



**T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

**DOĞU KARADENİZ'DEKİ İSTAVRİT BALIĞI (*Trachurus
mediterraneus*, Steindachner, 1868)'NİN HİSTOLOJİK
METOTLA ÜREME BİYOLOJİSİNİN BELİRLENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Osman ŞENTÜRK

**Danışman
Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN**

**RİZE
2022**

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalında, Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN danışmanlığında, Osman ŞENTÜRK tarafından hazırlanan *Doğu Karadeniz'deki İstavrit Balığı (Trachurus mediterraneus, Steindachner, 1868)'nın Histolojik Metotla Üreme Biyolojisinin Belirlenmesi* adlı bu tez çalışması, 14/09/2022 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/oy çokluğuyla başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı, Adı Soyadı	İmza
Başkan	: Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN	
Üye	: Prof. Dr. Ferhat KALAYCI	
Üye	: Prof. Dr. Hacer SAĞLAM	

ETİK BEYAN

Su Ürünleri Tezli Yüksek Lisans Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Doğu Karadeniz’deki İstavrit Balığı (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868)’nın Histolojik Metotla Üreme Biyolojisinin Belirlenmesi” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve / veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılabilecek bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.

14/09/2022

Osman ŞENTÜRK

ÖN SÖZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmış olan bu çalışma, 2019 Eylül - 2020 Ağustos tarihleri arasında bir yılı kapsayacak şekilde her ay düzenli olarak yapılmıştır. Çalışmada, İstavrit Balığı (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868)'nın histolojik metotla üreme stratejisi ve periyodunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yüksek lisans tezimin her adımında, gerekli bütün imkânları sağlayarak engin bilgi birikimi ve tecrübeleriyle yol gösteren bir an olsun desteğini esirgemeyen yüksek lisans danışman hocam Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN'e, hem laboratuvar çalışmalarında hem de tezin yazım aşamasında yardımlarını esirgemeyen öğretim görevlisi Dr. Yusuf CEYLAN'a ve araştırma görevlisi Dr. Tuncay YEŞİLÇİÇEK'e çalışmanın her aşamasında büyük bir özveriyle tüm zorlukları benimle birlikte üstlenen doktora öğrencisi yüksek mühendis Muhammet EMANET'e, tezin hazırlanması süresince emeği gecen bütün hocalarıma ve arkadaşlarıma, hayatım boyunca maddi-manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve her daim yanımda olan eşim Büşra ŞENTÜRK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Osman ŞENTÜRK
2022 / RİZE

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	I
ETİK BEYAN.....	II
ÖN SÖZ	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	VI
ABSTRACT.....	VII
KISALTMALAR.....	VIII
ŞEKİLLER LİSTESİ	IX
TABLolar LİSTESİ.....	XI
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	5
1.1. İstavrit Balığının Genel Özellikler	5
1.1.1. Sistematikteki Yeri	5
1.1.2. Morfolojik Özellikleri	6
1.1.3. Coğrafi Dağılımı ve Yaşadığı Ortam Özellikleri	7
1.1.4. Beslenme Özellikleri	8
1.1.5. Üreme Özellikleri	8
1.1.6. Göç Özellikleri	8
1.1.7. Avcılığı.....	9
1.1.8. Karadeniz'in Genel Özellikleri	10
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	16
2.1. Materyal	16
2.2. Yöntem.....	16
2.2.1. Araştırma Sahası.....	16
2.2.2. Araştırma Planı.....	17
2.2.3. Biyometrik Ölçümler.....	17
2.2.4. Yaş Tayini	18
2.2.5. Kondisyon Faktörü	19
2.2.6. Cinsiyet Tespiti.....	19
2.2.7. Gonadosomatik İndeks	20

2.2.8. Yumurta Verimliliği (Fekondite)	21
2.2.9. Hepatosomatik İndeks	22
2.2.10. Makroskopik ve Mikroskopik Safhalandırma	23
2.2.11. Cinsi Olgunlaşma Boyu (LM50)	28
2.2.12. Yumurta Çapı	28
2.3. Bulgular	29
2.3.1. Boy Kompozisyonu	29
2.3.2. Aylara ve Boylara Göre Cinsiyet Kompozisyonu	30
2.3.3. Yaş ve Cinsiyet Kompozisyonu	33
2.3.4. Kondisyon Faktörü	35
2.3.5. Hepatosomatik İndeks	38
2.3.6. Üreme Biyolojisi	40
2.3.6.1. Gonadosomatik İndeks	40
2.3.6.2. Ovaryumlarda Makroskopik Safhalandırma	42
2.3.6.3. Ovaryumlarda Mikroskopik Safhalandırma	45
2.3.6.4. Yumurta Verimi (Fekondite)	51
2.3.6.5. Yumurta Çapı	53
2.3.6.6. İlk Üreme Boyu	56
3. TARTIŞMA VE SONUÇ	58
3.1. Yaş, Boy ve Cinsiyet Kompozisyonu	58
3.2. Üreme	60
3.3. Öneriler	68
KAYNAKÇA	70

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ana Bilim Dalı: Su Ürünleri

Tez Türü: : Yüksek Lisans

Danışman : Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN

Hazırlayan : Osman ŞENTÜRK

Yıl : 2022

Sayfa Sayısı : 79

ÖZET

DOĞU KARADENİZ'DEKİ İSTAVRİT BALIĞI (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868)'NİN HİSTOLOJİK METOTLA ÜREME BİYOLOJİSİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz'deki istavrit (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) balığı stoklarının empirik ve histolojik (mikroskopik, makroskopik) yöntemlerle türün üreme stratejisi ve periyodunun belirlenmesi hedeflenmiştir. İstavrit balığının boy, ağırlık, cinsiyet kompozisyonu, yaş, üreme özellikleri, GSI, HSI, KF, gonad gelişim evreleri, yumurta çapları, kısmi ve bağıl yumurta verimliliği (fekondite) ve ilk eşeyssel olgunluk boyu (L_{M50}) incelenmiştir. Eylül 2019 ve Ağustos 2020 arasında 12 aylık sürede toplanan 1533 adet istavrit balığı örneklenmiş olup, boylarının 8,5 cm ile 18,4 cm arasında dağılım gösterdiği, ortalama boy ve ağırlıklarının sırasıyla $11,87 \pm 1,323$ cm ve $14,06 \pm 5,468$ g olarak hesaplanmıştır. Tüm bireylerin 770 adedi dişi (%50,23) ve 763 adedi erkek (%49,77) bireylerden oluştuğu tespit edilmiştir. Yaş dağılımı 0-IV yaş arasında dağılım gösterdiği ve en yoğun yaş grubunun 1 yaş olduğu bulunmuştur. GSI değerinin hem dişi hem erkek bireylerde en yüksek olduğu ay haziran ($D=4,68 \pm 1,991$, $E= 3,55 \pm 1,533$) olarak belirlenmiştir. Kısmi fekondite $3437,14 \pm 4459,46$ adet yumurta/birey ve kısmi bağıl fekondite $124,03 \pm 100,27$ adet yumurta/g olarak tahmin edilmiştir. Sulanmış yumurta çaplarının ortalama boyu $732,71 \pm 153,72$ μ m iken toplam yumurta çaplarının ortalama boyu $414,86 \pm 98,66$ μ m olarak belirlenmiştir. İlk Eşeyssel olgunluk boyu (L_{M50}) dişi bireyler için 11,11 cm, erkek bireyler için ise 10,86 cm olduğu hesaplanmıştır. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar göre, istavrit balığının hem empirik hem de histolojik yöntemler sonucu üreme periyodunun mayıs-ağustos ayları arasında gerçekleştiği, yumurtlama stratejisinin ise kısmi ve eşzamansın (asenkon) olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Trachurus mediterraneus*, Üreme Stratejisi, Fekondite, İlk Cinsi Olgunluk Boyu, Doğu Karadeniz.

Recep Tayyip Erdogan University Institute of Graduate Studies

Department : Faculty of Fisheries and Aquatic Sciences

Thesis Type : Master Thesis

Supervisor : Prof. Dr. Cemalettin ŞAHİN

Author : Osman ŞENTÜRK

Year : 2022

Pages : 79

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE REPRODUCTIVE BIOLOGY OF HORSE MACKEREL (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) BY HISTOLOGICAL METHOD IN THE EASTERN BLACK SEA

In this study, it was aimed to determine the reproductive strategy and period of the horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) fish stocks in the Eastern Black Sea by empirical and histological (microscopic, macroscopic) methods. The length, weight, sex composition, age, reproductive characteristics, GSI, HSI, CF, gonad development stages, egg diameters, batch and relative egg productivity (fecundity) and first maturity length (L_{M50}) of horse mackerel were investigated. 1533 horse mackerel fish collected in a 12-month period between September 2019 and August 2020 were sampled, lengths of samples varies between 8.5 cm and 18.4 cm, mean length and weight were calculated as 11.87 ± 1.323 cm and 14.06 ± 5.468 g, respectively. It was determined that all individuals consisted of 770 females (50.23%) and 763 males (49.77%) individuals. Age distribution was found to be between 0-IV years and the most intense age group was 1 year. The month with the highest GSI value in both female and male individuals was determined as June ($D=4.68 \pm 1.991$, $M=3.55 \pm 1.533$). Batch fecundity was estimated as 3437.14 ± 4459.46 eggs/individual and batch relative fecundity as 124.03 ± 100.27 eggs/g. While the average of the hydrated egg diameters was 732.71 ± 153.72 μ m, the average of the total egg diameters was determined as 414.86 ± 98.66 μ m. The first sexual maturity length (L_{M50}) was calculated as 11.11 cm for females and 10.86 cm for males. According to the results obtained in this study, it was concluded that the spawning period of horse mackerel occurred between may and august as a result of both empirical and histological methods, and the spawning strategy was partial and asynchronous.

Keywords: *Trachurus mediterraneus*, Reproduction, Fecundity, Gonad Histology, Eastern Black Sea.

KISALTMALAR

BSGM:	Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü
cm	: Santimetre
dk.	: Dakika
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
g	: Gram
kg	: Kilogram
max.	: Maksimum
min.	: Minimum
mm	: Milimetre
Ss.	: Standart Sapma
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
vd.	: Ve diğerleri
µm	: Mikrometre
°C	: Derece
x ²	: Ki kare
H ₂ S	: Hidrojen sülfür
O ₂	: Oksijen

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Dünya su ürünleri üretimi.....	2
Şekil 2. Türkiye’de toplam su ürünleri ve istavrit balığının yıllara göre üretim değişimi	3
Şekil 3. İstavrit balığının görünümü	5
Şekil 4. İstavrit balığının morfolojik yapısı.....	7
Şekil 5. İstavrit balığının Dünya’daki dağılımı	7
Şekil 6. İstavrit balığının göç haritası	9
Şekil 7. Karadeniz’in genel görünümü	10
Şekil 8. Örneklemelerin gerçekleştiği araştırma sahası.....	16
Şekil 9. Örnekler üzerinde biyometrik ölçümlerin yapılması.....	17
Şekil 10. İstavrit balığı tolitlerinden yaş okuma işlemleri.....	19
Şekil 11. Dişi ve erkek istavrit balığı gonadlarının görünümü ve vücuttaki konumu	20
Şekil 12. İstavrit balığı yumurtalarının sayısı	22
Şekil 13. İstavrit balığının karaciğeri ve vücuttaki konumu.....	23
Şekil 14. Histolojik kesite hazırlık işlemleri	25
Şekil 15. Histolojik kesit işlemleri	26
Şekil 16. Boyama işleminde kullanılan seriler	27
Şekil 17. Kesitlerin incelenmesi ve fotoğraf alımı	28
Şekil 18. Boy gruplarına göre frekans değerlerinin yüzde dağılımı	30
Şekil 19. Aylık örneklerin cinsiyetlere ve boy gruplarına göre dağılımları	31
Şekil 20. Örneklerin cinsiyetlere ve boy gruplarına göre dağılımı.....	33
Şekil 21. Tespit edilen en yaşlı birey (IV yaş)’in otolitinin görünümü	34
Şekil 22. Dişi ve erkek istavrit balığının aylık kondisyon dağılımları	37
Şekil 23. Dişi ve erkek istavrit balığının aylık HSI dağılımları	39
Şekil 24. Dişi ve erkek istavrit balığının aylık GSI dağılımları	42
Şekil 25. Makroskopik safhaların görünümü	43
Şekil 26. Ovaryum olgunluk safhalarının aylara göre yüzde dağılımları.....	44
Şekil 27. Eylül-şubat aylar arasındaki ovaryumların yapısı	45
Şekil 28. Mart ayının ovaryumlarındaki gelişmeler	46
Şekil 29. Nisan ayının ovaryumlarındaki gelişmeler.....	47
Şekil 30. Mayıs ayının ovaryumlarındaki gelişmeler	48
Şekil 31. Haziran ayının ovaryumlarındaki gelişmeler	49
Şekil 32. Temmuz ayının ovaryumlarındaki gelişmeler.....	50
Şekil 33. Ağustos ayında ovaryumlardaki gelişmeler	51
Şekil 34. İstavrit balığında boy-yumurta sayısı ilişkisi	53
Şekil 35. İstavrit balığında ağırlık-yumurta sayısı ilişkisi.....	53

Şekil 36. Üreme faaliyet döneminde istavrit yumurta çaplarının aylık frekans dağılımları.....	55
Şekil 37. Dişi bireylerin ilk üreme boyu.....	56
Şekil 38. Erkek bireylerin ilk üreme boyu.....	57
Şekil 39. Dişi bireylerde aylık KF, HSI ve GSI dağılımları.....	61
Şekil 40. Erkek bireylerde aylık KF, HSI ve GSI dağılımları	62



TABLÖLAR LİSTESİ

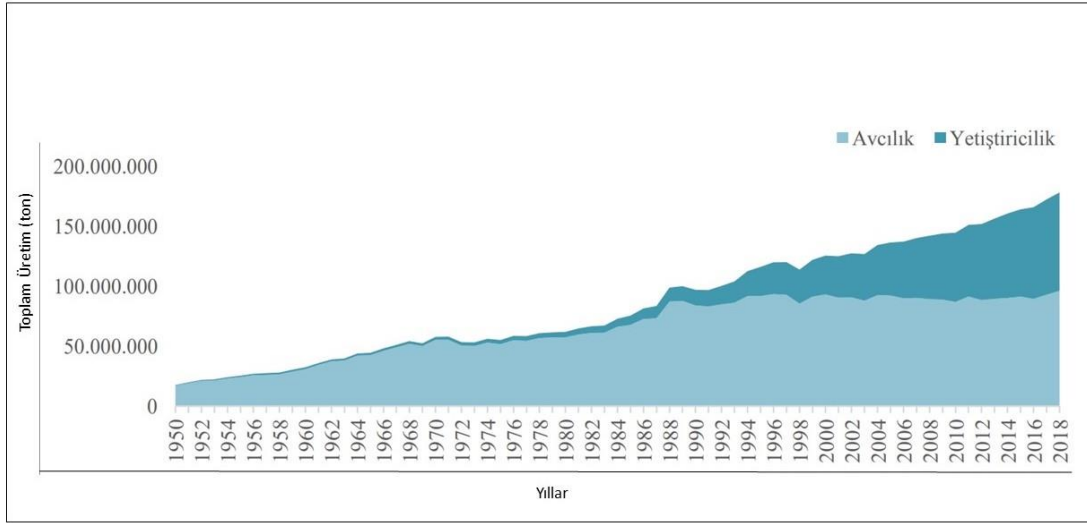
Tablo 1. Ovaryumların makroskopik ve mikroskopik olarak safhalandırılması.....	24
Tablo 2. Aylara ve boy gruplarına göre boy frekans dağılımı	29
Tablo 3. Boy gruplarına göre cinsiyet dağılımı	32
Tablo 4. Yaş ve boy sınıfına karşılık düşen birey sayısı.....	34
Tablo 5. Cinsiyetlere göre yaşlara karşılık gelen ortalama boy ve ortalama ağırlıklar	35
Tablo 6. Dişi istavrit bireylerinde aylık ortalama boy, ortalama ağırlık ve ortalama kondisyon değerleri	36
Tablo 7. Erkek istavrit bireylerinde aylık ortalama boy, ortalama ağırlık ve ortalama kondisyon değerleri	37
Tablo 8. Dişi istavrit bireylerinde aylık ortalama karaciğer ağırlıkları, ortalama vücut ağırlıkları ve ortalama HSİ değerleri	38
Tablo 9. Erkek istavrit bireylerinde aylık ortalama karaciğer ağırlıkları, ortalama vücut ağırlıkları ve ortalama HSİ değerleri	39
Tablo 10. Dişi istavrit bireylerinde aylık ortalama gonad, ortalama vücut ağırlıkları ve ortalama GSİ değerleri.....	40
Tablo 11. Erkek istavrit bireylerinde aylık ortalama gonad, ortalama vücut ağırlıkları ve ortalama GSİ değerleri	41
Tablo 12. Aylara göre ovaryum olgunluk safhaları ve her safhadaki birey sayıları .	44
Tablo 13. İstavrit balığında tahmin edilen fekonditeler	52
Tablo 14. Aylık sulanmış ve sulanmamış yumurta çapları	54
Tablo 15. İstavrit balığı ile ilgili değişik bölgelerde boy dağılımı, ortalama boy ve cinsiyetle ilgili farklı araştırmacılar tarafından elde edilen bulgular.....	59
Tablo 16. İstavrit balığının fekondite, yumurta çapı, cinsi olgunluk boyu (L_{M50}) ve üreme dönemi üzerine yapılan çalışmalar	64

GİRİŞ

Su ürünleri, insan gıda kaynağı açısından oldukça önemlidir. Dünyada artan nüfusa paralel olarak gıda ihtiyacı da artmaktadır. Bu ihtiyacın karşılanması için eldeki mevcut kaynaklardan en üst düzeyde yararlanılmaya çalışılmaktadır. Su ürünleri kaliteli bir gıda kaynağı olmasının yanı sıra ekonomik ve sosyal açıdan da insanlık için önemli bir paya sahiptir.

Son yıllarda avlama ve muhafaza koşullarındaki gelişmeler ve artan su ürün çeşitliliği su ürünlerine olan talebin ve pazarın genişlemesine, bu durumda stoklar üzerindeki av baskısının da artmasına sebep olmaktadır. Son dönemlerde, sucul kaynakların sürdürülebilir üretimi için bilim insanları ve çeşitli kuruluşlar tarafından dünya balıkçılık stoklarının durumu ile alakalı endişe verici raporlar yayımlanmaktadır. Bu tür yayınlarda aşırı işletilen stokların sömürsünü düşürmek, tahrip olan stokların işletilebilir seviyelerde tutulması gerektiği bildirilmektedir (FAO, 2016).

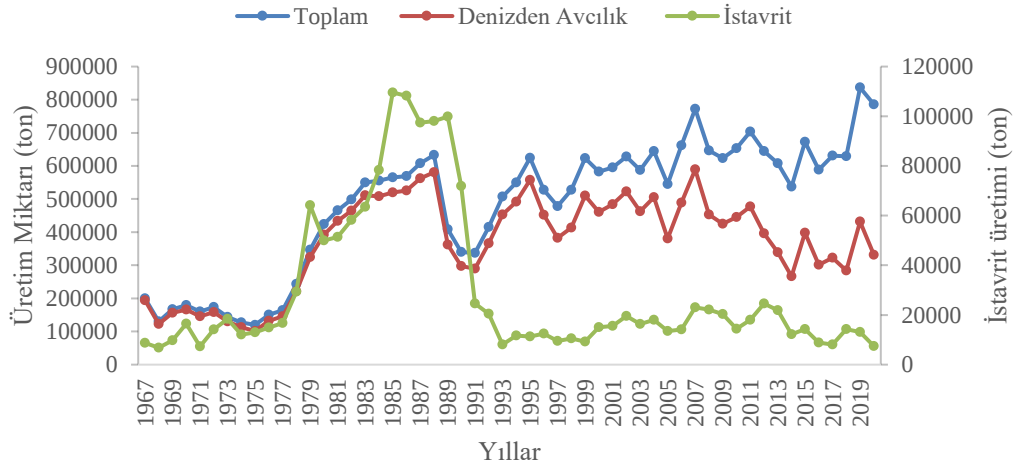
Geçmiş yarım asırdaki bilimsel gelişmelerin ışığında sucul ekosistemlerin işleyişi çok daha iyi bir şekilde anlaşılmış ve sürdürülebilir bir şekilde yönetim politikalarının oluşturulması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. 1980'lerin sonlarından günümüze kadar olan küresel balıkçılık üretimi 86 ile 93 milyon ton arasında dalgalanmaktadır (Şekil 1) (FAO, 2020). Sürekli gelişen teknoloji ve balıkçılık kapasitesinin artmasına rağmen üretimin istikrarlı bir şekilde bu seviyelerde dalgalanması stokların en üst seviyede işletildiğine işaret etmektedir.



Şekil 1. Dünya su ürünleri üretimi

Su ürünleri stoklarının uzun vadeli değerlendirilmeleri sonucunda, denizel kaynakların azalmakta olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sebeple bilim insanları, denizel kaynakların maksimum sürdürülebilir seviyelerde işletilmesi ve tahrip olan stokların ise geri kazanılması gerekliliğine dikkatleri çekmektedir (Mora vd., 2009). Bilim insanları ve çeşitli balıkçılık kurumlarının ortaya koyduğu bu endişeler değerlendirildiğinde Dünyada balıkçılık sektörü bir seçim yapmak zorundadır. Ya ekonomiye ve gıda ihtiyacının karşılanmasına sağladığı katkı sebebi ile balıkçılık faaliyetlerine bu şekilde devam edilecek ya da % 34'ü biyolojik sürdürülebilir limitlerin üzerinde olan stokların iyileştirilmesine bir fırsat verilecektir. Bununla birlikte gelişmiş ülkelerde alınan önlemler sayesinde bazı stoklarda iyileşme görünürken gelişmekte olan ülkelerde durum tam tersi bir hal almıştır. Bu bağlamda önümüzdeki yıllarda bazı bölgeler için katı yönetim planlarına ihtiyaç duyulmaktadır (FAO, 2020).

Balıkçılık konusunda istikrarlı bir yönetim politikasının ortaya konulmadığı ülkemizde ise kontrolsüz bir şekilde artan balıkçılık faaliyetleri yapılan avcılık üretiminin sürekliliğini etkilemektedir. Yıllara göre ülkemizde avcılık yoluyla elde edilen su ürünleri üretim miktarları incelendiğinde 1990'lı yıllardan sonra dalgalı bir düşüş trendi göze çarpmaktadır. Bu durum dünyadaki denizel kaynaklı stoklardaki olumsuz gelişmelerden daha endişe verici bir oluşumun vahametini gözler önüne sermektedir. Aynı olumsuz durum istavrit stokları için de geçerlidir (Şekil 2) (TÜİK, 2020).



Şekil 2. Türkiye’de toplam su ürünleri ve istavrit balığının yıllara göre üretim değişimi

Avcılık yoluyla üretimin en fazla Karadeniz’den sağlandığı bilinmektedir. Ancak uzun yıllar Karadeniz ekosistemi insan kaynaklı kirleticilerin etkisi altında olması, aşırı avcılık ve yeterli sürdürülebilir bir balıkçılık politikasının olmayışı, ticari avcılığın verimliliğini azalttığı ifade edilmektedir (Prodanov vd., 1997; Daskalov, 2002; Akoğlu vd., 2014).

Ülkemiz sularında su ürünleri üretimi, geçmiş yıllarda daha çok avcılık yolu ile elde edilirken günümüzde yetiştiricilikten elde edilen ürün avcılıktan daha fazladır. 2020 yılında, su ürünleri üretimi 785.811 ton gerçekleşmiş olup bu üretimin %53,7’si yetiştiricilikten ve %46,3’ü avcılık yoluyla elde edilmiştir (TÜİK, 2020).

Türkiye’de avcılık yoluyla elde edilen üretimin büyük bir kısmı Karadeniz’deki hamsi ve istavrit avcılığından sağlanmaktadır (TÜİK, 2020). Karadeniz’deki son yıllarda artan ekolojik sorunlar, aşırı avlanma ve ekosistemden kaynaklanan nedenlerden dolayı su ürünleri avcılığında önemli miktarlarda azalma olduğu ifade edilmektedir (Prodanov vd., 1997; Çelikkale vd., 1999; Oğuz vd., 2006; Akoğlu, 2014). Karadeniz ekosisteminde oluşan olumsuz değişimlerden yaşayan canlıların tümünün etkilendiği ve türlerin biyolojik özelliklerini ve davranışlarının (üreme, büyüme ve beslenme) değişmesine sebep olan bir döngü içine girmiştir (Oğuz, 2005; Bat vd., 2007).

Üreme biyolojisi, balıkçılık yönetiminde önemli rol alan kritik kavramlardan biridir. Balıklarda üremenin rolü tüm organizmalarda olduğu gibi türün devamlılığını sağlayan en önemli faaliyettir. Bu bağlamda sucul ortamdaki canlıların ve özellikle

işletilen popölasyonların üreme biyolojileri tanımlanmalıdır. Balıklarda üreme diğier omurgasızlara nazaran (biseksüel, hermofrodit, partenogenetik) daha karmaşık ve çeşitlidir. Aynı zamanda döllenip geliştiğı ortam yönünden de (ovipar, ovovipar, vivipar) farklı üreme yöntemleri gözlenebilir (Hempel, 1984; Karataş vd., 2005; Sarıhan vd., 2007). Tüm üreme stratejilerinin merkezinde ve fekondite tahminlerinin temelinde, oosit gelişim yapıları vardır. Bu oosit gelişim yapıları senkron, grup senkron ve asenkron olarak üç modeldir. Senkronize oosit gelişimi, tüm oositlerin aynı anda geliştiğı ve yumurtalarını tek batında bırakan (semelparous) türlerin göstergesidir. İteropar türler, sırasıyla belirli ve belirsiz fekondite tiplerine karşılık gelen grup senkron veya asenkron oosit gelişimine sahiptir (Murua vd., 2003; Lowerre-Barbieri vd., 2009). Ayrıca üremenin gerçekleşeceğı zaman ve ortam başarıda çok önemli bir paya sahiptir. Bununla birlikte türlere göre üreme dönemi de farklılıklar gösterebilir. Bazı türler yılın her döneminde üreyebilirken bazıları belirli bir mevsimde üreme aktivitelerini gerçekleştirir (Lowerre-Barbieri vd., 2011). Bu bağlamda sürdürülebilir balıkçılık ve türlerin devamlılığı açısından işletilen stokların üreme stratejilerinin tam anlamıyla anlaşılmış olması gereklidir. Böylece stokların yönetimi esnasında alınacak bazı önlemlerin mekânsal ve zamansal gereklilikleri ortaya çıkmış olacaktır.

Bu araştırmada, Karadeniz balıkçılığında önemli bir yeri olan istavrit (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) balığının bazı empirik yöntemlerin yanı sıra makroskopik ve mikroskopik metotlar ile üreme özellikleri ve stratejisini belirlemek ayrıca balıkçılık yönetiminde minimum avlanabilir boy için en önemli kriter olan ilk üreme boyunun hesaplanması amaçlanmıştır.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. İstavrit Balığının Genel Özellikler

1.1.1. Sistematikteki Yeri

Doğu Karadeniz’ de en çok avlanan pelajik balıklarından olan istavrit balığı (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868)’nın (Şekil 3) sistematikteki yeri aşağıda verilmiştir.

Alem : Animalia
Filum : Chordata
Alt filum: Vertebrata
Üst sınıf : Gnathostomato (Pisces)
Sınıf : Actinopterygii
Takım : Perciformes
Aile : Carangidae
Cins : Trachurus
Tür : *Trachurus mediterraneus* (Slastenenko, 1956; Whitehead vd., 1986; Akşiray, 1987; Bilecenoğlu vd., 2002; Bektaş, 2008)

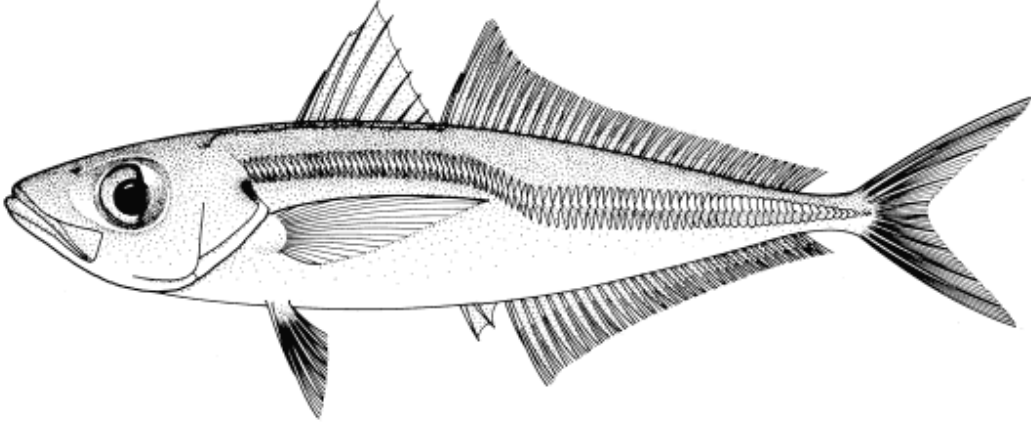


Şekil 3. İstavrit balığının görünümü

1.1.2. Morfolojik Özellikleri

Vücut şekli yanlardan yassı ince ve torpil şeklinde, kuyruk sapına doğru giderek daralmış ve küçük pullarla kaplıdır. Yanal çizgi baştan kuyruğa doğru vücudun yarısında (iki sırt yüzgeç hizasında) eğimli olup kuyruğa doğru düzleşir. Kafasının üzerinden ve solungaç kapağı hizasından başlayıp yan çizginin kıvrıldığı yere kadar süren ve burada son bulan ikinci bir çizgi vardır. Bu ikinci çizgi karakteristiktir. *T. mediterraneus*, *T. trachurus* türünden yan çizgi üst kolunun kısalığı ile ayrılmaktadır (Ekingen, 2004; Kalaycı, 2006). Yanal çizgi üzerinde 89-99 arasında değişen pul bulunur. Gözler büyükçe olup çapı kuyruk sapı çapının iki katıdır. Göz kapakları gözü arkadan ve önden örterek, göz bebeğine kadar ilerlemektedir. Başın uzunluğu vücut genişliğinden fazla olup, vücut baş uzunluğunun 4 katından daha uzundur. Sert ışıklı sırt yüzgecinin kuyruğa doğru giderek alçalan yumuşak sırt yüzgecinden uzunluğu daha kısa, yüksekliği daha fazladır. Pelvik yüzgecinin uzunluğu, pektoral yüzgecinin yarısından biraz daha fazladır. Kuyruk yüzgeç sert ve çatallıdır. Solungaç kapağı üzerinde siyahımsı bir leke bulunmaktadır. İki adet dorsal yüzgeci vardır. Birinci dorsalde 7-9 sert ışın, ikinci dorsalde ise 1 adet sert ışın, 20-30 arasında yumuşak ışın bulunmaktadır. İki adet anal yüzgeci olup, birincisinde 2-3, ikincisinde ise 1 adet sert ışın, 23-30 arasında yumuşak ışın vardır (Şekil 4) (Url-1). Pektoral yüzgeç 1 sert 19-21 yumuşak, ventral yüzgeç ise 1 sert 5 yumuşak ışıktan oluşur (Schmidt-Luch, 1976; Ekingen, 2004; Kalaycı, 2006).

