science, 42, 1036-1051.
- Geldiay, R., ve Balık, S., (2009).** Türkiye Tatlısu Balıkları, 6. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, 519s.
- 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.
- 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. and Seaby, R.M., (2006).** Growth II. Pisces Conservation Ltd., Lymington, England.
- Kuru, M., (1975).** Dicle-Fırat, Kura-Aras, Van Gölü Karadeniz Havzası Tatlısularında Yaşayan Balıkların (Pisces) Sistemik ve Zoocoğrafik Yönden İncelenmesi (Doçentlik Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi, Erzurum, 180s.
- Kutrup, B., (1994).** Trabzon Yöresindeki Tatlısu Balıklarının Taksonomisi ve Ekolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 64.

- Liu, K. M., Lee, M. L., Joung, S. J. and Chang, Y. C., (2009).** Age and growth estimates of sharptail mola, *Masturus lanceolatus*, in waters of eastern Taiwan. Fisheries Research, 95, 154-160.
- Nowferesti, H., Asgardun, S., and Zare, P., (2013).** Length-weight relationships of six freshwater cyprinid fishes of Iran. Journal of Applied Ichthyol, 30 (2014), 1069-1070.
- Patimar, R and Dowlati, F., (2007).** Investigation on age, growth and reproduction of riffle minnow *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) in Zarrin-Gol River, east Alborz Mountain Journal of Fisheries, 1(1), 55-62.
- Patimar, R., Zare, M. and Hesam, M., (2012).** On the life of spirin *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) in the qanat of Uzinah, northern Iran. Turkish Journal of Zoology, 2012, 36(3), 383-393. DOI:10.3906/zoo-1003-139.
- Pauly, D., (1984).** Fish population dynamics in tropical water: a manual for use with programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews 8.
- Pauly, D. and 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. ve Bostancı, D., (2009).** Karadeniz (Samsun)'de Yaşayan Zargana (*Belone Belone* L., 1761)'da Yaş Tayini, Yaş-Boy Ve Boy-Ağırlık İlişkileri. Journal of Fisheries Science. 3(3), 187-198.
- Polačik, M. and Kováč, V., (2006).** Fecundity and annual course of maturation in spirin, *Alburnoides bipunctatus*. Folia Zoology, 55(4), 399-410.
- Richards, F.J., (1959).** A flexible growth functions for empirical use. Journal of Experimental Botany, 10, 290 - 301.
- Seifali, M., Arshad, A., Esmaeili, H.R., Kiabi, B.H., Yazdani Moghaddam, F. and Fardad, N., (2012).** Fecundity and maturation of South Caspian spirin, *Alburnoides* sp. (Actinopterygii: Cypriniade) from Iran IJST, (2012), A2, 181-187.
- Slastenenko, E., (1955-1956).** Karadeniz Havzası Balıkları, Et Balık Kurumu Umum Müdürlüğü Yayınları, İstanbul, 711s.
- Şahin, C., Imamoğlu, H., O., Turan, D., Verep, B. and Taşkın, V., (2007).** A preliminary study on growth parameters and mortality rates of the barbell (*Barbus tauricus escherichii*, steindachner, 1897) in Yeşildere Stream, Rize, Turkey. Turkish Journal of Zoology, 31, 295-300.

- Thompson, J.D., Gibson, T.J., Plewniak, F., Jeanmougin, F., and Higgins, D.G., (1997).** The CLUSTAL_X windows interface: Flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. *Nucleic Acids Research*, 25, 4876-4882.
- Treer, T., Habekovic, D., Anicic, I., Safner, R. and Piria, M., (2000).** Growth of fi ve spirlin (*Alburnoides bipunctatus*) populations from the Croatian rivers. *Agriculture Conspectus Science*, 65(3), 175-180.
- Treer, T., Piria, M., Anicic, I., Safner, R. and Tomljanovic, T., (2006).** Diet and growth of spirlin, *Alburnoides bipunctatus* in the barbell zone of the Sava River. *Folia Zoology*, 55(1), 97-106.
- Turan, D., (2003).** Rize ve Artvin Yöresindeki Tatlı su Balıklarının Sistematik ve Ekolojik Yönden İncelenmesi. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye, 184s.
- Turan, D., Ekmekçi, F.G., Kaya, C., and Güçlü, S.S., (2013).** *Alburnoides manyasensis* (Actinopterygii, Cyprinidae), a new species of cyprinid fish form Manyas Lake basin, Turkey, *Zookeys*, 276, 85-102.
- Verep, B., Serdar, O., Turan, D. ve Şahin, C., (2005).** İyidere (Trabzon) `nin Fiziko-Kimyasal Açıdan Su Kalitesinin Belirlenmesi, *Ekoloji*, 26-35.
- Yıldırım, A., Erdoğan, O., Turkmen, M. and Demir, B.C., (1999).** The investigation of some reproduction characteristics of the *Alburnoides bipunctatus faciatis* (Nordman, 1840) living in Oltu stream, Coruh basin. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 4, 679-686.
- Zorica, B. and 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.

ÖZGEÇMİŞ

24.02.1987 tarihinde Rize'de doğdu. İlköğretimini Rize Şevket Yardımcı İlköğretim Okulunda tamamladı. Lise öğrenimini Rize Lisesinde tamamladı. 2012 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji bölümünden mezun oldu. 2012 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisansa başladı ve halen öğrenimine devam etmektedir.