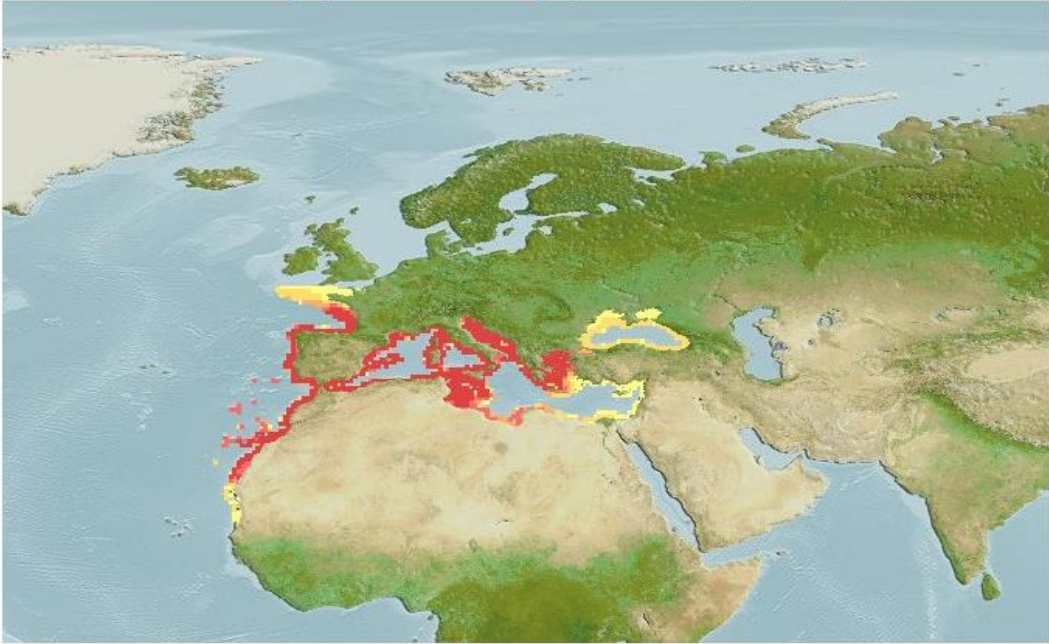
T. mediterraneus'un, her ne kadar 60 cm'ye kadar ulaşmış bireyler tespit edilmiş (Bauchot, 1987) olsa da genellikle 25 cm' ye kadar bireylere rastlanmaktadır. 1 yaşındaki bireylerin ortalama uzunluğu 10 cm, 2 yaşındakilerin ise 13 cm'ye kadar ulaştığı bildirilmiştir (Slastenenko, 1956).



Şekil 4. İstavrit balığının morfolojik yapısı

1.1.3. Coğrafik Dağılımı ve Yaşadığı Ortam Özellikleri

İstavrit (*T. Mediterraneus*), Kuzeydoğu Atlantik, Batı Afrika, Adriyatik, Norveç Denizi, Akdeniz, Marmara, Karadeniz ve Azak Denizi'nin Güney ve Kuzey bölgelerinde yayılım göstermektedir (Akşiray, 1987; Yüce, 1998; Mater vd., 2003; Kalaycı, 2006; Froese ve Pauly, 2013) (Şekil 5) (FAO, 2008). Çoğunlukla tropik ve subtropik sularda dağılım göstermesine rağmen çok daha soğuk olan Atlantik Okyanusu kıyıları boyunca da yaşayabilmektedir (Aydın ve Karadurmuş, 2012).



Şekil 5. İstavrit balığının Dünya'daki dağılımı

T. mediterraneus, çoğunlukla zemine yakın ve 5-250 m derinlik aralığında dağılım göstermekte olup yüzey sularında da gözlenmektedir. Büyük sürüler oluşturarak göç ederler. Ayrıca istavrit, türlerinin diğer bireyleriyle bir arada bulunabilirler (Froese ve Pauly, 2013).

1.1.4. Beslenme Özellikleri

İstavrit, büyük sürüler oluşturarak ve çoğunlukta orta sularda dağılım göstermekte, beslenmek amacıyla derin sularda da bulunabilen aktif göçmen balıklardır. Karnivor özellik gösteren istavrit balıklarının ergin bireyleri; hamsi, sardalya, çaça gibi sürü oluşturan küçük balıklıların yanı sıra kabuklulardan karidesle beslenirler. Larvalar plankton ile beslenirler (Golani vd., 2006). Küçük sürüler oluşturan genç bireyler denizanelerinin (Medusae) altına girerler ve burayı hem sığınak olarak kullanırlar hem de denizanelerinin gonadlarını yiyerek besin ihtiyaçlarını karşılarlar (Kayalı, 1998). Lüfer ve palamut (*Pomatomus saltatrix*, *Sarda sarda*) gibi büyük pelajik balıklar istavrit balığının başlıca predatörlerindendir (Özdemir vd., 2009).

1.1.5. Üreme Özellikleri

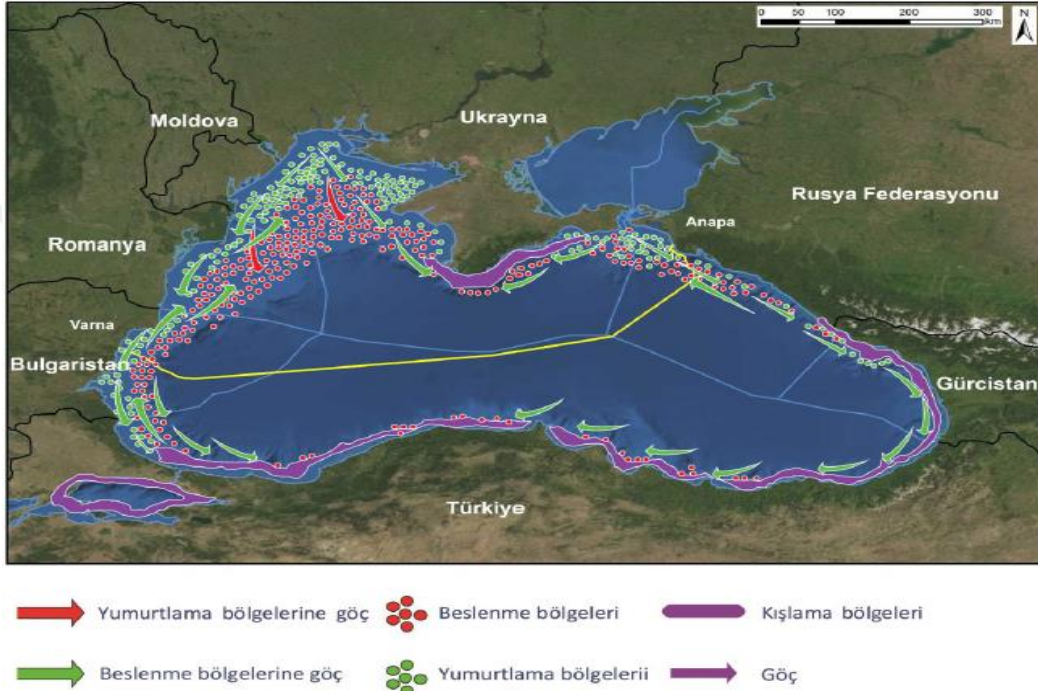
İstavrit, Mayıs ayından Ağustos ayının başlangıcına kadar olan dönemde üremekte olup yumurtası pelajik ve çapı 0,84-1,1 mm arasındadır. Büyümesi hızlı olan istavrit larvaları Kasım ayının sonunda boyları 8,0 cm'ye kadar ulaşmaktadır (Slavtchenko, 1956; Kalaycı, 2006).

Karadeniz'de istavritlerin 1 yaşına geldiğinde cinsi olgunluğa eriştiği, yumurtalarını ise 10 batımdan daha fazla sayıda parça parça bıraktığı bildirilmiştir. Yumurta verimi ortalama 65.000 adet/yıl olarak gerçekleştirildiği tespit edilmiştir (İvanov ve Beverton, 1985).

1.1.6. Göç Özellikleri

Genellikle yazın su yüzeyine yakın yerlerde, kışın ise daha derinlerde büyük sürüler oluşturmaktadırlar. Anadolu, Hazar, Kırım kıyıları ve Marmara Denizi'nin bir kısmı kışlama alanları olarak bilinmektedir. Su sıcaklığına bağlı, kış mevsiminde sürü oluşturarak Karadeniz'den Marmara Denizi'ne doğru, Nisan - Mayıs aylarındaysa ters

istikamette göç ederler (İvanov ve Beverton, 1985). Nisan ortası veya sonlarında, besin aramak için kuzeye doğru beslenme göçü yapmaktadırlar. Su sıcaklığı düştüğü zaman tekrardan güneye doğru göç ederler (Şekil 6) (Daskalov vd., 2012). Bu göçleri yapmalarındaki temel etken su sıcaklığıdır. Yaşadığı en uygun su sıcaklığı 19-23°C'dir. Su sıcaklığının minimum limiti 8°C'dir. 23°C'nin üstünde ve 8°C'nin altındaki su sıcaklıklarından kaçınmaktadırlar (Bektaş, 2008).



Şekil 6. İstavrit balığının göç haritası

1.1.7. Avcılığı

Genellikle pelajik bölgede dağılım gösteren istavrit balığı hem yüzeyde hem de yüzeye yakın olarak kullanılan, gırgır, ortasu trolü ve çeşitli yüzey av araçları ile avcılığı yapılmaktadır. Ayrıca çapari ve parakete gibi olta çeşitleri yanı sıra kıydan kullanılan manyat, ıgırıp, trata ağları gibi av araçlarıyla da avlanırlar. Sportif olarak kıydan olta ile de yakalanan *T. mediterraneus*, dip uzatma ağlarından elde edilen diğer balık türlerinin arasında da yan ürün olarak rastlanılmaktadır. Göç eden balıkların avcılığında kullanılan dalyanlar bu türün avcılığında da tercih edilmektedir (Özdemir vd., 2009).

1.1.8. Karadeniz'in Genel Özellikleri

Karadeniz; 40° 55' - 46° 32' kuzey enlemleriyle 27° 27' - 41° 42' güney boylamlar arasında, Avrupa ve Asya kıtalarının kesiştiği bölgenin güney kısmında yer alan, dünyanın en büyük yarı kapalı denizlerindendir(Şekil 7) (Url-2). Güneybatısında İstanbul Boğazı'yla Marmara Denizi'ne, kuzeyinde de Kerç boğazıyla Azak Denizi'ne bağlanmaktadır (Erbay, 2013). Karadeniz; 423.000 km² yüzey alana sahip, doğu batı yönünde uç noktalar arası mesafe 1149 km, güney-kuzey yönünde maksimum en 611 km'dir. Havza hacmi 537.000 km³ dür. Karadeniz'de derinliğin en fazla olduğu yer 2212 m iken ortalama derinlik 1300 m civarındadır (Genç, 2000).



Şekil 7. Karadeniz'in genel görünümü

Karadeniz'e, akarsular vasıtasıyla bir yılda ortalama 294-480 km³ tatlı su girişi olmaktadır. Avrupa'nın en büyük nehirlerinden olan; Tuna Nehri, Dinyeper Nehri ve Don Nehri de dâhil olmak üzere Karadeniz'e dökülen 300'ü aşkın akarsuyun bulunduğu ve 22 ülkeyi kapsayan su toplama havzası mevcuttur (Zaitsev ve Mamaev, 1998). Ayrıca İstanbul Boğazı ve Çanakkale Boğazı ile Akdeniz'e açılmaktadır.

Karadeniz'in tuz oranı Akdeniz, Ege ve Marmara Denizine göre daha azdır. Yüzey suyu tuzluluk seviyesi ‰ 18 - ‰ 19 arasında, konum ve derinliğe göre farklılık

göstermektedir. Karadeniz'in Kuzeybatısından Güneydoğuya gittikçe tuzluluk artış göstermektedir (Kayışoğlu, 2016). Karadeniz'de 150-200 m arası çözünmüş oksijen miktarı azalmakta ve 200 metreden sonra tükenerek anoksik özellik göstermektedir. Bu derinlikten sonra oksijen (O_2) miktarının hızla azalması ve hidrojen sülfür (H_2S) gazının artması sonucu biyolojik çeşitlilik azalmaktadır. Karadeniz'in bu özelliği, bentikte yaşayan tür çeşitliliği bakımından fakir olmasına neden olmaktadır (Balkas vd., 1990). Karadeniz'de ortalama sıcaklık değerleri 1970-2021 yılları arasında Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğünce elde edilen verilere göre; 13,8 °C ile ortalama deniz suyu sıcaklığının en düşük olduğu yıl 1987, 18,5 °C ile ortalama deniz suyu sıcaklığının en yüksek olduğu yıl 2019 yılıdır. 1970-2021 yılları arasında Karadeniz'in ortalama deniz suyu sıcaklığı 15,3 °C'dir. 1970-2021 yılları arasında aylara göre Karadeniz'in ortalama su sıcaklıkları, 7,9 °C ile en düşük şubat ayı iken 24,2 °C ile en yüksek ağustos ayı olarak bildirilmiştir (Url-3).

Büyük oranda kapalı bir deniz özelliğine sahip olan Karadeniz ortamına bırakılan insan kaynaklı kirleticilerin ve iklimsel değişimlerin etkileri ciddi ekolojik değişikliklere neden olmuştur. Oluşan bu değişikliklerde; aşırı bes ve kirletici girdisi ile ötrofikasyonun oluşması, yabancı türlerin (ctenophore) ortamda aşırı artması, aşırı avlanma ve iklimsel değişiklikler etkili olmuştur (Shiganova, 1998; Kideys, 2002; Daskalov, 2002; Gücü, 2002; Oğuz, 2005).

Karadeniz'in büyük oranda kapalı bir deniz olması kirliliğin sürekli artmasında etkilidir (Samsun, 2005). Besleyiciler, ağır metal, petrol, pestisitler gibi sularda kirliliğe neden olan atıkların Tuna, Dinyeper ve Don nehirleri gibi büyük taşıyıcı potansiyelli nehirler ile Karadeniz'e taşınması nedeniyle denizanası popülasyonunda artışa, ötrofikasyon ve çevre kirliliğine neden olmaktadır (BSGM, 2000).

Kıyı şeridinde yoğun nüfusa sahip olan Karadeniz, giderek artan enerji ihracatı, balıkçılık faaliyetleri ve turizm açısından sürekli gelişmekte olan bir bölge potansiyelindedir. Akarsularla taşınan atıklar, kıyılardaki faaliyetler ve deniz araçlarından kaynaklanan denizel çöpler; Karadeniz'in kıyılarında, deniz yüzeyinde ve tabanında gözle görülür kirlilik problemine yol açmaktadır (Güven ve Çoban, 2012). Karadeniz kıyı kordonu ve bağlantısı olduğu sular; şehirleşme, endüstri, hidro ve nükleer santraller, madencilik, balıkçılık, tarım, deniz ticareti ve turizm gibi beşeri olarak sürekli baskı altındadır.

1.1.9. Literatür Özeti

Slastenenko (1956), 'Karadeniz Havzası Balıkları' isimli kitabında Karadeniz'de bulunan tüm deniz balıklarının, üreme, morfoloji, büyüme, avcılığı, sistematikteki yeri ve yaşam döngüsü, gibi konuları değerlendirmiştir. *Trachurus* Cinsinin; *Trachurus mediterraneus*, *Trachurus trachurus* olmak üzere 1 tür ve 1 alttür içerdiğini ifade etmiştir.

Demir (1958), Karadeniz'de sadece *T. mediterraneus*'un varlığına rastlanırken; Marmara Denizi'nde *T. trachurus* ve *T. mediterraneus* türleri bulunduğunu bildirmiştir. Karadeniz'deki *T. mediterraneus*'un üzerine yapılan çalışmada yumurta ve larvalarının morfolojik yapıları incelenerek; yumurta çapının 0,710-0,895 mm, perivitellin mesafesinin mevcut olduğunu, yumurta kapsülünün ince, yumurtalardan çıkan prelarvaların su içinde serbest dolaştığı ve toplam boylarının 1,9 -2,1 mm aralığında olduğu saptanmıştır.

Demir (1959), Marmara Denizi'nde ve Karadeniz'de bulunan istavrit türlerinin incelediği araştırmada, Karadeniz'de *T. mediterraneus* olduğunu Marmara Denizi'nde ise *Trachurus trachurus*, ve *T. mediterraneus* türlerinin bulunduğunu, buna karşın, *T. mediterraneus*'un Karadeniz ve Marmara Denizi'nde üreme gerçekleştirdiği, haziran-ağustos arasında yumurtlamanın olduğunu bildirmiştir.

Ivanov ve Beverton (1985) tarafından yapılan çalışmada, istavrit balığının yıllık yumurta veriminin 65.0000 adet olduğunu, üremelerinin mayıs-ağustos aylarında gerçekleştiğini, yumurtalarını 10 batımdan daha fazla bıraktığı sonucuna varmışlardır.

Düzgüneş ve Karaçam (1988), istavritlerin cinsiyet oranlarını, yaş ve boy dağılımlarını, yaş-boy ilişkilerini, yaş-ağırlık ilişkilerini, boy-ağırlık ilişkilerini, et verimlerini, kondisyon faktörünü ve yaşama-ölüm oranlarını araştırmışlardır.

Düzgüneş ve Karaçam (1991) tarafından Karadeniz'de *T. mediterraneus* üzerine yapmış oldukları bir diğer çalışmada et verimi, bazı popülasyon özellikleri ve biyokimyasal kompozisyonunları incelenmiştir.

Dulcic ve Kraljevic (1996), Doğu Adriyatik Denizi'nde gerçekleştirdikleri çalışmada, *T. mediterraneus*'un da bulunduğu birçok türe ait boy-ağırlık ilişkisi incelemişlerdir.

Şahinoğlu (1996), *T. trachurus* ve *T. mediterraneus* popülasyonlarıyla ilgili İzmir Körfezi'nde yapılan çalışmada her iki türe ait bazı biyo-ekolojik özellikler tespit etmiştir.

Vivette vd., (1996) tarafından Trieste Körfezi'nde yapılan çalışmada, *T. mediterraneus*'un GSI, histolojik yöntemle üreme biyolojisi, ilk cinsi olgunluk boyu ve boy-ağırlık ilişkileri incelenmiştir.

Şahin vd., (1997), tarafından yapılan çalışmada, Karadeniz Bölgesi'ndeki istavrit (*T. mediterraneus ponticus*) popülasyonunun cinsiyet dağılımı, boy ve ağırlık artışı, büyüme oranları, ilk olgunluk yaşına ulaşma ve yumurtlama dönemi gibi biyolojik özellikleri incelenmiştir.

Kayalı (1998), 1996-1997 yılları arasında Doğu Karadeniz'de gerçekleştirilen çalışmada, *T. mediterraneus*'un Bhattacharya yöntemi ile yaş kompozisyonu, cinsiyet oranları, büyüme özellikleri ve ilk cinsi olgunluk boyu tespit edilmiştir.

Karlou-Riga (2000), 1989-1992 yılları arasında Doğu Akdeniz'deki (Saronikos Körfezi) *T. mediterraneus*'un otolit morfolojisi, yaş ve büyüme özellikleri incelenmiştir. Belirlenen yaşlar otolit mikro yapısal yorumlara dayalı olarak tespit edildiği ifade edilmiştir.

Yücel ve Erkoyuncu (2000) karagöz istavritte yaş tayini için pulların güvenilir olmadığı, otolitlerden yaş tayini yapılması gerektiğini bildirmektedir.

Koutrakis ve Tsikliras (2003), Kuzey Ege Denizi'nde gerçekleştirilen çalışmada, *T. mediterraneus*'un da bulunduğu bazı balık türlerinin boy-ağırlık ilişkisi incelendiği ifade edilmiştir.

Karakulak vd.. (2006) tarafından yapılan çalışmada, Türkiye'nin kuzey Ege Denizi'ndeki Gökçeada Adası'ndan *T. mediterraneus*'unda bulunduğu 47 kıyı balığı türü için boy-ağırlık ilişkileri tespit edilmiştir.

Santic vd., (2006) tarafından yapılan çalışmada, Akdeniz istavrit (*T. mediterraneus*) balığının boy-ağırlık ilişkilerinde, gonadosomatik indeks ve kondisyon faktöründeki mevsimsel değişimler incelenmiştir.

Kalaycı, (2006), Orta Karadenizde, *T. trachurus*'un cinsiyetlere göre boy ağırlık ilişkileri, yaş kompozisyonu, büyüme parametreleri, cinsiyet oranı, yumurtlama mevsimi, ilk üreme boyu, fekondite ve gonad histolojisi üzerinde incelemede bulunmuştur.

Kasapoğlu (2006) Doğu Karadeniz'deki *T. mediterraneus* popülasyonunun stok yapısı ve popülasyon parametreleri (boy, yaş, yaş-boy, eşey kompozisyonu, boy-ağırlık, üreme, kondisyon faktörü, , ölüm oranları) üzerine bir çalışma yapmıştır.

Bektaş ve Beldüz (2008), tüm Türkiye kıyılarında istavrit türleri üzerine yapmış oldukları genetik çalışmasında Karadeniz'de bulunan istavrit türünün *Trachurus mediterraneus* olduğunu ifade etmişlerdir.

Şahin vd., (2009) tarafından Doğu Karadeniz'de yürütülen çalışmada, istavrit balığının boy kompozisyonu, yaş kompozisyonu, boy-ağırlık, yaş-boy ve yaş-ağırlık ilişkilerinin yanısıra anlık ölüm oranı, doğal ölüm oranı ve balıkçılık ölüm oranı tespit edilmiştir.

Bostancı (2009), tarafından Marmara Denizi'nde yürütülen çalışmada, çatal boy ile otolit ağırlığı, otolit-genişliği ve otolit-boyu arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

Yankova vd., (2010), tarafından Karadeniz'in Bulgaristan Kıyılarında yürütülen çalışmada *T. mediterraneus* balığının boy-ağırlık ilişkisi, yaş kompozisyonu, cinsiyet oranları ve bazı büyüme parametreleri ortaya konmuştur.

Demirel (2010), Marmara Denizi'nde ki Prens adaları ve Haliç'ten elde edilen istavrit örneklerinin cinsiyet oranları, yaş kompozisyonları, boy-ağırlık ilişkileri, ilk cinsi olgunluk boyları, gonadaosomatik indeksleri, gonad evreleri, yumurta verimliliği ve oosit çapları belirlenmiştir.

Santic vd., (2011) tarafından Adriatic Denizin'de yapılan çalışmada, *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758) ve *Trachurus mediterraneus*'un (Steindachner, 1868) boya bağlı olarak boy-ağırlık ilişkisi ve kondisyon faktörünün değişimi incelenmiştir.

Demirel ve Yüksek (2013) tarafından Marmara denizinde yapılan çalışmada, *T. mediterraneus*'un üreme mevsimini, gonadların histolojik yapılarını, oosit gelişimlerini, yumurtlama stratejisini, bir batında bırakılan yumurta miktarını ve ilk cinsi olgunluk boylarını belirlenmiştir.

Atılğan vd. (2012) tarafından Doğu Karadeniz'de yürütülen çalışmada, istavrit balığının boy-ağırlık, otolit boyu-balık boyu, otolit ağırlığı-balık ağırlığı, otolit boyu-otolit ağırlığı, ve otolit boyu-otolit genişliği arasındaki ilişkiler tespit edilmiştir.

Kasapoğlu ve Düzgüneş (2013), *T. mediterraneus*'un Doğu Karadeniz'deki örneklerle yaptığı araştırmada otolit boyu ile somatik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir.

Ulunehir, (2017) tarafından Kuzey Ege Denizi yapılan çalışmada, *Trachurus trachurus* ve *Trachurus mediterraneus*'un populasyonlarının yaş ve boy kompozisyonlarını, cinsiyet oranlarını, büyüme parametrelerini, kondisyon faktörlerini, gonadosomatik indekslerini, üreme mevsimlerini, ilk eēeyssel olgunluk boylarını, fekondite ve beslenme alışkanlıklarını ortaya koyulmuştur.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

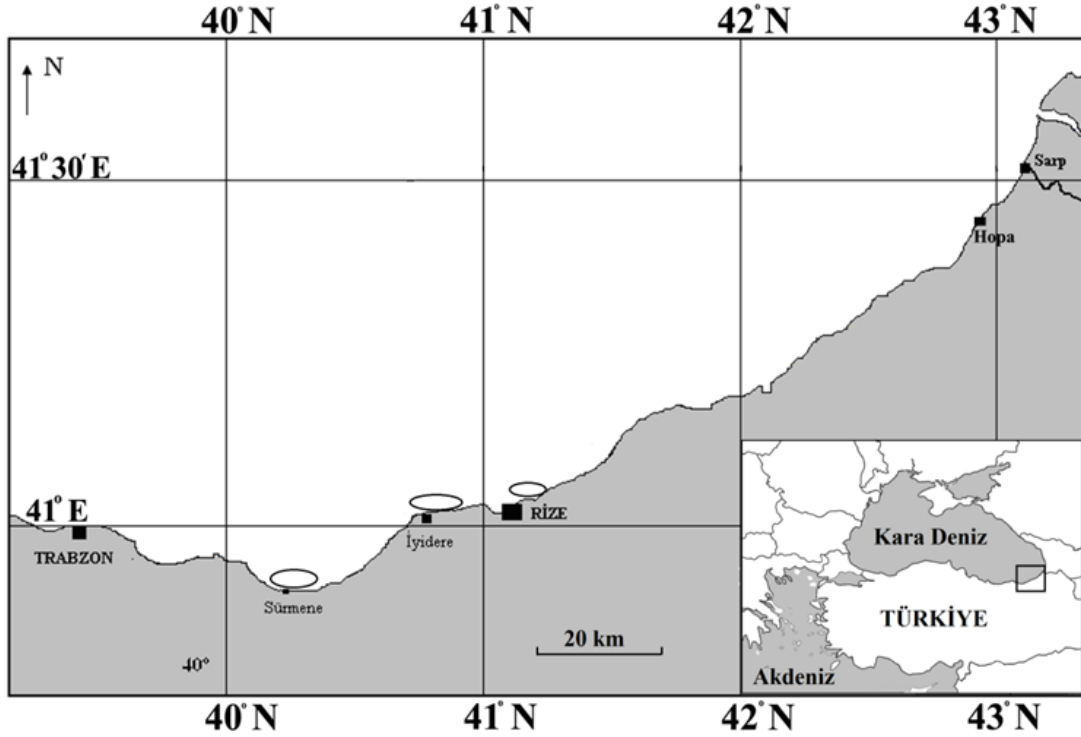
2.1. Materyal

Araştırmada yapılan örnekleme sonucunda toplam 1533 adet istavrit (*T. mediterraneus*) balığı değerlendirilmiştir. Balıklar, Trabzon ve Rize bölgelerinde av sezonunda gırgır ile avcılık yapan teklerin karaya çıkış noktalarından ve av sezonu dışında ticari olarak uzatma ağları ile avcılık faaliyetinde bulunan küçük ölçekli balıkçılardan tüm bireyleri temsil edecek şekilde aylık olarak elde edilmiş olup aynı gün içerisinde laboratuvarında incelenmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Araştırma Sahası

Doğu Karadeniz'in Trabzon ve Rize illeri arasındaki av sahaları araştırma sahası olarak seçilmiştir (Şekil 8). Avcılık yoluyla elde edilen balıklar arasından alınan örnekler kullanılmıştır.



Şekil 8. Örneklemelerin gerçekleştirildiği araştırma sahası

2.2.2. Araştırma Planı

İstavrit balığının üreme stratejisini, üreme periyodunu ve avlanabilir boyun belirlenmesi amacıyla Eylül 2019 ile Ağustos 2020 döneminde her ay düzenli olarak istavrit örnekleri temin edilmiştir. Aylık olarak her boy grubunu temsil edecek ortalama 150 adet, yaklaşık 2,5 kg rasgele örneklemeler yapılarak çalışma yürütülmüştür. Karaya çıkış noktaları ve balıkçılardan alınan örnekler aynı gün içerisinde Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi'nin Balıkçılık Biyolojisi Laboratuvarı'na taze olarak getirilerek biyometrik ölçümler yapılmış olup üreme özelliklerini belirlemek için gonadların fiksasyonları gerçekleştirilmiştir.

2.2.3. Biyometrik Ölçümler

Balıkçılık Biyolojisi Laboratuvarı'na getirilen örnekler hassasiyeti 0,1 cm olan ölçüm cetveli kullanılarak her bireyin total boyları ölçülmüştür. Aynı zamanda hassasiyeti 0,01 g olan terazi kullanılarak her bireyin total, karaciğer ve gonad ağırlıkları ölçülerek kayıt altına alınmıştır (Şekil 9).



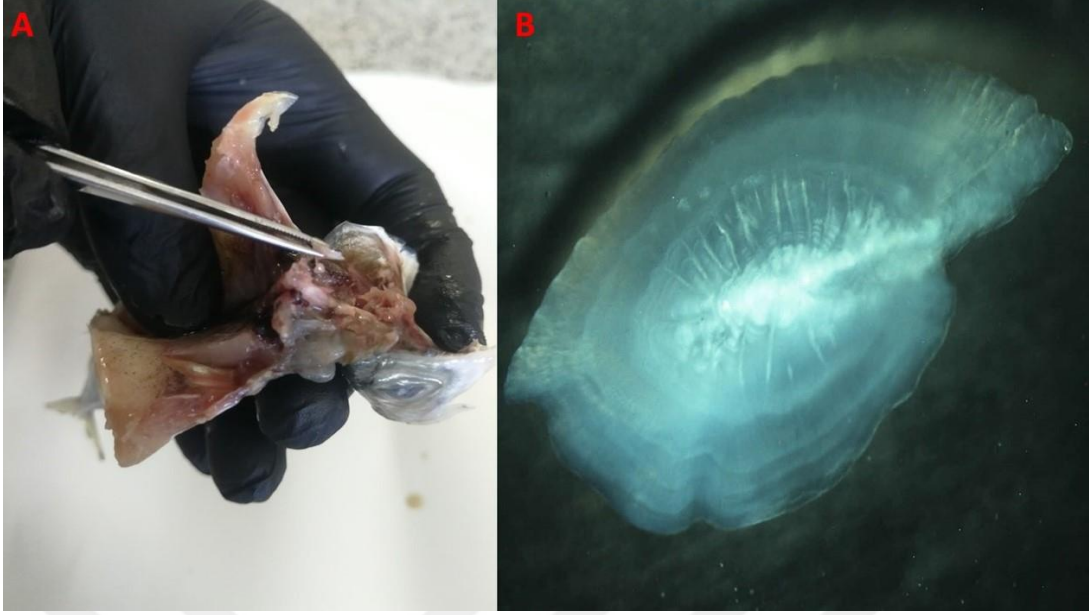
Şekil 9. Örnekler üzerinde biyometrik ölçümlerin yapılması
(A) Boy ölçümü, (B) ağırlık ölçümü ve (C) stavrit balığı örnekleri

2.2.4. Yaş Tayini

Tüm canlılarda olduğu gibi balıklarda da maksimum bir yaşam ömrü vardır. Balıklarda yaş tayini, balıkçılık biyolojisi çalışmalarında en önemli adımlarındandır (Karataş vd., 2005). Bir balık popülasyonundaki bireylerin; hangi yaşta oldukları, maksimum yaşam ömürleri, çeşitli yaştaki büyüklükleri, çeşitli yaş ve büyüklükteki bireylerin popülasyondaki nispi oranları, hangi yaşta ve büyüklükte üremeye başladıkları, üreme veriminin en yüksek olduğu yaş ve boylarını belirlemek için yaş tespiti ile sağlanabilir. Kemikli balıklarda yaş tayini, vücutta bulunan kemiksi yapılardan (otolit, pul, operkulum, yüzgeç ışınları, omur vb.) gerçekleştirilir (Campana ve Jones, 1992; Erkoyuncu, 1995; Avşar, 2005). Deniz balıklarında genel olarak yaş analizi için otolit en ideal kemiksi yapıdır (Avşar, 2005). Bu araştırmada yaş tayini, otolitlerden yararlanılarak yapılmıştır.

Laboratuvara getirilen istavrit balıklarında, yaş tayini yapmak için başın her iki yanında bulunan sagitta otolitler ince uçlu pens ile çıkarılmıştır (Şekil 10). Çıkarılan otolitlerin üzerinde kalmış olan kan ve doku parçaları temizlenmiştir. Daha sonra numaralandırılmış ependorf tüplerine yerleştirilen otolitler, %70'lik alkol eklenerek okunmak üzere muhafaza edilmiştir.

Otolitler zımparalanıp parlattıktan sonra yaşlar binoküler mikroskop (Nikon SMZ 1000) altında okunmaya çalışılmıştır. Otolitler, mikroskopta siyah zemin üzerinde yukarıdan ışık verilerek incelenmiştir (Şekil 10). Otolitler üzerine 1'er damla gliserol damlatılarak daha parlak görüntülenmesi sağlanmıştır. Otolitlerin merkezindeki nükleus sonrasında oluşan koyu ve açık renkli halkalardan yararlanılarak yaş okuma işlemi yapılmıştır.



Şekil 10. İstavrit balığı tolitlerinden yaş okuma işlemleri
(A) Otolitin çıkarılması ve (B) otolit mikroskop altında görüntüsü

2.2.5. Kondisyon Faktörü

Balık stoklarının beslenme aktivitesinde aylık ve mevsimsel farklılıklarının izlenmesinde en iyi ölçüt olarak kondisyon faktöründen yararlanılır. Bu çalışmadaki kondisyon faktörünün hesaplanması, yaygın olarak tercih edilen Fulton'un kondisyon faktörüdür (Erkoyuncu, 1995; Avşar, 2005).

$$KF = \frac{W}{L^b} \times 100 \quad (1)$$

KF: Kondisyon faktörü

L: Toplam boy (cm)

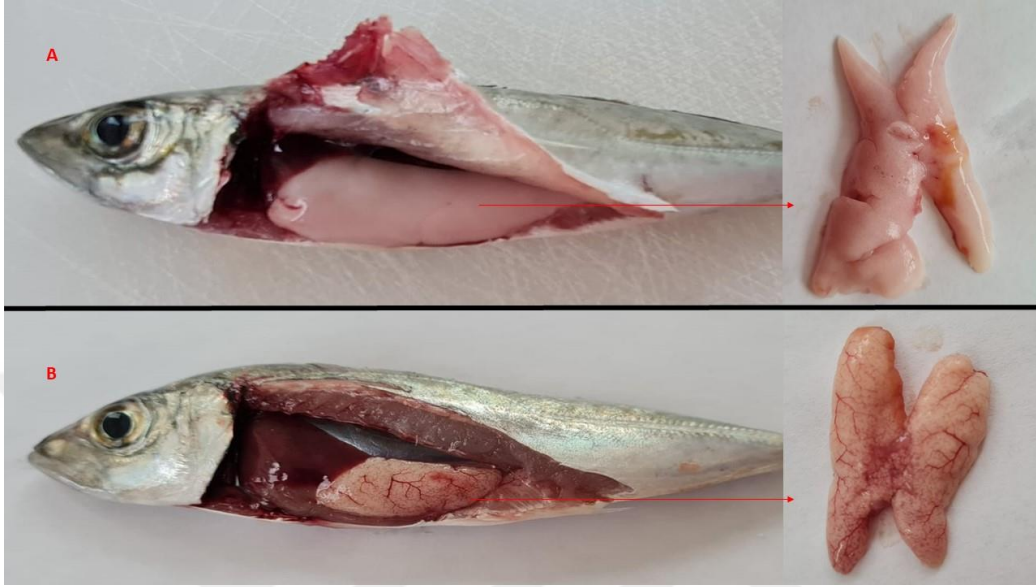
b: Boy ağırlık ilişki sabiti

W: Balık ağırlığı (g)

2.2.6. Cinsiyet Tespiti

Balıklarda cinsiyet tespiti gonadlardan yararlanarak belirlenir. Alınan örneklerin karın bölgesi, anüsten başlayarak solungaçlara kadar bir makasla kesilerek, karın boşluğunda bulunan gonadlar bir pens yardımı ile dışarıya alınmıştır. Çıplak gözle incelenen gonadların, renk ve şekil gibi morfolojik farklılıkları dikkate alınarak

cinsiyet tespiti yapılmıştır. Erkek bireylerin gonadları beyazımsı ve yoğun bir kütle şeklinde, dişi bireyler kırmızı, pembemsi veya sarımtırak renkte ovaryumlara sahip olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Dişi ve erkek istavrit balığı gonadlarının görünümü ve vücuttaki konumu (A) Erkek istavrit balığı gonadı ve (B) dişi istavrit balığı gonadı

2.2.7. Gonadosomatik İndeks

Üreme periyodunun belirlenmesinde gonadosomatik indeks (GSİ)'ten faydalanılır. Gonadosomatik indeks genel olarak balık türlerinin cinsi olgunluk süreçleri ve yumurtlama mevsimleri ile ilgili yapılacak olan yorumlarda kolaylık sağlamaktadır (Hunter ve Macewicz, 1985; Avşar, 2005; Erkoyuncu, 1995).

İstavrit balığının yumurtlama periyodunu belirlemek için her ay alınan örneklerin gonad ağırlıklarından yararlanarak aşağıda verilen bağıntı ile gonadosomatik indeks (GSİ) hesaplanmıştır.

$$GSİ = \left[\frac{GA}{(CA - GA)} \right] \times 100 \quad (2)$$

GSİ: Gonadosomatik index

GA: Gonad ağırlığı

CA: Toplam ağırlık

2.2.8. Yumurta Verimliliği (Fekondite)

Yumurta verimliliği, genellikle üreme stratejisinin en önemli bileşeni olarak kabul edilir. Stokun üreme potansiyelini anlamak için gereklidir. Yumurta verimliliğinin hesaplanması için balıkların ovaryumlardan yararlanarak gravimetrik yöntemle stoktaki bir balığın bir batında bırakmış olduğu ortalama yumurta verimliliği aşağıdaki bağıntı ile belirlenmiştir (Hunter ve Macewicz, 1985; Murua vd., 2003; Avşar, 2005).

$$F_B = \sum_{i=1}^m \left(\frac{n_i \times G_i}{g_i} \right) \times \left(\frac{1}{m} \right) \quad (3)$$

F_B : Bir batında bırakılan sulanmış yumurta verimliliği

m : İncelenen örnek sayısı

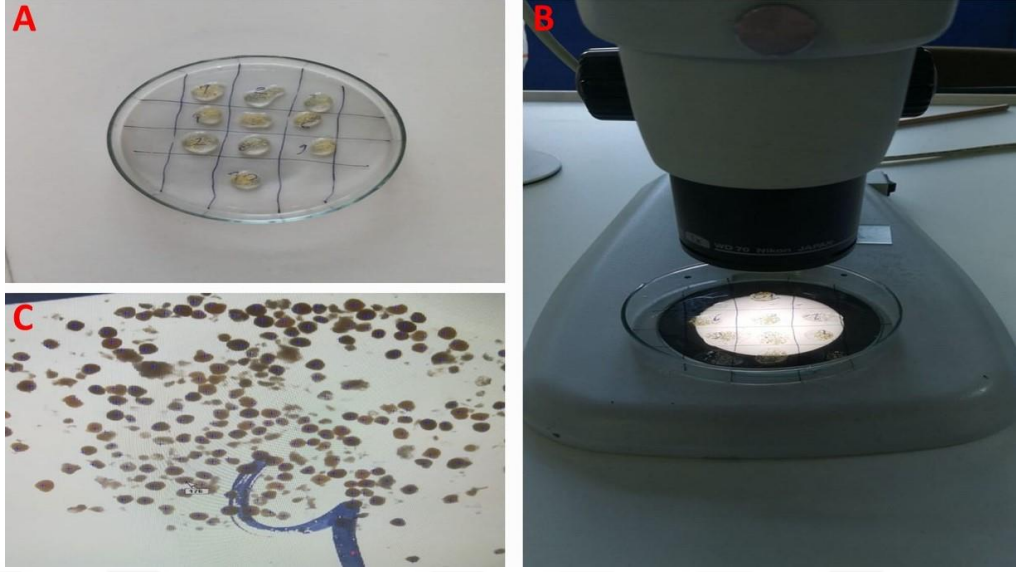
g_i : Gonadtan alınan alt örneğin ağırlığı

G_i : Gonad ağırlığı

n_i : Gonadtan alınan alt örnekteki sulanmış yumurta sayısı

Bağıl kısmı fekondite (F_R), kısmı yumurtlamadaki sulanmış oosit sayısının vücut ağırlığına bölünmesiyle hesaplanmıştır. (Hunter vd., 1992; Murua ve Saborido-Rey, 2003).

Bu araştırmada üremenin pik yaptığı dönemde ovaryumların III. ve IV. evrelerinde olan bireylerden yumurta verimliliği hesaplanmıştır. Bu bireylerden seçilen 74 adet balığın ovaryum ağırlıkları alınmış ve gonadlar üzerinde bulunan zarları ayırıp yalnızca yumurtaların sade bir şekilde kalması için gilson solüsyonunda üç hafta bekletilmeye bırakılmıştır. Sonrasında gilson solüsyonundan çıkarılan yumurtalardan yaklaşık 0,100 g alt örnekleme yapıp Nikon SMZ 1000 mikroskobu altında sulanmış oositler sayılarak gravimetrik yöntemle yumurta verimliliği hesaplanmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. İstavrit balığı yumurtalarının sayımı

(A) Ovaryumlardan alt örnekleme yapılması, (B) alt örneklerin mikroskop altına yerleştirilmesi ve (C) sulanmış ve sulanmamış yumurtaların sayımı

2.2.9. Hepatosomatik İndeks

Hepatosomatik indeks, balıklarda enerji rezervlerin durumunu belirleyen biyolojik bir göstergedir. Balıklar, üreme dönemi dışında beslenme aktivitesini artırarak karaciğerde yağ depolama yaparlar. Üreme periyodunda gonadların gelişimi için karaciğerdeki yağ birikimi enerji kaynağı olarak kullanılır. Bu durum, genellikle HSI değerlerinin üreme dönemlerinde daha düşük olmasına neden olmaktadır (Bolger ve Connolly, 1989; Nunes vd., 2011). *T. mediterraneus*'un hepatosomatik index'inin hesaplanması için aylık olarak örnek alınan balıkların toplam vücut ve karaciğer ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir. Vücut ve karaciğer ağırlığının, üreme periyodu, üreme periyodu öncesi ve sonrası arasındaki ilişki durumu aylık olarak aşağıdaki formül ile belirlenmiştir (Şekil 13).

$$HSI = \left(\frac{KA}{CA} \right) \times 100 \quad (4)$$

HSİ: Hepatosomatik index

KA: Karaciğer ağırlığı

CA: Toplam ağırlık



Şekil 13. İstavrit balığının karaciğeri ve vücuttaki konumu

2.2.10. Makroskopik ve Mikroskopik Safhalandırma

Gonadların safhalarının belirlenmesi üzerine pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda mikroskopik-makroskopik safhaların tespitinde, araştırmacılar tarafından çeşitli terminolojik tanımlar belirtilmiştir (Hoden ve Raitt, 1974; Murua vd., 2003; Stahl ve Kruse, 2008; Peterson vd., 2011).

Gonadlarda ovaryum büyüklüğü, renk durumu, oositlerin gözle görülebilirliği, oositlerin görüntüsü, sulanmış yumurtaların var olup olmadığı gibi morfolojik değişimler görsel olarak tespiti yapılarak ovaryumlar makroskopik açıdan safhalandırılmıştır (Peterson vd., 2011) (Tablo1).

Gonadların safhalandırmasında en sağlıklı yöntem gonadlardan kesit alınarak oositlerdeki vitellogenik yapılar, sulanmış oositlerin durumu, atretik oositler, yumurtlama sonrası folliküller gibi oosit yapılarında meydana gelen değişimler dikkate alınarak mikroskopik safhalandırma yapılmıştır (Peterson vd., 2011). Safhalandırmalar dişi ovaryumlar üzerinden yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Ovaryumların makroskopik ve mikroskopik olarak safhalandırılması

Safhalar	Ovaryum durumu	Makroskopik	Mikroskopik
I	Olgunlaşmamış	Bu evrede dişi ovaryumlar küçük genel olarak daha açık renkte ve kan damarları henüz belirsizdir.	Ovaryumlarda sadece oogenia ve ilk büyüme (İB) oositleri gözlemlenir. Atresia (A) yapılar yoktur. Ovaryum duvarları çok incedir. Oositlerin arasında küçük boşluklar mevcuttur.
II	Gelişme	Ovaryumlar giderek büyür. Kan damarları belirginleşme aşamasındadır.	Bu evrede İB, kortikal alveoler (KA), vitellogenesis-1 (Vtg1) ve vitellogenesis-2 (Vtg2) gözlenmektedir. Nukleus göçü (NG) oluşmaktadır. Vitellogenesis-3 (Vtg3) oositler ve yumurtlama sonrası folikül (YSF) görülmez. Bazı atresialar bulunabilir.
III	Yumurtlama	Ovaryumlar daha çok genişlemiştir. Kan damarları iyice belirgin hale gelmiş ve oositler makroskopik olarak gözle görülebilir durumdadır.	Bu evrede Vtg1, Vtg2, Vtg3 safhalar görülmekte ve NG gerçekleşmiştir. Sulanmış oositler, YSF ve atresialar bulunur.
IV	Boşalma	Belirgin kan damarları ve büzüşmüş ovaryumlar makroskopik olarak net bir şekilde görülür.	Boşalma safhasında atresia ve YSF ler yoğun olarak görülür. Ara sıra KA veya vitelogenik (Vtg1, Vtg2) oositler de gözlenebilir.
V	Yenilenme	Ovaryumlar küçülür ve kan damarlarında azalma meydana gelir.	Yenilenme evrsinde oogonia ve İB oositleri sıklıkla gözlenir. Yumurtalık duvarı giderek kalınlaşır bağ doku iyice genişler. Atresialar ve yıkıma uğramış YSF ler mevcuttur.

Aylık elde edilen örneklerden dişi ve erkek olarak makroskopik açıdan belirlenmiş cinsi olgunluğa ulaşmış her boy grubunu temsil edecek şekilde kesit almak için belirlenen balıkların gonadları alınmıştır. Gonadlardan kesit alınırken dağılmalarını engellemek ve sertleşmesini sağlamak için %10 'luk neutral buffer formalin (Nbf) içerisinde bir gün süre ile bekletilmiştir. Sonrasında gonad örneklerinin muhafaza edilebilmesi için %70 lik alkol çözeltisine konulmuştur. Histolojik kesitlerde kullanılmak üzere, alkolden çıkartılan gonadların üç farklı bölgesinden (ön,

orta ve arkasından) yeterli ebatlarda parça kesilip öncesinden hazırlanan plastik kasetlere yerleştirilmiştir. Alkolün uzaklaşmasını sağlamak için kasetler, akan su altında 24 saat bekletilmiştir. Gonadların barındırdığı suyu uzaklaştırabilmek için de kasetler, sırasıyla aşağıda verilen aşamalardan geçirilmiştir (Şekil 14).

1. %80 Alkol.....15 dk.
2. %90 Alkol.....15 dk.
3. %95 Alkol.....15 dk.
4. %100 Alkol...10 dk. x 2
5. Xylene.....10 dk. x 2

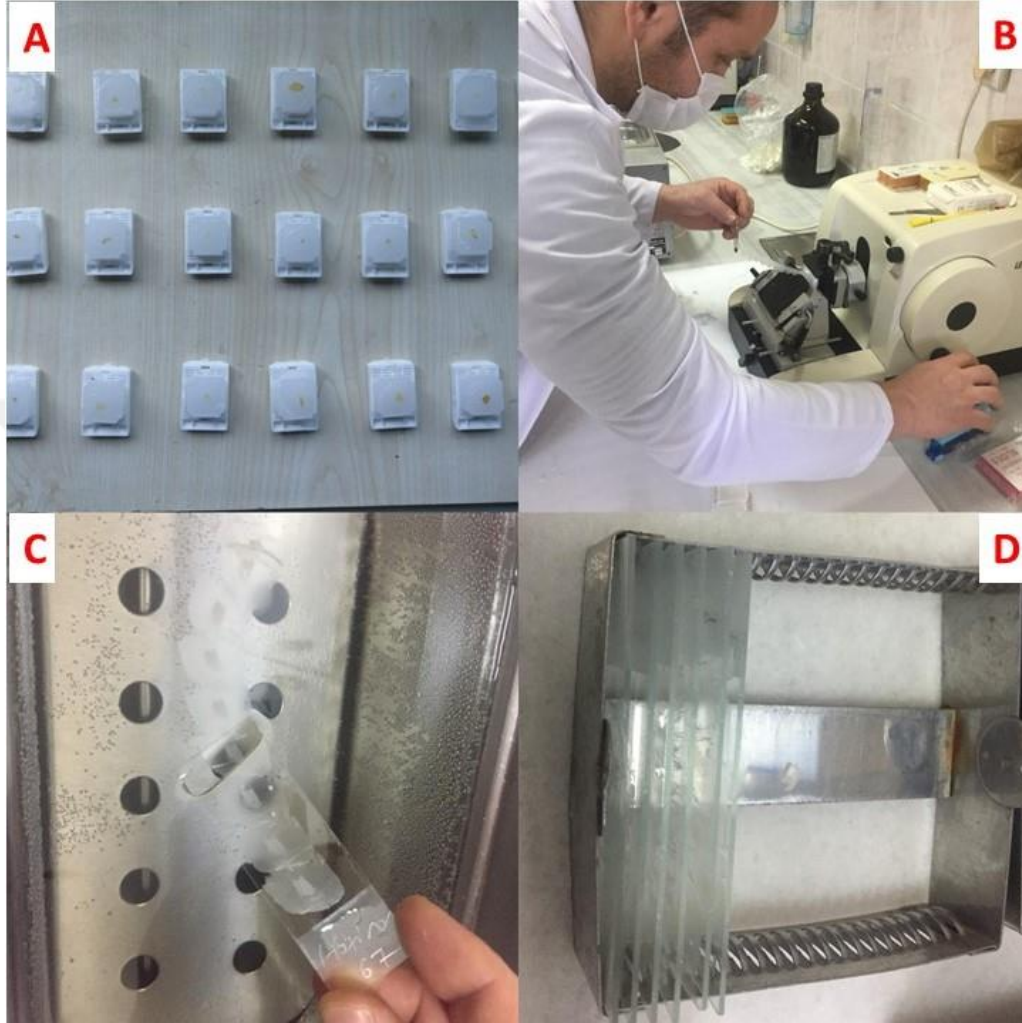


Şekil 14. Histolojik kesite hazırlık işlemleri

(A) Kasete yerleştirilmiş gonad ve (B) alkol serileri.

Xylene'den süzülen örnekler önce hafif kurutulmuş daha sonra etüve alınarak 65° C'de parafin içerisinde bir gece boyunca bekletilmiştir. Sonrasında örnekler parafin içerisine konulup bloklama işlemi yapılarak ve tamamen sertleşmesi (parafinin donması) için bir gün bekletilmiştir. Bloklama yapılan örneklerden, Leica RM2125RT Mikrotomu kullanılarak 5-10 µm'luk kesitler elde edilmiştir. Parafin yüzeylerinde oluşan kırışıklık ve dalgalanmaların giderilmesi için kesiti elde edilen örnekler, 38 C°'lik ılık su banyosundan geçirilmiştir. Su banyosunun ardından yüzeyi düzgünleşen kesitler lam üzerine yerleştirilip parafinin uzaklaşması için etüvde bir gün

bekletilmiştir (Şekil 15). Kesit örneklerinden parafin arındırıldıktan sonra boyama işlemine geçilmiştir.



Şekil 15. Histolojik kesit işlemleri

A) Örneklerin parafinle bloklanması, B) örneklerden kesit alınması, C) alınan kesitlerin su banyosundan geçirilmesi ve D) lam üzerine yerleştirilmiş kesitler

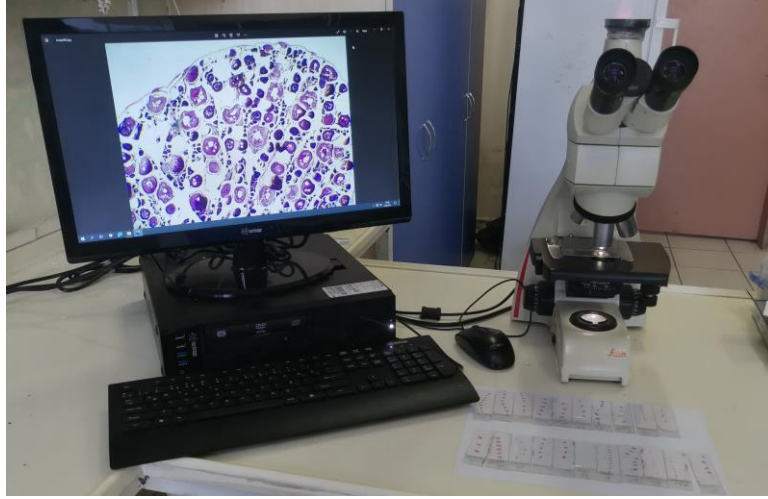
Boyama işlemi için preparatlar öncelikle bir buçuk saatlik iki xylene serisinden geçirilmiştir. Hafif kurutulan lam üzerindeki örnekler sırasıyla %100, %96, %96'lık alkol serilerinde 1 dakika bekletildikten sonra boya işlemi öncesinde örneklerin alkolden uzaklaşması için preparatlar akan su altında 5 dakika tutulmuş ve sonrasında boyama işlemine geçilmiştir. İlk olarak hemotoksilende 5-10 dakika boyanan örnekler 30 dakika akan su altında tutularak ikinci işlem olarak eozin ile 5 dakika boyanan örnekler 3-5 dakika suyun altında bekletilmiştir. Hafif kurutulan örnekler sırasıyla

%96, %96, %100'lük alkol serilerinde 1'er dakika muamele edildikten sonra örneklerin lam üzerine daha iyi bir şekilde yapışması için bir buçuk saatlik iki ayrı xylene serisinden geçirilerek boyama işlemi tamamlanmıştır (Şekil 16).



Şekil 16. Boyama işleminde kullanılan seriler

Boyama işlemi tamamlandıktan sonra lam üzerindeki örneklerin zarar görmemesi ve daha iyi bir şekilde görüntü alabilmek için entellan ile kapatma işlemi yapılmıştır. Kapatma işleminde lam üzerine lamel yerleştirirken hava boşluğu kalmamasına dikkat edilmiştir. Entellanın iyice donması için kesit örnekleri bir gece bekletilmiştir. Son olarak istavrit ovaryumundan alınan boyanmış kesit örnekleri Leica ICC50 model mikroskop altında incelenerek fotoğraflandırılmıştır (Şekil 17).



Şekil 17. Kesitlerin incelenmesi ve fotoğraf alımı

2.2.11. Cinsi Olgunlaşma Boyu (LM₅₀)

Cinsi olgunluğa ulaşmış bireylerden ve üremenin zirve yaptığı dönemdeki balık örnekler alınarak gonadlardan olgun ve olgunlaşmamış bireyler belirlendikten sonra belirlenen boy veya yaş sınıfındaki olgunlaşmış bireylerin olgun olmayan bireylere oranlaması kullanılarak cinsi olgunluk boyu tespit edilir (King, 1995; Avşar, 2005). Cinsi olgunluk boyu aşağıdaki bağıntıdan hesaplanmıştır.

$$P=1/(1+\exp^{(a-b*L)}) \quad (5)$$

$$L_{M50}=-\ln(2)/b \quad (6)$$

P: olgunlaşmışlık oranı

L_{M50}: %50'de cinsi olgunluk boyu

a ve b: regresyon sabitleri

2.2.12. Yumurta Çapı

Yumurtaların büyümesinin gözleyebilmek için yumurta çaplarının aylık olarak ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada mart ayından başlayarak üreme döneminin sona erdiği ağustos ayını da kapsayacak şekilde cinsi olgunluğa ulaşmış dişi bireylerin ovaryumlarındaki yumurtalar, Nikon SMZ 1000 mikroskobu kullanılarak olgunlaşmamış ve olgunlaşmış olarak ayrı ayrı ölçümü yapılmıştır.

2.3. Bulgular

2.3.1. Boy Kompozisyonu

Bu çalışma, Eylül 2019’ da başlayarak Ağustos 2020 sonuna kadar 12 aylık periyotta elde edilen 1533 istavrit balıklarının aylık olarak belirlenen boy frekans dağılımları Tablo 2’ de verilmiştir. Yapılan arazi örnekleme sonucunda bulunan en büyük boy 18,4 cm, en küçük boy ise 8,5 cm olup ortalama boy $11,87 \pm 1,323$ cm olarak tespit edilmiştir. Tüm bireyler dikkate alındığında minimum ağırlık 4,72 g, maksimum ağırlık 50,6 g ve ortalama ağırlık ise $14,06 \pm 5,468$ g olarak bulunmuştur.

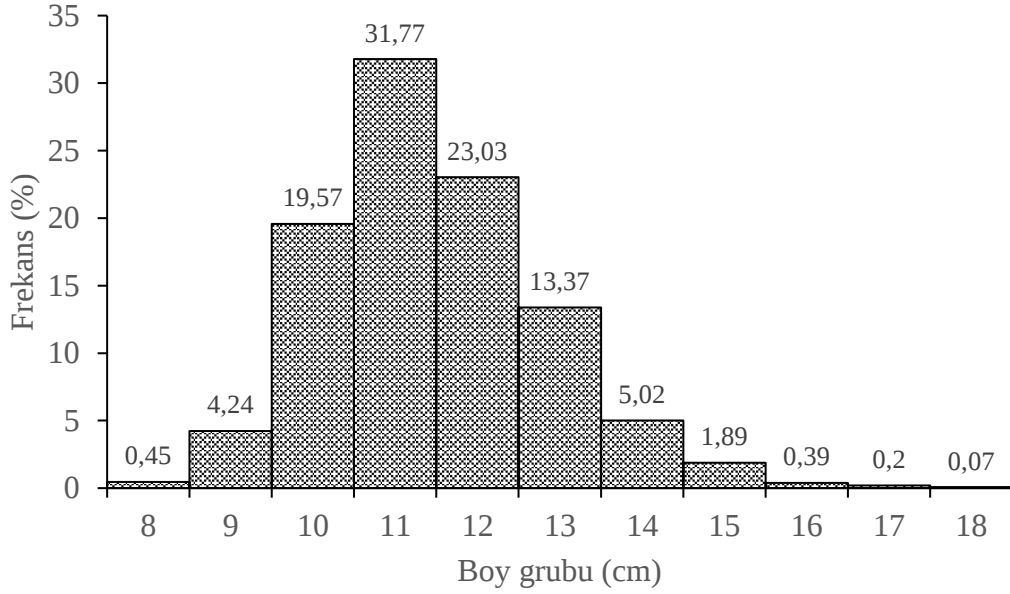
Tablo 2. Aylara ve boy gruplarına göre boy frekans dağılımı

Boy Grup (cm)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
8-8,9	1	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	7
9-9,9	5	6	0	0	5	8	4	10	12	5	10	0	65
10-10,9	31	29	22	16	47	21	33	24	24	5	46	2	300
11-11,9	28	54	37	28	127	29	16	14	29	49	35	41	487
12-12,9	14	12	28	46	44	43	36	14	21	43	6	47	353
13-13,9	15	4	11	20	10	53	26	20	11	11	3	21	205
14-14,9	8	2	3	5	3	23	7	11	4	2	3	5	77
15-15,9	7	0	0	0	0	9	3	7	2	0	1	0	29
16-16,9	0	0	0	0	0	2	1	2	1	0	0	0	6
17-17,9	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
18-18,9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Toplam	110	110	101	115	237	192	126	103	104	115	104	116	1533

Alınan örneklerden yoğunlaşmanın en fazla görüldüğü boy sınıfı %31,76 ile 11-11,9 cm aralığında iken tüm örnekler incelendiğinde boy sınıfları arasındaki yoğunluğun 10-13,9 cm (%87,73) arasında olduğu tespit edilmiştir. Boy frekans dağılımları aylık olarak değerlendirildiğinde yoğunlaşmaların farklı boy sınıflarında olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen örnek balıkların aylık boy kompozisyonları incelendiğinde, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından belirlenmiş olan avlanabilir en küçük boyun (13 cm) altında kalanların oranı %53,64 ile %94,51 arasında değiştiği görülmüştür. Örneklerin

yıllık boy frekans dağılımları gözlemlendiğinde avlanabilir en küçük boyun altındakilerin oranı % 79,06 olarak tespit edilmiştir (Şekil 18).



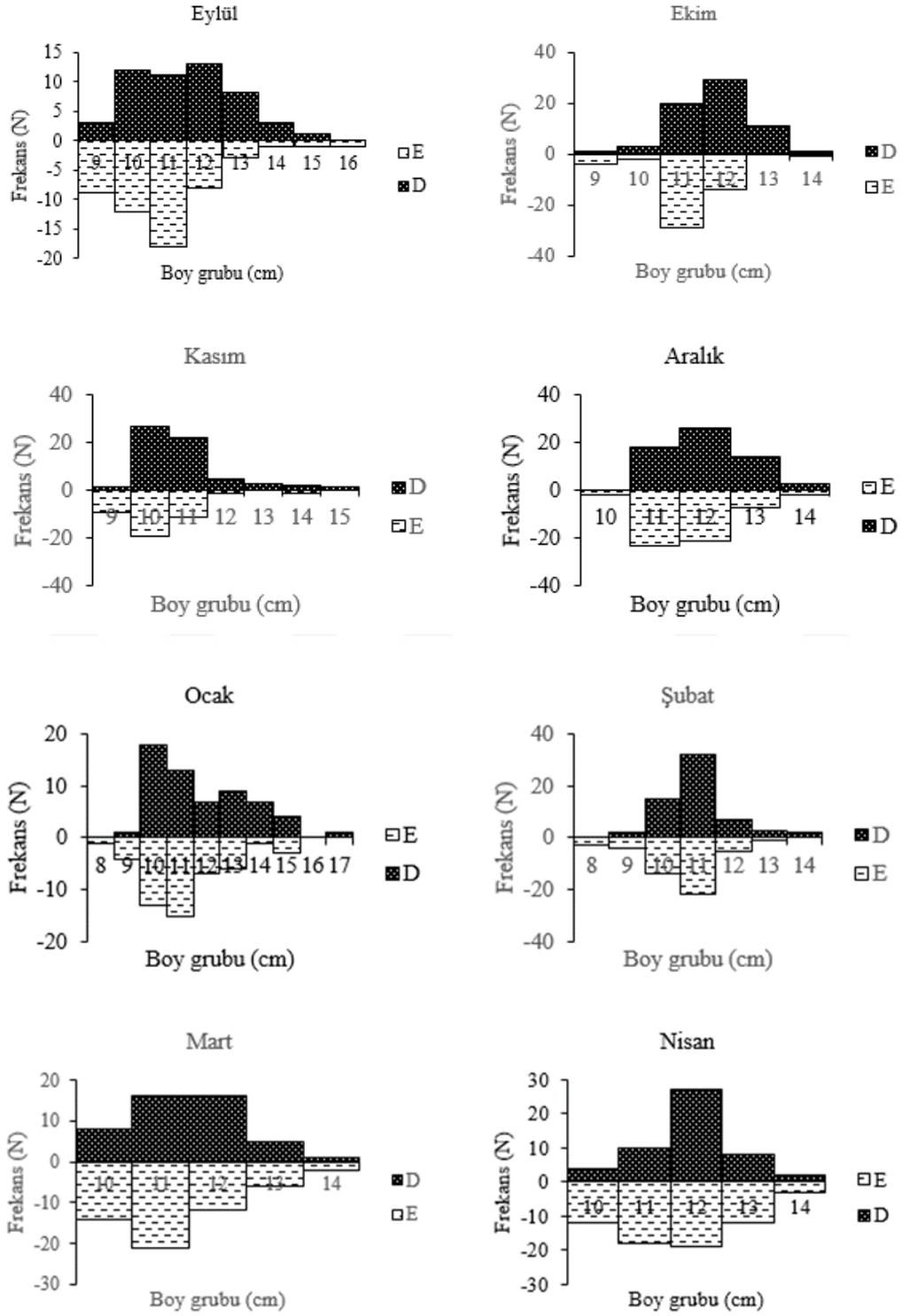
Şekil 18. Boy gruplarına göre frekans değerlerinin yüzde dağılımı

2.3.2. Aylara ve Boylara Göre Cinsiyet Kompozisyonu

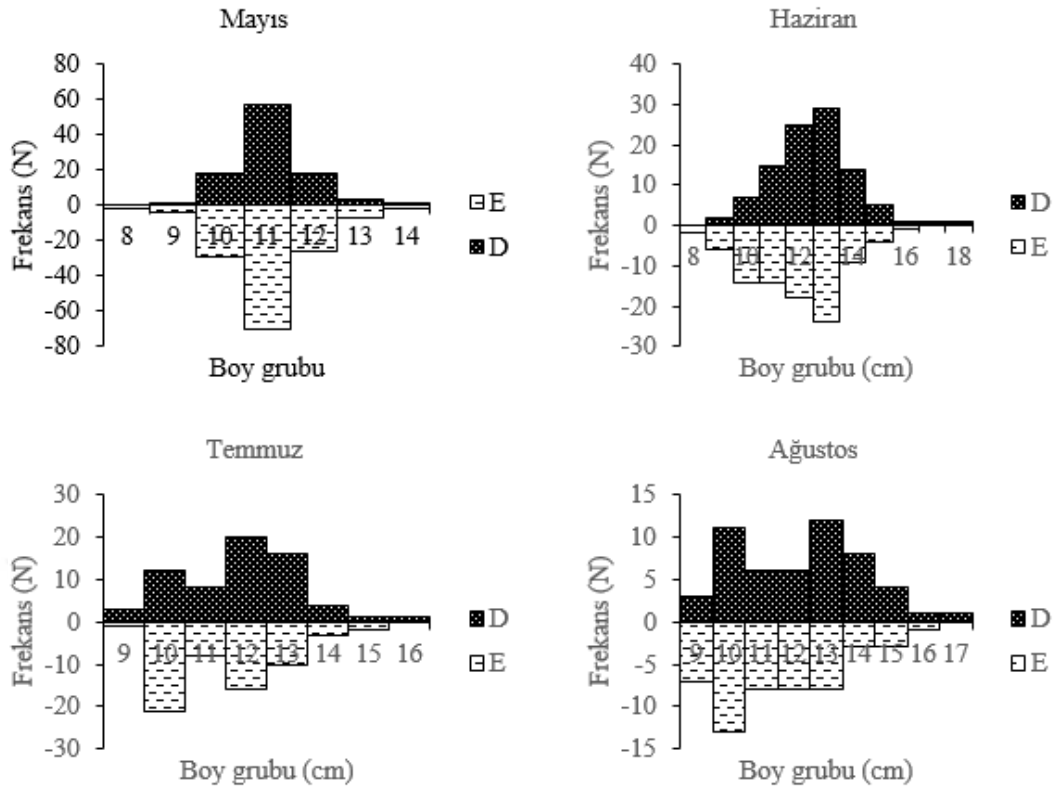
Aylık olarak alınan örneklerin cinsiyet dağılımları belirlenmiştir (Şekil 19). Yapılan çalışmada aylık cinsiyet oranlarına bakıldığında; dişi-erkek oranı birbirine yakın olup dişilerin sekiz ay, erkeklerin ise dört ay baskın olduğu görülmüştür. Dişilerin baskınlık oranı %50,49 - %58,65 arasında, erkeklerin ise %50,96 - %54 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Toplam 1533 adet bireyin incelendiği bu çalışmada 770'i (%50,23) dişi, 763'i (%49,77) erkek birey bulunmuştur. Cinsiyetler arası yapılan ki kare ($\chi^2_{(df=1,0,05)}=0,053$) testi sonucunda farklılığın önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p>0,05$).

Dişilerde (D) boy aralığı 9,2-18,4 cm, ağırlık aralığı 4,97-50,6 g, ortalama boy $12,07 \pm 1,336$ cm ve ortalama ağırlık $14,75 \pm 5,707$ g olarak hesaplanmıştır. Erkek (E) bireylerde boy 8,5-16,6 cm, ağırlık 4,72-36,5 g aralığında değişim gösterirken, ortalama boy $11,69 \pm 1,283$ cm ve ortalama ağırlık $13,36 \pm 5,126$ g olarak tespit edilmiştir.

Aylık boy frekans dağılımları değerlendirildiğinde erkek bireylerin avlanabilir boyun (13 cm) altındakilerin oranı % 58- %98 arasında değişim gösterirken, dişilerde ise % 50-% 96 arasında olduğu bulunmuştur.



Şekil 19. Aylık örneklerin cinsiyetlere ve boy gruplarına göre dağılımları



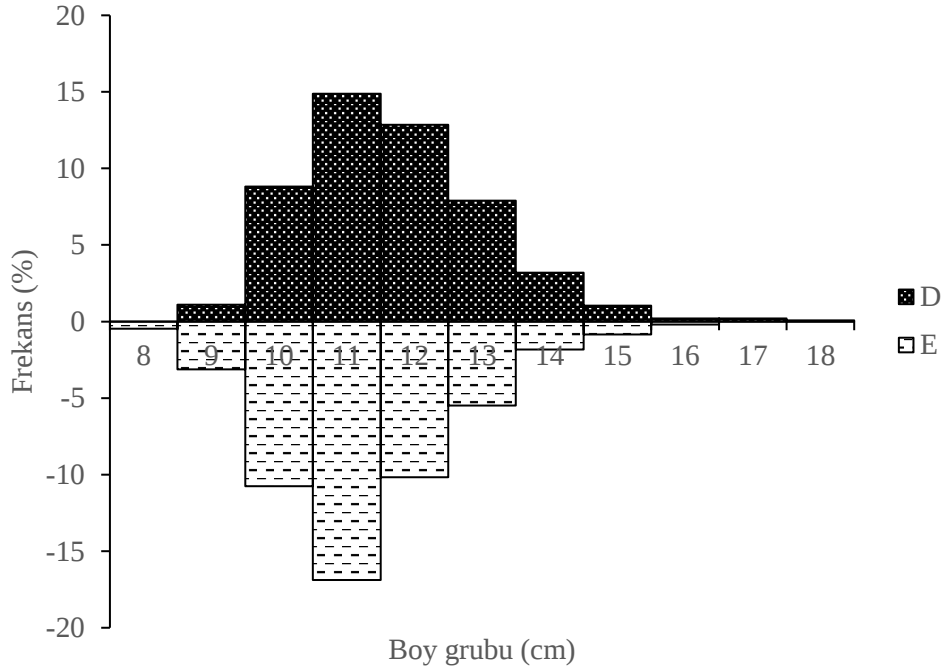
Şekil 19 (Devamı). Aylık örneklerin cinsiyetlere ve boy gruplarına göre dağılımları

Alınan tüm örneklerin her boy grubundaki bireylerin cinsiyet oranları ve frekans dağılımları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Boy gruplarına göre cinsiyet dağılımı

Boy Grup (cm)	Dişi (N)	Dişi %	Erkek (N)	Erkek %	Toplam (N)	Toplam %
8-8,9	0	0	7	0,46	7	0,46
9-9,9	17	1,11	48	3,13	65	4,24
10-10,9	135	8,81	165	10,76	300	19,57
11-11,9	228	14,87	259	16,89	487	31,76
12-12,9	197	12,85	156	10,17	353	23,03
13-13,9	121	7,89	84	5,48	205	13,37
14-14,9	49	3,19	28	1,83	77	5,02
15-15,9	16	1,04	13	0,85	29	1,89
16-16,9	3	0,20	3	0,20	6	0,39
17-17,9	3	0,20	0	0,00	3	0,20
18-18,9	1	0,07	0	0,00	1	0,07
Toplam	770	50,23	763	49,77	1533	100,00

Hem erkek hem de dişi bireylerin sayıca yoğunlaştığı boy grupları 10-13 cm olarak gözlemlenmiştir. Dişi bireylerin erkek bireylerden daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Her iki cinsiyetin boy gruplarına göre dağılımı Şekil 20’de verilmiştir.

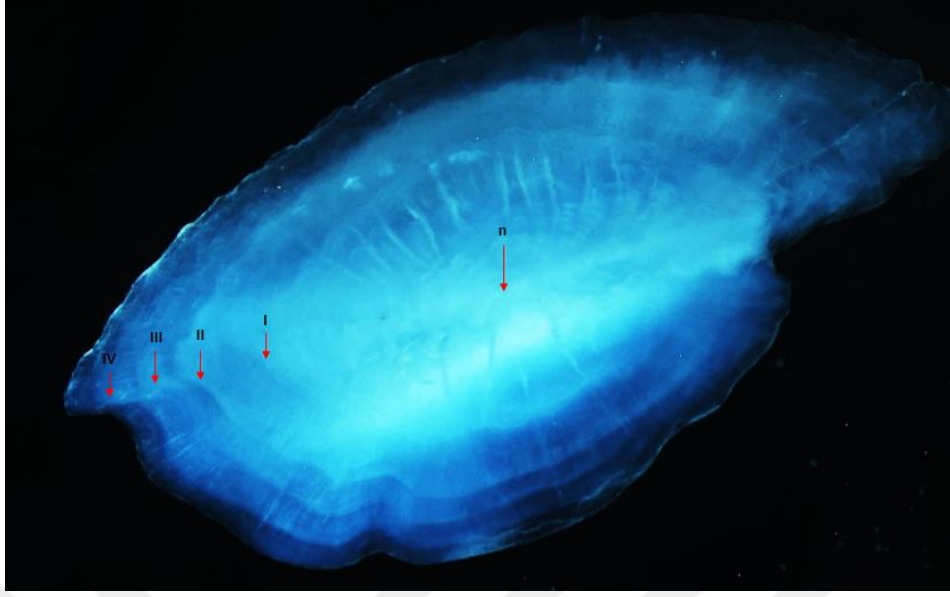


Şekil 20. Örneklerin cinsiyetlere ve boy gruplarına göre dağılımı

Boy grupları arasında cinsiyet farklılığının önemliliği χ^2 testi uygulanarak belirlenmiştir. Yapılan χ^2 testi sonucunda ($\chi^2_{(sd:7;0,05)}=37,172$) boy gruplarındaki cinsiyetler arası farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Cinsiyetlere göre boy grupları değerlendirildiğinde, dişi bireylerin % 74,93’ü ($n=770$), erkek bireylerin % 83,22’si ($n= 763$) ve toplam bireylerde ise %79.06 ($n=1533$)’sı Bakanlık tarafından belirlenen avlanabilir boy olan 13 cm’den küçük bireylerden oluştuğu hesaplanmıştır.

2.3.3. Yaş ve Cinsiyet Kompozisyonu

Çalışma süresince örneklenen 1533 adet istavrit bireylerinin her boy grubunu temsil edecek şekilde 588 adet istavrit balığının yaşı okunmuş ve yaş dağılımının 0 ile 4 yaş arasında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 21).



Şekil 21. Tespit edilen en yaşlı birey (IV yaş)'in otolithin görünümü

Yaş okumaları tamamlanan 588 adet istavrit balığının boy gruplarına göre yaş dağılımları Tablo 4 'de verilmiştir. Tahmin edilen yaş sınıflarının boy aralıkları; 0. yaş 8,0-11,9 cm, I. yaş 9,0-13,9 cm, II. yaş 11,0-15,9 cm, III. yaş 13,0-16,9 cm ve IV. yaş 14,0-18,9 cm arasında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4. Yaş ve boy sınıfına karşılık düşen birey sayısı

Boy Grupları	0. yaş (N)	I. yaş (N)	II. yaş (N)	III. yaş (N)	IV. yaş (N)	Toplam (N)
8-8,9	5	-	-	-	-	5
9-9,9	37	1	-	-	-	38
10-10,9	19	54	-	-	-	73
11-11,9	2	109	3	-	-	114
12-12,9	-	70	62	-	-	132
13-13,9	-	8	113	11	-	132
14-14,9	-	-	19	40	3	62
15-15,9	-	-	1	8	15	24
16-16,9	-	-	-	2	2	4
17-17,9	-	-	-	-	3	3
18-18,9	-	-	-	-	1	1
Toplam (N)	63	242	198	61	24	588

Yapılan yaşlandırma sonucunda cinsiyetlere göre yaşlara karşılık gelen ortalama boy ve ortalama ağırlıklar Tablo 5 'de verilmiştir.

Tablo 5. Cinsiyetlere göre yaşlara karşılık gelen ortalama boy ve ortalama ağırlıklar

Yaş	Cinsiyet	Frekans (N)	Ort. Boy (cm)±Ss	Ort. Ağırlık (g)±Ss
0	Dişi	19	9,90±0,362	7,85±0,757
	Erkek	44	9,70±0,572	7,41±1,474
	Toplam	63	9,76±0,523	7,54±1,309
1	Dişi	124	11,59±0,730	12,40±2,391
	Erkek	118	11,48±0,709	12,31±2,544
	Toplam	242	11,54±0,721	12,36±2,462
2	Dişi	118	13,25±0,579	19,09±3,351
	Erkek	80	13,00±0,572	17,61±2,715
	Toplam	198	13,15±0,591	18,49±3,186
3	Dişi	34	14,29±0,552	24,84±4,060
	Erkek	27	14,33±0,689	24,66±5,303
	Toplam	61	14,31±0,612	24,76±4,611
4	Dişi	15	16,09±1,082	34,16±7,308
	Erkek	9	15,16±0,505	31,02±3,736
	Toplam	24	15,74±1,007	32,98±6,306

Yaşları tahmin edilen toplam 588 adet bireyin 310’u dişi ve 278’i erkek olarak bulunmuştur. Cinsiyeti tespit edilen balıklar arasında erkeklerin oranı % 47 iken dişilerin oranı ise % 53 olarak bulunmuştur. Yaşları belirlenen bireylerin cinsiyetleri arasında yapılan $\chi^2_{(Sd:1;0,05)}=0,360$ test sonucu farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir.

2.3.4. Kondisyon Faktörü

Kondisyon faktörü, canlılarda beslenme üzerine oluşan aylık ve mevsimsel değişmelerin farklılığını gösteren önemli bir parametredir. Çalışmada erkek ve dişi balıkların kondisyon faktörleri ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Örneklemlerde elde edilen dişi istavrit balıklarının aylık kondisyon faktörleri Tablo 6’da verilmiştir. En yüksek kondisyon değerini 0,85±0,090 ile aralık, en düşük değeri ise 0,77±0,046 ile nisan ve mayıs aylarında gözlenmiştir. Aralık ayından sonra kademeli olarak mayıs ayına kadar düşüş gösteren kondisyon faktörü haziran ayından başlayarak ağustos ayına kadar tekrar yükseldiği tespit edilmiştir. Dişilerde yıllık ortalama kondisyon değeri 0,81±0,067 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6. Dişi istavrit bireylerinde aylık ortalama boy, ortalama ağırlık ve ortalama kondisyon değerleri

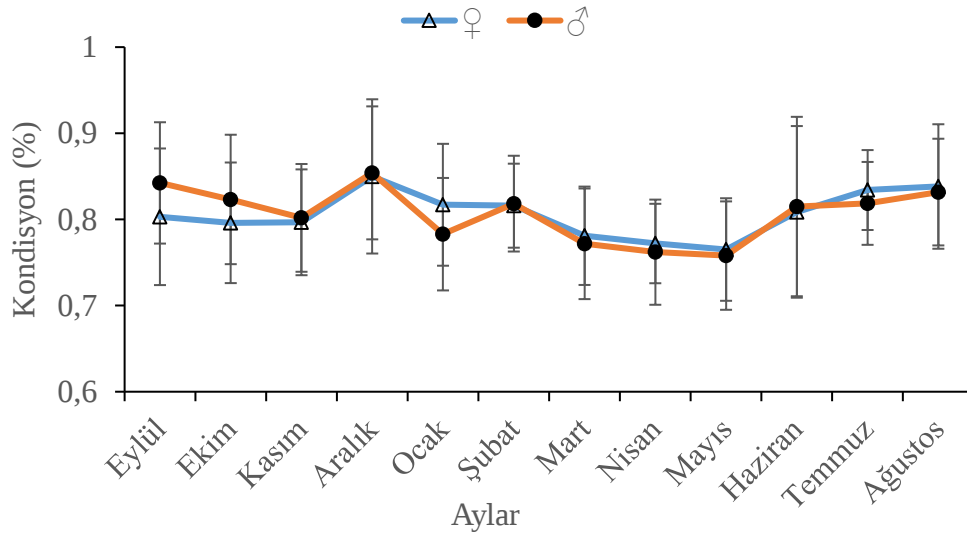
Aylar	Frekans (N)	Boy (cm)±Ss	Ağırlık (cm)±Ss	Kondisyon Değeri±Ss
Eylül	51	11,80±1,407	13,88±5,873	0,80±0,079
Ekim	65	12,09±0,866	14,13±2,573	0,80±0,070
Kasım	60	11,25±1,076	11,64±3,992	0,80±0,061
Aralık	61	12,42±0,758	16,27±2,478	0,85±0,090
Ocak	60	12,27±1,784	16,20±7,809	0,82±0,071
Şubat	61	11,39±0,880	12,27±3,201	0,82±0,049
Mart	46	11,85±0,854	13,16±2,919	0,78±0,057
Nisan	51	12,25±0,856	14,36±2,891	0,77±0,046
Mayıs	98	11,48±0,683	11,68±2,219	0,77±0,060
Haziran	100	12,93±1,510	18,26±6,976	0,81±0,100
Temmuz	65	12,27±1,470	16,14±6,219	0,83±0,046
Ağustos	52	12,62±1,951	18,44±9,297	0,84±0,072
Top. / Ort.	770	12,05±1,174	14,70±4,704	0,81±0,067

Erkek istavrit balıkları için bulunan kondisyon faktörü değerleri Tablo 7’de sunulmuştur. Belirlenen kondisyon değerlerine bakıldığında kondisyon faktörü erkek bireyler için 0,85±0,077 ile aralık ayında pik yapmıştır. Bu aydan sonra kondisyon faktörü dalgalanmalarla Mayıs ayı sonuna kadar düşüş göstermiş ve en düşük değer olan 0,76±0,063’e ulaşmıştır. Haziran ayından itibaren tekrar yükselişe geçerek Ağustos ayında 0,83±0,062’e ulaşmıştır. Erkek istavritler için yıllık ortalama kondisyon faktörü 0,81±0,07 olarak belirlenmiştir.

Tablo 7. Erkek istavrit bireylerinde aylık ortalama boy, ortalama ağırlık ve ortalama kondisyon değerleri

Aylar	Frekans (N)	Boy (cm) $\pm$ Ss	Ağırlık (g) $\pm$ Ss	Kondisyon Değeri $\pm$ Ss
Eylül	53	11,36 $\pm$ 1,377	12,95 $\pm$ 5,678	0,84 $\pm$ 0,070
Ekim	52	11,56 $\pm$ 0,797	12,80 $\pm$ 2,240	0,82 $\pm$ 0,075
Kasım	41	10,70 $\pm$ 0,96	10,13 $\pm$ 3,17	0,80 $\pm$ 0,06
Aralık	56	12,14 $\pm$ 0,786	15,31 $\pm$ 2,497	0,85 $\pm$ 0,077
Ocak	51	11,67 $\pm$ 1,569	13,32 $\pm$ 6,529	0,78 $\pm$ 0,065
Şubat	47	11,03 $\pm$ 0,892	11,18 $\pm$ 2,666	0,82 $\pm$ 0,056
Mart	55	11,70 $\pm$ 0,970	12,60 $\pm$ 3,363	0,77 $\pm$ 0,064
Nisan	64	12,05 $\pm$ 0,972	13,57 $\pm$ 3,412	0,76 $\pm$ 0,061
Mayıs	139	11,48 $\pm$ 0,865	11,66 $\pm$ 2,899	0,76 $\pm$ 0,063
Haziran	92	12,31 $\pm$ 1,663	16,22 $\pm$ 7,119	0,81 $\pm$ 0,104
Temmuz	62	11,91 $\pm$ 1,439	15,26 $\pm$ 6,232	0,81 $\pm$ 0,048
Ağustos	51	11,91 $\pm$ 1,738	15,17 $\pm$ 7,551	0,83 $\pm$ 0,062
Top./Ort.	763	11,65 $\pm$ 1,17	13,35 $\pm$ 4,45	0,81 $\pm$ 0,07

Her iki cinsiyetin aylık kondisyon faktörü değerleri incelendiğinde en yüksek değere aralık ayında, en düşük değere ise mayıs ayında ulaşıldığı görülmüştür (Şekil 22). Cinsiyetlerin kondisyon faktörü değerleri arasında yapılan *t*-testi sonucunda farklılığın önemli olmadığı ortaya konulmuştur ($p>0,05$).



Şekil 22. Dişi ve erkek istavrit balığının aylık kondisyon dağılımları

2.3.5. Hepatosomatik İndeks

Dişi ve erkek bireylerin aylık ortalama HSI değerleri tespit edilmiştir (Tablo 8 ve Tablo 9). Dişi istavrit balıklarında en düşük HSI değeri ($0,56 \pm 0,246$) ekim ayında tespit edilmiştir. Ekim ayından sonra nisan ayına kadar sürekli artan kondisyon değeri nisan ayında $1,35 \pm 0,300$ değere ulaşarak pik yapmıştır. Nisan ayından sonra dalgalanarak düşüşe geçmiştir. Dişilerde hesaplanan ortalama yıllık HSI değeri ise $1,06 \pm 0,308$ olarak bulunmuştur.

Tablo 8. Dişi istavrit bireylerinde aylık ortalama karaciğer ağırlıkları, ortalama vücut ağırlıkları ve ortalama HSI değerleri

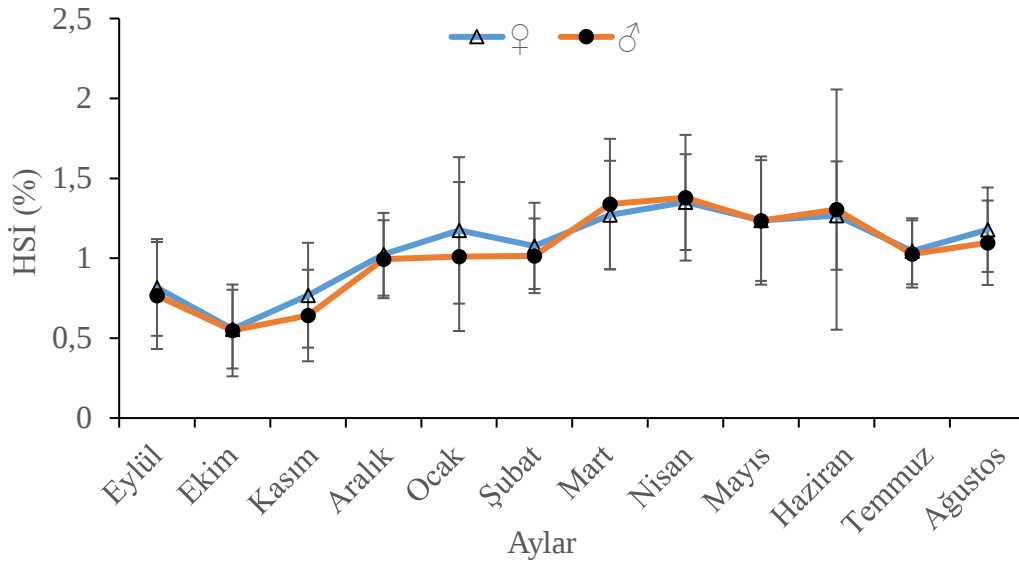
Aylar	Frekans(N)	Karaciğer Ağırlığı (g)±Ss	Vücut Ağırlığı (g)± Ss	HSİ± Ss
Eylül	51	$0,12 \pm 0,084$	$13,88 \pm 5,873$	$0,82 \pm 0,303$
Ekim	65	$0,08 \pm 0,034$	$14,13 \pm 2,573$	$0,56 \pm 0,246$
Kasım	60	$0,09 \pm 0,060$	$11,64 \pm 3,992$	$0,77 \pm 0,328$
Aralık	61	$0,17 \pm 0,052$	$16,27 \pm 2,478$	$1,02 \pm 0,259$
Ocak	60	$0,21 \pm 0,177$	$16,20 \pm 7,809$	$1,17 \pm 0,458$
Şubat	61	$0,13 \pm 0,057$	$12,27 \pm 3,201$	$1,08 \pm 0,270$
Mart	46	$0,17 \pm 0,061$	$13,16 \pm 2,919$	$1,27 \pm 0,339$
Nisan	51	$0,19 \pm 0,062$	$14,36 \pm 2,891$	$1,35 \pm 0,300$
Mayıs	98	$0,14 \pm 0,043$	$11,68 \pm 2,219$	$1,24 \pm 0,378$
Haziran	100	$0,23 \pm 0,112$	$18,26 \pm 6,976$	$1,27 \pm 0,339$
Temmuz	65	$0,16 \pm 0,069$	$16,14 \pm 6,219$	$1,04 \pm 0,206$
Ağustos	52	$0,22 \pm 0,134$	$18,44 \pm 9,297$	$1,18 \pm 0,264$
Top./Ort.	770	$0,16 \pm 0,079$	$14,70 \pm 4,704$	$1,06 \pm 0,308$

Erkek istavrit balıklarında en yüksek HSI değeri $1,38 \pm 0,393$ olarak nisan ayında ve en düşük HSI değeri ise $0,55 \pm 0,287$ olarak ekim ayında hesaplanmıştır. Erkek istavrit balıklarında ortalama yıllık HSI değeri ise $1,03 \pm 0,336$ olarak tespit edilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Erkek istavrit bireylerinde aylık ortalama karaciğer ağırlıkları, ortalama vücut ağırlıkları ve ortalama HSI değerleri

Aylar	Frekans(N)	Karaciğer Ağırlığı (g)±Ss	Vücut Ağırlığı (g)± Ss	HSİ ± Ss
Eylül	53	0,10±0,068	12,95±5,678	0,77±0,335
Ekim	52	0,07±0,030	12,80±2,240	0,55±0,287
Kasım	41	0,06±0,04	10,13±3,17	0,64±0,29
Aralık	56	0,15±0,054	15,31±2,497	0,99±0,244
Ocak	51	0,15±0,160	13,32±6,529	1,01±0,466
Şubat	47	0,11±0,036	11,18±2,666	1,02±0,234
Mart	55	0,16±0,061	12,60±3,363	1,34±0,408
Nisan	64	0,18±0,064	13,57±3,412	1,38±0,393
Mayıs	139	0,14±0,053	11,66±2,899	1,24±0,401
Haziran	92	0,21±0,120	16,22±7,119	1,30±0,752
Temmuz	62	0,16±0,076	15,26±6,232	1,03±0,210
Ağustos	51	0,17±0,097	15,17±7,551	1,10±0,264
Top. / Ort.	763	0,14±0,07	13,35±4,45	1,03±0,36

Dişi ve erkek istavrit balıklarının aylık ortalama HSI değerleri Şekil 23’de verilmiştir. Her iki cinsiyette de HSI değerinin ekim ayında en düşük değerlerde olduğu nisan ayına kadar yükseliş trendinde olan HSI değerleri nisan ayından sonraki aylarda düşüş gözlenmiştir. Dişi ve erkek balıkların aylık HSI değerlerinin dağılımları yıl içinde uyumluluk gösterdiği ve yapılan istatistiki (t-testi) analiz sonucunda farklılığın önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$).



Şekil 23. Dişi ve erkek istavrit balığının aylık HSI dağılımları

2.3.6. Üreme Biyolojisi

2.3.6.1. Gonadosomatik İndeks

Balıklarda üreme periyodunun belirlenmesi amacı ile başvurulan yöntemlerden biri de gonadosomatik indextir. GSİ balıkların gonad ağırlıklarında meydana gelen değişimlerden tahmin edilir. Çalışma süresince incelenen istavrit balıklarının GSİ değerleri her iki cinsiyet için aylık olarak tespit edilmiştir. Dişilerin GSİ değeri ekim ayında en düşük seviyede ($0,54 \pm 0,303$) olup takip eden aylarda yükselişe geçmiştir. Haziran ayında maksimum seviyeye ($4,68 \pm 1,991$) ulaşan GSİ değeri temmuz ayından başlayarak ekim ayına kadar düşüş gözlemlenmiştir. Yıllık ortalama GSİ değeri diş istavritler için $1,89 \pm 0,962$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 10).

Tablo 10. Dişi istavrit bireylerinde aylık ortalama gonad, ortalama vücut ağırlıkları ve ortalama GSİ değerleri

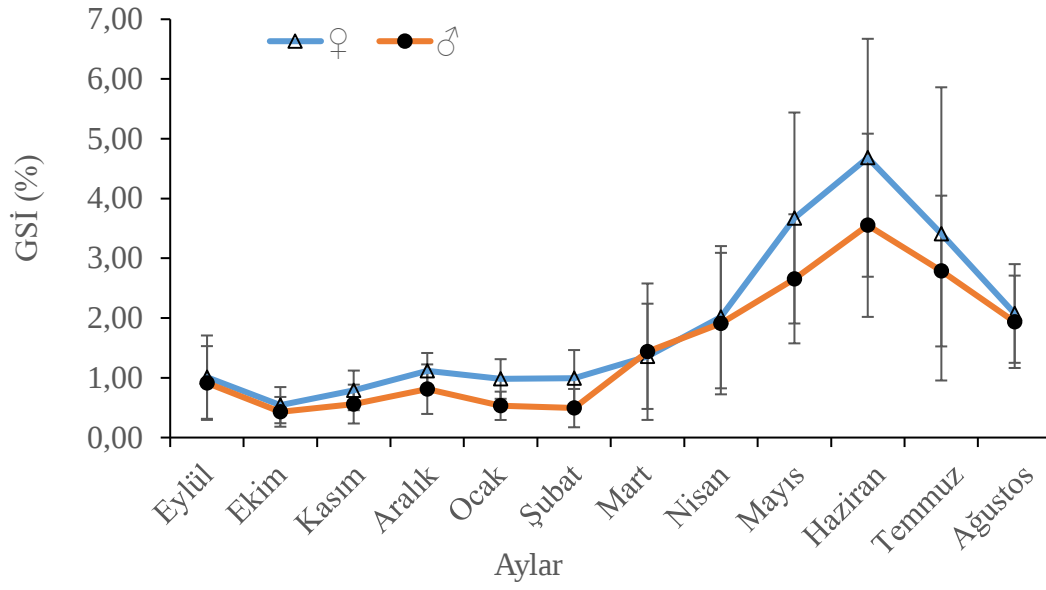
Aylar	Frekans (N)	Gonad Ağırlığı (g)±Ss	Vücut Ağırlığı (g)±Ss	GSİ±Ss
Eylül	51	$0,15 \pm 0,170$	$13,88 \pm 5,873$	$1,01 \pm 0,697$
Ekim	65	$0,08 \pm 0,045$	$14,13 \pm 2,573$	$0,54 \pm 0,303$
Kasım	60	$0,10 \pm 0,069$	$11,64 \pm 3,992$	$0,79 \pm 0,332$
Aralık	61	$0,18 \pm 0,056$	$16,27 \pm 2,478$	$1,11 \pm 0,301$
Ocak	60	$0,16 \pm 0,101$	$16,20 \pm 7,809$	$0,98 \pm 0,332$
Şubat	61	$0,13 \pm 0,084$	$12,27 \pm 3,201$	$1,00 \pm 0,469$
Mart	46	$0,19 \pm 0,178$	$13,16 \pm 2,919$	$1,36 \pm 0,881$
Nisan	51	$0,31 \pm 0,252$	$14,36 \pm 2,891$	$2,01 \pm 1,190$
Mayıs	98	$0,43 \pm 0,263$	$11,68 \pm 2,219$	$3,67 \pm 1,765$
Haziran	100	$0,83 \pm 0,565$	$18,26 \pm 6,976$	$4,68 \pm 1,991$
Temmuz	65	$0,61 \pm 0,754$	$16,14 \pm 6,219$	$3,41 \pm 2,454$
Ağustos	52	$0,40 \pm 0,260$	$18,44 \pm 9,297$	$2,08 \pm 0,826$
Top./Ort.	770	$0,30 \pm 0,233$	$14,70 \pm 4,704$	$1,89 \pm 0,962$

Erkek istavrit balıklarında maksimum ve minimum değerler sırasıyla haziran ($3,55 \pm 1,533$) ve ekim ($0,43 \pm 0,249$) aylarında rastlanılmıştır. Sonbahar ve kış aylarında durağanlık gösteren GSİ değerleri nisan ayından başlayarak temmuz ayına kadar yükseliş göstermiştir. Temmuz ayından en düşük değerin tespit edildiği ekim ayına kadar GSİ değerlerinde düşüş eğilimi gözlemlenmiştir. Yıllık ortalama GSİ değeri erkek istavrit balıkları için $1,50 \pm 0,760$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 11).

Tablo 11. Erkek istavrit bireylerinde aylık ortalama gonad, ortalama vücut ağırlıkları ve ortalama GSİ değerleri

Aylar	Frekans	Gonad Ağırlığı (g)±Ss	Vücut Ağırlığı (g)±Ss	GSİ±Ss
Eylül	53	0,12±0,123	12,95±5,678	0,91±0,617
Ekim	52	0,05±0,026	12,80±2,240	0,43±0,249
Kasım	41	0,05±0,03	10,13±3,17	0,56±0,32
Aralık	56	0,13±0,083	15,31±2,497	0,81±0,414
Ocak	51	0,08±0,075	13,32±6,529	0,53±0,237
Şubat	47	0,05±0,035	11,18±2,666	0,49±0,321
Mart	55	0,20±0,233	12,60±3,363	1,44±1,142
Nisan	64	0,28±0,245	13,57±3,412	1,91±1,184
Mayıs	139	0,31±0,199	11,66±2,899	2,66±1,080
Haziran	92	0,57±0,389	16,22±7,119	3,55±1,533
Temmuz	62	0,45±0,377	15,26±6,232	2,79±1,262
Ağustos	51	0,28±0,140	15,17±7,551	1,94±0,773
Top./Ort.	763	0,21±0,16	13,35±4,45	1,50±0,76

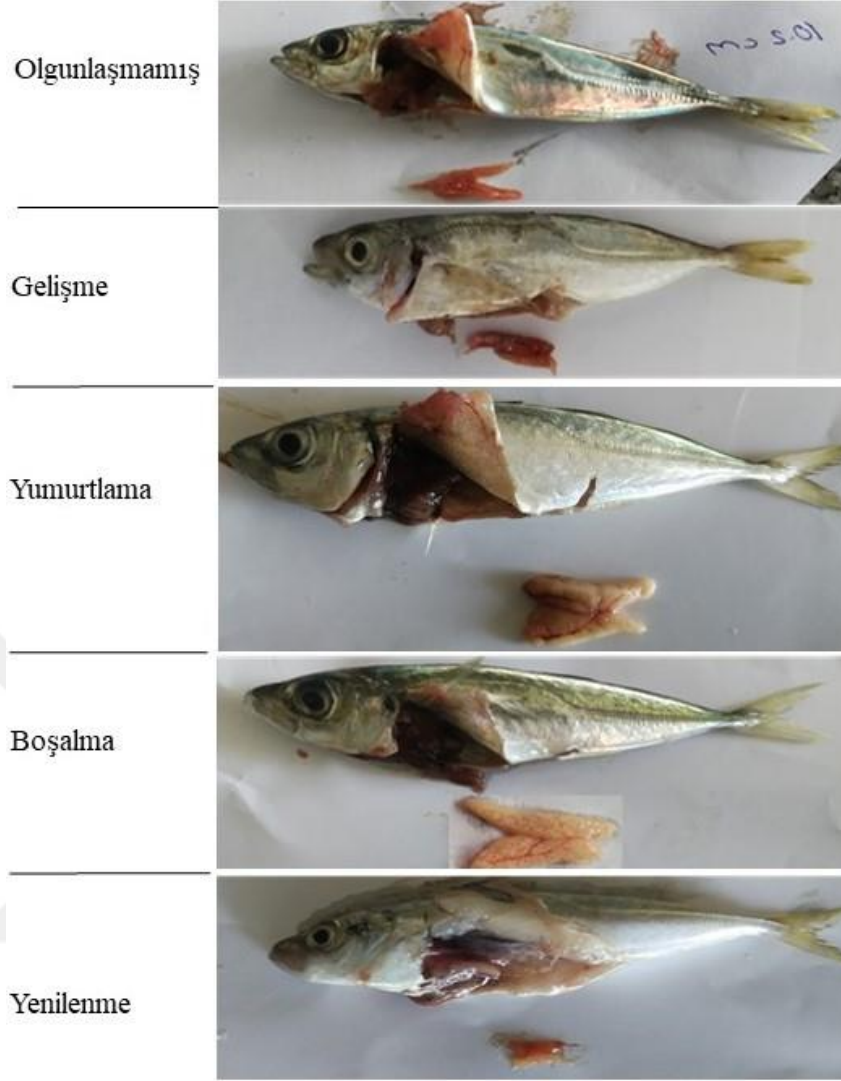
GSİ değerlerinin cinsiyetlere göre aylık değişimi incelendiğinde, her iki cinsiyetin GSİ değişimleri aylık olarak benzerlik dalgalanma göstermiştir (Şekil 24). Dişi aylık GSİ değerleri arasında yapıla ANOVA testi sonucunda ($F_{(df:11, 0,05)} = 84,685$) farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Ayrıca uygulanan Tukey HSD farklılığı oluşturan aylar nisan, mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylar olduğu belirlenmiştir. Benzer testler erkek aylık GSİ değerleri arasında uygulanmış ($F_{(df:11, 0,05)} = 84,295$) farklılığın önemli olduğu ($p < 0,05$), farklılığı oluşturan aylar sırasıyla mart, nisan, mayıs, haziran, temmuz ve ağustos olarak tespit edilmiştir.



Şekil 24. Dişi ve erkek istavrit balığının aylık GSI dağılımları

2.3.6.2. Ovaryumlarda Makroskopik Safhalandırma

İstavrit balıklarından elde edilen dişi ovaryumlar makroskopik olarak incelenmesi sonucunda Peterson (2011) 'e göre beş safhada değerlendirilmiştir. Bu safhalar, olgunlaşmamış (I), gelişme (II), yumurtlama (III), boşalma (IV) ve yenilenme (V) olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 25).



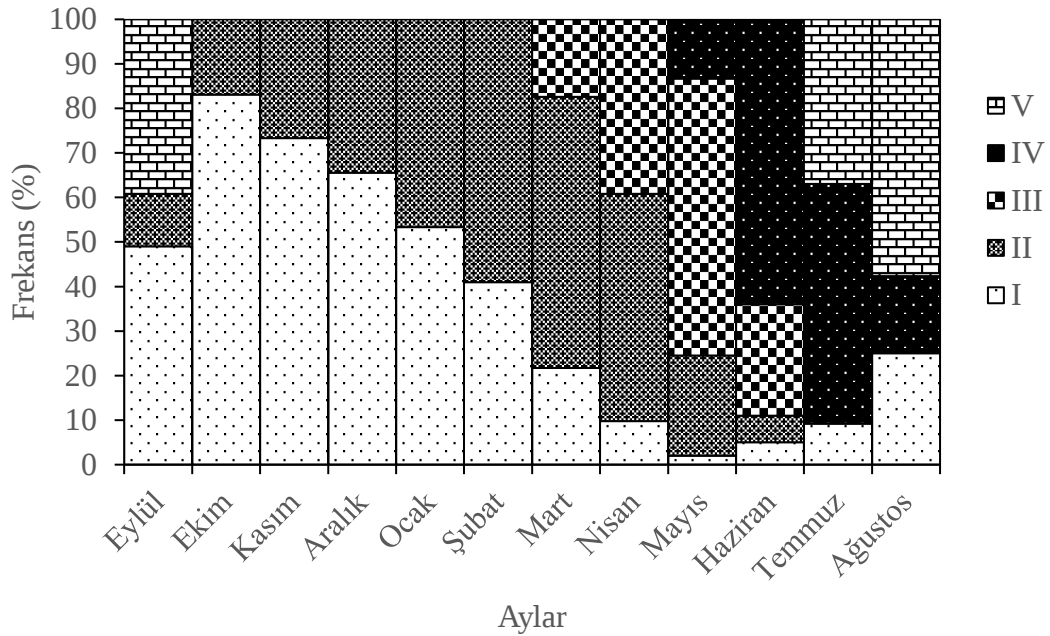
Şekil 25. Makroskopik safhaların görünümü

Her ay alınan örnek ovaryumların olgunluk safhaları görsel olarak tespit edilerek, belirlenen safhalardaki birey sayıları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Aylara göre ovaryum olgunluk safhaları ve her safhadaki birey sayıları

Aylar	I. Safha (N)	II. Safha (N)	III. Safha (N)	IV. Safha (N)	V. Safha (N)	Toplam (N)
Eylül	25	6	-	-	20	51
Ekim	54	11	-	-	-	65
Kasım	44	16	-	-	-	60
Aralık	40	21	-	-	-	61
Ocak	32	28	-	-	-	60
Şubat	25	36	-	-	-	61
Mart	10	28	8	-	-	46
Nisan	5	26	20	-	-	51
Mayıs	2	22	61	13	-	98
Haziran	5	6	25	64	-	100
Temmuz	6	-	-	35	24	65
Ağustos	13	-	-	9	30	52
Toplam	261	200	114	121	74	770

Aylara göre ovaryumların makroskopik safhaların yüzde dağılımları belirlenmiştir (Şekil 25). Ekim ayı dahil şubat ayına kadar ovaryumlarda tamamen I. ve II. safhalarla, mart-nisan aylarında I., II. ve III. safhalarla, Mayıs-haziran aylarında I., II., III. ve IV. safhalarla, temmuz-ağustos aylarında I., IV. ve V. safhalarla ve eylül ayında I., II. ve V. safhalarla temsil edildiği gözlemlenmiştir (Şekil 26).

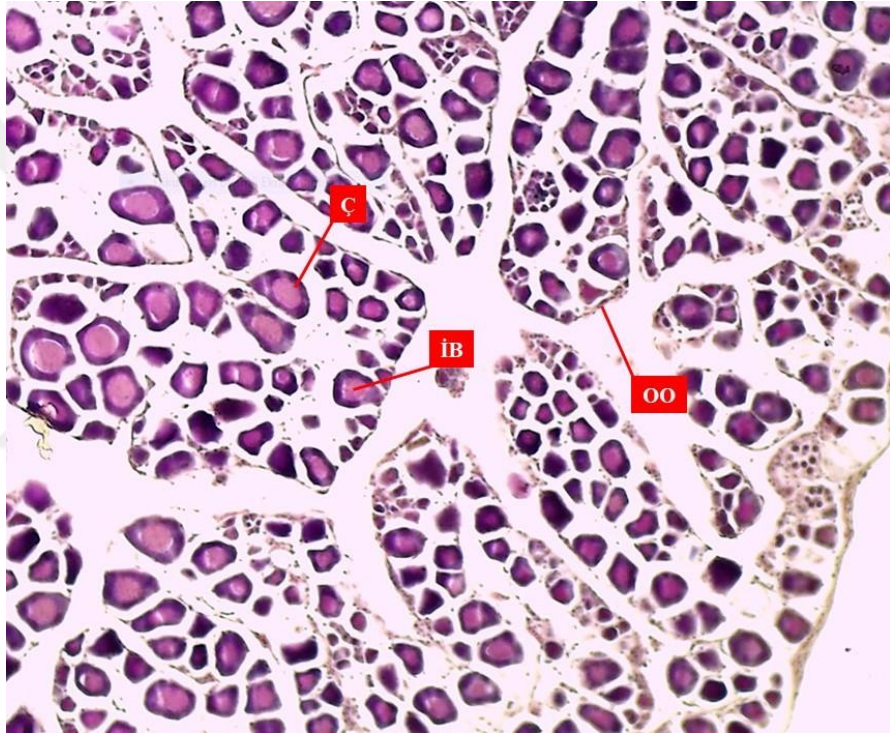


Şekil 26. Ovaryum olgunluk safhalarının aylara göre yüzde dağılımları

2.3.6.3. Ovaryumlarda Mikroskopik Safhalandırma

Çalışma süresince aylık olarak balıklardan alınan ovaryumlar fikse edilerek metotta belirlendiği süreçler izlenerek ovaryumlardan kesit alımı gerçekleştirilmiştir. Alınan kesitler mikroskop altında incelenerek Peterson (2011)'e göre oosit yapıları dikkate alınarak safhalandırma gerçekleştirilmiştir.

İstavrit balığının ovaryumlarından alınan aylık histolojik kesitler değerlendirilerek yapılan safhalandırma sonucunda, eylül-şubat ayları arasındaki dişi bireylerin olgunlaşmamış (I) safhada olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 27).



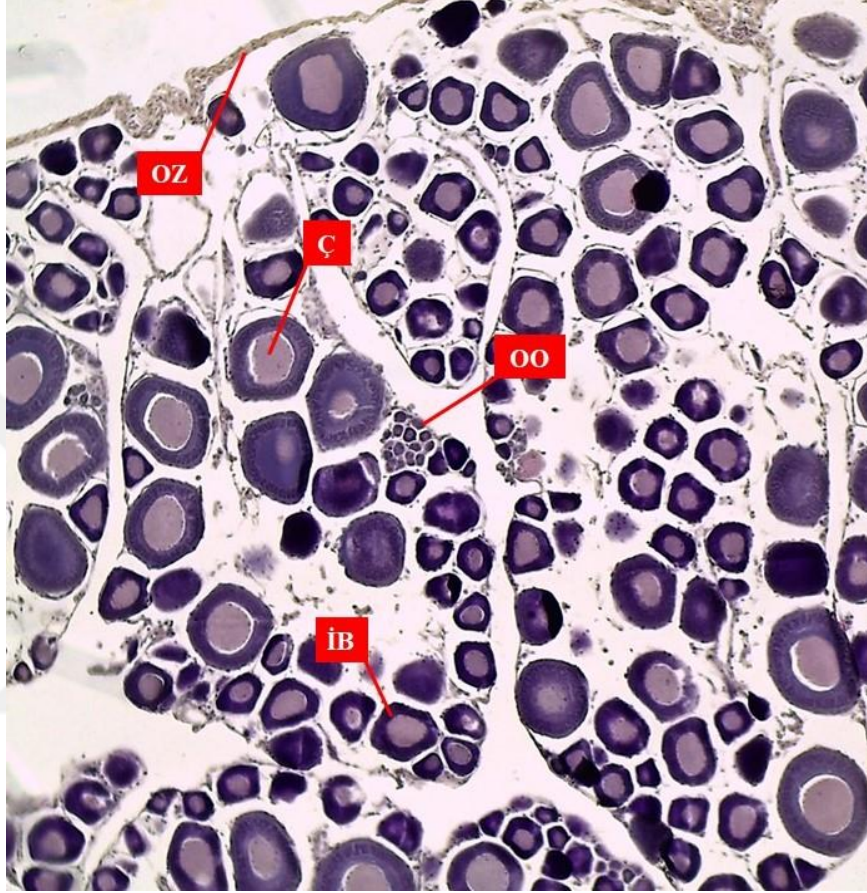
Şekil 27. Eylül-şubat ayları arasındaki ovaryumların yapısı

İB: İlk Büyüme Oosit, OO: Oogenia, Ç: Çekirdek (büyütme: 10X).

Bu safhada bağ dokular oldukça belirgin, köşeli halde çok küçük oogonimler, bazofil yapıda sitoplazma, oositin büyük bir kısmını kaplayacak şekilde büyük çekirdek yapıları mevcuttur. Eylül-şubat ayları arasındaki ovaryumlarda oosit yapıları dikkate alındığında bu evre olgunlaşmamış safha olarak belirlenmiştir. Bu aylarda ölçülen yumurta çaplarının ortalaması $129,61 \pm 50,02 \mu\text{m}$ olarak tespit edilmiştir.

Mart ayındaki ovaryumlardan alınan kesitlerdeki oositlerin yapıları göz önüne alındığında, oosit sitoplazmalarının genişlediği, bazı çekirdek çaplarında küçülmenin

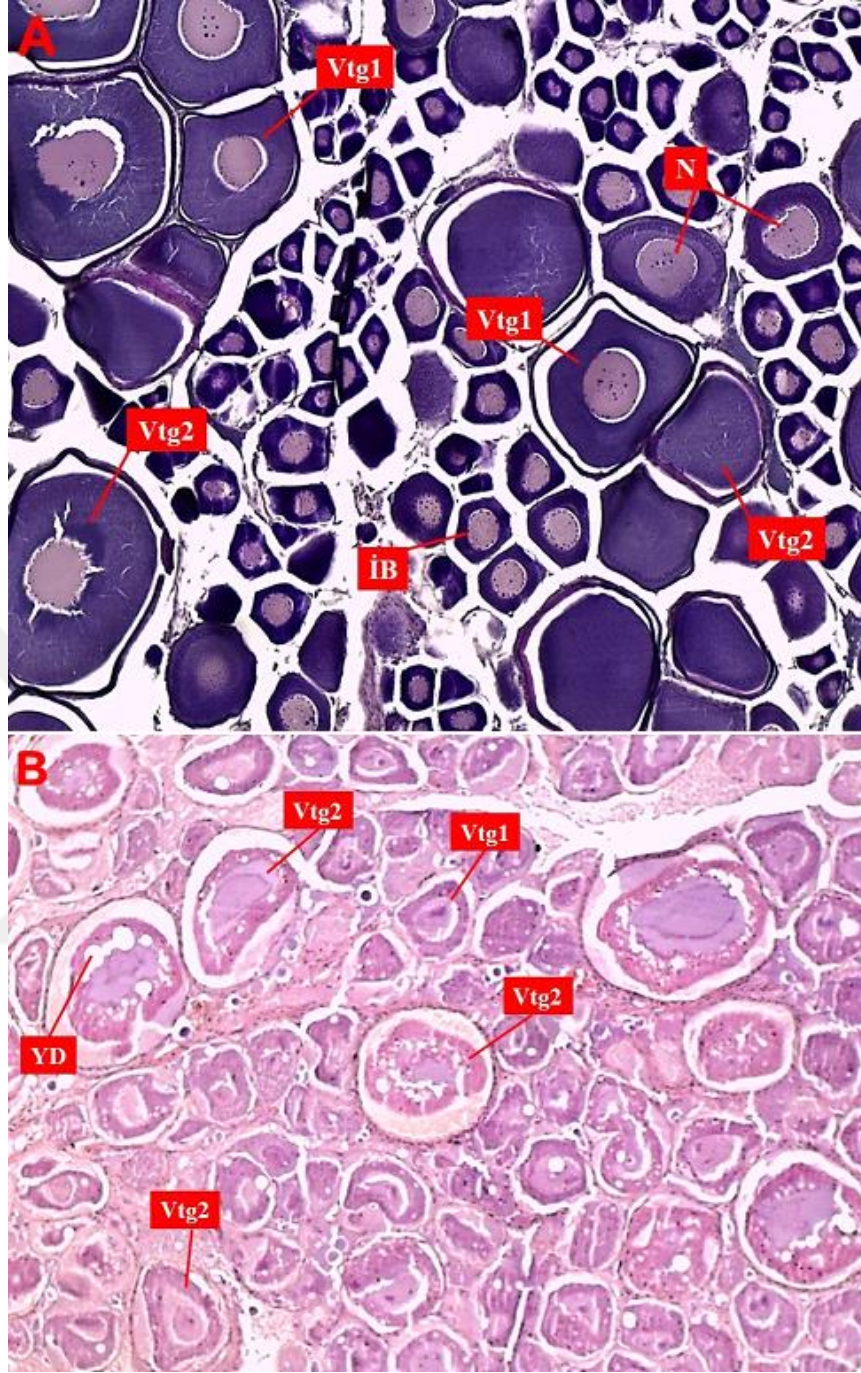
olduğu ve ovaryum bağ dokusunun zayıfladığı tespit edilmiştir (Şekil 28). Ancak mart ayındaki ovaryumlar hala olgunlaşmamış (I) safhada olduğu gözlemlenmiştir. Bu ayda ortalama yumurta çapı $147,03 \pm 64,14 \mu\text{m}$ olarak ölçülmüştür.



Şekil 28. Mart ayının ovaryumlarındaki gelişmeler

İB: İlk Büyüme Oosit, Ç: Çekirdek, OZ: Ovaryum Zarı, OO: Oogenia (büyütme: 10X).

Nisan ayındaki istavrit bireylerinin ovaryumlarından alınan kesitlerde oosit yapıları incelendiğinde; bazı oositlerde nukleusların şekillendiği, granülasyonun başlangıcı olan vitellogenesis (Vtg1) yapıya rastlanırken (Şekil 29 A), bazı oositlerde ise kortikal alvolların görüldüğü, çekirdek göçünün gerçekleşmeye başladığı, yağ damlacıklarının görüldüğü, granülasyonun devam ettiği vitellogenesis (Vtg1 ve Vtg2) yapılar belirlenmiştir (Şekil 29 B). Nisan ayındaki istavrit bireylerinin ovaryumları olgunlaşmamış (I) ve gelişme (II) evrelerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu ayda ölçülen yumurta çaplarının ortalaması $248,37 \pm 161,67 \mu\text{m}$ olarak belirlenmiştir.

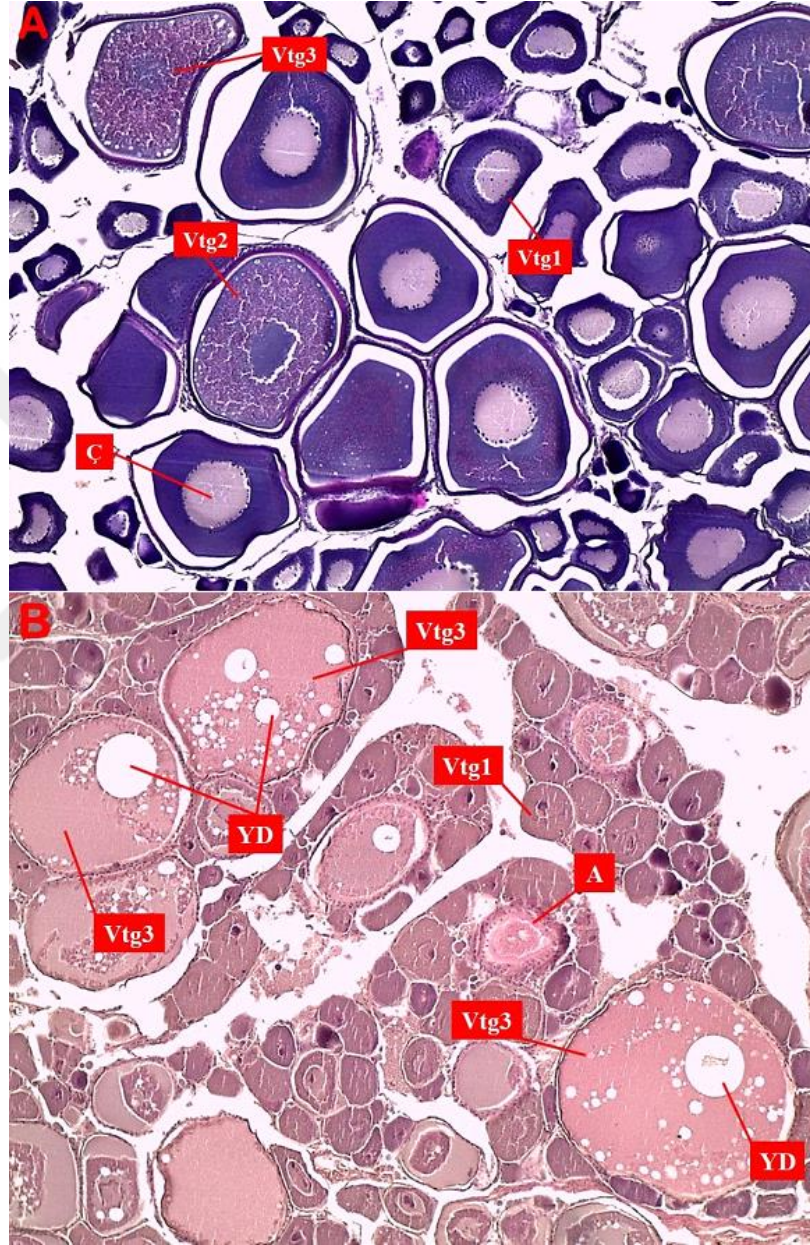


Şekil 29. Nisan ayının ovaryumlarındaki gelişmeler

(A) Ovaryumlarda granülasyonun başlangıcı, (B) ovaryumlarda granülasyonların (Vtg1 ve Vtg2) görünümü. İB: İlk Büyüme Oosit, N: Nukleolus, Vtg1: Vitellogenesis-1, Vtg2: Vitellogenesis-2 (büyütme: 10X).

Mayıs ayı ovaryum oositlerinde meydana gelen gelişmeler değerlendirildiğinde, bazı oositlerde çekirdek göçünün tamamlandığı, granülasyonların devam ettiği, vitellogenesis evrelerinin (Vtg1, Vtg2, Vtg3) tamamına rastlandığı, atretik oosit yapılarına rastlanıldığı ve oositlerin hetorejen yapıda olduğu

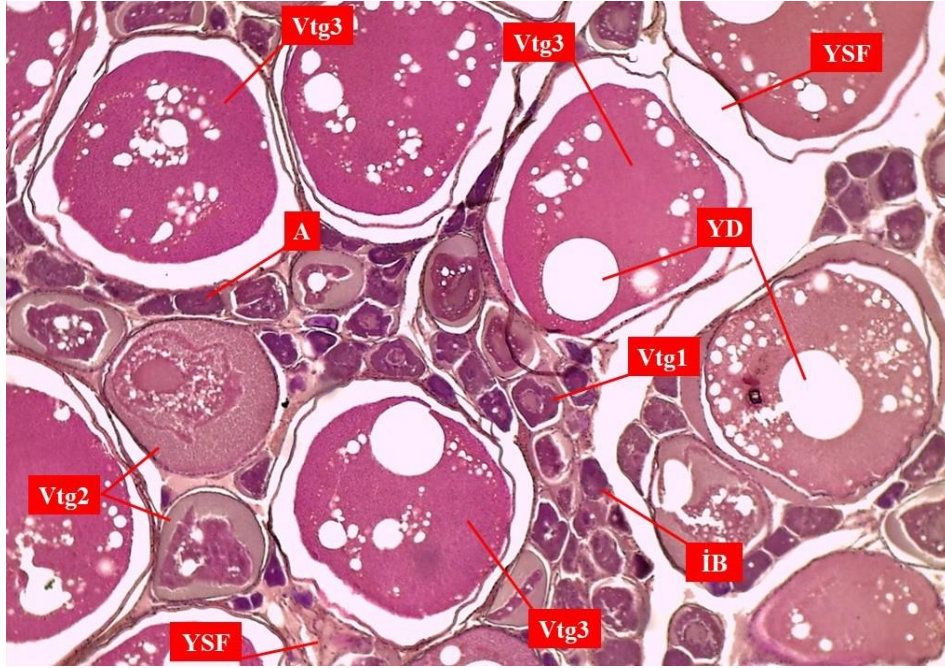
tespit edilmiştir (Şekil 30 A-B). Bu aydaki ovaryumların bir kısmı II. safha, büyük bir kısmı III. safha olan yumurtlama safhasında ve çok azı boşalma (IV) safhasında olduğu gözlemlenmiştir. Bu ayda ölçülen yumurta çaplarının ortalaması $477,52 \pm 246,57 \mu\text{m}$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 30. Mayıs ayının ovaryumlarındaki gelişmeler

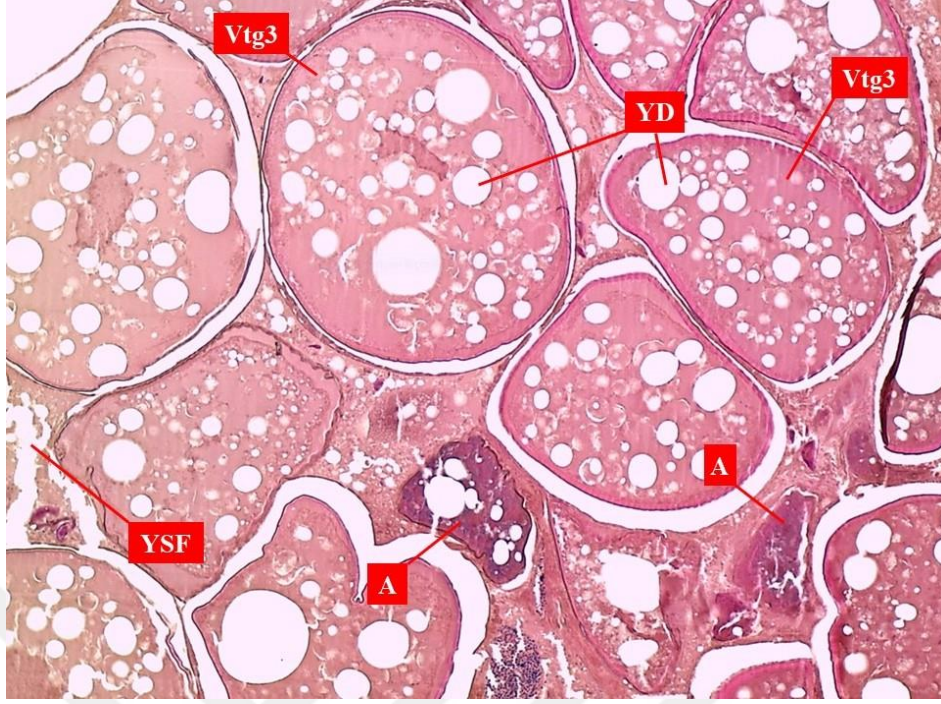
(A) Ovaryumlarda vitellogenesis evreleri ve (B) ovaryumlarda atretik yapılar ve vitellogenesis evreleri. A:Atresia, Vtg1: Vitellogenesis-1, Vtg2: Vitellogenesis-2, Vtg3: Vitellogenesis-3, YD: Yağ Damlası, Ç: Çekirdek (büyütme 10X).

Haziran ve temmuz ayları ovaryumlardaki oositler heterojen yapıda olduğu, yumurtlama sonrası foliküllere rastlanıldığı görülmüştür. Bu aylarda ovaryumların boşalma (IV) evresinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 31, Şekil 32). Haziranda ölçülen ortalama yumurta çapı $593,09 \pm 260,82 \mu\text{m}$ iken temmuz ayındaki ortalama yumurta çapı $589,82 \pm 253,64 \mu\text{m}$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 31. Haziran ayının ovaryumlarındaki gelişmeler

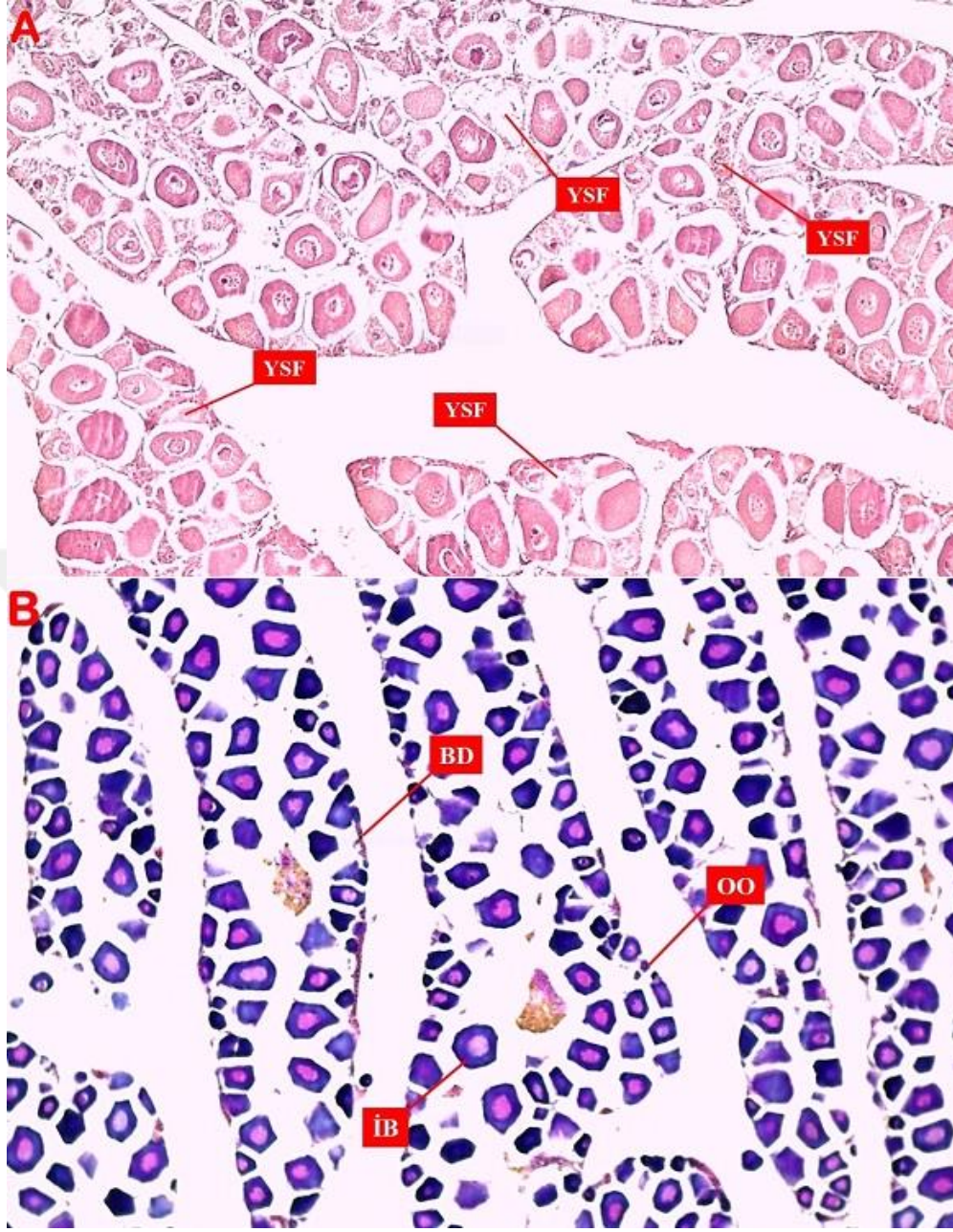
A: Atresia, Vtg1: Vitellogenesis-1, Vtg2: Vitellogenesis-2, Vtg3: Vitellogenesis-3, YSF: Yumurtlama Sonrası Folikül, YD: Yağ Damlası, İB: İlk Büyüme Oositler (büyütme 10X).



Şekil 32. Temmuz ayının ovaryumlarındaki gelişmeler

A: Atresia, Vtg3: Vitellogenesis-3, YSF: Yumurtlama Sonrası Folikül, YD: Yağ Damlası (büyütme 10X).

İstavrit balığının ağustos ayı ovaryumlarının bazılarında yumurtlama sonrası foliküller (YSF) yoğun olarak görülürken aynı zamanda dökümü gerçekleşmeyen oositlerin varlığı da tespit edilmiştir (Şekil 33 A). Bazı ovaryumlarında ise yumurta dökümünü büyük bir kısmı tamamlanmış ve foliküller arası bağ dokunun oluşmaya başladığı gözlemlenmiştir. Düşük oranda üremenin bu ayda da devam ettiği ancak ilk büyüme oositlerinin yoğun olarak görülen ve ilk büyüme oositleri ile karakterize edilen bu evre yenilenme safhası (V) olarak belirlenmiştir (Şekil 33 B).



Şekil 33. Ağustos ayında ovaryumlardaki gelişmeler

(A) Ovaryumlardaki YSF yapılar ve (B) ovaryumlardaki yenilenme safhasının başlangıcı. YSF: Yumurtlama Sonrası Folikül, OO: Oogenia, İB: İlk Büyüme Oosit, BD: Bağ Doku (büyütme: 10X).

2.3.6.4. Yumurta Verimi (Fekondite)

İstavrit balığının üreme mevsiminde ovaryumların olgunlaştığı (III. ve IV. safhalar) dönemde (haziran ve temmuz) alınan örneklerden metotta belirlendiği gibi kısmı (F_B) ve bağlı (F_R) fekonditeler (yumurta verimlilikleri) tahmin edilmiştir. Ovaryumlardan alınan örnekler gilson solüsyonunda bekletilerek yumurtaların bağ

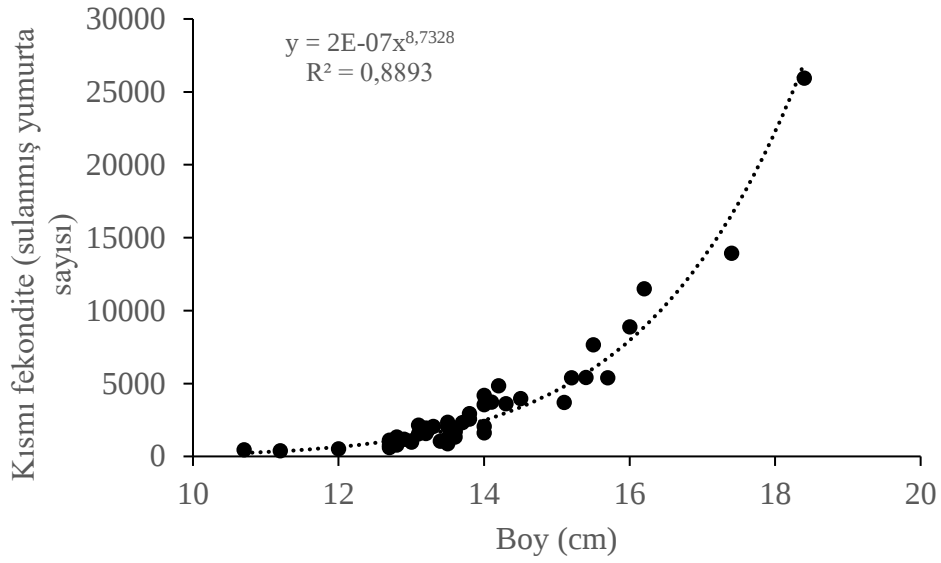
dokudan ayrıştırıldıktan sonra gravimetrik yöntemle yumurta verimliliği tahmin edilmiştir.

Yumurta verimliliğinin belirlenmesinde farklı boy guruplarından oluşan toplam 45 istavrit balığı ovaryumundan yararlanılmıştır. Çalışmada belirlenen fekonditeler Tablo 13’de verilmiştir. Alınan örneklerde en küçük birey 10,7 cm olup ağırlığı 7,68 g, kısmi fekonditesi (FB) 441 adet sulanmış yumurta ve bağıl fekonditesi (FR) ise 57 (yumurta/g) adet sulanmış yumurta olarak belirlenmiştir. En büyük bireyin boyu 18,4 cm, ağırlığı 43,68 g, kısmi fekonditesi (FB) 25926 adet sulanmış yumurta ve bağıl fekonditesi (FR) ise 594 (yumurta/g) adet sulanmış yumurta olarak tahmin edilmiştir.

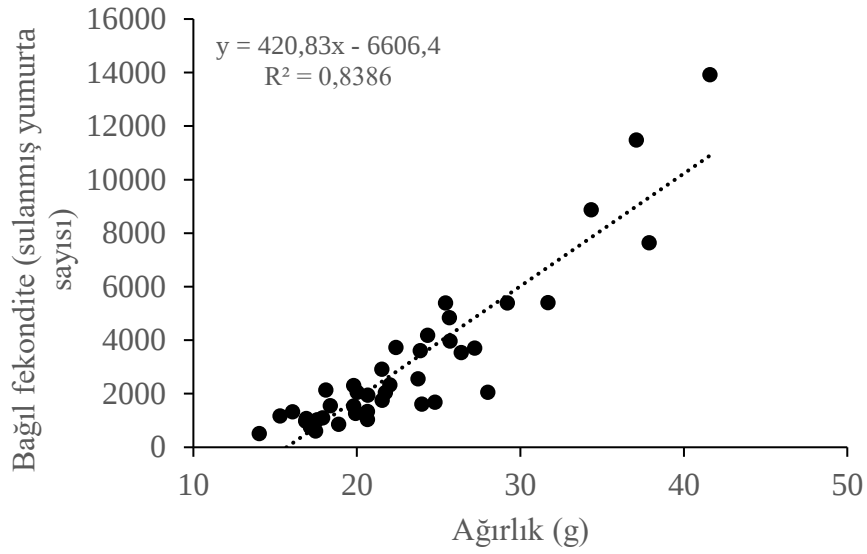
Tablo 13. İstavrit balığında tahmin edilen fekonditeler

Fekonditeler	N	Ortalama sulanmış yumurta sayısı $\pm$ Ss
Kısmi fekondite (FB)	45	3437,14 $\pm$ 4459,46
Kısmi bağıl fekondite (FR)	45	124,03 $\pm$ 100,27

Fekonditesi belirlenen örneklerin ortalama boyu 13,83 $\pm$ 1,42 cm, ortalama ağırlığı 22,72 $\pm$ 7,56 g olarak belirlenmiştir. Birim ağırlığa karşılık gelen en düşük sulanmış yumurta verimliliği 34 sulanmış yumurta/g, en yüksek 593 sulanmış yumurta/g ve ortalama 124,03 $\pm$ 68,34 sulanmış yumurta/g olarak belirlenmiştir. Elde edilen yumurta verimlilikleri ile örneklerin boy-yumurta sayısı ve ağırlık-yumurta sayısı arasındaki ilişkiler Şekil 34 ve Şekil 35 ’de verilmiştir.



Şekil 34. İstavrit balığında boy-yumurta sayısı ilişkisi



Şekil 35. İstavrit balığında ağırlık-yumurta sayısı ilişkisi

2.3.6.5. Yumurta Çapı

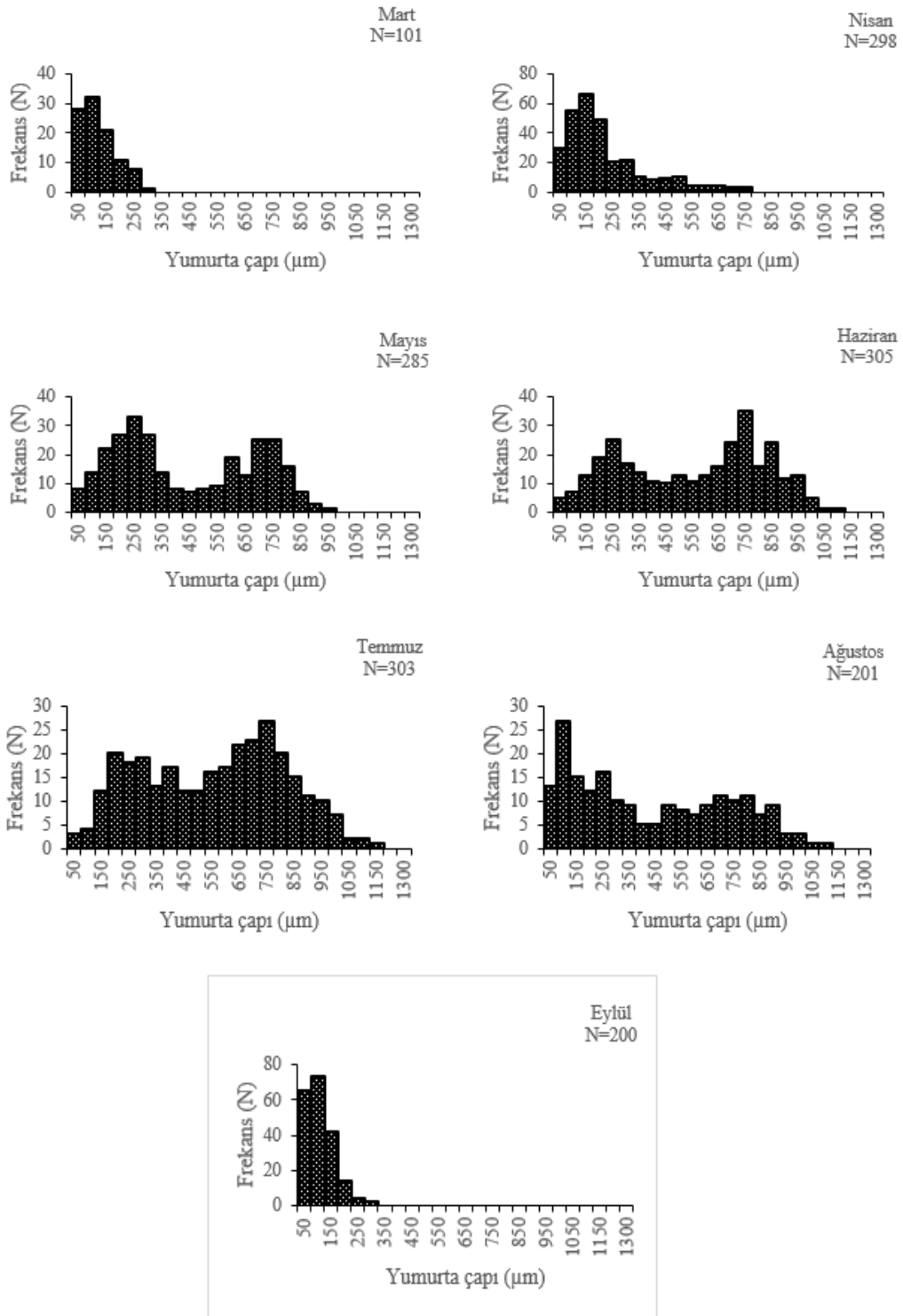
İstavrit balığının ovaryumlarından alınan örneklerden yumurta çapları taze olarak ölçülmüştür. Yumurta çapları, mart ayından başlayarak yumurtlamanın sonlandığı eylül ayına kadar alınan ovaryum örneklerinden ölçülmüştür. Yumurta çapları ölçümlerinde 50 μm 'den daha küçük olanlar ölçülmemiştir (Tablo 14). Aylık ölçülen yumurta çapları dikkate alındığında ovaryumda sulanmış dökülebilir yumurtalar ilk mayıs ayında belirlenmiş olup haziran ve temmuz aylarında yumurta

Çapları en yüksek değere ulaşmıştır. Haziran ve temmuz aylarında sulanmış yumurtalar daha yoğunken ağustos ayında önemli düşüş izlenmiştir. Eylül ayında ise sulanmış yumurtalara rastlanılmamıştır.

Tablo 14. Aylık sulanmış ve sulanmamış yumurta çapları

Aylar	Birey Sayısı (N)	Sulanmış yumurta çapı (μm) $\pm$ Ss	Birey Sayısı (N)	Sulanmış+Sulanmamış yumurta çapı (μm) $\pm$ Ss
Mart	-	-	101	147,03 $\pm$ 64,14
Nisan	-	-	300	248,37 $\pm$ 161,67
Mayıs	136	715,74 $\pm$ 104,86	285	477,52 $\pm$ 246,57
Haziran	208	745,85 $\pm$ 158,80	305	593,09 $\pm$ 260,82
Temmuz	193	745,47 $\pm$ 161,77	303	589,82 $\pm$ 253,64
Ağustos	102	704,42 $\pm$ 176,80	201	460,11 $\pm$ 289,53
Eylül	-	-	200	129,61 $\pm$ 50,02
Toplam / Ortalama	639	732,71 $\pm$ 153,72	1695	414,86 $\pm$ 98,66

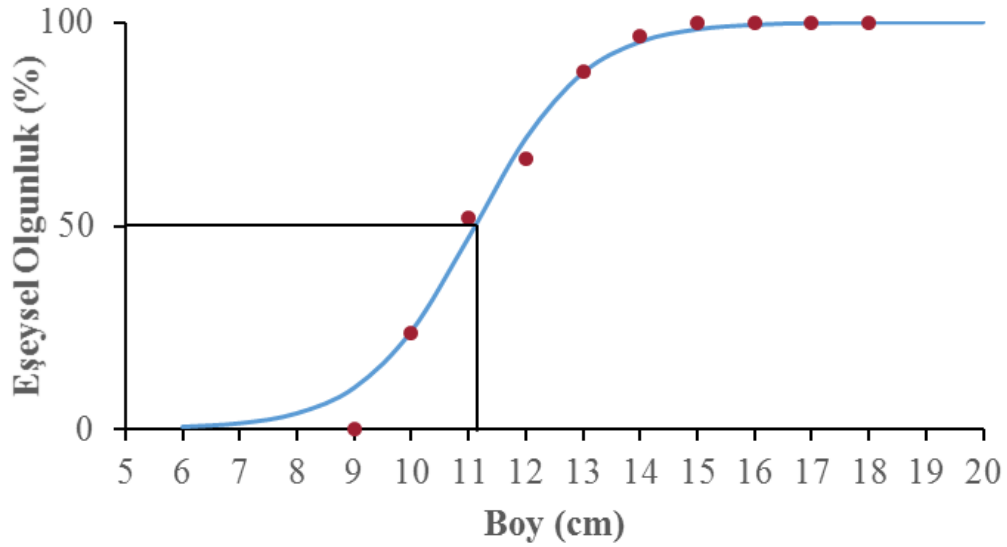
En büyük yumurta çapı temmuz ayında (1162 μm) belirlenmiş olup sulanmış yumurtaların ortalama çapı 732,71 $\pm$ 153,72 μm iken sulanmış+sulanmamış yumurtaların ortalama çapı ise 414,86 $\pm$ 98,66 μm olarak tahmin edilmiştir. Aylık llen istavrit balığı yumurtalarının boy gruplarına göre dağılımları şekil 36’da verilmiştir. Aylık sulanmış yumurta çapları arasında uygulanan ANOVA analiz testi sonucu farklılığın önemli olmadığı tahmin edilmiştir. Aylık toplam (sulanmış+sulanmamış) yumurta çapları arasında uygulanan ANOVA testi sonucu haziran-temmuz, mayıs-ağustos ve eylül-mart aylarında farklılığın önemli olmadığı, ancak diğer aylar arasında farklılığın önemli olduğu ($F_{(sd:6;0,05)}=178,122$) tespit edilmiştir ($p<0,05$).



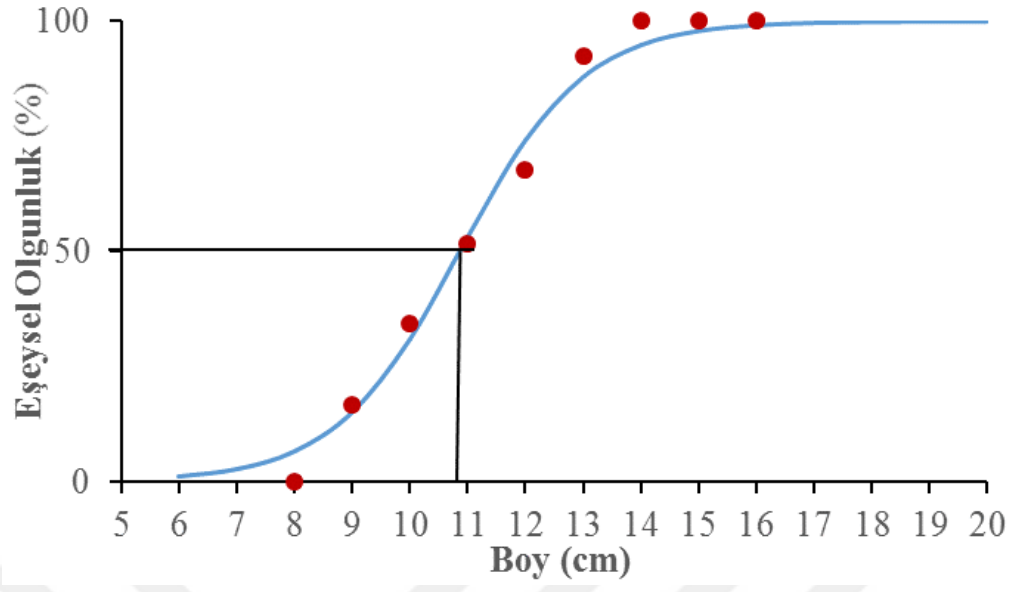
Şekil 36. Üreme faaliyet döneminde istavrit yumurta çaplarının aylık frekans dağılımları

2.3.6.6. İlk Üreme Boyu

Balık stoklarının yönetimi açısından en önemli parametrelerden bir tanesi de ilk eşeyssel olgunluk boyudur (L_{M50}). Bu bağlamda istavrit balığının her iki cinsiyet için ilk eşeyssel olgunluk boyunu belirlemek adına üreme (mayıs, haziran, temmuz) döneminde alınan 366 dişi ve 395 erkek bireylerin gonad safhaları makroskopik olarak belirlenerek boy guruplarına göre yüzde (%) değerleri tespit edilmiştir. Tespit edilen yüzde değerlerin doğal logaritması alınarak elde edilen değerlerle boy sınıfı arasında regresyon uygulanmıştır. Regresyon sonucu elde edilen a ve b değerlerinden yararlanarak L_{M50} değerleri hesaplanmış ve grafik olarak aşağıda sunulmuştur (Şekil 37, Şekil 38). Dişi bireyler için eşeyssel olgunlaşma boyu $L_{M50}=11,11$ cm ve erkek bireyler için $L_{M50}=10,86$ cm olarak belirlenmiştir.



Şekil 37. Dişi bireylerin ilk üreme boyu



Şekil 38. Erkek bireylerin ilk üreme boyu

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

3.1. Yaş, Boy ve Cinsiyet Kompozisyonu

Balık popülasyonlarında yaş, boy ve cinsiyet yapılarının belirlenmesi popülasyonların biyoekojilerinin yanı sıra, sürdürülebilirlikleri ve yönetimleri açısından oldukça önemlidir. Yaş ve boy kompozisyonlarının belirlenmesi o popülasyonlardaki bireylerin maksimum ulaştığı yaşı, boyu, yaş ve boya göre nispi dağılımları, büyüme hızları, ölüm oranları, cinsi olgunluğa ulaşılan yaşı, yumurta veriminin en yüksek olduğu yaş ve boy grupları gibi yaşam bilgilerinin ortaya konmasını sağlar (Erkoyuncu, 1995; Avşar, 2005). Balık popülasyonlarında cinsiyet kompozisyonunun belirlenmesi üretken olan bireylerin ortaya konması açısından oldukça önemlidir (Erkoyuncu, 1995; Avşar, 2005).

İstavrit balıkları üzerinde yürütülen bu çalışmada, 2019 Eylül ile 2020 Ağustos tarihleri arasında Trabzon ve Rize kıyı sahillerindeki balıkçılardan 1533 adet birey alınıp aylık ve yıllık boy dağılımları belirlenerek değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen boy aralığı, ortalama boy ve cinsiyet oranı sonuçları, daha önce Kardeniz’de ve diğer denizlerde istavrit balığı üzerinde elde edile sonuçlar Tablo 15 ’de verilmiştir.

Uzun vadede işletilen balık stoklarının ortalama boyları arasında farklılık, balıkçılık yönetimi açısından belirleyici önemli bir kriterdir (Kendall and Quinn, 2013; Froese vd., 2018). Karadeniz’de sürekli olarak avcılığa maruz kalan istavrit popülasyonunun boy kompozisyonunda ve dolayısıyla ortalama boyunda bir değişim olabilir. Bu araştırmada elde edilen boy aralıkları ile bölgede yapılan önceki çalışmaların boy aralıkları (Tablo 15) değerlendirildiğinde benzerlik göstermesine rağmen, ortalama boylar karşılaştırıldığında ortalama boylar arasında yapılan *t*-testi ($t_{(sd:5;0,05)}=3,051$) sonucunda farklılığın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu durum nedeni, sürekli olarak sömürülen istavrit popülasyonları üzerine uygulanan av baskısı ve insan kaynaklı kirleticilerin habitat ortamının yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemesinden kaynaklandığı söylenebilir. Elde edilen bulgulara göre toplam bireylerin % 79,06’sının Bakanlık tarafından belirlenen avlanabilir boyun (13 cm) altında olması, istavrit balığı stokları üzerinde bir av baskısı varlığının göstergesidir. Sürekli yüksek oranda işletilen popülasyonlar yüksek seviyede ölümlerle karşılaşması

ve büyük bireylerin stok içerisinde çekilmesiyle popülasyonun yaş, boy kompozisyonları dâhil olmak üzere olgunlaşma boyunu da önemli derecede etkilediği ifade edilmektedir (Allendorf ve Hard, 2009; Kendall and Quinn, 2013).

Tablo 15. İstavrit balığı ile ilgili değişik bölgelerde boy dağılımı, ortalama boy ve cinsiyetle ilgili farklı araştırmacılar tarafından elde edilen bulgular

Araştırmacı	Boy Aralığı (cm)	Ort. Boy (cm)	Cinsiyet oranı (%)	Çalışma sahası
Petrakis ve Stergiou, 1995	13,2-26,1	19,9	-	Ege Denizi (Yunanistan)
Viette, vd., 1997	9,8-38,3	-	-	Trieste Körfezi'nde (Yukarı Adriyatik)
Kayalı, 1998	6,0-17,0	-	60,5 D 39,5 E	Doğu Karadeniz
Kalaycı, 2006	6,7-19,8	13,09	46,9 D 53,1 E	Orta Karadeniz
Şahin vd., 2009	9,2-19,0	13,52	68 D 31 E	Doğu Karadeniz
Yankova vd., 2010	10,5-16,5	-	50 D 50 E	Batı Karadeniz
Demirel, 2010	11,3-22,5	15,3 D 15,4 E	55 D 45 E	Kuzeydoğu Marmara
Aydın ve Karadurmuş, 2012	6,9-19,2	12,42	50,5 D 49,5 E	Orta Karadeniz
Atılğan, 2015	7.70 - 17.80	12.70	-	Doğu Karadeniz
Erdoğan vd., 2016	10-18,9	-	50 D 50 E	Türkiye Denizleri
Ulunehir Aydın, 2017	10,1-16,7	13,43	56 D 44 E	Kuzey Ege
Paun vd., 2020	-	11,4	53,2 D 46,8 E	Karadeniz (Romanya kıyıları)
Kutsyn, 2021	7,4-22,5	13,9 E 13,7 D	50 D 50 E	Karadeniz (Kırım)
Bu Çalışma	8,5-18,4 9,2-18,4 D 8,5-16,6 E	11,87 12,07 D 11,69 E	Toplam 50,2 D 49,8 E	Doğu Karadeniz

D: Dişi, E: Erkek

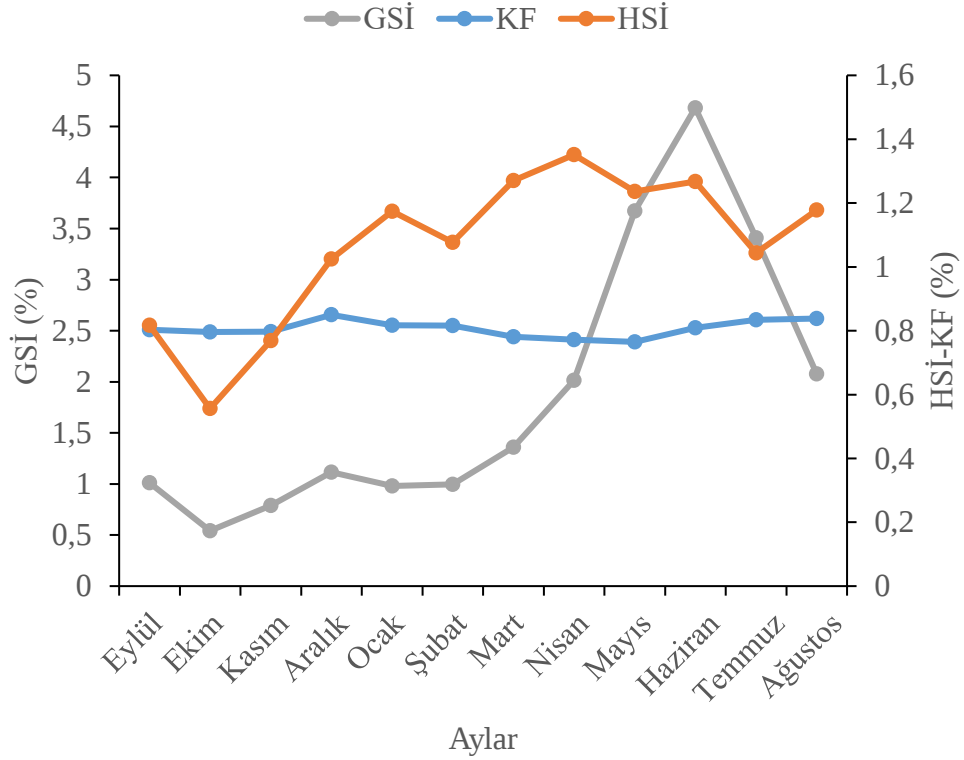
Uzun periyotta işletilen stokların yoğun av baskısı ve av aracının seçicilik özelliğine bağlı olarak cinsiyet oranlarını etkilendiği bilinmektedir. Tablo 15 'de farklı dönemlerde Karadeniz'de istavrit balığı stokları üzerinde gerçekleştirilen araştırmalarda tespit edilen cinsiyet oranları ile bu çalışmadaki cinsiyet oranları arasında (χ^2) testi uygulanmıştır. Test sonucuna göre farklılığın önemli olmadığı tahmin edilmiştir ($p>0,05$). Dolayısıyla Karadeniz'deki istavrit popülasyonunun cinsiyet oranları geçmişten günümüze çok fazla bir değişime uğramadığı söylenebilir.

Balık popülasyonlarının biyolojik yaşamında meydana gelen değişimlerin değerlendirilmesinde ve stokların yönetiminde yaş tespiti büyük önem taşımaktadır (Avşar, 2005; King, 1995). Araştırmada yapılan yaş analizleri sonucunda örnekleme yapılan bölgedeki istavrit stoklarında en genç birey 0 yaş ve en yaşlı birey ise IV yaşında olduğu, yaş guruplarında ise yoğunlaşmanın I. yaş da olması stokun genç bireylerden oluştuğunun göstergesidir. Orta Karadeniz Bölgesinde Kalaycı (2006) tarafından istavrit balığı üzerine yapılan çalışmada I-IV yaş arasında, Şahin vd. (2009) tarafından Doğu Karadeniz bölgesinde yapılan çalışmada 0-V yaş, aynı bölgede Kasapoğlu (2006) tarafından yapılan çalışmada 0-V yaş, Ordu bölgesinde yapılan bir çalışmada (Aydın ve Karadurmuş, 2012) 0-VII yaş ve Bulgaristan sahillerinde Yankova (2010) tarafında yapılan çalışmada ise 0-VI yaş olarak istavrit bildirilmiştir. Bu çalışmada bölgedeki istavrit stoklarından elde edilen bulgularla Karadeniz'de geçmişte gerçekleştirilen bazı çalışmalarla uyum gösterse de bazılarında farklılık göstermiştir. Farklılıkların kullanılan av aracı, örnekleme metodu, stokların geçmişten günümüze kadar yüksek oranda işletilmesiyle büyük bireylerin stoklardan çekilmesi ve bölgede bulunan stokların yapısal özelliklerinden kaynaklandığı söylenebilir. Balık popülasyon dinamiğinin belirlenmesinde anahtar rol alan yaş, sürekli av baskısı ile işletilen stoklarda olumsuz yönde etkilendiği ifade edilmiştir (Avşar, 2005; Kendall and Quinn, 2013).

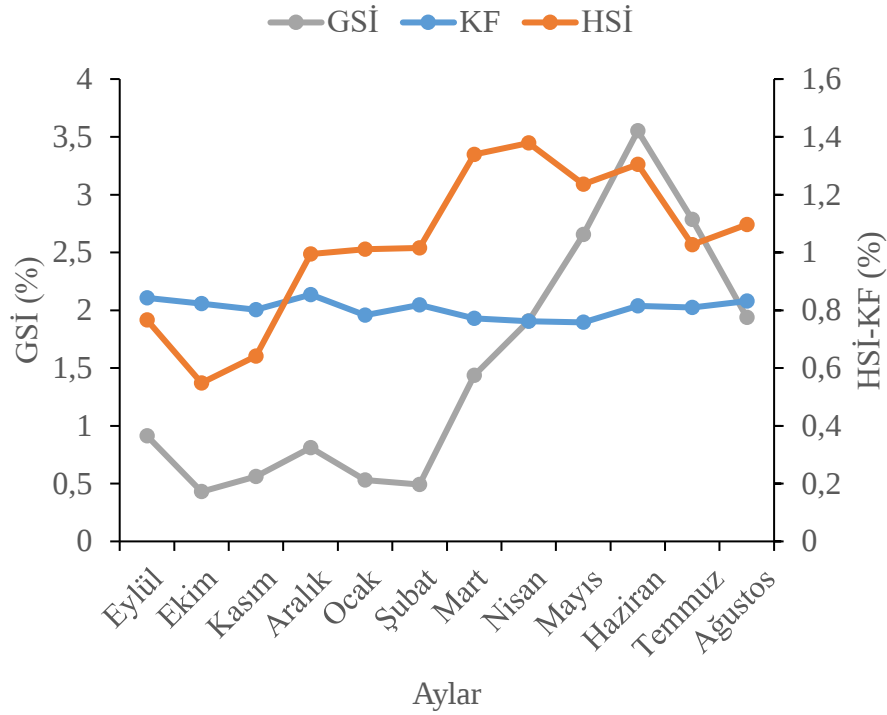
3.2. Üreme

Çalışmada istavrit balığının üreme döneminin belirlenmesi için aylık GSI değerleri ve ovaryumlardan alınan histolojik kesitlerden yararlanılmıştır. Balıkların üreme biyolojisinin anlaşılması, stokların yönetimini ve sürdürülebilirliğini kolaylaştırır. Kondisyon faktörü, hepatosomatik ve gonadosomatik indeksler üreme

dönemi öncesi, üreme dönemi ve üreme dönemi sonrası metabolik faaliyetlerde meydana gelen değişimleri ortaya koyarak stokların yönetimin ve sürdürülebilirliğine katkı sağlar (Vitale vd., 2006; Brewer vd., 2007; Nunes vd., 2011). Araştırmada yıl boyunca elde edilen KF, GSİ ve HSI değerleri cinsiyetlere göre Şekil 39 ve Şekil 40'da ilişkilendirilmiştir.



Şekil 39. Dişi bireylerde aylık KF, HSI ve GSİ dağılımları



Şekil 40. Erkek bireylerde aylık KF, HSI ve GSI dağılımları

GSİ, üreme dönemlerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir göstergedir (Brewer vd., 2007; Stahl ve Kruse, 2008). HSI, balığın yıl için depolamış olduğu enerji rezervinin durumunu (Bolger ve Connolly, 1989; Brewer vd., 2007), KF ise mevsimsel ve aylık beslenmede meydana gelen değişimleri ortaya koyan indikatördür (Avşar, 2005; King, 1995). Araştırmada istavrit balığı dışı bireylerinden elde edilen GSİ değerler incelendiğinde; mart ayından sonra diğer aylara göre (eylül-şubat) GSİ değerinde artış gözlenmiş olup, haziran ayına kadar gonadlarda meydana gelen ağırlıkça değişimler GSİ değerlerine yansıdığı görülmüştür ve bu ayda GSİ değeri ($4,68 \pm 1,991$) maksimuma ulaşmıştır (Şekil 39). Haziran ayından sonra ekim ayına kadar sürekli bir azalış olduğu tespit edilmiştir. Bu durum dikkate alındığında Doğu Karadeniz'deki istavrit stoklarının GSİ değerlerine göre nisan-eylül ayları arasında üreme faaliyetlerine girdiği söylenebilir. Ancak GSİ değerlerine göre istavrit stoklarında, haziran-ağustos ayları arasında üremenin en yoğun olduğunu ifade edilebilir. HSI değerleri dikkate alındığında üreme dönemi öncesi yani kasımdan başlayarak nisan ayına kadar yükselme trendini devam ettirmiş ve nisan ayında pik yapmıştır (Şekil 39). Gonadların ağırlıkça artması ve gonadlarda meydana gelen

değişimler nedeniyle nisan ayından sonra HSI'de düşüşler başladığı gözlemlenmiştir. Bu aydan sonra HSI'deki düşüşler, karaciğerde depolanan yağlardan gonadların gelişimi için bir enerji transferinin yapıldığının göstergesidir. Gonadların gelişiminde vücutta özellikle karaciğerde depolanan enerjinin gonad gelişiminde kullanıldığı ifade edilmiştir (Bolger ve Connolly, 1989; Brewer vd., 2007). Aylık kondisyon değerleri gonad gelişim döneminde, hem dişi ve hemde erkek bireylerde Mayıs ayında en küçük değere düşmesi, istavrit balığı bu dönemde beslenmesini minimum seviyeye indirdiğini göstermektedir (Şekil 39). Dişilerde olduğu gibi erkek bireylerde de (KF, HSI, GSI) benzer değişimler gözlemlenmiştir (Şekil 40).

İstavrit balığının üreme dönemi ile ilgili Karadeniz'de ve diğer denizlerde yapılan çalışmalar Tablo 16 'de verilmiştir. İstavrit balığını üreme dönemi ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda Doğu Karadeniz'de; Şahin vd. (1997) Mayıs-Eylül, Genç vd. (1999) Temmuz-Eylül, Ak (2015) Mayıs-Eylül, Orta Karadeniz'de Kalaycı (2006) Mayıs-Ağustos, Aydın ve Karadurmuş (2012) Haziran-Ekim, Marmara Denizi'nde Demirel (2010) Mayıs-Ağustos ayları arasında istavrit balığı üremesini gerçekleştirdiği bildirilmiştir. Karadeniz'de ve Marmara Denizi'nde daha önce istavrit balığı üzerine GSI değerleri ile belirlenen üreme dönemleri karşılaştırıldığında farklılıklar olsa da, üreme dönemleri ilkbaharın başlangıcından yazın sonuna kadar devam ettiği söylenebilir (Tablo 16). Üreme dönemi ile ilgili, Karadeniz'de önceden yapılan çalışmalar ve bu çalışma sonuçlarıyla diğer denizlerde yapılan araştırmaların sonuçları arasında önemli farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir. Bu farklılıkların ekolojik koşulların farklı olmasından kaynaklandığı ifade edilebilir.

Tablo 16. İstavrit balığının fekondite, yumurta çapı, cinsi olgunluk boyu (L_{M50}) ve üreme dönemi üzerine yapılan çalışmalar

Araştırmacı	Fekondite (adet yumurta)	Yumurta Çapı (µm/mm)	Eşeyssel Olgunluk Boyu (cm)	Üreme Zamanı (GSI)	Çalışma sahası
Viette vd., (1997)	-	-	16	Mayıs - Ağustos	Trieste Körfezi'nde (Yukarı Adriyatik)
Genç vd., (1999)	-	-	-	Temmuz-Eylül	Doğu Karadeniz
Satılmış, (2005)	F _T :16177	0,420±0,0163µm	-	Nisan-Eylül	Orta Karadeniz
Kalaycı, (2006)	F _T : 31878 F _{TR} : 927	354±10,7 µm	12,4 D 13,0 E	Mayıs-Ağustos	Orta Karadeniz
Demirel ve Yüksek, (2013)	F _R : 279	-	12,5 D 12,2 E	Mayıs-Eylül	Marmara Denizi
Ak vd., (2015)	-	150-900 µm	11,52 D 11,97 E	Mayıs-Eylül	Doğu Karadeniz
Ulunehir Aydın, 2017	F _R : 240	-	18	Mart-Haziran	Kuzey Ege Denizi
Bu Çalışma	F _B : 3437±4459 F _R : 124±100		11,11D 10,86E	Mayıs-Ağustos	Doğu Karadeniz

Total fekondite (F_T): Sulanmış+sulanmamış adet yumurta, Total bağıl fekondite (F_{TR}): Sulanmış+sulanmamış adet yumurta/g, Kısmi fekondite (F_B): Sulanmış adet yumurta, Kısmi Bağıl fekondite (F_R): Sulanmış adet yumurta/g, D: Dişi, E: Erkek

Bu araştırmada istavrit balığının ovaryum yapıları makroskopik ve mikroskopik olarak yıl boyunca incelenmiş ve ovaryumdaki gelişimler Peterson vd., (2011)'a göre safhalandırılmıştır. Makroskopik safhalandırmada ovaryumların dış görünüşünde meydana gelen değişimler (Şekil 25) dikkate alınarak her safhadaki birey sayısı ve yüzdesi ortaya konarak olgun (IV. safha) bireylerin hangi safhada ve hangi aylarda dağılım gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 12, Şekil 26). Aylara göre ovaryumların makroskopik safhaların yüzde olarak incelendiğinde; sonbahar ve kış aylarında olgunlaşmamış (I) ve gelişme (II) safhaları yaygınken, nisan ayından yaz ayları sonuna kadar olan sürede yumurtlama (III), boşalma (IV) ve yenilenme (V) evreleri daha yaygın görülmektedir (Şekil 26). Ovaryumların görsel safhalandırılmasında yumurta bırakabilecek bireylerin (olgun) Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında yoğun olarak görüldüğü ortaya konulmuştur. Görsel yöntemle

(makroskopik) ovaryumların incelenmesi sonucu istavrit balığının mayıstan başlayarak ağustosun sonuna kadar yumurta bıraktığı tespit edilmiştir (Şekil 26).

Balık üreme biyolojisinde fekonditeyi, ovaryum olgunluk değerlerini, yumurtlama mevsimlerini ve yumurtlama biyokütlesinin belirlemede olgunluk aşamalarında aktif ve aktif olmayan dişilerden yararlanılarak tespit edilir (Costa, 2009). Ovaryumların makroskopik olgunluk değerlendirmesi, üreme durumunu ve cinsi olgunluk oranlarının belirlemenin hızlı ve ucuz bir yoludur. Aynı zamanda çalışma sahasında birçok balığın değerlendirilmesine imkân tanır. Ovaryumların makroskopik safhalandırılması balıkçılık kaynaklarının değerlendirilmesinde kilit bir rol oynar (Tomkiewicz vd., 2003). Ancak makroskopik incelemede ovaryumların safhaları karıştırılabilmektedir (Ferrerri vd., 2009). Bu durum yumurtlayan stokun ve cinsi olgunluk boyunun belirlemede hataya neden olabilir. Dolayısıyla balıkçılık yönetimini de olumsuz yönde etkiler (Costa, 2009; Tomkiewicz vd., 2003). Bu nedenle makroskopik evrelendirme, mikroskopik evrelendirme ile doğrulanmalıdır.

Çalışmada istavrit ovaryumlarından histolojik kesitler alınmış ve bu kesitler mikroskop altında oosit yapılarındaki gelişimler incelenerek ovaryumlar mikroskopik olarak safhalandırılmıştır. Oositlerdeki aylık gelişmeler dikkate alınarak istavrit balığının üreme başlangıcı, sonu ve üreme stratejisi tespit edilmiştir. Eylül-şubat ayları arasındaki ovaryumlardan alınan kesitler incelendiğinde (Şekil 27), oositlerin tamamı oogenia ve ilk büyüme yapısında olması (safha I), ayrıca yumurta çaplarında ($129,61 \pm 50,02 \mu\text{m}$) herhangi bir değişim olmadığı için ovaryumlarda henüz bir üreme faaliyeti görülmemiştir.

Mart ayında oositlerde ilk büyüme yapıları dominat olması ve yumurta çaplarındaki artış ($147,03 \pm 64,14 \mu\text{m}$), mart ayı istavrit balığı için üreme faaliyetlerinin başlangıcı olarak kabul edilse de ovaryumlar hala I. safhada olduğu tespit edilmiştir (Şekil 28).

Nisan ayında oositlerde granülasyon başlangıcı olan vitellogenesis (Vg1) ve granülasyonun devam ettiği (cortikal alvollar, çekirdek göçü ve yağ damlacıklarının görünmesi) vitellogenesis (Vg2) yapıları varlığı ve yumurta çaplarındaki ($248,37 \pm 161,67 \mu\text{m}$) artış ovaryumların olgunlaşma (II) safhasında olduğunu göstermiştir. Bu aktiviteler, ovaryumlarda üreme faaliyetlerinin hızla devam ettiğini göstermiştir (Şekil 29).

Mayıs ayında ovaryumlardaki oositlerde granülasyonların devam ettiği, vitellogenesis evrelerinin (Vg1, Vg2, Vg3) tamamına rastlanıldığı ve yumurta çaplarının ($477,52 \pm 246,57 \mu\text{m}$) artışı devam ettiği gözlemlenmiştir. Bu aydaki bireylerin büyük bir kısmı yumurtlama (III) safhasında olduğu tespit edilmiştir. Yumurta dökümü olan boşalma (IV) safhasının ilk bu ayda gözlemlenmiştir (Şekil 30). Bu oluşumlar istavrit balığı mayıs ayında ilk yumurta dökümüne başladığını göstermiştir.

Haziran ve temmuz aylarında istavrit balığı ovaryumlarındaki oositler heterojen yapıda olduğu, yumurta sonrası foliküllerin arttığı, haziran ayında yumurta çapları ($593,09 \pm 260,82 \mu\text{m}$) maksimuma ulaştığı ve temmuz ayında ise yumurta çaplarında ($589,82 \pm 253,64 \mu\text{m}$) düşüş gözlenmesi bu aylarda yumurta döküm faaliyetlerinin devam ettiğini göstermiştir (Şekil 31, Şekil 32).

Ağustos ayında yumurta dökümü azda olsa gerçekleştiği, ancak bazı bireylerin ovaryumlarında yumurta sonrası foliküllerin yoğun olduğu, ovaryumların büyük oranda küçüldüğü, yumurta çaplarında düşüşün devam ettiği ve bazı bireylerde ise ovaryumların tamamen yenilenme (V.) safhasına geçtiği görülmüştür (Şekil 33).

Histolojik sonuçlar dikkate alındığında İstavrit balığının yumurtlama başlangıcı mayıs ayı ve yumurtlamanın son bulduğu ay ağustos ayı sonu olarak belirlenmiştir. Mikroskopik olarak incelenen her safhada oositler (İB, Vg1, Vg2, Vg3) heterojen yapıda olması, istavrit balığının asenkronize (eşzamanlı olmayan) yumurtlama modeli stratejisine sahip olduğu belirlenmiştir. Marua ve Saborido-Rey (2003) tarafından yapılan bir çalışmada istavrit balığının eşzamansın (asenkon) yumurtlayıcı olduğunu ifade etmişlerdir. Aynı araştırmacılar asenkron üreme modeline sahip türlerin ovaryumlarında tüm oosit yapıları baskın olmaksızın her safhada bulunduğunu ve kısmı yumurtladıklarını bildirmişlerdir.

Yumurta verimliliği (fekondite) ve yumurta üretimi ile ilgili bilgiler, balık türlerinin biyolojisi ve popülasyon dinamiklerinin incelenmesinde temel esastır (Hunter vd, 1992; El Habouz vd., 2011). Çalışmada yumurta verimliliği sulanmış yumurta üzerinden tahmin edilmiştir (Tablo 13). Elde edilen ortalama bağıl fekondite ($124,03$ sulanmış yumurta/g) ve alınan örneğin ortalama ağırlığı ($22,72$ g) dikkate alındığında istavrit stoklarındaki bir bireyin ortalama bir batında bırakmış olduğu yumurta sayısı $F_B = 2817,96$ adet sulanmış yumurta olarak tahmin edilmiştir. Demirel

(2010) tarafından yapılan bir çalışmada, istavrit balığının üreme dönemi boyunca 16 batında yumurta bıraktığı ifade edilmiştir. Buna göre çalışma sahasındaki istavrit stoklarındaki bir bireyin üreme dönemi boyunca ortalama 45087 adet sulanmış yumurta bıraktığı tahmin edilmiştir. Daha önce istavrit balığı üzerine yapılan çalışmalarda elde edilen bağıl fekodite değerleri (Tablo 16) ile bu çalışmada elde edilen değer arasında yapılan *t*-testi sonucu ($t_{(sd:2; 0,05)}=5,490$) farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu farklılık elde edilen örneklerin büyüklüğüne ve ekolojik koşullara bağlı olduğu tahmin edilmektedir. Çalışmada elde edilen boy-yumurta verimi ve ağırlık-yumurta verimi arasındaki ilişkiler belirlenmiştir (Şekil 34, Şekil 35). Yapılan bazı çalışmalarda balık boyu ve yumurta verimliliği arasında üssel, balık ağırlığı ve yumurta verimliliği arasında ise doğrusal ilişki olduğu bildirilmiştir (Hunter ve Macewicz, 1980; Hunter vd., 1992). Bu çalışmada boy-yumurta verimliliği ilişkisi üssel ($r=94$), ağırlık-yumurta verimliliği ilişkisi ($r=91$) doğrusal olarak güçlü bir ilişki tahmin edilmiştir. Demirel (2010) tarafından yapılan çalışmada boy-yumurta sayısı ve ağırlık-yumurta sayısı arasında güçlü ilişkinin olduğunu ifade etmiştir. Araştırmada yumurta verimlilikleriyle ilgili elde edilen değerlerle, istavrit balığının her hangi boy ya da ağırlıktaki bir bireyin kısmı yumurtlama verimi tahmin edilebilir.

Balıklarda yumurta çaplarındaki değişim ve frekans dağılımları üreme faaliyetinin yanı sıra o balığın fekonditesinin belirlenebilirliği ya da belirsizliği hakkında bilgi sunar (Hunter ve Macewicz, 1985; Murua ve Saborido-Rey, 2003). Yumurta frekans dağılımlarında henüz yeni gelişmekte olan oositlerle sulanmış oositler arasında boşluk bulunursa fekondite belirlenebilir, boşluk bulunmazsa fekondite belirsizdir (Lowerre-Barbieri vd., 2011; Murua ve Motos, 2006). Yapılan çalışmada mart ayı dâhil eylül ayına kadar yumurta çapları ölçülmüştür (Tablo 14). İlk sulanmış yumurtaya mayıs ayında rastlanması istavrit balığının mayıs ayında yumurtlamaya başladığını göstermiştir. Haziran-temmuz aylarında yumurta çaplarının pik noktasına ulaşması, eylül ayında ise sulanmış yumurtalara rastlanılmaması ve yumurta çaplarının oldukça küçülmesi (Tablo 14), Doğu Karadeniz’de istavrit stoklarının mayıs-ağustos arasında yumurta dökümünün gerçekleştirdiğini göstermektedir. Aylık sulanmış oosit çapları (mayıs, haziran, temmuz, ağustos) arasında yapılan ANOVA testi analizi sonucu çapların istatistiksel olarak benzer olması ($p>0,05$) ve sulanmamış+sulanmış oosit çapları arasında ise farkın önemli

olması ($p<0,05$) ovaryumdaki oositlerin heterojen olduğunu göstermiştir. Ovaryumların olgunluk safhaları süresince oosit çaplarındaki gelişmeler, istavrit balığının asenkron üreme modeline sahip olduğunu göstermiştir.

Çalışmada mart ayından (ovaryumların henüz I. safhada iken) üreme faaliyetinin son bulduğu eylül ayına kadar (V. Safha) oosit çapları ölçülmüştür (Şekil 36). Tüm bu aylardaki oosit frekans dağılımları dikkate alındığında vitellojek olarak gelişen oositlerle sulanmış oositler arasında belirgin bir boşluk olmaması istavrit balığının fekonditesi belirsizliğinin bir göstergesidir. Marua ve Saborido-Rey (2003) yapmış olduğu bir çalışmada istavrit balığının eşzamansın (asenكرون) yumurtlayıcı olduğunu bildirmiştir.

Balık stoklarının sürdürülebilirliğinde ve yönetsel strateji belirlenmesinde ilk cinsi olgunluk boyu parametresi (L_{M50}) büyük önem taşımaktadır. Yüksek oranda işletilen stoklarda ilk cinsel olgunluk boyunda meydana gelen küçülmeler balık stoklarının yapısal özelliklerini (fenotipik değişiklikler, genetik adaptasyonlar) önemli derecede etkilediğini ve ilk cinsel olgunluk boyunun aşırı av baskısına karşı hassas olduğu bildirilmiştir (Avşar, 2005; King, 1995; Gerritsen vd., 2003; Lappalainen vd., 2016). Balıkçılık yönetimi açısından oldukça önemli olan ilk cinsi olgunluk boyu bu araştırmada hem dişi hem de erkekler için tespit edilmiştir (Şekil 37, Şekil 38). Araştırmada elde edilen değerler, çalışma bölgesinde önceden yapılan (Tablo 16) ilk cinsi olgunluk değerleriyle istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Yapılan istatistiksel analiz (t -testi) sonucu hem dişi ve hem de erkek bireylerin ilk cinsi olgunluk boyları arasında farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Ancak günümüze kadar geçen süreçte ilk cinsi olgunluk boyunda bir küçülmenin olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 16). Cinsi olgunluk boyundaki küçülmeler yumurtlayan stok biyomasının azalmasına, yumurta veriminin düşüşüne, stoka katılımın azalmasına, buna bağlı olarak avlanabilir stokun küçülmesine neden olacağı için popülasyonun ve balıkçılığın devamlılığı risk altında olacaktır.

3.3. Öneriler

Aşırı av baskısı ve insan kaynaklı kirleticiler popülasyonların devamlılığını olumsuz yönde etkileyen temel faktörler olduğu bilinmektedir. Popülasyonların yaşam ortamları sağlıklı olması ve katılımı üst seviyede sağlayacak yumurta verimi yüksek

olan bireylerin popülasyon içinde bulunması sürdürülebilirliğin temel esasıdır. Bu nedenle stoka katkı sağlayacak yumurta verimine sahip bireylerin devamlılığını sürdürecektir, ekosistemi koruyan yeni av araçlarının dizayn edilmesi ve kullanımı zorunlu hale getirilmesi ile gerçekleştirilebilir.

Araştırmada üreme periyodu belirlemede yaygın olarak kullanılan GSİ metodu, yapılan histolojik çalışmayla hemen hemen benzerlik gösterdiği dolayısıyla tür üzerinde gelecekte yapılacak çalışmalarda hızlı, maliyeti düşük ve pratik bir yöntem olduğu için kullanılması öngörülmektedir.

Çalışmada üreme periyodu Mayıs ve Ağustos sonu olarak belirlenmiştir. Ancak gelecek sezonlarda katılımın daha güçlü olması, stokların ve balıkçılığın sürdürülebilirliğini sağlamak için belirlenen av yasağı döneminde istavrit avcılığının tüm balıkçılığa yasaklanması stokun ve balıkçılığın geleceği için önem arz etmektedir.

Bir balığın yumurtlama stokunu belirlemek için üreme stratejisi bilinmelidir. Bu çalışmada istavrit balığının çoklu yumurtlayan (asenkron) yani kısmi fekoditeye sahip ancak fekonditesi belirlenemeyen (asenkron) üreme stratejisine sahip olduğu tespit edilmiştir. Yumurtlayan stoku belirlerken balığın üreme stratejisi dikkate alınmalıdır.

Çalışmada belirlenen ilk cinsi olgunluk boyları (dişi, erkek) ile elde edilen örneklerin %79'unun Tarım ve Orman Bakanlığı'nın belirlemiş olduğu avlanabilir (13 cm) boyun altında olması Doğu Karadeniz'deki istavrit stokları üzerine bir av baskısının göstergesidir. İvedilikle bu baskıyı azaltmak için av araçlarını belirlenen avlanabilir boya göre standardize edilmelidir.

Son yıllarda Karadeniz'deki ekolojik değişiklikler ve stokların aşırı işletilmesi nedeniyle avcılık yoluyla elde edilen üretim miktarlarında önemli düşüşler olduğu gözlenmektedir. Bu süreç sürekli olarak bilimsel camiada sorgulanmakta ve araştırmalar yapılarak önerilerde bulunmaktadır. Ancak stokları işleten balıkçılar ise mevcut durumu kaygı ile izlerken stoklar üzerine av baskılarını devam ettirmektedirler. Stokların ve balıkçılığın sürdürülebilirliği için alınan önlemleri avcılık sektörünün temel paydaşı olan balıkçılara uygulama zorunluluğunu gerekçeleriyle anlatılmalı ve alınan önlemler sıkı şekilde denetlenmelidir.

KAYNAKÇA

- Ak, O., Selen, H., Genç, Y., Dağtekin, M., & Zengin, B., 2015. Trabzon Kıyılarında Yumurtadan Ergin Bireye İstavrit (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868): Yaş, Büyüme, Ölüm Oranları ve Üreme. TKB, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Proje no: TAGEM. HAYSÜD/2011/09/02/07, Sonuç Raporu, 103 s.
- Akoğlu, E., Salihoglu, B., Libralato, S., Oguz, T. and Solidoro, C., 2014. An indicator-based evaluation of Black Sea food web dynamics during 1960–2000. *Journal of Marine Systems*, 134, 113–125. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2014.02.010.
- Akşiray, F., 1987. Türkiye Deniz Balıkları ve Tayin Anahtarı, İstanbul. İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları, No:3490, 811.
- Allendorf, F.W. and Hard, J.J., 2009. Human-induced evolution caused by unnatural selection through harvest of wild animals. *Proceedings National Academy of Sciences, USA* 106:9987–9994.
- Atılğan, E., Başçınar, S.N. ve Erbay, M., 2012. Doğu Karadeniz'deki istavrit, *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868)'in otolit özellikleri ve bazı populasyon parametreleri. *Journal of Fisheries Sciences*, 6 (2), 114-124.
- Avşar, D., 2005. Fishery biology and population dynamics, Univ. of Cukurova, Handbook 5. Baki Press, Adana, 303 pp.
- Aydın, M. ve Karadurmuş, U., 2012. Age, growth, length-weight relationship and reproduction of the Atlantic horse mackerel (*Trachurus trachurus* Linnaeus, 1758) in Ordu (Black Sea). *Ordu University, Journal of Science Technology*, 2, 68-77.
- Balkas, T., Mihnea, R., Serbanescu, O. ve Ünlüata, U., 1990. State of marine environment in the Black Sea Region. UNEP Regional Seas Report and Studies, FAO, Rome, 124 p.
- Bat, L., Sahin, F., Satılmış, H.H., Ustun, F., Ozdemir, Z.B., Kideys, A.E. ve Shulman, G.E., 2007. Karadeniz'in değişen ekosistemi ve hamsi balıkçılığına etkisi. *Journal Fish Science*, 1(4), 191-227.
- Bauchot, M. L., 1987. Poissons osseux. p. 891-1421. In W. Fischer, M.L. Bauchot and M. Schneider (eds.) Fiches FAO d'identification pour les besoins de la pêche. (rev. 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. II. Commission des Communautés Européennes and FAO, Rome.
- Bektaş, Y. ve Belduz, O., 2008. Molecular phylogeny of Turkish *Trachurus* species (Perciformes: Carangidae) inferred from mitochondrial DNA analyses. *Journal of Fish Biology*, 73, 1228-1248.

- Bektaş, Y., 2008. Türkiye Kıyısı Sularındaki İstavrit (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868, *Trachurus trachurus* Linnaeus, 1758 ve *Trachurus picturatus* Bowdich, 1825) populasyonlarının genetik ve morfolojik analizi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bilecenoğlu, M., Taşkavak, E., Mater, S. and Kaya, M., 2002. Zootaxa checklist of the Marine fishes of Turkey. Zootaxa, 113:1-194
- Bolger, T. and Connolly, P.L., 1989. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. J. Fish Biol., 34: 171–182.
- Bostancı, D., 2009. Sarıkuyruk İstavrit, *Trachurus mediterraneus*'un Otolit Özellikleri ve Popülasyon Parametreleri. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 21 (1).
- Brewer, S.K., Rabeni, C.F., Sowa, S.P. and Annis, G., 2007. Natural landscape and stream segment attributes influencing the distribution and relative abundance of riverine smallmouth bass in Missouri. North American Journal of Fisheries Management, 27: 326–341.
- Bsgm, 2000. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 2000-2002 Av Dönemine Ait 34/1 Numaralı Tebliğ. Ankara, 74s.
- Campana, S.E. and Jones C.M., 1992. Analysis of otolith microstructure data. In D. K. Stephenson and S. E. Campana, editors. Otolith microstructure examination and analysis. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 117:73–100.
- Costa, A.M., 2009. Macroscopic vs. microscopic identification of the maturity stages of female horse mackerel. ICES J. Mar. Sci. 6, 509–516.
- Çelikkale M.S., Düzgüneş E. ve Okumuş İ., 1999. Aquaculture sector, potential, status, problems and solution suggestions”in Turkey, Istanbul Trade Chamber, 414 pp.
- Daskalov, G.M., 2002. Overfishing drives a trophic cascade in the Black Sea. Marine Ecology Progress Series, 225, 53-63. DOI:10. 3354/meps225053.
- Daskalov, G.M., Chato O. and Aymen, C., 2012. Assessment of Black Sea Stocks. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF). ISBN 978-92-79-27208-0. doi:10.2788/63715
- Demir, N., 1958. Karadeniz populasyonuna ait *Trachurus mediterraneus* LTKN. (Sarıkuyruk İstavrit balığı) yumurta ve larvalarının morfolojik hususiyetleri hakkında. İÜ, Fen Fak., Hidrobiyoloji Araştırma Ens., Yay., seri A, cilt IV, Sayı: 3-4, 85-92.

- Demir, M., 1959. Controbuton to the knowledge of *Trachurus* Rafinesque of the Marmara and Black Sea, extrait des rapport et procis-rerboux de la riuminus de la C.I.E.S.M.M., XV, 2.
- Demirel N., 2010. Kuzeydoğu Marmara Denizi'nde sarıkuyruk istavrit balığının (*Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868)) üreme biyolojisi. İstanbul Üniversitesi / Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü / Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı 104 s.
- Demirel, N. ve Yüksek, A., 2013. Reproductive biology of *Trachurus mediterraneus* (Carangidae): a detailed study for the Marmara–Black Sea stock. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 2013, 93(2), 357–364.
- Demirel, N. and Yüksek, A., 2013. Reproductive biology of *Trachurus mediterraneus* (Carangidae): A detailed study for the Marmara-Black Sea stock. Journal of the Marine Biological Association of the UK, 93: 357-364.
- Dulcic, J. and Kraljevic, M., 1996. Weight-length relationship for 40 species in the eastern Adriatic Sea (Croatian waters). Fisheries Research, 28, 243-251.
- Düzgüneş E. and Karaçam, H., 1991. Some population aspect, meat yield and biochemical composition of Mediterrenean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868) in the Black Sea. TUBITAK, Doğa, Tr. J. of Zoology 15, 195-201.
- Ekingen, G., 2004. Türkiye Deniz Balıkları Tanı Anahtarı. T.C. Mersin Üniversitesi Yayınları No:12, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:4, 193 s.
- El Habouz, H., Recasens, L., Kifani, S., Moukrim, A., Bouhaimi, A. and El Ayoubi, S., 2011. Maturity and batch fecundity of the European hake (*Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758) in the eastern central Atlantic. Scientia Marina 75, 447–454.
- Erbay, M., 2013. Doğu Karadeniz'deki İskorbit (*Scorpaena porcus*, Linnaeus,, 1758) Balığının Popülasyon Yapısı ve Üreme Biyolojisi Üzerine Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Rize Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize, Türkiye, 89s.
- Erdoğan, Z, TorcuKoç, H., Ulunehir, G. and Joksimović, A., 2016. Some biological properties of different populations of the Atlantic horse mackerel *Trachurus trachurus* (L.) in Turkish Seas. ACTA ADRIAT, 57(1): 51 - 62.
- Erkoyuncu, İ., 1995. Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği, Ondokuz Mayıs Üni, Yayın No:95, Samsun, 265 s.
- FAO, 2008. The State of World Fisheries and Aquaculture.
- FAO, 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, ISBN: 978-92-5-109185-2, 200 s. 5-6.

- FAO, 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. Rome.
- Ferreri, R., Basilone, G., D'Elia, M., Traina, A., Saborido-Rey, F., Mazzola, S., 2009. Validation of macroscopic maturity stages according to microscopic histological examination for European anchovy. *Mar. Ecol.* 30, 181–187.
- Froese, R. and Pauly, D., 2011. FishBase, World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (05/2022).
- Froese, R. and Pauly, D., 2013. Fish stocks. In: Encyclopedia of Biodiversity. (ed S. Levin), 3rd edn. Academic Press, Cambridge, MA, pp. 477– 487.
- Froese R., Winker H., Coro G., Demirel N., Tsikliras A.C. and Dimarchopoulou D., 2018. A new approach for estimating stock status from length frequency data, *ICES J. Mar. Sci.* 75(6). 2004–2015.
- Genç, Y., Zengin, M., Basar, S., Tabak, İ., Ceylan, B., Çiftçi, Y., Üstündag, C., Akbulut, B., Sahin, T., 1999. Ekonomik Deniz Ürünleri Arastırma Projesi. TKB'lığı Su Ürünleri. TAGEM /IY/96/17/03/001. Su Ürünleri Merkez Arst. Ens. Müdürlüğü, Trabzon, 156 s.
- Genç, Y., 2000. Türkiye'nin Doğu Karadeniz kıyılarındaki barbunyaya (*Mullus barbatus ponticus*, Ess.1927) balığının biyo-ekolojik özellikleri ve popülasyon parametreleri. Doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 181 s.
- Gerritsen H.D., Armstrong M.J., Allen M., McCurdy W.J. and Peel J.A.D., 2003. Variability in maturity and growth in a heavily exploited stock: whiting (*Merlangius merlangus* L.) in the Irish Sea, *Journal of Sea Research*, 49 (pg. 69-82)
- Golani, D., Orsi-Relini, L., Massuti, E. and Quingnard, J.P., 2006. CIESM Atlas of Exotic Fishes in the Mediterranean, <http://www.ciesm.org/atlas/appendix1.html>. 2.02.2022.
- Gücü, A.C., 2002. Can overfishing be responsible for the successful establishment of *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea? *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 54, 439– 451.
- Güven, K.C. ve Çoban, B., 2012. Oil input of surface water of the Turkish rivers flow to the Black Sea in 2005-2007. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 18(2), 128-133.
- Hempel, G., 1984. Early life history of marine fish. ISBN: 0-295-95672-0, University of Washington Pres, USA.
- Holden, M.J. and Raitt, D.F.S., 1974. Manual of fishery sciences. Second part. Methods and research on resources and their application. Doc. Tech. FAO. Fisheries Rev., 223pp.

- Hunter, J.R. and Macewicz, B.J., 1980. Sexual maturity, batch fecundity, spawning frequency, and temporal pattern of spawning for the northern anchovy, *Engraulis mordax*, during the 1979 spawning season. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest.Rep. 21:139-149
- Hunter J.R. and Macewicz B.J., 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. In Lasker R. (ed.) An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. NOAA Technical Report 36, 79–94.
- Hunter, J.R., Macewicz, B.J., Lo, N.C. and Kimbrell, C.A., 1992. Fecundity, spawning, and maturity of female Dover sole *Microstomus pacificus*, with an evaluation of assumptions and precision. Fishery Bulletin 90, 101–128.
- İvanov, L. and Beverton, R.J.H., 1985. The fisheries resources of the Mediterranean. Part 2: Black Sea, GFCM, Studies and Reviews No.60: 135 s.
- Kalaycı, F., 2006. Orta Karadeniz’de Avlanan İstavrit (*Trachurus trachurus* L., 1758) Balığının Üreme Özellikleri ve Populasyon Parametrelerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, O.M.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Samsun.
- Karakulak, F.S., Erk, H. and Bilgin, B., 2006. Length-weight relationships for 47 coastal fish species from the northern Aegean Sea, Turkey. Journal of Applied Ichthyology, 22, 274-278.
- Karataş, M., Başusta, N. ve Gökçe M.A., 2005. Balıklarda üreme. Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri içinde, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, ISBN 75-591-757-8.
- Karlou-Riga, C., 2000. Otolith morphology and age and growth of *Trachurus mediterraneus* (Steindachner) in the Eastern Mediterranean. Fisheries Research, 46, 69-82.
- Kasapoğlu, N., 2006. Doğu Karadeniz’deki İstavrit (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) Balığının Stok Yapısı ve Populasyon Parametreleri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 62s. Trabzon.
- Kasapoğlu, N. and Düzgüneş, E., 2013. Length- Weight relationships of marine species caught by five gears from the Black Sea. Medit. Mar. Sci., 15/1, 95-100.
- Kayalı, E., 1998. Doğu Karadeniz’deki İstavrit (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868) ve Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus, 1758) Balıklarının Bazı Populasyon Parametreleri ve Beslenme Ekolojileri. Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bal. Tekn. Müh. Anabilim Dalı, Trabzon.

- Kayısoğlu, M., 2016. Karadeniz ve Marmara denizi etkileşiminin aylık sıcaklık ve tuzluluk zaman serileri ile incelenmesi (Master's thesis, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü).
- Kendall, N.W. and Quinn, T.P., 2013. Size-selective fishing affects sex ratios and the opportunity for sexual selection in Alaskan sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*. *Oikos* 122: 411– 420.
- Kideys, E.A., 2002. Fall and rise of the Black Sea Ecosystem. *Science*, 297: 1482-1483.
- King, M., 1995. Fisheries Biology, Assessment and Management. Fishing News Books.
- Koutrakis, E.T. and Tsikliras, A.C., 2003. Length-weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece). *Journal of Applied Ichthyology*, 19, 258-260.
- Kutsyn D. N., 2021. Life History of Mediterranean Horse Mackerel *Trachurus mediterraneus* (Carangidae) from Crimea (Black Sea). *Journal of Ichthyology*, 61, 196-205.
- Lappalainen A., Saks L., Sustar M., Heikinheimo O., Jürgens K., Kokkonen E., Kurkilahti M., Verliin A. and Vetemaa M., 2016. Length at maturity as a potential indicator of fishing pressure effects on coastal pikeperch (*Sander lucioperca*) stocks in the northern Baltic Sea. *Fisheries Research*, 174: 47–57.
- Lowerre-Barbieri, S., Henderson N., Llopiz J., Walters S., Bickford J., and Muller R., 2009. Defining a spawning population (*Cynoscion nebulosus*) over temporal, spatial, and demographic scales. *Marine Ecology Progress Series* 394:231–245.
- Lowerre-Barbieri, S.K., Brown-Peterson, N.J., Murua, H., Tomkiewicz, J., Wyanski, D. and Saborido-Rey, F., 2011. Emerging issues and methodological advances in fisheries reproductive biology. *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management and Ecosystem Science*, 3, 32–51.
- Mater, S., Kaya, M. ve Bilecenoglu, M., 2003. Türkiye Deniz Balıkları Atlası. EÜ, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 68, Yardımcı Ders Kitapları Dizin No:11izmir, 169.
- Mora, C., Myers, R.A., Coll, M., Libralato, S., Pitcher, T.J., Sumaila, R.U., Zeller, D., Watson, R., Gaston, K.J. and Worm, B., 2009. Management effectiveness of the world's marine fisheries. *PLoS Biology*, 7(6), 1-11. DOI:10.1371/journal.pbio.1000131.
- Moutopoulos, D.K. and Stergiou, K.I., 2002. Length-weight and lengthlength relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). *J. Appl. Ichthyol.* 18: 200–203.
- Murua H., Kraus G., Saborido-Rey F., Witthames P.R., Thorsen A. and Junquera S., 2003. Procedures to estimate fecundity of marine fish species in relation to their

- reproductive strategy. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 33, 33–54.
- Murua, H. and Saborido-Rey, F., 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the north Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science*, 33, 23–31.
- Murua, H. and Motos, L., 2006. Reproductive strategy and spawning activity of the European hake *Merluccius merluccius* (L.) in the Bay of Biscay. *Journal of Fish Biology*, 69: 1288–1303.
- Nunes C., Silva A. and Soares E., 2011. The Use of Hepatic and Somatic Indices and Histological Information to Characterize the Reproductive Dynamics of Atlantic Sardine *Sardina pilchardus* from the Portuguese Coast. *School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki*, 127–144.
- Oğuz, T., 2005. Black Sea ecosystem response to climatic teleconnections. *Oceanography* 18(2):122–133. doi./10.5670/oceanog.2005.47.
- Oğuz, T., Dippner, J.W. and Kaymaz, Z., 2006. Climatic regulation of the Black Sea hydro-meteorological and ecological properties at interannual-to-decadal time scales. *Journal of Marine Systems* 60, 235–254.
- Özdemir, S., Erdem, Y., Erdem, E. ve Birinci, Z., 2009. Dip trolü ile farklı av sahalarından avlanan karagöz istavrit (*Trachurus trachurus*, L.) ve lüfer (*Pomatomus saltatrix*, L.) balıklarının av verimi ve boy kompozisyonlarının karşılaştırılması, *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 5 (1), 19-26.
- Paun, C., Bănar, D., Galatchi, L., Marin, M., Vidu, L., & Nicolae, C., 2020. Variations in growth and reproduction measurements of *Trachurus mediterraneus* from the Romanian Black Sea Coast. *AgroLife Scientific Journal* i.
- Peterson, N.J.B., Wyanski, D.M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B.J. and Lowerre-Barbieri, S.K., 2011. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes, *Marine and Coastal Fisheries*, 3(1), 52–70, DOI:10.1080/19425120.2011.555724.
- Petrakis, G. and Stergiou, K. I., 1995. Weight-length relationships for 33 species in Greek waters. *Fish. Res.* 21: 465–469.
- Prodanov, K., Mikhaylov, K., Daskalov, G., Maxim, K., Chashchin, A., Arkhipov, A., Shlyakhov, V. and Özdamar, E., 1997. Environmental Management of Fish Resources in the Black Sea and Their Rational Exploitation, General Fisheries Council Mediterranean Studies and Reviews, Food and Agriculture Organization of the United Nations, ISBN: 0374-7840, 4-11.
- Ragonose S., Fiorentino, F., Garofalo, G., Gristina, M., Levi, D. and Gancitano, S., 2002. Distribution, abundance and biological features of picarel (*Spicara*

- flexuosa*), Mediterranean (*Trachurus mediterraneus*) and Atlantic (*T. trachurus*) horse mackerel based on experimental bottom-trawl data (MEDITS, 1994–2002) in the Strait of Sicily. MedSudMed Technical Documents 5, 100–114.
- Samsun, S., 2005. Mezgit balığının (*Gadus merlangus euxinus*, Nordmann, 1840) bazı üreme ve beslenme özellikleri üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, 19 Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Samsun, Türkiye, 119 s.
- Satılmış, H. H., 2005. Sinop Kıyılarında Küçük Pelajik Balıkların Yumurta Üretimi ve Yumurta ve Larvalarının Dağılımı. OMU. Su Ürünleri Yetiştiriciliği ABD, Doktora Tezi, 174 s.
- Santic, M., Pallaoro, A. and Jardas, I., 2006. Co-variation of gonadosomatic index and parameters of length-weight relationships of Mediterranean horse mackerel, *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868), in the eastern Adriatic Sea. Journal of Applied Ichthyology, 22, 214-217.
- Santic, M., Rada B. and Paladin, A., 2011. Condition and length-weight relationship of the horse mackerel (*Trachurus trachurus* L.) and the Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus* L.) from the eastern Adriatic Sea. Arch. Biol. Sci., Belgrade, 63 (2): 421-428.
- Sarıhan, E., Çiçek, E. ve Toklu Alıçlı, B., 2007. Balık Biyolojisine Giriş. Adana Nobel Kitabevi. Isbn: 9789944730051.
- Schmidt-Luch, C.W., 1976. Fisch Bilder Lexikon. Band 2 Meeresfische. John Jahr Verlag, Hamburg. 105-108 pp.
- Shiganova, T.A., Kideys, A.E., Gucu A.C., Niermann, U. and Khoroshilov, V.S., 1998. Changes in Species Diversity and Abundance of the Main Components of the Black Sea Pelagic Community During the Last Decade. In: NATO TU-Black Sea Project: Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea, Symposium on Scientific Results, L. Ivanov & T. Oguz (eds.), Kluwer Academic Publishers, pp.171-188.
- Slastenenko, E.P., 1956. Karadeniz Havzası Balıkları. Et ve Balık Kurumu Umum Müdürlüğü Yayınları, İstanbul, 711 s.
- Stahl, J. and Kruse, G., 2008. Classification of ovarian stages of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*). In proceedings of the symposium resiliency of gadid stocks to fishing and climate change: 24th Lowell Wakefield Fisheries Symposium, Alaska Sea Grant College Program, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks Vol. 31, 1-23.
- Şahin, T., Genç, Y. ve Okur, H., 1997. Karadeniz'in Türkiye sularındaki istavrit(*Trachurus mediterraneus* ALIEV) populasyonunun gelişme ve üreme özelliklerinin incelenmesi. TÜBİTAK, Tr. J. of Zoology, 21, 321-327 s.

- Şahin, C., Kasapoğlu, N., Gözler, A.M., Kalaycı, F., Hacımurtazaoğlu, N. and Mutlu, C., 2009. Age, growth, and gonadosomatic index (GSI) of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868) in the Eastern Black Sea, Turkish Journal Zoology, 33: 157-167.
- Şahinoğlu, B., 1996. İzmir körfezinde karagöz istavrit (*Trachurus trachurus* L., 1758) ve sarıkuyruk istavrit (*Trachurus mediterraneus* Steindachner, 1868) balıklarının biyolojik özellikleri üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, EÜ., Su Ürünleri Bölümü, İzmir, 54.
- Tomkiewicz, J., Tybjerg, L. and Jespersen, A., 2003. Micro- and macroscopic characteristics to stage gonadal maturation of female Baltic cod. Journal of Fish Biology, 62: 253–275.
- TÜİK, 2020. Su Ürünleri İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara
- Ulunehir Aydın, G., 2017. Kuzey Ege Denizi, Edremit Körfezi'nde Yaşayan *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758) ve *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868) Populasyonlarının Biyolojik Özelliklerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilimdalı, Balıkesir, 1-175.
- Url-1. https://fish-commercial-names.ec.europa.eu/fish-names/species_en?sn=36365
- Url-2. <https://www.earth.com/image/the-black-sea-basin/>
- Url-3. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/Haberler/2018/MGMDenizSuyu.pdf>
- Viette M., Giulianini P.G. and Ferrero E.A., 1997. Reproductive biology of *Trachurus mediterraneus* (Teleostei, Carangidae), from the Gulf of Trieste. ICES Journal of Marine Science 54, 267–272.
- Vitale, F., Svedang, H. and Cardinale, M., 2006. Histological analysis invalidates macroscopically determined maturity ogives of the Kattegat cod (*Gadus morhua*) and suggests new proxies for estimating maturity status of individual fish. ICES (International Council for the Exploration of the Sea) Journal of Marine Science, 63: 485–492.
- Whitehead, P. J. P., Bauchot, M. L., Hureau, J. C., Nielsen, J. and Tortonese, E., 1986. Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean, . United Nations Educational Scientific and Cultural Organization.
- Yankova M., Raykov V., Gerdzhikov, D. and Bogomilova, P., 2010. Growth and length-weight relationships of horse mackerel, *Trachurus mediterraneus ponticus* (Aleev, 1956) in the Bulgarian Black Sea Coast. Turk.J.Zool. 34(1):85-2.
- Yüce, R., 1998. Türkiye Denizlerinde Yasayan Balıklar (200 tür). MÜ, Yay. No:633, Doga Bitkileri ve Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Merkezi Yay. No:1. ISBN: 975-400-184-7, _stanbul, 463 s.

Yücel, Ş ve Erkoyuncu, İ., 2000. Orta Karadeniz Bölgesi'nde Avlanan İstavrit (*Trachurus trachurus*)'ın Populasyon Dinamiği, TÜBİTAK, Tr. J. Of Biol., 24, 543-552.

Zaitsev, Y. and Mamaev, V., 1998. Marine Biological Diversity in the Black Sea: A Study of Change and Decline. Colonial Waterbirds, 21(1), p.113.

